



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

Influencia de técnicas de siembra directa para *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. y *Viburnum triphyllum* Benth., en dos Ecosistemas del Sur del Ecuador

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Autoras:

MARÍA ISABEL CHUMI PASATO

LISSETH ANABEL QUIZHPI CHILLOGALLO

Director:

ANTONIO CRESPO AMPUDIA, PhD

CUENCA, ECUADOR

2018

DEDICATORIA

A mi pequeña familia, por ser el pilar incondicional para que no claudique en todo este proceso de la universidad. A mis padres, por enseñarme el valor que tiene la familia para uno, por prestarme atención a cada decisión que he tomado y estar ahí por si necesito una mano; a los dos, por siempre ser mi mayor fuerza de superación y el mejor ejemplo a seguir.

A mis hermanas Gabriela y Ariana, por cada palabra de aliento, por su tiempo invertido, por jamás dejarme sola y ser mi apoyo constante. A la luz de mi vida, mi niño David por llegar a demostrar que con constancia y paciencia se logra todo.

A Raíza y Michelle que las quiero como si fueran mis hermanas por ser el constante pañuelo de lágrimas y ayudarme a levantarme de cada caída.

De manera especial a mi amiga Lisseth, por ser la persona que me aguanto en este duro camino, con pie firme apoyándome y escuchándome, que me enseñó que todo lo podemos ver con nuevos ojos, por sus alientos, consejos y por hacer de este trabajo una grata experiencia de vida.

A Christian por estar al pie del cañón escuchándome en mis días de flaqueza y siempre recordarme que cada sacrificio tiene su recompensa.

A Geovanny por demostrar con paciencia su interés a cada cosa que he realizado durante este camino, por invertir tiempo para ayudarme a corregir errores y siempre estar atento durante este proceso.

Y finalmente a Dios por hacer que todas las personas y las circunstancias presentes durante la realización del trabajo me ayudaron a crecer como persona y futura Bióloga.

Isabel

Este trabajo está dedicado a dos piezas fundamentales para el logro de este triunfo, “Mis Papás”, quienes han sido los pilares esenciales los cuales han cargado el peso de mis sueños y sobretodo me han brindado su apoyo incondicional en cada circunstancia de mi vida.

A mi hijo, mi razón de vivir, mi motor, que cuando creí no poder seguir más, sin saberlo con una sonrisa me daba ese empujón en mis momentos de flaqueza.

A TODA mi familia, quienes con sus palabras de aliento y fuerza me han ayudado a enfrentar y salir triunfante ante las situaciones adversas de la vida.

Por su amor incondicional, este nuevo triunfo en mi vida es para ustedes.

Lisseth

AGRADECIMIENTOS

A nuestro mentor el Dr. Antonio Crespo, por la ayuda brindada a lo largo de este trayecto, por habernos permitido trabajar en su laboratorio y compartir ese pequeño espacio para la realización de uno de nuestros mayores desafíos, por su paciencia y perseverancia para que todo el trabajo resulte de lo mejor, por confiar en nuestra capacidad para sobre llevar los problemas que se presentaron en este arduo camino y sobre todo por guiarnos con sus conocimientos.

Al Dr. Boris Tinoco, MSc. David Siddons y Dra. Raffaella Ansaloni por la disposición a compartir sus conocimientos y darnos las pautas necesarias para realizar el análisis de datos. De manera muy especial y afectuosa agradecemos a Diana Inga, por brindarnos su amistad, por su apoyo incondicional y disponibilidad para ayudarnos en todas las etapas de realización de este proyecto. A Karla Pintado quien estuvo en la etapa inicial de este trabajo y que ahora desde la distancia nos sigue apoyado constantemente. De igual manera agradecemos a los pasantes del Laboratorio de Ecología y Manejo de Plantas Nativas de la Universidad del Azuay que brindaron su apoyo en la fase de campo.

Finalmente, y no menos importante agradecemos a todas las instituciones y personas de las localidades en donde se realizó el estudio, quienes nos apoyaron previo y durante el proceso de realización de este proyecto: Consorcio Aguarongo, Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Delegsol y por su intermedio a la Comuna la Merced. A Don Ángel Coello, Don Ángel Álvarez, Don Lilo Castro y toda su familia, por sus atenciones y la ayuda desinteresada que nos brindaron. Siempre con amabilidad y cortesía TODOS ustedes se han ganado el derecho de formar parte de este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
1.1 Ecosistemas de Estudio	5
1.2 Especies en estudio	9
1.2.1 <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	9
1.2.2 <i>Viburnum triphyllum</i> Benth.....	9
1.3 Colección de semillas.....	10
1.5 Diseño experimental.....	12
1.6 Análisis de datos	15
CAPÍTULO II: RESULTADOS	17
2.1 LOCALIDAD LA MERCED	17
2.1.1 <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	17
2.1.1.1 Emergencia.....	17
2.1.1.2 Supervivencia.....	19
2.1.1.3 Crecimiento	22
2.1.2 <i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	23
2.1.2.1 Emergencia.....	23
2.1.2.2 Supervivencia.....	25
2.1.2.3 Crecimiento	28
2.1.3 Luz	29

2.2 LOCALIDAD AGUARONGO	30
2.2.1 <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	30
2.2.1.1 Emergencia.....	30
2.2.1.2 Supervivencia.....	32
2.2.1.3 Crecimiento.....	35
2.2.2 <i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	36
2.2.2.1 Emergencia.....	36
2.2.2.2 Supervivencia.....	38
2.2.2.3 Crecimiento.....	41
2.2.3 Luz	42
CAPÍTULO III: DISCUSIONES.....	44
3.1 LOCALIDAD LA MERCED	44
3.1.1 Emergencia.....	44
3.1.2 Supervivencia.....	46
3.1.3 Crecimiento.....	48
3.2 LOCALIDAD AGUARONGO	49
3.2.1 Emergencia.....	49
3.2.2 Supervivencia.....	50
3.2.3 Crecimiento.....	51
RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en la localidad La Merced.....	6
Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en la localidad Aguarongo	8
Figura 3. <i>O. grandiflora</i> : a. Folículo b. Semilla.....	11
Figura 4. <i>V. triphyllum</i> : a. Fruto b. Semilla.....	11
Figura 5. Unidad experimental con protección contra herbívoros	13
Figura 6. Diagrama de disposición de los tratamientos dentro de un sitio.....	14
Figura 7. Estimaciones Kaplan Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 12 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra directa en la localidad La Merced.....	18
Figura 8. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced.....	19
Figura 9. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced.....	21
Figura 10. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de <i>O. grandiflora</i> a las 24 semanas desde la siembra en los tratamientos aplicados en la localidad la Merced.....	23
Figura 11. Estimaciones Kaplan Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 24 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced.....	24
Figura 12. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced.....	25
Figura 13. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced.....	27
Figura 14. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de <i>V. triphyllum</i> a las 36 semanas de la siembra en los tratamientos aplicados en la localidad la Merced.....	29
Figura 15. Promedio de medidas de luz tomados bajo los diferentes tratamientos aplicados durante las 24 semanas de monitoreo en la localidad La Merced.....	30
Figura 16. Estimaciones Kaplan Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 12 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo..	31

Figura 17. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo.	32
Figura 18. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>O. grandiflora</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo	34
Figura 19. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de <i>O. grandiflora</i> a las 24 semanas de la siembra directa en los tratamientos aplicados en la localidad Aguarongo	36
Figura 20. Estimaciones Kaplan Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 24 semanas bajo los tratamientos de siembra ubicados en la localidad Aguarongo.....	37
Figura 21. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo.	38
Figura 22. Estimaciones Kaplan-Meier (<i>V. triphyllum</i>) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo..	40
Figura 23. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de <i>V. triphyllum</i> a las 36 semanas de la siembra directa en los tratamientos aplicados en la localidad Aguarongo.	42
Figura 24. Promedio de medidas de luz tomados bajo los diferentes tratamientos aplicados durante las 36 semanas de monitoreo en la localidad Aguarongo	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos aplicados a la siembra directa (emergencia)	12
Tabla 2. Tratamientos aplicados a la siembra directa (supervivencia y crecimiento)12	12
Tabla 3. Respuestas de emergencia sobre plántulas de <i>O. grandiflora</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced.....	19
Tabla 4. Respuestas de supervivencia de plántulas de <i>O. grandiflora</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced.....	22
Tabla 5. Respuestas de emergencia sobre plántulas de <i>V. triphyllum</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced.....	24
Tabla 6. Respuestas de supervivencia de plántulas de <i>V. triphyllum</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced.....	28
Tabla 7. Descriptivos de medidas de luz obtenidas bajo los tratamientos de siembra directa en las parcelas localizadas en la Merced.....	30
Tabla 8. Respuestas de la emergencia sobre plántulas de <i>O. grandiflora</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo.	31
Tabla 9. Respuestas de supervivencia de plántulas de <i>O. grandiflora</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo.....	35
Tabla 10. Respuestas de emergencia sobre plántulas de <i>V. triphyllum</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo.....	38
Tabla 11. Respuestas de supervivencia de plántulas de <i>V. triphyllum</i> bajo diferentes tratamientos de siembra directa en parcelas experimentales ubicados en el Aguarongo.....	41
Tabla 12. Descriptivos de medidas de luz obtenidas bajo los tratamientos de siembra directa en las parcelas localizadas en el Aguarongo.	43

ÍNDICE DE ANEXOS

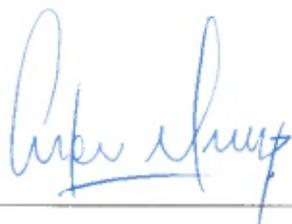
Anexo 1. Emergente de <i>O. grandiflora</i>	68
Anexo 2. Emergente de <i>V. triphyllum</i>	68
Anexo 3. Toma de medidas de crecimiento longitudinal: a. <i>O. grandiflora</i> b. <i>V. triphyllum</i>	69
Anexo 4. Resultados de las comparaciones múltiples por pares para la emergencia de plántulas de <i>O. grandiflora</i> en la localidad La Merced	69
Anexo 5. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de <i>O. grandiflora</i> en la localidad La Merced	69
Anexo 6. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de <i>V. triphyllum</i> en la localidad La Merced	69
Anexo 7. Resultados de las comparaciones múltiples por pares para la supervivencia de plántulas de <i>O. grandiflora</i> en la localidad Aguarongo	70
Anexo 8. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de <i>O. grandiflora</i> en la localidad Aguarongo.....	70
Anexo 9. Resultados de las comparaciones múltiples por pares para la emergencia de plántulas de <i>V. triphyllum</i> en la localidad Aguarongo	70
Anexo 10. Resultados de las comparaciones múltiples por pares para la supervivencia de plántulas de <i>V. triphyllum</i> en la localidad Aguarongo	70
Anexo 11. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de <i>V. triphyllum</i> en la localidad Aguarongo.....	71
Anexo 12. Unidad experimental de Pastizal anegada	71

Influencia de técnicas de siembra directa para *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. y *Viburnum triphyllum* Benth, en dos ecosistemas del Sur del Ecuador

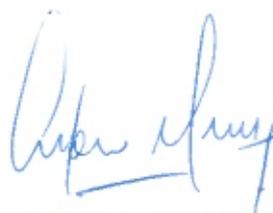
RESUMEN

El presente estudio discute el uso de *O. grandiflora* y *V. triphyllum* para la restauración activa en base a experimentos de siembra directa en dos ecosistemas. Se analizó el efecto del tipo de hábitat, manipulación de vegetación y protección contra herbívoros sobre la emergencia, supervivencia y crecimiento inicial de plántulas de estas especies en un período de 36 semanas. Los análisis de supervivencia (Kaplan-Meier) mostraron que la manipulación de vegetación (etapa emergencia) y el tipo de hábitat junto con la protección contra herbívoros (etapa supervivencia) fueron los factores que mostraron un efecto significativo sobre estas variables de respuesta. Para mejorar los porcentajes de éxito en intervenciones de restauración activa con el uso de estas dos especies se recomienda sembrar en el hábitat Borde, emplear mallas de protección y evitar la manipulación de vegetación.

Palabras clave: siembra directa, tipo de hábitat, manipulación de vegetación, protección contra herbívoros



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Director del Trabajo de Titulación



Antonio Manuel Crespo Ampudia
Coordinador de Escuela



María Isabel Chumi Pasato



Lisseth Anabel Quizhpi Chillogallo

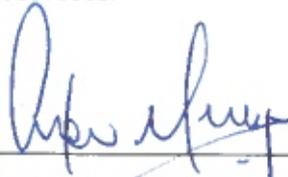
Autoras

Influence of direct seeding techniques for *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. and *Viburnum triphyllum* Benth in two ecosystems of southern Ecuador.

ABSTRACT

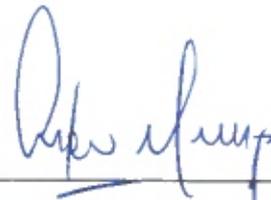
The present study discussed the use of *O. grandiflora* and *V. triphyllum* for active restoration based on direct seeding experiments in two ecosystems. The effect of habitat type, vegetation manipulation and protection against herbivores on the emergence, survival and initial growth of seedlings of these species in a period of 36 weeks were analyzed. Survival analyzes (Kaplan-Meier) showed that vegetation manipulation (emergency stage) and habitat type together with protection against herbivores (survival stage) were the factors that showed a significant effect on these response variables. To improve the success rates in active restoration interventions with the use of these two species. It was recommended to plant in the edge habitat, use protection meshes and avoid vegetation manipulation.

Keywords: direct seeding, habitat type, vegetation manipulation, protection against herbivores.



Antonio Manuel Crespo Ampudia

Thesis Director

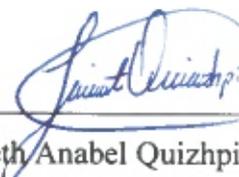


Antonio Manuel Crespo Ampudia

Faculty Coordinator



María Isabel Chumi Pasato



Lisseth Anabel Quizhpi Chillogallo

Authors



Translated by
Ing. Paul Arpi

Chumi Pasato María Isabel

Quizhpi Chillogallo Lisseth Anabel

Trabajo de Titulación

Crespo Ampudia Antonio, Ph.D.

Julio, 2018

INFLUENCIA DE TÉCNICAS DE SIEMBRA DIRECTA PARA *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. Y *Viburnum triphyllum* Benth., EN DOS ECOSISTEMAS DEL SUR DEL ECUADOR.

INTRODUCCIÓN

La pérdida y fragmentación de hábitats naturales siguen siendo una de las mayores amenazas para la biodiversidad mundial (Krauss et al. 2010; FAO 2016). Solamente en los trópicos se estima que entre los años 2000 y 2010 se han deforestado 850 millones de hectáreas de bosque y se han perdido unos 40 millones de hectáreas de bosques primarios (ITTO & CBD 2011). La pérdida de biodiversidad en los bosques tropicales se presenta entre el 5 y 10% por década (Wassenaar et al. 2007; Matthews et al. 2000), estimándose la pérdida de cerca de 50000 especies de plantas y animales, debido a los procesos de deforestación (FAO 2005).

La deforestación en el Ecuador aumentó dramáticamente después de las reformas agrarias de los años 1960 y 1970 (Vanacker et al. 2003); hasta el año 2012, la tasa de deforestación en el Ecuador fue de 65.880 ha/año, siendo la tasa de deforestación más alta de Latinoamérica (MAE 2013); como consecuencia de esta pérdida, la capacidad de los paisajes para controlar la erosión del suelo, regular el flujo de agua y mantener los ciclos de nutrientes han sido reducidos debido a la disminución de la cobertura arbórea (Buytaert et al. 2006; Vanacker et al. 2003); por otro lado, para las comunidades rurales que viven muy cerca de los bosques, la deforestación se traduce en la pérdida de valiosas reservas de leña, madera, medicinas, frutas comestibles y otros productos utilizados para su subsistencia e ingreso (Aronson et al. 2007; Charnley & Poe 2007).

Luego de que un ecosistema ha sido degradado, procesos como la sucesión vegetal pueden verse limitados debido a varios factores, como la falta de dispersión de semillas, la competencia que ejerce la vegetación exótica, la herbivoría, predación de semillas, baja germinación, falta de nutrientes para el crecimiento de plántulas, condiciones abióticas extremas, entre otros (Doust et al. 2006; Holl et al. 2000; Duncan & Chapman 1999). Una alternativa para superar estas limitaciones es la revegetación con una combinación de plantas nativas herbáceas y leñosas, utilizando distintas técnicas de siembra o dispersión artificial (Lamb et al. 2005); ya que con el uso de estas especies se promueve la recuperación de los servicios y funciones de los ecosistemas locales (Álvarez et al. 2015; Tang et al. 2007), favoreciendo a que las condiciones bióticas y abióticas de los sitios degradados se restablezcan.

Uno de los métodos más usados para revegetar ecosistemas degradados es la siembra de plántulas de vivero (Chazdon 2008; Schmidt 2008; Lamb et al. 2005), la cual resulta una técnica eficaz para establecer rápidamente la cubierta forestal (Holl et al. 2010; Wishnie et al. 2007; Montagnini 2001). No obstante, se conoce que los viveros se limitan a menudo a la producción de árboles con valor comercial o agrícola (Sautu et al. 2006), además aplicar esta técnica a gran escala puede resultar muy costosa, pues sus valores varían entre \$1.400 a \$34.000 USD/ha (Crouzeilles et al. 2017), por ello es considerada poco viable ya que para su implementación se requeriría grandes costos de inversión.

La siembra directa es una alternativa menos costosa para acelerar la recuperación de la cubierta vegetal (Crespo 2014; Doust 2011), ya que por cada 100 plántulas vivas después de dos años tras la siembra se estima un valor de inversión comprendido entre \$4 y \$18 (Cole et al. 2011). Este método de siembra implica recolectar semillas de fuentes locales y sembrar directamente en los hábitats específicos para la restauración (Cole et al. 2011). Investigaciones realizadas por Camargo et al. (2002); Doust et al. (2006); García-Orth & Martínez-Ramos (2008); Doust et al. (2008); Cole et al. (2011) entre otros, concuerdan que este método es viable para obtener tasas de germinación y supervivencia razonables para una gama de especies de sucesión tardía que no colonizan de forma natural en las primeras etapas de la recuperación del bosque.

A pesar de las ventajas de la siembra directa, su aplicación puede ser limitada por varios factores. Entre ellos, la mortalidad elevada de plántulas en los primeros meses de crecimiento debido al estrés hídrico y térmico (Eichhorn et al. 2010; Whisenant 1999); presencia de predadores, competencia con otras especies vegetales y condiciones inadecuadas del suelo (Woods & Elliott 2004; Doust et al. 2006; Garcia-Orth & Martinez-Ramos 2008; Schmidt 2008; Douterlungne et al. 2010). A estos factores biofísicos se suma el conocimiento incompleto para la aplicación de esta técnica de siembra con el uso de vegetación nativa (Schmidt 2000; Baskin & Baskin 2001; Blakesley et al. 2002; Günter et al. 2009). Para contrarrestar estas limitaciones se pueden elegir adecuadamente los sitios de siembra, aplicar conocimiento sobre ecología y manejo de las semillas (Crespo 2014), aprovechar el micrositio que se presenta bajo el dosel de los arbustos pioneros (Galindo et al. 2017), usar semillas grandes (Doust et al. 2008; Ceccon et al. 2015), aplicar protección contra predadores y herbívoros (Cuevas et al. 2013; Crespo 2014; Pintado 2016) y labrado del suelo que permita el drenaje del agua y la penetración de las raíces sin obstáculos (Schmidt 2008; Pintado 2016).

En este contexto, el presente estudio tiene como meta contribuir con el conocimiento sobre técnicas de siembra directa en ecosistemas del sur del Ecuador, utilizando a las especies *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. y *Viburnum triphyllum* Benth como casos de análisis. *O. grandiflora* y *V. triphyllum* son especies nativas de las zonas altoandinas (Cárdenas 2015; Romo 2016), que mantienen interacciones con varias especies de insectos, aves y mamíferos (Serrano 1996; Cárdenas 2017). Son capaces de establecerse en ecosistemas degradados y se consideran especies clave para acelerar procesos de sucesión vegetal (Mahecha et al. 2004; Barrera et al. 2010). Para *O. grandiflora* se han realizado estudios con la aplicación del método de siembra directa probando factores como el control de herbivoría, influencia del labrado del suelo y efecto del microclima sobre la emergencia y supervivencia de esta especie (Crespo 2014; Pintado 2016). Por otro lado para *V. triphyllum*, estudios con la aplicación de siembra directa no han sido probados, sin embargo, esta especie ha sido usada en programas de restauración de relictos de bosques (Hernández-Pineda et al. 2014).

El presente trabajo buscó darle un enfoque nuevo a la restauración, utilizando el método de siembra directa basado en las sugerencias de estudios previos y probando una combinación de varios tratamientos que no han sido estudiados anteriormente. Se espera que este estudio contribuya recomendando el tratamiento más eficiente para garantizar una adecuada emergencia, supervivencia y crecimiento de plántulas. Los experimentos probaron el efecto del tipo de hábitat, manipulación de vegetación y protección contra herbívoros sobre los patrones temporales de emergencia, supervivencia y crecimiento temprano de *O. grandiflora* y *V. triphyllum* en un periodo de 36 semanas a partir de la siembra.

CAPÍTULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Ecosistemas de Estudio

Los experimentos de siembra directa se llevaron a cabo en dos ecosistemas de los Andes del Sur del Ecuador. El primero denominado “La Merced”, se ubicó dentro del límite Sur del Área de Bosque y Vegetación Protectora Collay (ABVP_Collay), en la zona administrada por la Comuna la Merced, perteneciente a la parroquia rural Luis Galarza Orellana (Delegsol), cantón Chordeleg (latitud 2°59.707'S, longitud 78°44.659'O) (Fig. 1). El segundo ecosistema de estudio, denominado “Aguarongo”, está ubicado en la zona central del Área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo (ABVP_Aguarongo), dentro de las localidades pertenecientes a las Parroquias Jadán y Zhidmad, cantón Gualaceo (latitud 2°56.204'S, longitud 78°50.638'O) (Fig. 2).

La Merced presenta una gradiente altitudinal entre los 2400 y 3920 msnm (Torres 2006) con una temperatura que oscila entre los 8°C y 20°C y una precipitación media anual entre los 800 y 2000 mm. Se pueden distinguir dos estaciones lluviosas en los meses de Febrero a Mayo y Octubre a Diciembre; la estación seca se presenta entre los meses de Julio a Septiembre (GAD Parroquial Delegsol 2015).

Según el sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental propuesto por Sierra (1999), la formación vegetal original del lugar sería Bosque Siempreverde Montano Alto, que incluye vegetación de transición entre los bosques montanos altos y el páramo. La vegetación más representativa está compuesta por *Oreocallis grandiflora*, *Miconia aspergillaris*, *Morella spp*, *Viburnum triphyllum*, *Herperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia*, *Weinmannia spp.*, *Cedrela spp.*, y *Berberis spp.*; en cuanto a herbáceas, se presenta una dominancia de gramíneas introducidas como *Pennisetum clandestinum*; acompañado de una mezcla especies del género *Valeriana*, *Geranium*, y *Gentiana* (GAD Parroquial Delegsol 2015).

En el año 2016 la comuna la Merced conjuntamente con el GAD Parroquial de Delegsol resuelven por mutuo acuerdo prohibir todo tipo de actividades pecuarias dentro de los terrenos. A partir de la fecha hasta la actualidad los terrenos han estado en un proceso de restauración pasiva.

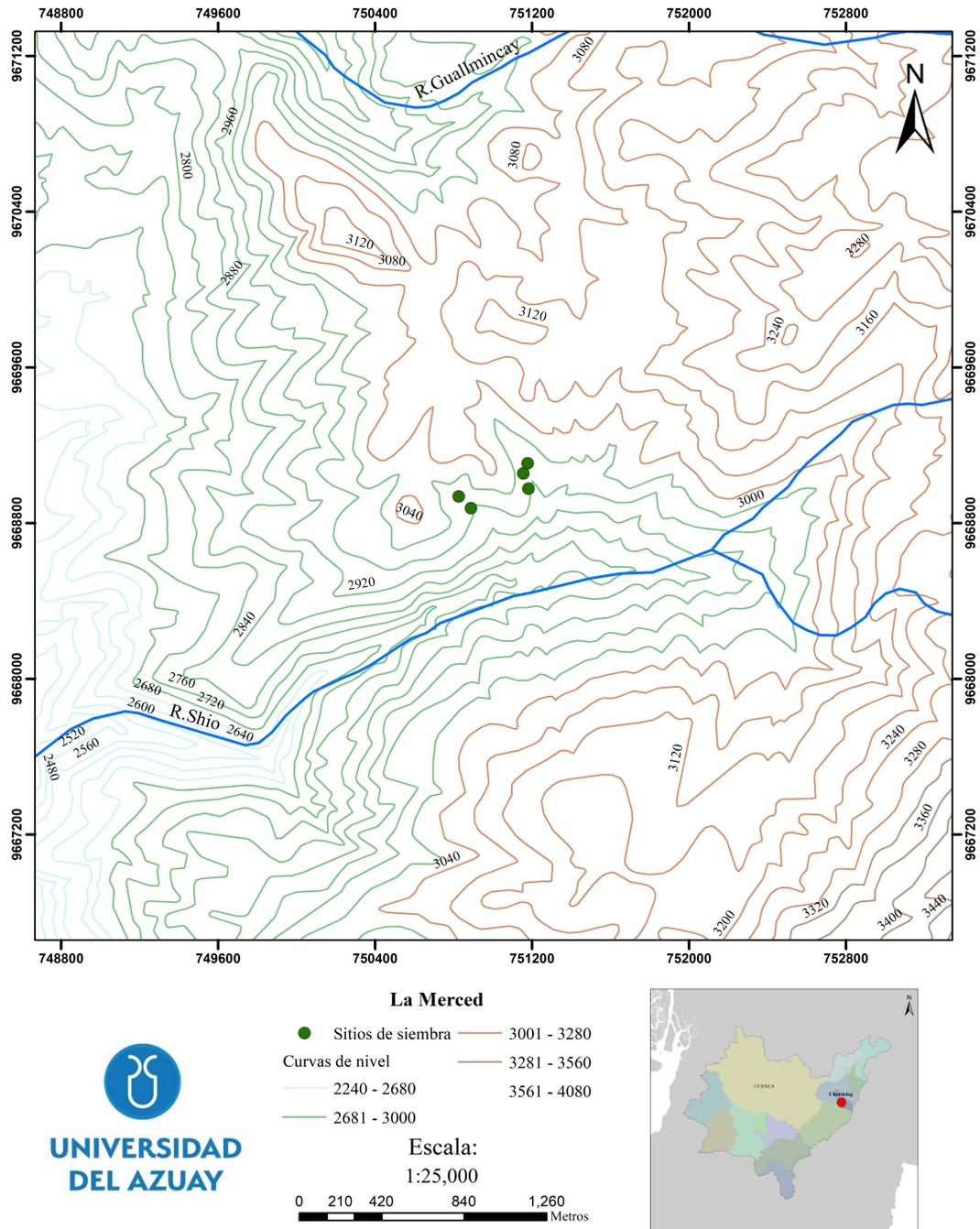


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en la localidad La Merced. En cada sitio se dispuso dos bloques de siembra con 12 unidades experimentales cada uno

Para el Aguarongo la gradiente altitudinal se presenta entre los 2900 y 3320 msnm con una temperatura que oscila entre los 8°C y 12°C y una precipitación media anual de 820 mm. Se puede distinguir una estación lluviosa desde el mes de Octubre hasta Abril y la estación seca desde Mayo a Septiembre (Minga et al. 2002). La vegetación original del lugar puede definirse como Matorral Húmedo Montano (Sierra 1999), con dominancia de especies leñosas como *Viburnum triphyllum*, *Miconia aspergillaris*, *Vallea stipularis*, *Herperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia*, *Morella parvifolia*, *Oreocallis grandiflora*, *Barnadesia arborea*, *Valeriana spp.*, *Monnina ligustrina*, *Hypericum laricifolium*, *Weinmannia fagaroides*, *Alnus acuminata*; por otro lado en cuanto a herbáceas, *Equisetum spp.*, *Holcus spp.*, *Lycopodium spp.*, *Orthrosanthus spp.*, *Rhynchospora spp.*, *Geranium spp.*, *Gentianella spp.*, *Halenia spp.*, *Calceolaria spp.* (Minga 2014).

El Área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo, fue declarada como tal en Julio 1985 (González et al. 2015). En Octubre de 2014 el centro de gestión ambiental Aguarongo pasa a ser administrado por el Consorcio Aguarongo (González et al. 2015). En la actualidad algunos de los terrenos del ABVP_Aguarongo están en un proceso de regeneración natural, mientras que en otros se han implementado proyectos de reforestación, mismas que ha sido impulsadas por el Consorcio Aguarongo.

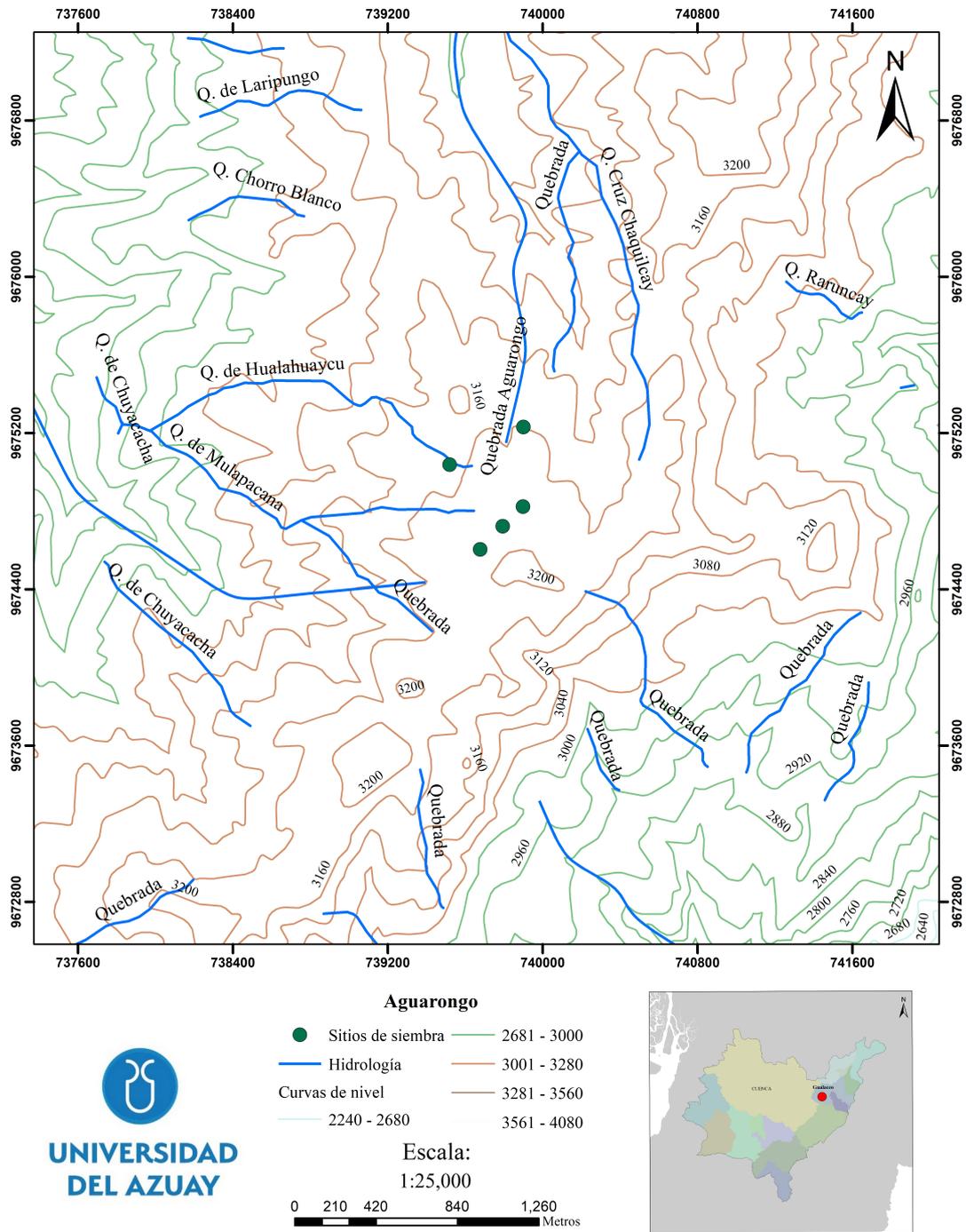


Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de siembra en la localidad Aguarongo. En cada sitio se dispuso dos bloques de siembra con 12 unidades experimentales cada uno

1.2 Especies en estudio

1.2.1 *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br.

Conocido comúnmente como “gañal”, es una Proteaceae Americana, nativa de las zonas altoandinas del norte de Perú y sur del Ecuador (Minga & Verdugo 2016). Su distribución puede extenderse desde matorrales montanos hasta bosques lluviosos entre 1400 y 3600 msnm (Weston & Barker 2006; Minga & Verdugo 2016); es un árbol o arbusto de hasta 10 m de altura, presenta inflorescencias que miden usualmente entre 7 y 17 cm, las flores pueden presentar un color degradado de rosa a blanco (Cárdenas 2015). Los frutos son folículos oblongos coriáceos en forma de vaina, de 10 a 15 cm de longitud y 1,5 a 3 cm de diámetro y en su interior contiene un promedio de 11 semillas dispuestas en dos hileras (Cárdenas 2015; Hazlehurst et al. 2016; Neira 2016), las semillas son aplanadas y elípticas con un tamaño que oscila entre 0,5 y 0,6 cm, además presentan un ala membranosa que le sirve para dispersarse con ayuda del viento (Neira 2016).

O. grandiflora una especie ecológicamente importante ya que sus flores proveen alimento a muchas especies de colibríes (Minga & Verdugo 2016), micro-mamíferos y mamíferos no voladores (Cárdenas 2017). Sus ramas y rebrotes se usan en cestería por su flexibilidad, su madera por su alto poder calorífico se la valora como leña y sus flores son de uso medicinal (De la Torre et al. 2008). De la Torre et al. (2008), considera a *O. grandiflora* como una especie importante en la restauración ya que coloniza sin problemas los suelos delgados, de pH ácido, con bajos contenidos de materia orgánica, así mismo debido a su sistema radicular, es una buena especie para protección de laderas (Pretell et al. 1985).

1.2.2 *Viburnum triphyllum* Benth.

Conocido como “rañas”, pertenece a la familia Adoxaceae, es una especie nativa de los Andes y se distribuye en los Andes de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Romo 2016). En nuestro país crece en bosques montanos húmedos entre 1700 y 3400 msnm (Minga & Verdugo 2016), es un árbol o arbusto pequeño de 2 a 4 m de altura con flores de color blanco agrupadas en una inflorescencia en forma de

umbela (Moreno 2014). Los frutos son drupas ovoides carnosas de 0.8 a 1 cm de diámetro de color vino tinto al madurar (Minga & Verdugo 2016; Moreno 2014). El fruto contiene una semilla grande de color crema de 7 mm de largo por 4 mm de ancho surcada longitudinalmente con endosperma carnoso y embrión diminuto (Serrano 1996; Vargas & Møller 2017).

V. triphyllum brinda alimento para la entomofauna y avifauna (Serrano, 1996). Según Minga & Verdugo (2016), sus hojas se emplean como forraje para ganado y cuyes; con su madera se elaboran cabos para herramientas manuales, husos y guangos; su corteza se usa en la industria de curtiembres y sus frutos para realizar trabajos artesanales gracias a los tintes que se obtiene; sus hojas, el fruto y la corteza son utilizadas en la medicina popular como calmante nervioso (Moreno 2014). Es una especie importante en la restauración ecológica ya que presenta una buena capacidad de rebrote, crecimiento rápido, asociaciones con hongos formadores de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno. Tienen la capacidad de colonizar ambientes perturbados con sustratos empobrecidos y erosionados (Mahecha et al. 2004; Barrera et al. 2010; Hernández-Pineda et al. 2014).

1.3 Colección de semillas

Para la colección de semillas se seleccionaron 25 árboles al azar por cada especie para obtener una muestra más representativa de la diversidad genética de las poblaciones de cada ecosistema. Se mantuvo una distancia mínima de aproximadamente 50 metros entre cada planta madre.

Para *O. grandiflora*, se colectaron todos los folículos que estaban en la fase inicial de dehiscencia (Fig. 3a), éstos fueron expuestos a temperatura ambiente con el fin de que el proceso de dehiscencia termine y así hacer más fácil la extracción de sus semillas (Fig. 3b)



Figura 3. *O. grandiflora*: a. Folículo b. Semilla

Para *V. triphyllum* se colectaron los frutos que tenían una coloración negro-azulada (Fig. 4a). Posteriormente se secaron a temperatura ambiente por dos días, y al tercer día fueron despulpados retirando así toda la estructura del mesocarpo para obtener su semilla (Fig. 4b).



Figura 4. *V. triphyllum*: a. Fruto b. Semilla

Previo a la siembra, para *V. triphyllum*, se probó el tratamiento pre germinativo sugerido por Minga & Verdugo (2016), el cual consistió en la inmersión de semillas en agua a temperatura ambiente durante 72 horas.

1.5 Diseño experimental

Las siembras se basaron en un diseño experimental en bloques con tres factores de diseño: a) Tipo de hábitat, con tres niveles; b) Manipulación de vegetación, con dos niveles; y c) Protección contra herbívoros, con dos niveles. Para la fase de emergencia se analizó el efecto de dos factores de diseño (Tabla 1), mientras que para la etapa de supervivencia y crecimiento se probaron tres factores (Tabla 2).

Tabla 1. Tratamientos de siembra directa considerados para emergencia. La combinación de los distintos niveles de cada factor de diseño da origen a un tratamiento

Tipo de hábitat	Manipulación de vegetación	Tratamiento	Simbología
Pastizal +	Manipulado	1	Past + M
	No Manipulado	2	Past + NM
Borde +	Manipulado	3	Bord + M
	No Manipulado	4	Bord + NM
Bosque +	Manipulado	5	Bosq + M
	No Manipulado	6	Bosq + NM

Tabla 2. Tratamientos de siembra directa considerados en supervivencia y crecimiento. La combinación de los distintos niveles de cada factor de diseño da origen a un tratamiento

Tipo de hábitat	Manipulación de vegetación	Protección contra herbívoros	Tratamiento	Simbología	
Pastizal +	Manipulado	+	Protegido	1	Past + M + P
	Manipulado	+	No protegido	2	Past + M + NP
	No manipulado	+	Protegido	3	Past + NM + P
	No manipulado	+	No protegido	4	Past + NM + NP
Borde +	Manipulado	+	Protegido	5	Bord + M + P
	Manipulado	+	No protegido	6	Bord + M + NP
	No manipulado	+	Protegido	7	Bord + NM + P
	No manipulado	+	No protegido	8	Bord + NM + NP
Bosque +	Manipulado	+	Protegido	9	Bosq + M + P
	Manipulado	+	No protegido	10	Bosq + M + NP
	No manipulado	+	Protegido	11	Bosq + NM + P
	No manipulado	+	No protegido	12	Bosq + NM + NP

En cada uno de los dos ecosistemas se seleccionaron cinco sitios que presentaron los tres tipos de hábitats (Pastizal, Borde y Bosque). La distancia promedio considerada para la transición desde el pastizal hasta el Bosque fue de aproximadamente 25 metros de longitud (Fig. 6). Las características que definieron a cada tipo de hábitat fueron, Pastizal: hábitat caracterizado por presentar una mayor frecuencia de especies herbáceas que no superan los 80 cm de altura (Ospina et al. 2009); Borde: zona continua al pastizal que presenta una combinación de especies herbáceas con especies arbustivas leñosas (Peña-Becerril et al. 2005) y Bosque: zona compuesta por árboles con troncos torcidos o bifurcados, con sus ramas cubiertas de huicundos, orquídeas y otras plantas epífitas (MAE 2013).

Para el factor manipulación de vegetación se consideró como “manipulado”, a la unidad experimental en donde se quitaron las hojas o ramas presentes dentro en un rango de 15 cm de radio a partir de su borde. Esto con el objetivo de proporcionar mayor incidencia de luz sobre las siembras. Para el factor protección contra herbívoros, se definió como “protegida” a una unidad experimental cercada con un cilindro de malla hexagonal (5/8 de apertura y 50 cm de altura) (Fig. 5). Se consideró como unidad experimental al área circular (30 cm de diámetro) en el terreno en donde se aplicaron los tratamientos de siembra.



Figura 5. Unidad experimental con protección contra herbívoros

Dentro de cada bloque se colocaron dos parcelas; una para la siembra con *O. grandiflora* y la otra con *V. triphyllum*. En cada tipo de hábitat para cada ecosistema

se ubicaron aleatoriamente 4 tratamientos de siembra, los cuales se dispusieron de forma lineal con una distancia de separación aproximada de 30 cm entre cada una (Fig. 6).

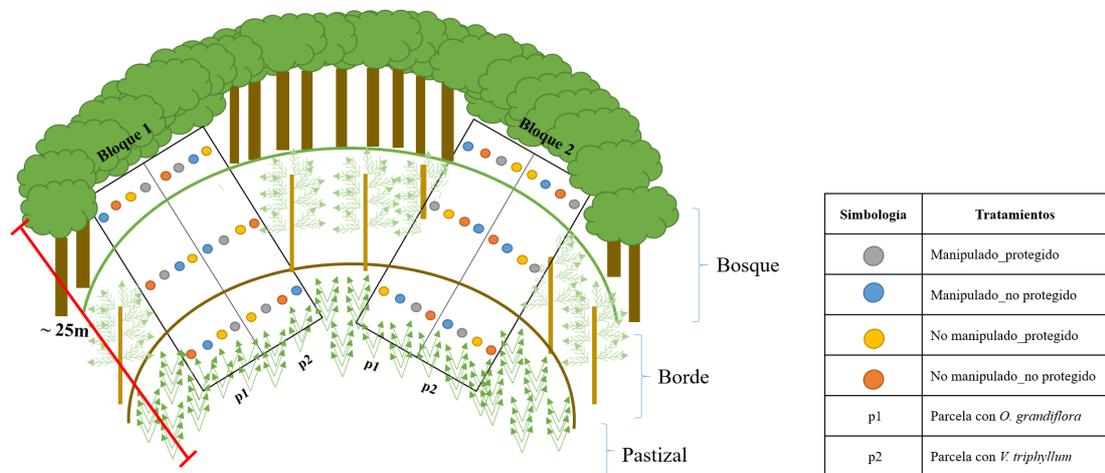


Figura 6. Diagrama de disposición de los tratamientos dentro de un sitio

En todas las unidades experimentales (n=240) se realizó la preparación del terreno una semana antes previo a la siembra, la misma consistió en la remoción de la cubierta vegetal en un área circular de aproximadamente 30 cm de diámetro, además del labrado superficial del suelo a una profundidad máxima de 15 cm. Estudios previos han demostrado que este procedimiento influye positivamente en el establecimiento de las especies (Pintado 2016; Cuevas et al. 2013; Schmidt 2008), el labrado fue realizado una sola vez previo a la siembra y la remoción de malezas se realizó cada 15 días a partir de las mismas.

En cada unidad experimental se sembraron 5 semillas/especie, el total de semillas empleadas fue de 600 semillas/especie/localidad. Las semillas fueron enterradas a aproximadamente 4 cm de profundidad, ya que a través de estudios como los de Doust et al. (2006), se ha demostrado que al enterrar las semillas se obtiene un mayor porcentaje de éxito en la supervivencia de las mismas, además se evita la incidencia de la predación (García-Orth & Martínez-Ramos 2008).

Se aplicó el procedimiento de Manipulación de Vegetación y Protección contra herbívoros en la mitad de unidades experimentales dentro de cada localidad (n=120), ya que se conoce que existen diferentes respuestas de las especies ante la

variación en los niveles de luz incidente (Galindo et al. 2017), así como también ante la utilización de estructuras de protección (Pintado 2016).

Durante la fase de campo, se realizó la toma de datos del factor abiótico luz, para ello se utilizó un luxómetro (Light meter 401025) con el cual en cada evento de toma de datos se midió la intensidad de luz incidente sobre las unidades experimentales entre las 11:00 y 13:00, la toma de los mismos se realizó cada 15 días a partir de la siembras.

Para el caso de *Oreocallis grandiflora* se registró el número de plántulas emergentes cada dos semanas, hasta la semana 12 tras la siembra, se consideró como plántula emergente cuando sus cotiledones se elevaban por encima del suelo (Anexo 1). Para *V. triphyllum* el registro de plántulas emergentes se realizó hasta la semana 24 tras la siembra. En esta especie se consideró como emergente cuando el tallo o las hojas cotiledonares del germinante sobresalía la superficie del suelo (Anexo 2).

En ambos casos se registró el número de plántulas muertas (supervivencia) cada cuatro semanas a partir de la finalización de la etapa de emergencia, por un lapso de 12 semanas. La altura medida desde el suelo hasta la base del meristema terminal de todas las plántulas sobrevivientes se tomó una sola vez al finalizar el experimento en la semana 24 tras la siembra para *Oreocallis grandiflora* (Anexo 3a) y en la semana 36 para *V. triphyllum* (Anexo 3b).

1.6 Análisis de datos

Los patrones temporales de emergencia y supervivencia de plántulas, se analizaron mediante un test de supervivencia con el método Kaplan-Meier dentro del paquete estadístico SigmaPlot (v. 12.5, Systar Software, Inc. San José, CA. USA). El objetivo de este análisis es calcular la probabilidad de que un evento determinado no ocurra durante el periodo de observación (McNair et al. 2012); dicho evento es presentado por la transición de un estado a otro; en nuestro caso de no-emergente a emergente y de vivo a muerto. Como resultado de este análisis se generan curvas que proporcionan la probabilidad de supervivencia de un grupo experimental en un

intervalo de tiempo definido (Aerts et al. 2007; Crespo 2014) en este caso, para *O. grandiflora* 12 semanas (emergencia) y 24 semanas (supervivencia), mientras que para *V. triphyllum* 24 semanas (emergencia) y 36 semanas (supervivencia), posteriores a la siembra.

Para las dos especies en el análisis de emergencia se tomó como línea base a la población inicial sembrada. Mientras que para aplicar el análisis de supervivencia se consideró a los emergentes que habían sobrevivido hasta la semana 12 (*O. grandiflora*) y 24 (*V. triphyllum*).

Para la emergencia se obtuvo la probabilidad de las plántulas de no emerger, obteniendo valores cercanos a 0 cuando hay mayor probabilidad de encontrar emergentes y para supervivencia se obtuvo la probabilidad de que las plántulas sobrevivan, en donde los valores más cercanos a 1 representan una mayor tasa de supervivencia de plántulas.

Las diferencias estadísticas entre las curvas generadas para emergencia y supervivencia se calcularon con un test log-rank, para probar si existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a la siembra directa. En los casos en donde existieron diferencias estadísticas significativas se realizó un test Post-hoc con el método Bonferroni (Day & Quinn 1989), el cual nos permitió identificar cuál de los tratamientos aplicados fue el que tuvo más influencia sobre las variables de respuesta.

Para los datos de crecimiento y luz se aplicó un test Shapiro-Wilk, con el fin de analizar la normalidad de la distribución de los datos. Los valores de intensidad de la luz se analizaron con test Spearman's rho en el software IBM SPSS Statistics (Versión 25), con el fin de determinar si la intensidad de iluminación influye sobre las variables de respuesta (emergencia y supervivencia). Para el caso de Crecimiento, los análisis se realizaron en el Software SigmaPlot (v.12.5, Systat Software, Inc. San José, CA. USA). Se realizó un análisis de varianzas con el test ANOVA, con el fin de determinar si los tratamientos de siembra aplicados influyeron en el crecimiento de las plántulas.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

En las dos localidades de estudio, se registraron la emergencia de plántulas de *Oreocallis grandiflora* durante 12 semanas y 24 semanas para *Viburnum triphyllum*, mientras que la supervivencia se registró durante 12 semanas adicionales a partir del término del monitoreo de emergencia. Por otro lado, el crecimiento de plántulas se registró una sola vez al finalizar el monitoreo de supervivencia. Los patrones de emergencia, supervivencia y crecimiento variaron en cada localidad.

2.1 LOCALIDAD LA MERCED

2.1.1 *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br.

2.1.1.1 Emergencia

Tras las 12 semanas de monitoreo, de las 600 semillas sembradas, emergieron un total de 202 semillas (33.67%). Las tasas más altas de emergencia de plántulas se registraron en la semana 8 tras la siembra (Fig. 7). Los patrones temporales de emergencia de las plántulas fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2= 41.418$; $p<0.001$).

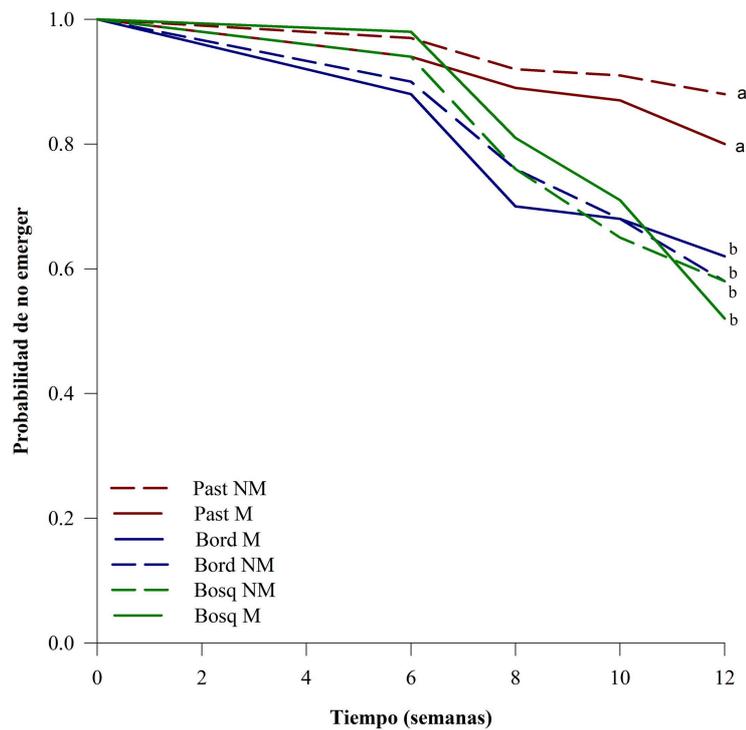


Figura 7. Estimaciones Kaplan Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 12 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra directa en la localidad La Merced. Curvas con valores cercanos a 0 denotan tasas más altas de emergencia de plántulas. Curvas con letras distintas son significativamente diferentes

A través del análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples se determinó que en los tratamientos ubicados en el hábitat Pastizal las tasas de emergencia fueron significativamente menores con respecto a los tratamientos en los hábitats Borde y Bosque. Además los tratamientos Pastizal No manipulado y Bosque Manipulado fueron los que más se diferenciaron estadísticamente ($p < 0.00000122$) (Anexo 4).

Los tratamientos ubicados dentro del hábitat Bosque mostraron mayores tasas de emergencia; en el tratamiento Bosque Manipulado se encontró la mejor tasa de emergencia entre los experimentos (48%), mientras que la tasa más baja se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado (12%) (Tabla 3). La correlación de Spearman fue significativa ($p = 0.000$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de emergentes.

Tabla 3. Respuestas de emergencia sobre plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t ₅₀ (sm) 95% IC	Emergencia final
Pastizal + Manipulado	20	4	a	20%
Pastizal + No manipulado	12	4	a	12%
Borde + Manipulado	38	4	a	38%
Borde + No manipulado	42	4	a	42%
Bosque + Manipulado	48	4	a	48%
Bosque + No manipulado	42	4	a	42%

Retardo: Número de semanas desde la siembra en las que no se registró emergentes. t₅₀: Número de semanas para que la población sembrada alcance el 50% de emergencia. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de emergencia

2.1.1.2 Supervivencia

Al final de la primera etapa de monitero se contó con 202 emergentes, de los cuales el 17.33% de su población se perdió previo al inicio de la etapa de monitoreo de supervivencia, por lo cual la fase de supervivencia inició con una población de 167 plántulas. La supervivencia disminuyó desde la semana 16 tras la siembra (Fig. 8). Al final de las 24 semanas de monitoreo, se contó con un lote de 49 plántulas (29.34%). Los patrones temporales de supervivencia no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($\chi^2 = 15.965$; $p = 0.142$).

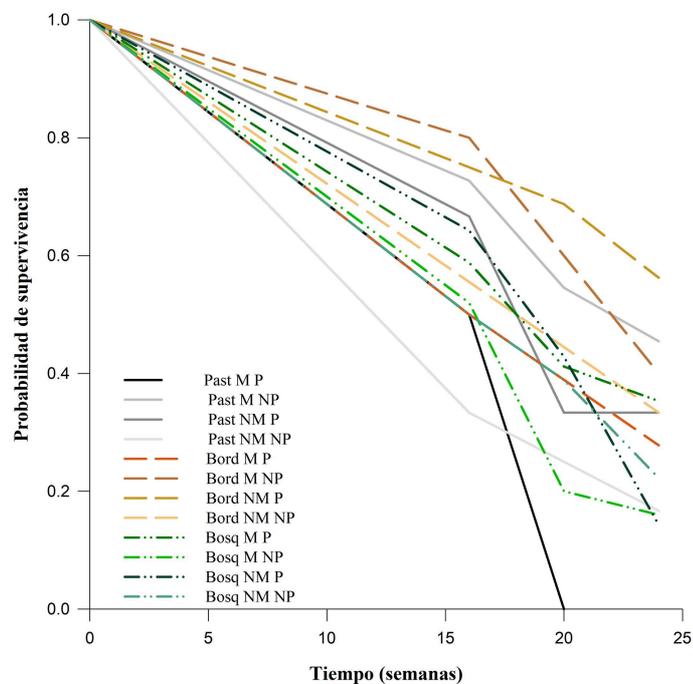


Figura 8. Estimaciones Kaplan-Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced. Curvas con valores cercanos a 1 denotan tasas más altas de supervivencia de plántulas

Con el objetivo de mejorar la visualización de la Figura 8, las curvas de supervivencia fueron separadas de acuerdo al tipo de hábitat (Fig. 9a, 9b, 9c). En el hábitat Pastizal el tratamiento con la tasa más alta de supervivencia fue Pastizal Manipulado No protegido, con un porcentaje de 45.45%; a diferencia del Pastizal Manipulado Protegido donde no se encontraron sobrevivientes (Fig. 9a & Tabla 4). Para el hábitat Borde el tratamiento que presentó mayores tasas de supervivencia fue Borde No manipulado Protegido con un porcentaje de 56.25%; mientras que el Tratamiento Borde Manipulado Protegido presentó una tasa de supervivencia de 27.78% (Fig. 9b & Tabla 4). En el caso del Bosque el tratamiento con mejores resultados fue Bosque Manipulado Protegido con una tasa de supervivencia de 35.29%, no obstante, el tratamiento Bosque No manipulado Protegido mostró un porcentaje de supervivencia de 14.29% (Fig. 9c & Tabla 4).

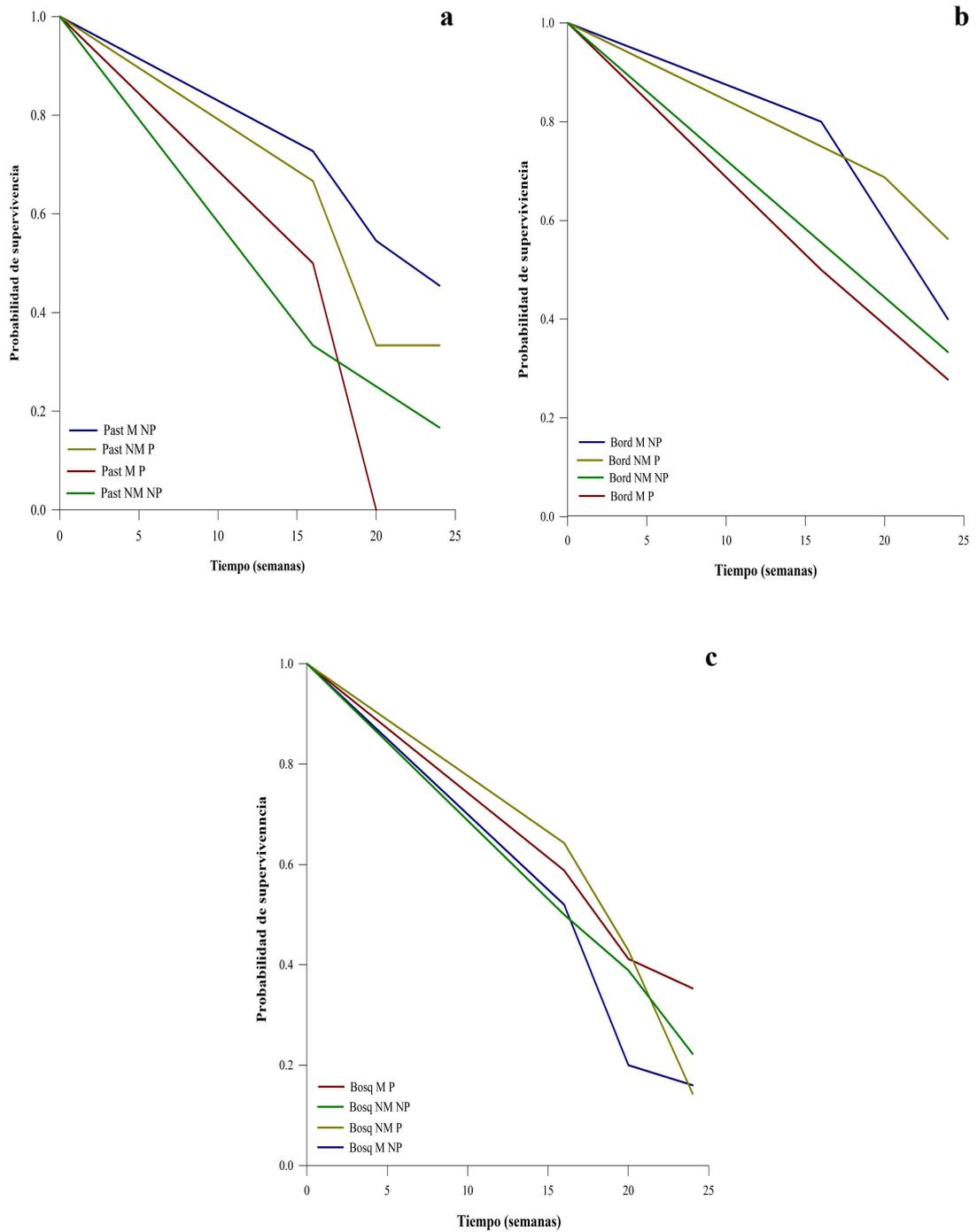


Figura 9. Estimaciones Kaplan-Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced. Representaciones por tipo de hábitat: a) Pastizal, b) Borde, c) Bosque

De los tratamientos aplicados en los tres tipos de hábitats se destacan aquellos ubicados en el hábitat Borde, ya que presentaron mayor tasa de sobrevivientes de acuerdo al porcentaje registrado en la semana 24. El tratamiento Borde No

manipulado Protegido presentó la mayor tasa de plántulas sobrevivientes hasta el final del experimento (Tabla 4). La correlación de Spearman no fue significativa ($p=0.463$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de sobrevivientes.

Tabla 4. Respuestas de supervivencia de plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced

	Total sobrevivientes	t_{50} (sm) 95% IC	Supervivencia final
Pastizal + Manipulado + Protegido	0	16 (7.99 ; 24)	0%
Pastizal + Manipulado + No protegido	5	24 (- ; -)*	45.45%
Pastizal + No manipulado + Protegido	1	20 (13.59 ; 26.40)	33.33%
Pastizal + No manipulado + No protegido	1	16 (6.947] ; 25.05)	16.67%
Borde + Manipulado + Protegido	5	16 (8.44 ; 23.55)	27.78%
Borde + Manipulado + No protegido	6	24 (19.04 ; 28.95)	40%
Borde + No manipulado + Protegido	9	a	56.25%
Borde + No manipulado + No protegido	6	20 (11.73 ; 28.26)	33.33%
Bosque + Manipulado + Protegido	6	20 (14.69 ; 25.30)	35.29%
Bosque + Manipulado + No protegido	4	20 (16.08 ; 23.92)	16%
Bosque + No manipulado + Protegido	2	20 (15.16 ; 24.83)	14.29%
Bosque + No manipulado + No protegido	4	16 (8.44 ; 23.55)	22.22%

t_{50} : Número de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población a: El estimador Kaplan-Meier no alcanza el 50% de probabilidad de supervivencia. *: Valores idénticos de los datos

2.1.1.3 Crecimiento

Los promedios de altura fueron significativamente distintos entre los tratamientos ($p = 0.008$) (Anexo 5). El crecimiento promedio obtenido en cada tipo de hábitat mostró que las plántulas ubicadas en el hábitat Borde presentaron el promedio más alto de crecimiento con 3.42 cm, seguidos por el Pastizal con 3 cm y Bosque con 2.68 cm de altura.

La altura promedio más alta se registró para el tratamiento Pastizal No manipulado Protegido (4.5 cm) mientras que la más baja se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado No protegido (1.9 cm) debido a que en dichos tratamientos se presenta un solo individuo sobreviviente no es posible realizar una inferencia estadística confiable, por tal motivo estos valores no presentaron error estándar. No obstante, los resultados más representativos se ubicaron en los tratamientos: Borde No manipulado Protegido ($3.68 \text{ cm} \pm 0.29$) y Bosque Manipulado Protegido (2.5 ± 0.23), mismos que corresponden al promedio más alto y más bajo, respectivamente (Fig. 10 & Anexo 5).

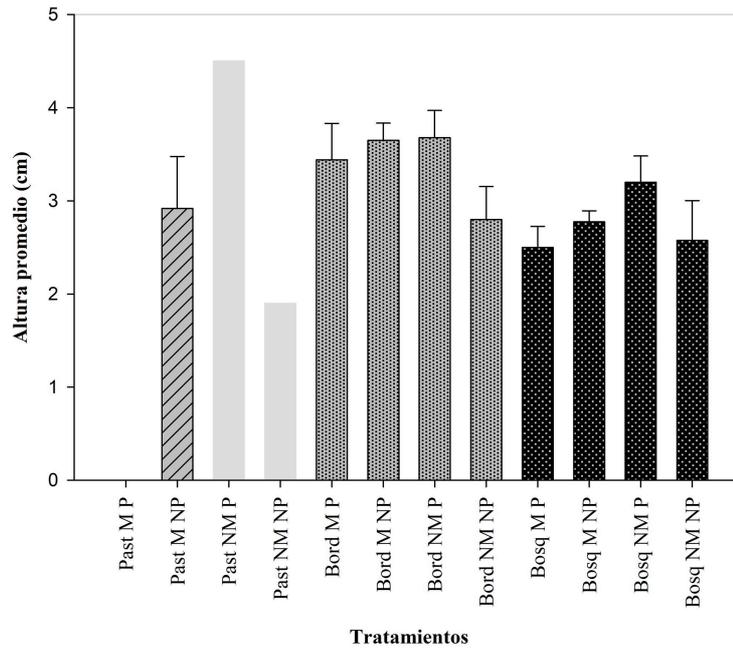


Figura 10. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de *O. grandiflora* a las 24 semanas desde la siembra en los tratamientos aplicados en la localidad la Merced. Tratamiento Past M P sin individuos. Presencia de un solo individuos en tratamientos Past NM P y Past NM NP. Los valores son medias \pm E.S

2.1.2 *Viburnum triphyllum* Benth.

2.1.2.1 Emergencia

Tras las 24 semanas de monitoreo, de las 600 semillas sembradas, emergieron un total de 225 semillas (37.5%). Las tasas más altas de emergencia de plántulas se registraron en la semana 18 tras la siembra (Fig. 11). Los patrones temporales de emergencia de las plántulas no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2 = 5.060$; $p = 0.409$).

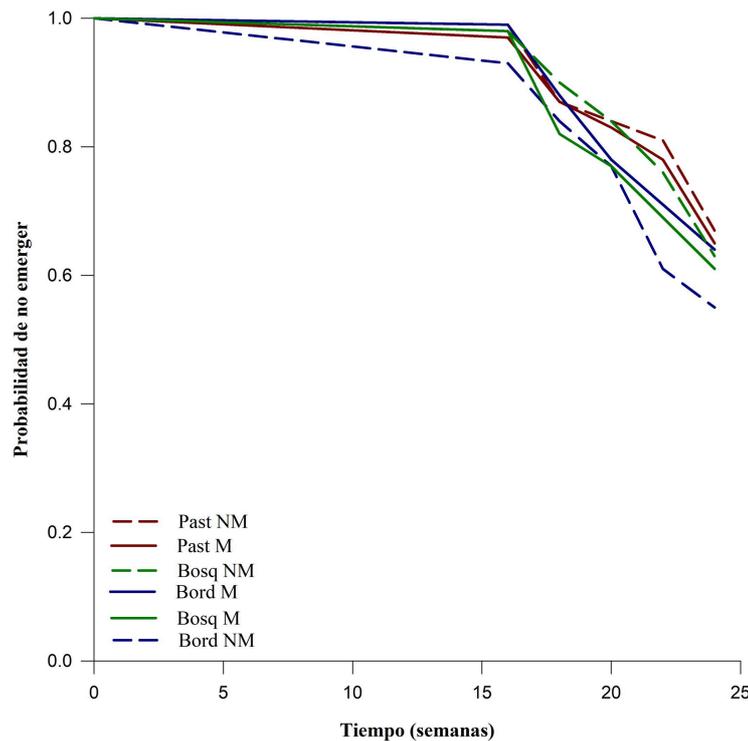


Figura 11. Estimaciones Kaplan Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 24 semanas bajo los diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced. Curvas con valores cercanos a 0 denotan tasas más altas de emergencia de plántulas

Los tratamientos ubicados dentro del hábitat Borde mostraron mayores tasas de emergencia; el tratamiento Borde No manipulado obtuvo la mayor tasa de emergencia entre los experimentos (45%), mientras que la tasa más baja se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado (33%) (Tabla 5). La correlación de Spearman no fue significativa ($p=0.349$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de emergentes.

Tabla 5. Respuestas de emergencia sobre plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t_{50} (sm) 95% IC	Emergencia final
Pastizal + Manipulado	35	14	a	35%
Pastizal + No manipulado	33	14	a	33%
Borde + Manipulado	36	14	a	36%
Borde + No manipulado	45	14	a	45%
Bosque + Manipulado	39	14	a	39%
Bosque + No manipulado	37	14	a	37%

Retardo: Número de semanas desde la siembra en las que no se registró emergentes. t_{50} : Número de semanas para que la población sembrada alcance el 50% de emergencia. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de emergencia

2.1.2.2 Supervivencia

Al final de la primera etapa de monitero se contó con 225 emergentes, de los cuales el 13.78% de su población se perdió previo al inicio de la etapa de monitoreo de supervivencia, por lo cual la fase de supervivencia inició con una población de 194 plántulas. La supervivencia disminuyó desde la semana 28 tras la siembra (Fig. 12). Tras las 36 semanas de monitoreo, 151 plántulas (77.84%), sobrevivieron hasta el final del experimento. Los patrones temporales de supervivencia fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2 = 31.870$; $p = 0.001$), sin embargo, el análisis Post hoc de comparaciones múltiples no determinó cuales son los tratamientos que difieren significativamente entre el conjunto de tratamientos.

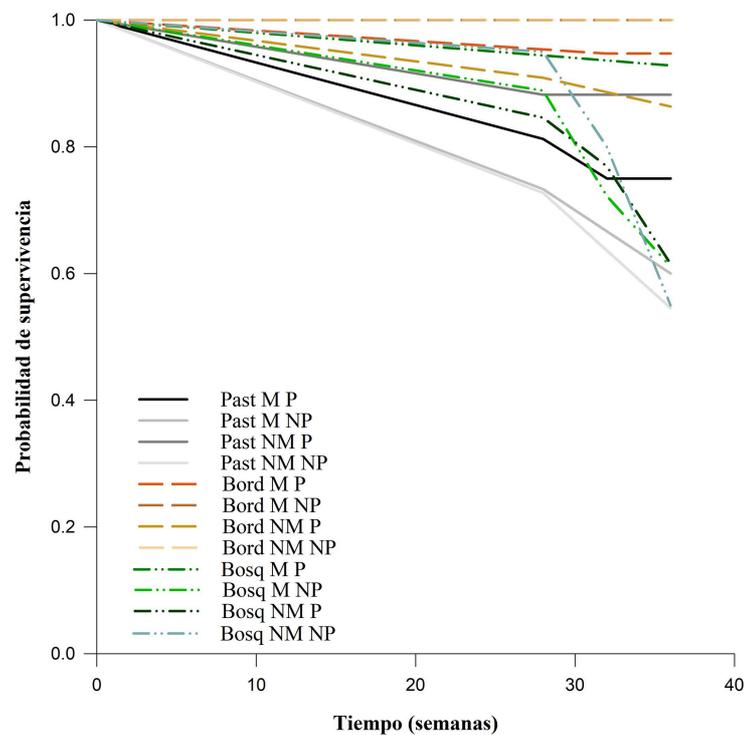


Figura 12. Estimaciones Kaplan-Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced. Curvas con valores aproximados a 1 denotan tasas más altas de supervivencia de plántulas

Con el objetivo de mejorar la visualización de la Figura 12, las curvas de supervivencia fueron separadas de acuerdo al tipo de hábitat (Fig. 13a, 13b, 13c). En el hábitat Pastizal, el tratamiento que presentó la mayor tasa de supervivencia fue el Pastizal No manipulado Protegido con un porcentaje de 88.24%, en contraste del tratamiento Pastizal No manipulado No protegido 54.55 (Fig. 13a & Tabla 6). En el hábitat Borde se observa que los tratamientos con una mayor tasa de supervivencia fueron Borde Manipulado No protegido y Borde No manipulado No protegido con un porcentaje equivalente al 100%. En el Bosque, se destaca que el tratamiento Bosque Manipulado Protegido, presentó las mayores tasas de supervivencia con 92.86%; sin embargo, el tratamiento Bosque No manipulado No protegido alcanzó una tasa del 55% del lote original de plántulas (Fig. 13c & Tabla 6).

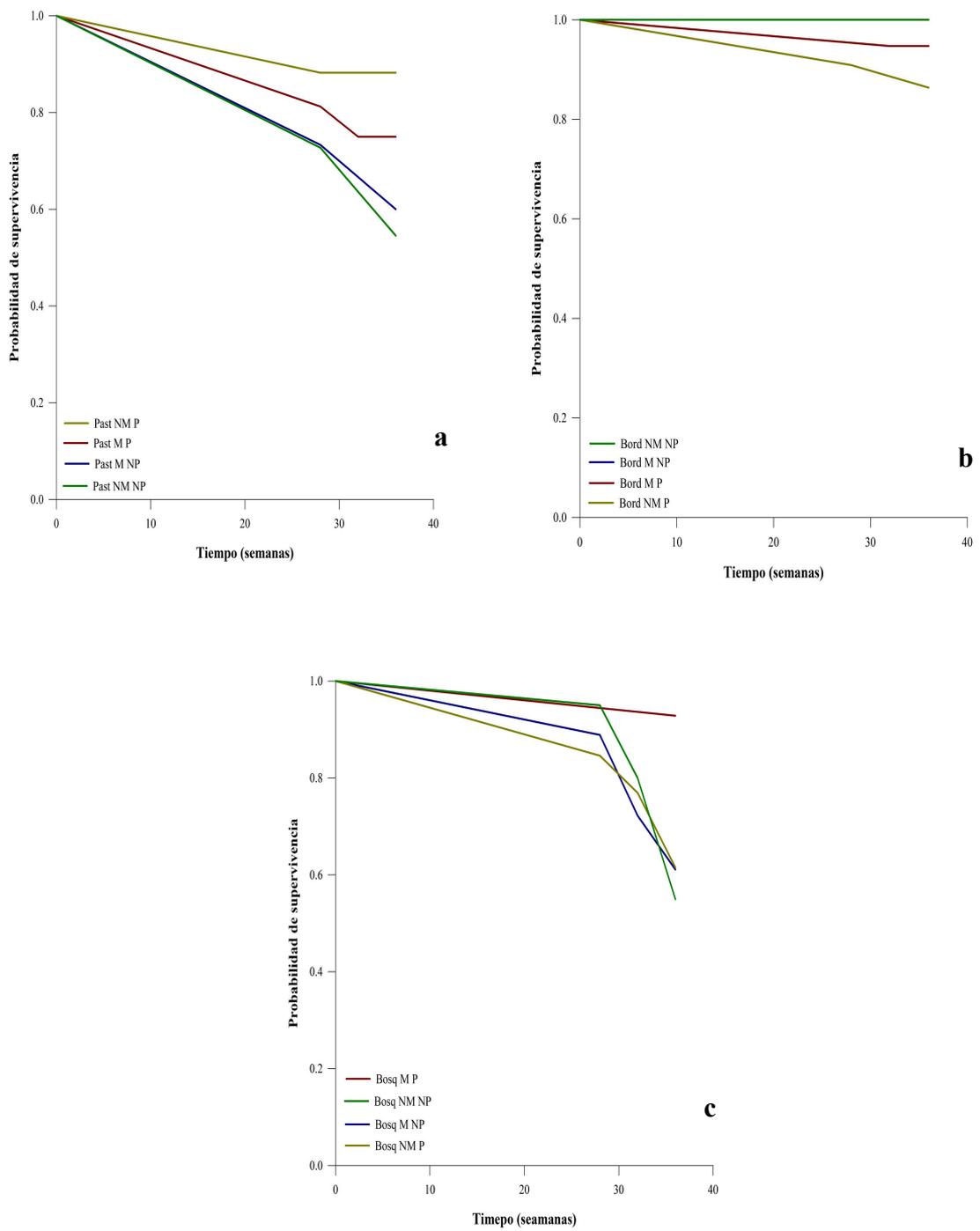


Figura 13. Estimaciones Kaplan-Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad La Merced. Representaciones separadas por tipo de hábitat: a) Pastizal, b) Borde, c) Bosque. Curvas con valores de probabilidad de supervivencia iguales se presentan sobrepuestas, la curva del tratamiento que presenta mayor número de individuos sobrevivientes se presenta en primer plano

De los tratamientos aplicados en los tres tipos de hábitats se destaca que los tratamientos ubicados en el hábitat Borde presentaron un mayor porcentaje de sobrevivientes; así los tratamientos con la tasa más alta de sobrevivientes fueron Borde Manipulado No protegido y Borde No manipulado No protegido (Tabla 6). La correlación de Spearman no fue significativa ($p=0.508$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de sobrevivientes.

Tabla 6. Respuestas de supervivencia de plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en La Merced

	Total de sobrevivientes	t_{50} (sm) 95% IC	Supervivencia final
Pastizal + Manipulado + Protegido	12	a	75%
Pastizal + Manipulado + No protegido	9	a	60%
Pastizal + No manipulado + Protegido	15	a	88.24%
Pastizal + No manipulado + No protegido	6	a	54.55%
Borde + Manipulado + Protegido	18	a	94.74%
Borde + Manipulado + No protegido	11	a	100%
Borde + No manipulado + Protegido	19	a	86.36%
Borde + No manipulado + No protegido	18	a	100%
Bosque + Manipulado + Protegido	13	a	92.86%
Bosque + Manipulado + No protegido	11	a	61.11%
Bosque + No manipulado + Protegido	8	a	61.54%
Bosque + No manipulado + No protegido	11	a	55%

t_{50} : Número de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzo el 50% de probabilidad de supervivencia. *: Valores idénticos de los datos

2.1.2.3 Crecimiento

Los promedios de altura fueron significativamente distintos entre los tratamientos ($p = 0.001$) (Anexo 6). El crecimiento promedio obtenido en cada tipo de hábitat mostró que las plántulas ubicadas en el hábitat Bosque presentaron el promedio más alto de crecimiento con 3.84 cm, seguidos por el Borde con 3.74 cm y Pastizal con 3.18 cm de altura.

La altura promedio más alta se registró para el tratamiento Borde No Manipulado No Protegido (4.35 cm \pm 0.31), mientras que la más baja se registró en el tratamiento Pastizal Manipulado No Protegido (2.83 cm \pm 0.18) (Fig. 14 & Anexo 6).

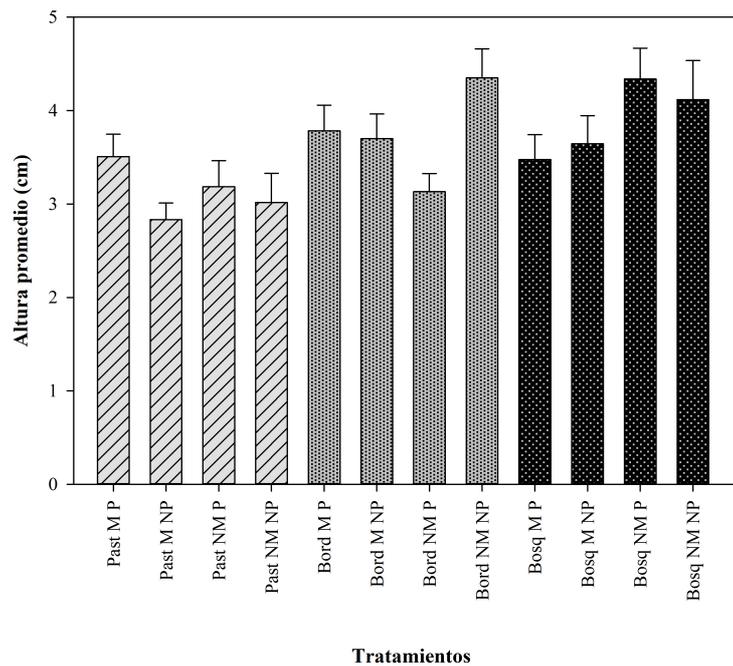


Figura 14. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de *V. triphyllum* a las 36 semanas de la siembra en los tratamientos aplicados en la localidad la Merced. Los valores son medias \pm E.S

2.1.3 Luz

Para las dos especies en estudio se determinó que los niveles de luz varían significativamente entre los tres tipos de hábitats ($p < 0.05$). Se observa que la intensidad de luz disminuye al pasar por la transición desde el Pastizal hacia el Bosque (Fig. 15). Las medidas promedio más altas de luz se registraron en los tratamientos Manipulados, mientras que las más bajas se presentaron en los No manipulados. Dentro de todos los tratamientos la medida máxima de luz que se registró fue de 1110 lux y una mínima de 1 lux (Tabla 7).

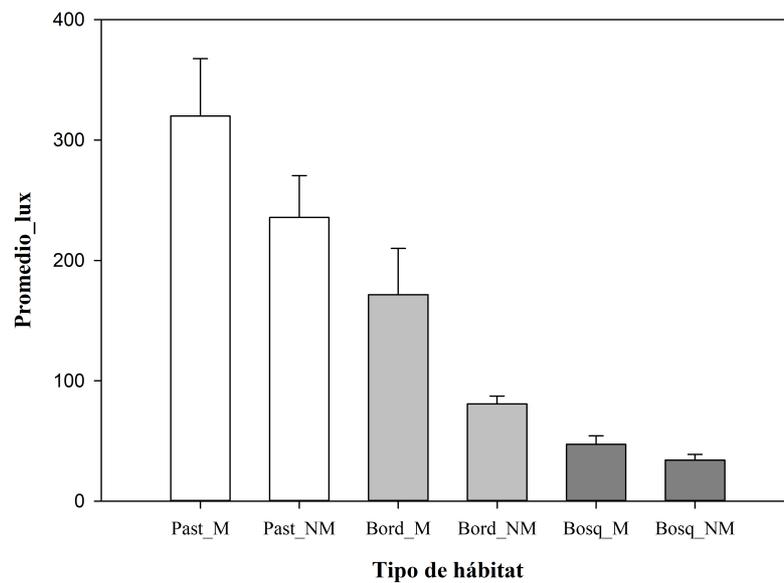


Figura 15. Promedio de medidas de luz tomados bajo los diferentes tratamientos aplicados durante las 24 semanas de monitoreo en la localidad La Merced. Los valores son medias \pm E.S

Tabla 7. Descriptivos de medidas de luz obtenidas bajo los tratamientos de siembra directa en las parcelas localizadas en la Merced

	Promedio (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)
Pastizal + Manipulado	320	45	1007
Pastizal + No manipulado	236	51	1010
Borde + Manipulado	172	15	1100
Borde + No manipulado	81	24	247
Bosque + Manipulado	47	8	210
Bosque + No manipulado	34	1	98

2.2 LOCALIDAD AGUARONGO

2.2.1 *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br.

2.2.1.1 Emergencia

Tras las 12 semanas de monitoreo, de las 600 semillas sembradas, emergieron un total de 223 semillas (37.16%). Las tasas más altas de emergencia de plántulas se registraron en la semana 6 tras la siembra (Fig. 16). Los patrones temporales de emergencia de las plántulas no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2=4.603$; $p=0.466$).

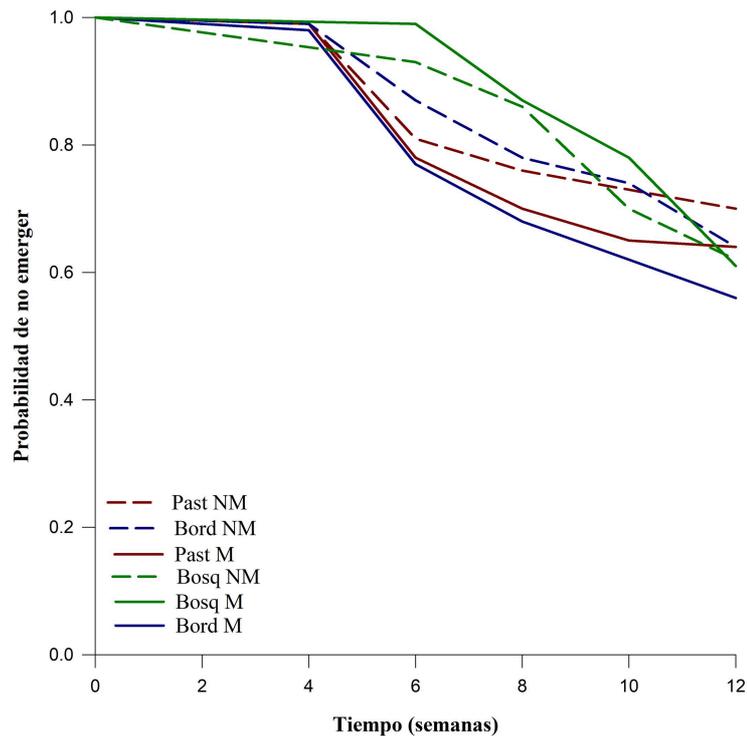


Figura 16. Estimaciones Kaplan Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 12 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo. Curvas con valores más cercanos a 0 denotan mayores tasas de emergencia de plántulas

Los tratamientos ubicados dentro del hábitat Borde mostraron mayores tasas de emergencia; el tratamiento Borde manipulado mostró la mayor tasa de emergencia entre los experimentos (44%), mientras que la tasa más baja se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado (30%) (Tabla 8). La correlación de Spearman no fue significativa ($p=0.687$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de emergentes.

Tabla 8. Respuestas de la emergencia sobre plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t_{50} (sm) 95% IC	Emergencia final
Pastizal + Manipulado	36	2	a	36%
Pastizal + No manipulado	30	2	a	30%
Borde + Manipulado	44	2	a	44%
Borde + No manipulado	36	2	a	36%
Bosque + Manipulado	39	4	a	39%
Bosque + No manipulado	38	4	a	38%

Retardo: Número de semanas desde la siembra en las que no se registró emergentes. t_{50} : Número de semanas para que la población sembrada alcance el 50% de emergencia. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de emergencia

2.2.1.2 Supervivencia

Al final de la primera etapa de monitero se contó con 223 emergentes, de los cuales el 31.39% de su población se perdió previo al inicio de la etapa de monitoreo de supervivencia, por lo cual la fase de supervivencia inició con una población de 153 plántulas. La supervivencia disminuyó desde la semana 16 tras la siembra (Fig. 17). Luego de las 24 semanas de monitoreo, 106 plántulas (69.28%), sobrevivieron hasta el final del experimento. Los patrones temporales de supervivencia fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2 = 53.244$; $p < 0.001$).

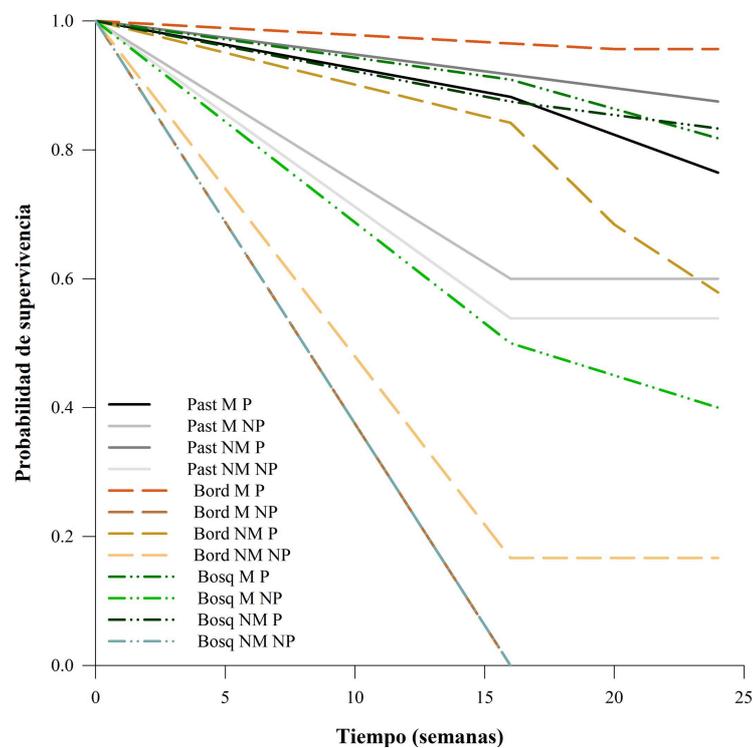


Figura 17. Estimaciones Kaplan-Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo. Curvas con valores aproximados a 1 denotan tasas más altas de supervivencia de plántulas

A través del análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples se determinó que las tasas de supervivencia fueron significativamente mayores en los tratamientos Protegidos a diferencia de los No protegidos, destacando que existe una mayor diferencia estadística entre los tratamientos Borde Manipulado Protegido y Bosque No manipulado No protegido ($p > 0.134E-4$) (Anexo 7).

Con el objetivo de mejorar la visualización de la Figura 17, las curvas de supervivencia fueron separadas de acuerdo al tipo de hábitat (Fig. 18a, 18b, 18c). En los tres tipos de hábitats los tratamientos Protegidos presentaron el mayor número de individuos sobrevivientes (Tabla 9). En el hábitat Pastizal el tratamiento que presentó la mayor tasa de supervivencia fue Pastizal No manipulado Protegido, con 87.5%, a diferencia del Pastizal No manipulado No protegido, con un porcentaje de 53.85% (Fig. 18a & Tabla 9). En el hábitat Borde, existieron diferencias significativas entre todos sus tratamientos ($p < 0.001$), con el test Post hoc se determinó que el tratamiento Borde Manipulado Protegido difiere significativamente de los demás (Fig. 18b & Anexo 7). El tratamiento con la tasa más alta de supervivencia fue Borde Manipulado Protegido con 95.56%, en contraste con el tratamiento Borde Manipulado No protegido que no presentó sobrevivientes. En el hábitat Bosque, existieron diferencias significativas entre todos sus tratamientos ($p < 0.001$), con el test Post hoc se determinó que los tratamientos Protegidos difieren significativamente de los No protegidos (Fig. 18c & Anexo 7). El tratamiento con la tasa más alta de supervivencia fue Bosque No manipulado Protegido con 83.33%; a diferencia del tratamiento Bosque No manipulado No protegido con un 0% (Fig. 18c & Tabla 9).

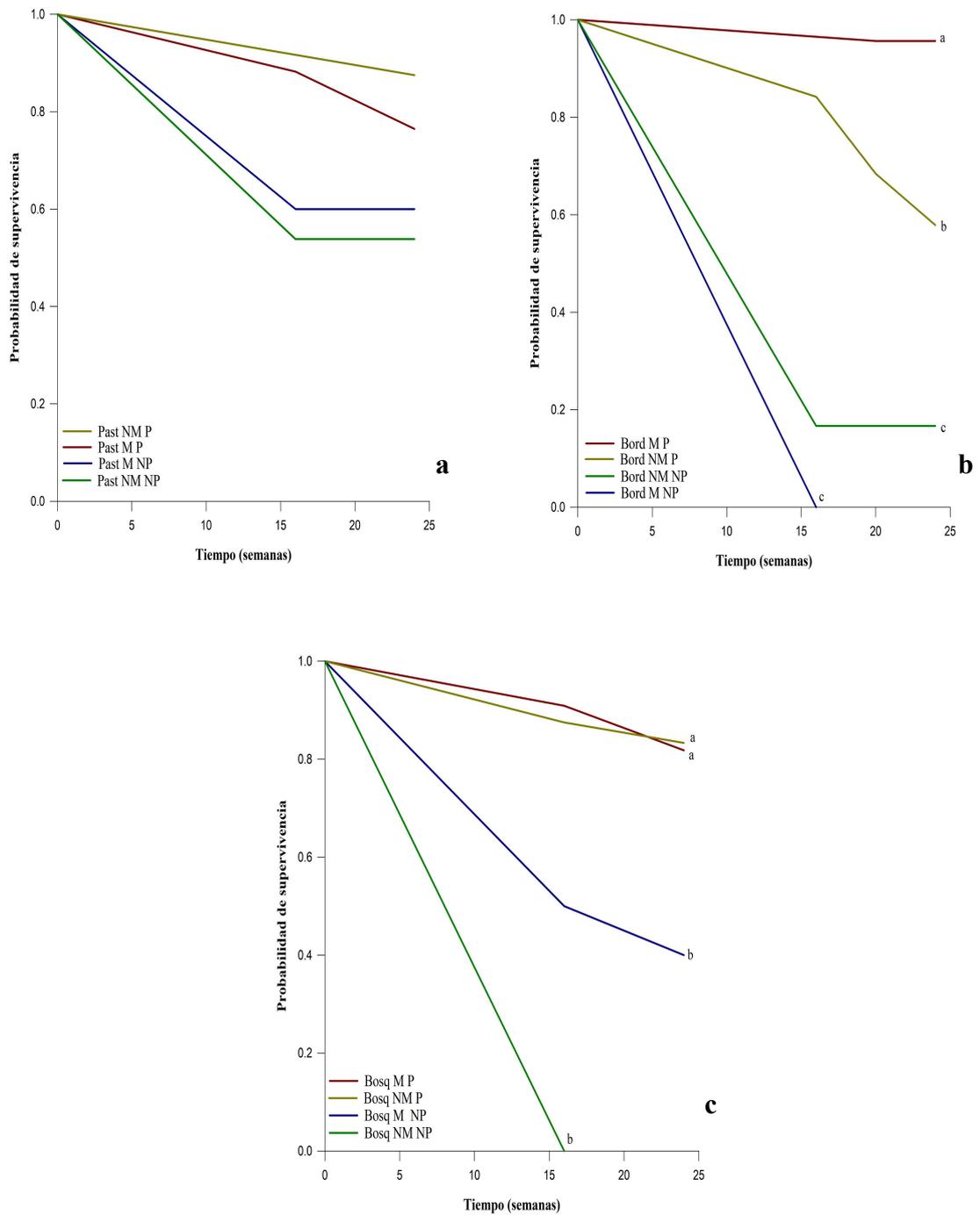


Figura 18. Estimaciones Kaplan-Meier (*O. grandiflora*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 24 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo. Representaciones separadas por tipo de hábitat: a) Pastizal, b) Borde, c) Bosque. Curvas con letras distintas son significativamente diferentes

De los tratamientos aplicados en los tres tipos de hábitats se destaca, que los tratamientos ubicados en el hábitat Pastizal presentaron una mayor tasa de sobrevivientes. Sin embargo, el tratamiento Borde Manipulado Protegido presentó el mayor número de plántulas sobrevivientes hasta el final del experimento (Tabla 9). La correlación de Spearman no fue significativa ($p=0.886$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de sobrevivientes.

Tabla 9. Respuestas de supervivencia de plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo

	Total de sobrevivientes	t_{50} (sm) 95% IC	Supervivencia final
Pastizal + Manipulado + Protegido	13	a	76.47%
Pastizal + Manipulado + No protegido	3	a	60%
Pastizal + No manipulado + Protegido	7	a	87.5%
Pastizal + No manipulado + No protegido	7	a	53.85%
Borde + Manipulado + Protegido	22	a	95.65%
Borde + Manipulado + No protegido	0	16 (- ; -)*	0%
Borde + No manipulado + Protegido	11	a	57.89%
Borde + No manipulado + No protegido	1	16 (10.27 ; 21.72)	16.66%
Bosque + Manipulado + Protegido	18	a	81.82%
Bosque + Manipulado + No protegido	4	16 (3.60 ; 28.36)	40%
Bosque + No manipulado + Protegido	20	a	83.33%
Bosque + No manipulado + No protegido	0	16 (- ; -)*	0%

t_{50} : Número de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de supervivencia. *: Valores idénticos de los datos

2.2.1.3 Crecimiento

Los promedios de altura fueron significativamente distintos entre los tratamientos ($p = 0.002$) (Anexo 8). El crecimiento promedio obtenido en cada tipo de hábitat mostró que las plántulas ubicadas en el hábitat Borde presentan el promedio más alto de crecimiento (3.26 cm), seguidos por el Bosque con 2.71 cm y Pastizal con 2.09 cm de altura.

La altura promedio más alta se registró para el tratamiento Bosque Manipulado No protegido (3.55 cm \pm 0.24), mientras que la más baja se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado Protegido (2.11 \pm 0.14). (Fig. 19 & Anexo 8).

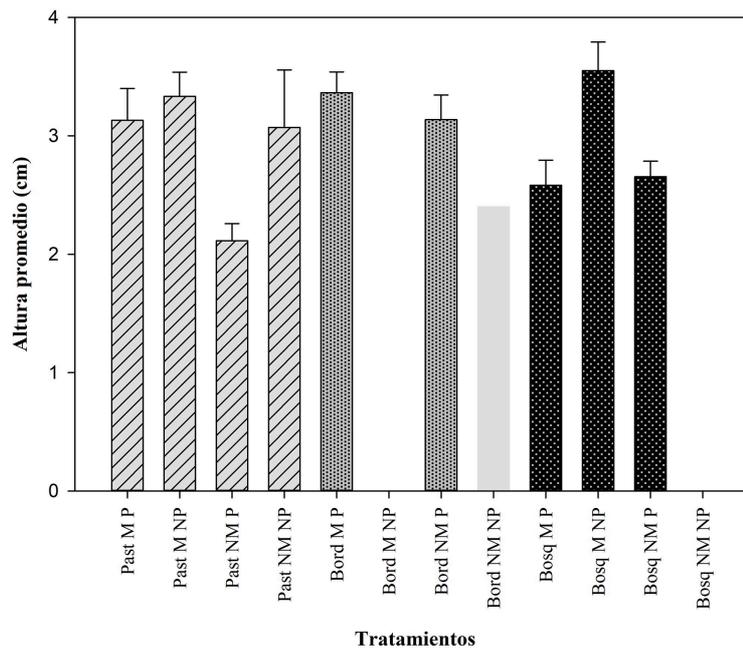


Figura 19. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de *O. grandiflora* a las 24 semanas de la siembra directa en los tratamientos aplicados en la localidad Aguarongo. Tratamiento Bord M NP sin individuos. Presencia de un solo individuo en tratamiento Bord NM NP. Los valores son medias \pm E.S

2.2.2 *Viburnum triphyllum* Benth.

2.2.2.1 Emergencia

Tras las 24 semanas de monitoreo, de las 600 semillas sembradas, emergieron un total de 110 semillas (18.33%). Las tasas más altas de emergencia de plántulas se registraron en la semana 20 tras la siembra (Fig. 20). Los patrones temporales de emergencia de las plántulas fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2 = 81.359$; $p < 0.001$).

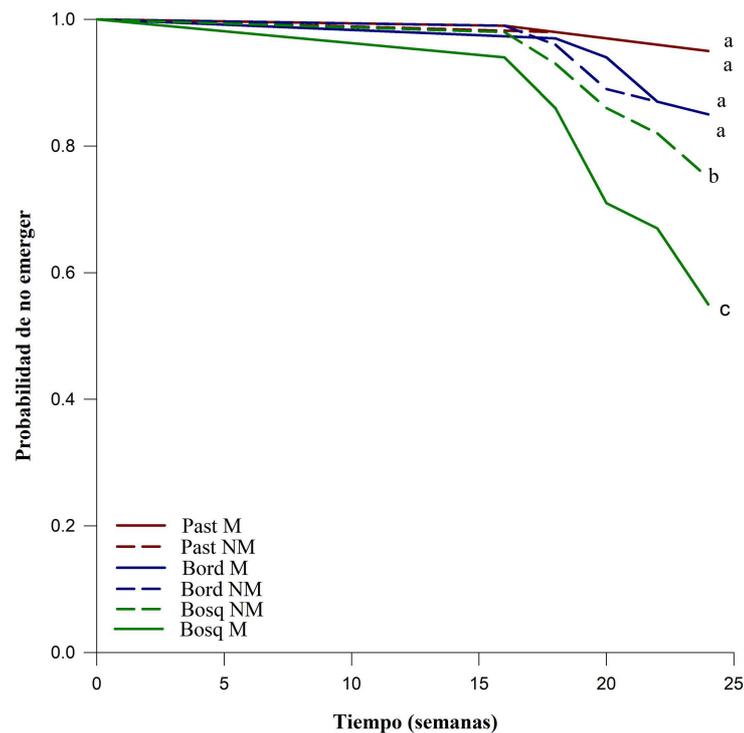


Figura 20. Estimaciones Kaplan Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas a no emerger durante un periodo de 24 semanas bajo los tratamientos de siembra ubicados en la localidad Aguarongo. Curvas con valores más cercanos a 0 denotan mayores tasas de emergencia de plántulas. Curvas con letras distintas son significativamente diferentes

A través del análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples se determinó que en los tratamientos ubicados en el hábitat Bosque las tasas de emergencia fueron significativamente mayores con respecto a los tratamientos ubicados en el Pastizal y Borde (Fig. 20 & Anexo 9), destacando que existe una mayor diferencia estadística significativa entre los tratamientos Pastizal No manipulado y Bosque Manipulado ($p < 0.956E-9$) (Anexo 9).

Los tratamientos ubicados en el hábitat Bosque presentaron las tasas más altas de emergencia; el tratamiento Bosque Manipulado mostró la mayor tasa de emergencia entre los experimentos (45%), mientras que la tasa más baja se registró en los tratamientos Pastizal Manipulado y Pastizal No manipulado (5%) (Tabla 10). La correlación de Spearman fue significativa ($p = 0.000$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de emergentes.

Tabla 10. Respuestas de emergencia sobre plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en las parcelas experimentales ubicadas en el Aguarongo

	Total de Emergentes	Retardo (sm)	t ₅₀ (sm) 95% IC	Emergencia final
Pastizal + manipulado	5	14	a	5%
Pastizal + no manipulado	5	16	a	5%
Borde + manipulado	15	16	a	15%
Borde + no manipulado	15	14	a	15%
Bosque + manipulado	44	14	a	45%
Bosque + no manipulado	25	14	a	25%

Retardo: Número de semanas desde la siembra en los que no se registró emergentes. t₅₀: Número de semanas para alcanzar el 50% de emergencia. a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzó el 50% de probabilidad de emergencia

2.2.2 2 Supervivencia

Al final de la primera etapa de monitero se contó con 110 emergentes, de los cuales el 27.27% de su población se perdió previo al inicio de la etapa de monitoreo de supervivencia, por lo cual la fase de supervivencia inició con una población de 80 plántulas. La supervivencia disminuyó desde la semana 28 tras la siembra (Fig. 21). Tras las 36 semanas de monitoreo, 61 plántulas (76.25%), sobrevivieron hasta el final del experimento. Los patrones temporales de supervivencia fueron significativamente diferentes entre los tratamientos ($\chi^2=27.142$; $p=0.002$).

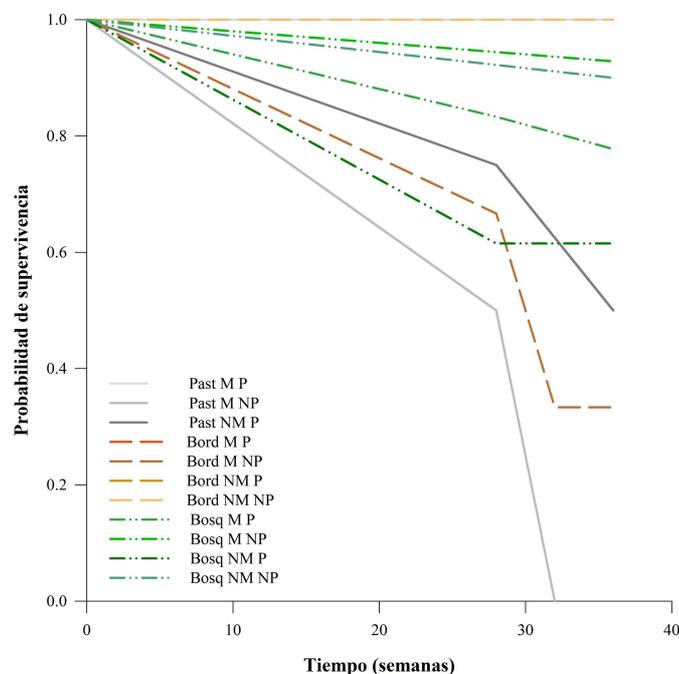


Figura 21. Estimaciones Kaplan-Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo. Curvas con valores aproximados a 1 denotan tasas más altas de supervivencia de plántulas. Tratamiento Past NM NP sin emergentes desde etapa inicial

A través del análisis Post hoc basado en una prueba de comparaciones múltiples se determinó que las tasas de supervivencia fueron significativamente mayores en los tratamientos Protegidos a diferencia de los No protegidos, destacando que existe una mayor diferencia estadística significativa entre los tratamientos Pastizal Manipulado No protegido y Bosque Manipulado No protegido ($p=698E-3$) (Anexo 10).

Con el objetivo de mejorar la visualización de la Figura 21, las curvas de supervivencia fueron separadas de acuerdo al tipo de hábitat (Fig. 22a, 22b, 22c). En el Pastizal, el tratamiento con el porcentaje más alto fue Pastizal Manipulado Protegido con 100%; mientras que en el Pastizal Manipulado No protegido no existieron sobrevivientes (Fig. 22a & Tabla 11). En el Borde las tasas más altas de supervivencia fueron Borde Manipulado Protegido y Borde No manipulado Protegido con un porcentaje de 100%; en contraste al tratamiento Borde Manipulado No protegido con un porcentaje de 33.33% (Fig. 22b & Tabla 11). Por su parte en el hábitat Bosque, el tratamiento con la tasa más alta fue Bosque Manipulado No protegido con un porcentaje de 92.86%, en contraste al tratamiento Bosque No manipulado Protegido con 61.54% (Fig. 22c & Tabla 11).

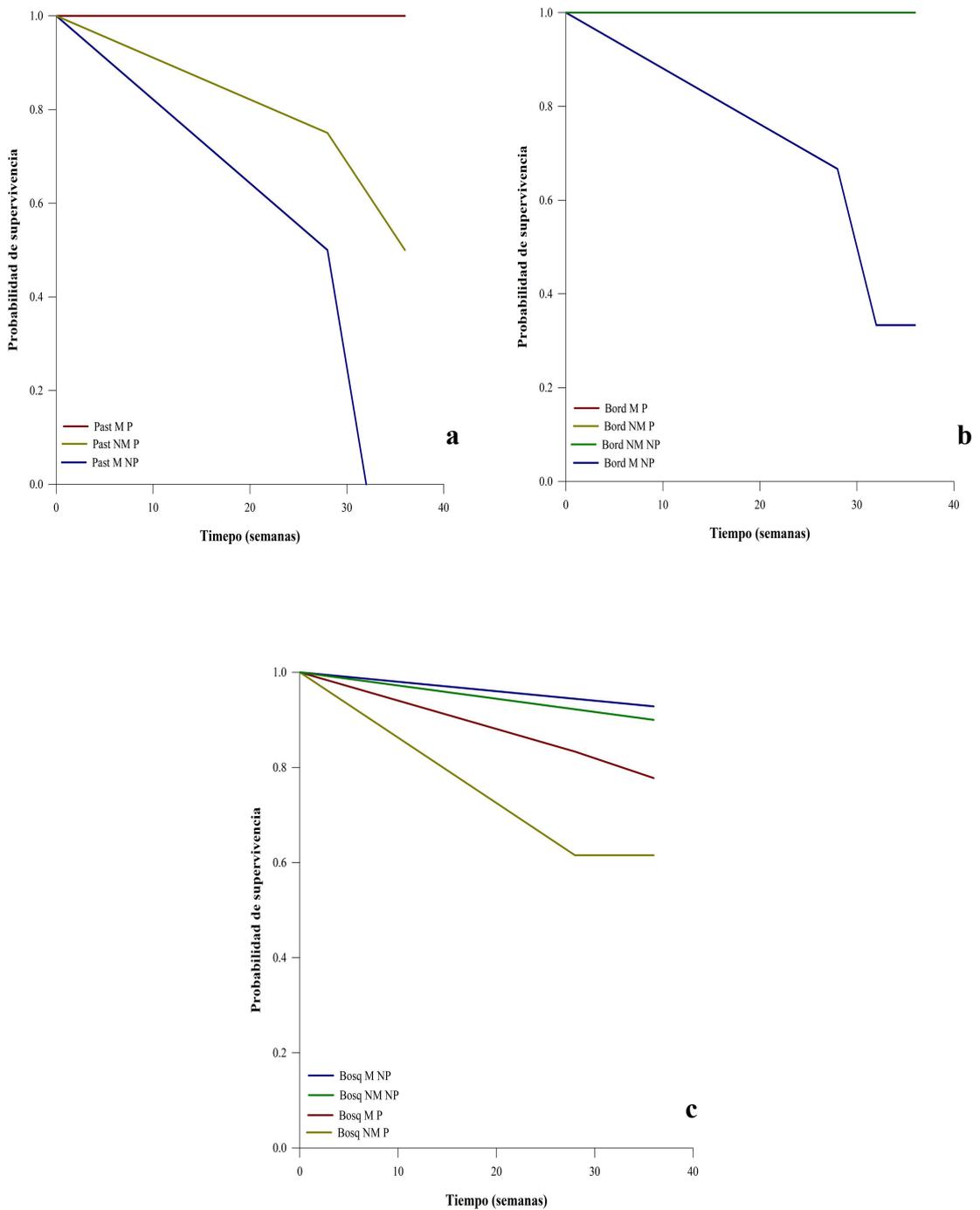


Figura 22. Estimaciones Kaplan-Meier (*V. triphyllum*) para la probabilidad de plántulas sobrevivientes durante un periodo de 36 semanas bajo diferentes tratamientos de siembra en la localidad Aguarongo. Representaciones separadas por tipo de hábitat: a) Pastizal, b) Borde, c) Bosque. Curvas con valores de probabilidad de supervivencia iguales se presentan sobrepuestas, la curva del tratamiento que presenta mayor número de individuos sobrevivientes se presenta en primer plano. Tratamiento Past NM NP sin emergentes desde etapa inicial

De los tratamientos aplicados en los tres tipos de hábitats se destaca que los tratamientos ubicados en el Bosque presentaron un mayor porcentaje de sobrevivientes; el tratamiento Bosque Manipulado Protegido presentó el mayor número de plántulas sobrevivientes hasta el final de experimento (Tabla 11); no obstante, en la Tabla 14 se pueden apreciar las tasas de supervivencia más altas, pero el número de sobrevivientes no fue mayor a 4 individuos. La correlación de Spearman fue significativa ($p=0.001$) para los niveles de incidencia de luz con respecto al número de sobrevivientes.

Tabla 11. Respuestas de supervivencia de plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en parcelas experimentales ubicados en el Aguarongo

	Total de sobrevivientes	t_{50} (sm) 95% IC	Supervivencia a final
Pastizal + Manipulado + Protegido	1	a	100%
Pastizal + Manipulado + No protegido	0	28 (5.836 ; 50.174)	0%
Pastizal + No manipulado + Protegido	2	36 (- ; -)*	50%
Pastizal + No manipulado + No protegido	-	-	-
Borde + Manipulado + Protegido	4	a	100%
Borde + Manipulado + No protegido	2	32 (27.474 ; 36.526)	33.33%
Borde + No manipulado + Protegido	6	a	100%
Borde + No manipulado + No protegido	2	a	100%
Bosque + Manipulado + Protegido	14	a	77.78%
Bosque + Manipulado + No protegido	13	a	92.86%
Bosque + No manipulado + Protegido	8	a	61.54%
Bosque + No manipulado + No protegido	9	a	90%

t_{50} : Número de semanas donde se registra la mortalidad del 50% de la población a: El estimador Kaplan-Meier no alcanzo el 50% de probabilidad de emergencia. *: Valores idénticos de los datos

2.2.2.3 Crecimiento

Los promedios de altura no fueron significativamente distintos entre los tratamientos ($p = 0.148$) (Anexo 11). El crecimiento promedio obtenido en cada tipo de hábitat mostró que las plántulas ubicadas en el hábitat Bosque presentaron el promedio más alto de crecimiento con 3.62 cm, seguidos por el Borde con 3.16 cm y Pastizal con 2.93 cm de altura.

La altura promedio más alta se registró para el tratamiento Bosque No manipulado No protegido (3.84 cm \pm 0.21), mientras que la más baja se registró en el tratamiento Borde Manipulado No Protegido (2.25 cm \pm 0.35). (Fig. 23 & Anexo 11).

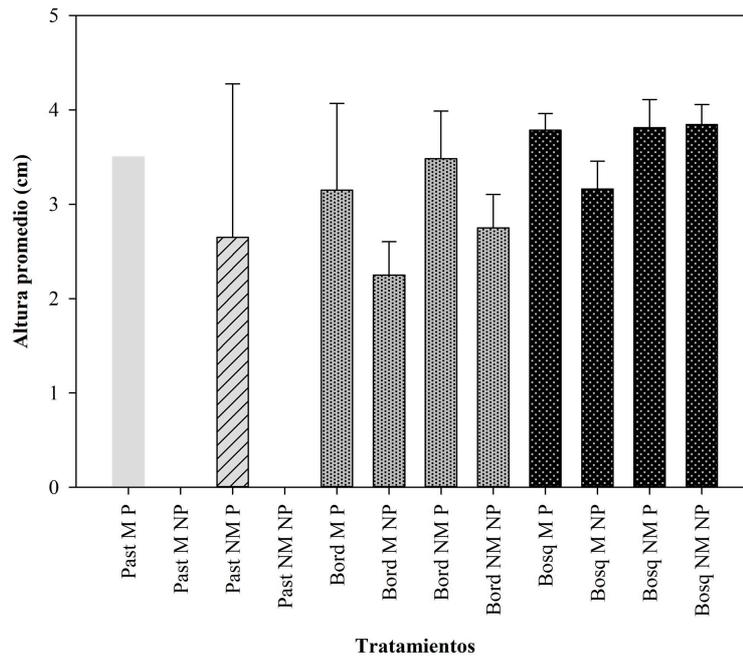


Figura 23. Porcentaje de incremento de altura de las plántulas de *V. triphyllum* a las 36 semanas de la siembra directa en los tratamientos aplicados en la localidad Aguarongo. Tratamientos Past M NP y Past NM NP sin individuos. Presencia de un solo individuo en tratamiento Past MP. Los valores son medias \pm E.S

2.2.3 Luz

Para las dos especies en estudio se determinó que los niveles de luz varían significativamente entre los tres tipos de hábitats ($p < 0.05$). Se observó que la intensidad de luz disminuye al pasar por la transición desde el Pastizal hacia el Bosque (Fig. 24). Las medidas promedio más altas de luz se registraron en los tratamientos Manipulados, mientras que las más bajas se presentaron en los No manipulados. Dentro de todos los tratamientos la medida máxima de luz que se registró fue de 883 lux y una mínima de 4 lux (Tabla 12).

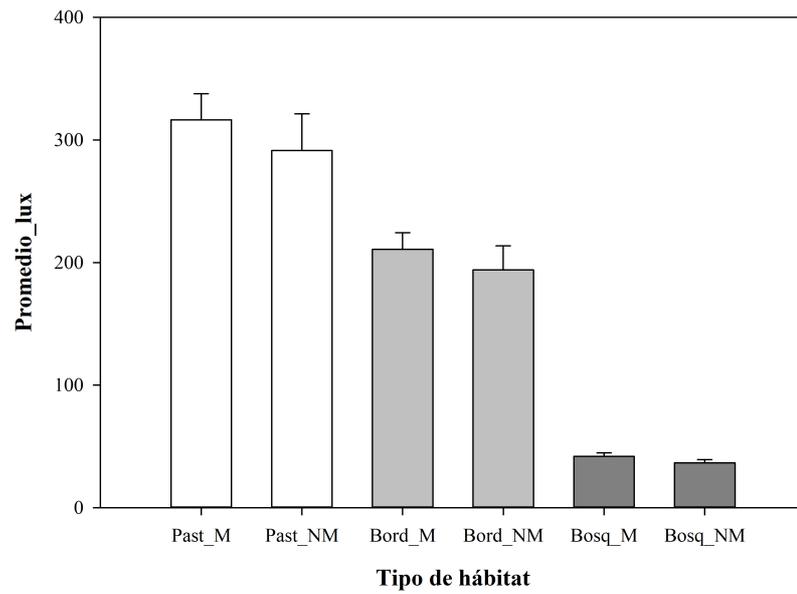


Figura 24. Promedio de medidas de luz tomados bajo los diferentes tratamientos aplicados durante las 36 semanas de monitoreo en la localidad Aguarongo. Los valores son medias \pm E.S

Tabla 12. Descriptivos de medidas de luz obtenidas bajo los tratamientos de siembra directa en las parcelas localizadas en el Aguarongo

	Promedio (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)
Pastizal + Manipulado	316	150	883
Pastizal + No manipulado	291	99	876
Borde + Manipulado	211	85	487
Borde + No manipulado	194	70	724
Bosque + Manipulado	42	13	68
Bosque + No manipulado	37	4	64

CAPÍTULO III

DISCUSIONES

Para *O. grandiflora*, el periodo de emergencia se evaluó en el tiempo estimado de 12 semanas, como lo indica el estudio de Pintado (2016), que sugiere a este periodo como óptimo para realizar el registro de emergencia. No obstante, para *V. triphyllum*, el periodo de emergencia se prolongó hasta la semana 24; la emergencia tardía de la misma pudo deberse a que presenta dormancia morfofisiológica (Basking & Basking 2001) caracterizada por un embrión rudimentario (Copeland & McDonald 2001) y una semilla endospermada cubierta por una fina capa seminal (Cabral 2010). Este tipo de estructuras en algunos casos puede actuar como una barrera que evita o reduce una adecuada imbibición de agua por parte de las semillas (Upadhaya et al. 2007) o ejercen resistencia física a la expansión de la radícula impidiendo la germinación (Doria 2010).

3.1 LOCALIDAD LA MERCED

3.1.1 Emergencia

Bajo los tratamientos aplicados de siembra directa se obtuvo el 33.67% de emergentes para *O. grandiflora* y 37.5% para *V. triphyllum*, porcentajes considerados como aceptables, sin embargo, se debe tener en cuenta que esta consideración es subjetiva, ya que estos porcentajes son una representación de las condiciones propias del estudio. En investigaciones con el uso de *O. grandiflora* bajo condiciones controladas los porcentajes catalogados como ideales sobrepasan el 50% de germinación de semillas (Arévalo & Palacios 2017; Palomeque et al. 2017) y para el caso de *V. triphyllum* no existe información sobre patrones de germinación.

La compactación generada por el establecimiento de pastos produce pérdida de la estructura original del suelo, por ende su capacidad para absorber agua se ve reducida (Hofstede et al. 1998; Bruijnzeel 2004). Se cree que el exceso de humedad que presentaba el suelo por los altos niveles de precipitación ocurridos en los

primeros meses del año (150 a 300 mm) (INAMHI 2017) se produjo anegamiento en el 10% de unidades experimentales ubicadas en el hábitat Pastizal, lo cual pudo influir en la ausencia de germinantes debido a la descomposición de semillas.

Con respecto a *O. grandiflora*, la tasa más alta de emergencia (48%), fue registrada en el tratamiento Bosque Manipulado. El efecto del microclima que genera la cobertura de la vegetación influye sobre éstas probabilidades (Cabin et al. 2002), ya que bajo la copa de las especies que conforman este hábitat se presentan condiciones óptimas para la germinación caracterizadas por el mantenimiento de temperaturas estables, altos niveles de humedad y baja incidencia de luz (Galindo et al. 2017). Resultados similares se presentan en el estudio de Pintado (2016), en donde se obtuvo el 58% de emergencia de plántulas en el tratamiento ubicado bajo la cobertura del dosel.

En base a los resultados se cree que la manipulación de vegetación dentro del bosque influyó positivamente sobre los patrones temporales de emergencia ya que se conoce que un dosel totalmente cerrado inhibe el establecimiento de las especies al no permitir el ingreso de luz dentro del mismo (Galindo et al. 2017), por ello, con la manipulación de vegetación se pudo permitir una variación en la entrada de luz hacia las unidades experimentales, lo cual se cree influyó en la obtención de mejores resultados en comparación con los tratamientos No manipulados.

Para *V. triphyllum*, la tasa más alta de emergencia (45%), se presentó en el tratamiento Borde No manipulado. En primera instancia se cree que estos resultados se debieron a la acción de la cobertura arbustiva aérea presente en este tipo de hábitat, la cual actuó como atenuante ante las cambiantes fluctuaciones ambientales que se presentaron en los sitios de siembra (Montenegro & Vargas 2008; Cuevas et al. 2013). De igual forma el mantenimiento de la vegetación en los niveles cercanos al suelo favorecieron la germinación de la especie al crear un microhábitat caracterizado por la presencia de niveles intermedios de luz y temperatura, lo que generó buenos niveles de humedad, el cual es considerado como el principal factor que interviene en la etapa de emergencia, debido a que las semillas requieren de este factor para su desarrollo (Pons 2000; Upadhaya et al. 2007; Onyekwelu et al. 2012).

Las tasas más bajas de emergencia para las dos especies se registraron en el hábitat Pastizal No manipulado. La ausencia de vegetación aérea sobre las unidades experimentales ocasionó una incidencia directa de los factores ambientales tales como la luz y temperatura; las cuales en niveles elevados producen mayor evapotranspiración (FAO 2006), haciendo que se presente menor cantidad de agua disponible, lo cual en este caso derivó en la obtención de bajos porcentajes de germinación y posterior emergencia de plántulas dentro de este tipo de hábitat.

3.1.2 Supervivencia

El mejor resultado para *O. grandiflora*, se ubicó en el tratamiento Borde No manipulado Protegido con el 56% de la población viva hasta el final del estudio. Las características microclimáticas asociadas a las variaciones de temperatura y humedad, las condiciones físicas del suelo e incidencia de luz presentes en el Borde por ser una zona de transición entre el pastizal y bosque (Williams-Linera et al. 1998; Peña-Becerril et al. 2005), se asocian a los resultados descritos.

En particular la incidencia de luz registrada en este tipo de hábitat se presenta en un nivel intermedio comprendido entre los 80 y 150 lux, al comparar con los registrados en el hábitat bosque y pastizal (30 a 320 lux) considerados como los niveles de los extremos (Fig. 15). Resultados del 93.3% de plántulas vivas de *Brosimum rubescens* Taub., en ambientes con niveles medios de luz citados por Rivera et al. (2005), sustentan los altos porcentajes de supervivencia obtenidos en este tipo de hábitat.

Por otro lado, la influencia del factor protección contra herbívoros causó un efecto positivo para la supervivencia de plántulas en este tratamiento. El estudio realizado por Crespo (2014) donde se obtuvo el mejor porcentaje de supervivencia en parcelas protegidas con un resultado del 22% apoyan que el uso de protección contribuye a la supervivencia de las plántulas.

El tratamiento Pastizal Manipulado Protegido registró la tasa más baja de supervivencia, con el 0% de su población viva. Los niveles promedios de luz

registrados en este tipo de hábitat son los más extremos que en este caso sobrepasan los 300 lux (Fig. 15). El exceso de luz puede desencadenar en un envejecimiento prematuro de las hojas y una menor tasa de reposición foliar, condiciones que provocan en la muerte de las plántulas; en el estudio de Rivera et al. (2005) los altos niveles de luz derivaron en la obtención de las tasas más bajas de supervivencia, similar a lo presentado para este tratamiento.

Por otro lado para *V. triphyllum*, en base a los resultados obtenidos se observa que esta especie responde de manera indistinta ante las condiciones que le ofrece la vegetación arbustiva en el Borde ya que presentó dos tratamientos óptimos para supervivencia: Borde Manipulado No protegido y Borde No manipulado No protegido, ambos con 100% de su población viva hasta el final del experimento.

Estos resultados aumentaron positivamente en comparación con el estudio realizado por Hernández-Pineda et al. (2014), quienes analizaron la supervivencia en el campo con la utilización de plántulas de vivero de 70 cm y obtuvieron un 49.29% de plántulas vivas de esta especie. En cuanto al factor protección se necesita más investigación para determinar cuáles interacciones fueron las responsables para que la no protección contra herbívoros tenga éxito sobre la supervivencia de esta especie. Se plantea la hipótesis de que algunas de las especies del bosque presentan buenas defensas químicas contra herbívoros (Ruiz 2012), sin embargo, no se puede realizar una afirmación de que dicha hipótesis ocurra en esta especie ya que no se han realizados estudios fitoquímicos de la misma.

La tasa más baja de supervivencia con un 55% de individuos vivos, se estableció en el tratamiento Pastizal No manipulado No protegido. La falta de protección causó un efecto negativo para la supervivencia de plántulas, ya que éstas estuvieron totalmente expuestas a la incidencia de los factores bióticos. En este tipo de hábitat se presentaron promedios de luz extremos los cuales causaron muerte de las plántulas al igual que lo sucedido para *O. grandiflora*.

Otra posible causa para la obtención de estas tasas fueron los altos niveles de precipitación presentados en el mes de Diciembre (INAMHI 2017) lo que provocó anegamiento en el 10% de unidades experimentales (Anexo 12), causando

podrición radicular, amarillamiento foliar, defoliación, senescencia y finalmente muerte de las mismas (Boa 2008).

3.1.3 Crecimiento

En esta localidad los tratamientos ubicados dentro del hábitat Borde presentan los promedios más altos de crecimiento para las dos especies en estudio; este resultado pudo deberse a que este tipo de hábitat es idóneo para llevar a cabo la recuperación de la vegetación madura, ya que las condiciones microambientales y los procesos biológicos no se ven modificados tan drásticamente como en las zonas abiertas (Didham 1998; Peña-Becerril et al. 2005).

Implicaciones importantes que suceden en los bordes como los cambios en la temperatura del suelo la cual provoca actividad microbiana que contribuye en el establecimiento de las plántulas (Williams-Linera et al. 1998) y los niveles intermedios de luz (80 a 150 lux) (Fig. 15) registrados en este tipo de hábitat resultaron idóneos para obtener promedios de crecimiento más altos. Rivera et al. (2005), cita que el mejor tratamiento de crecimiento se registró con plántulas sometidas a niveles intermedios de luz. El factor adicional que contribuyó a estos porcentajes de éxito, fue la no manipulación de la vegetación, Cuevas et al. (2013) menciona que la vegetación puede reducir la intensidad de las perturbaciones causados por la herbivoría.

Por otro lado el promedio más bajo de crecimiento para *O. grandiflora* se presentó en el tratamiento Bosque Manipulado Protegido, los niveles promedios de luz registrados en este tipo de hábitat son muy bajos (30 a 50 lux) (Fig. 15), debido a esta condición las plántulas registraron menor altura por la reducción de la radiación fotosintéticamente activa (Venier et al. 2012).

Para *V. triphyllum* el promedio más bajo se localizó en el tratamiento Pastizal Manipulado No protegido, este resultado quizá está asociado a las condiciones adversas que presenta este tipo de hábitat en particular, por ejemplo los niveles de luz extremos (230 a 320 lux) (Fig. 15) se relacionan negativamente con el crecimiento de las plántulas ya que el incremento en de estos niveles posiblemente

causó la reducción en la humedad relativa del suelo y otros factores asociados, lo cual pudo afectar al crecimiento de éstas (Ruiz 2012).

3.2 LOCALIDAD AGUARONGO

3.2.1 Emergencia

Para *O. grandiflora* emergió el 37.16% de semillas, mientras que para *V. triphyllum* el 18.83%. En el 3% de unidades experimentales no se registraron emergentes. Se cree que esto sucedió debido a que en el mes de junio se registró disminución del 50% en los niveles de precipitación y un notable aumento del 4% en la temperatura con relación a mayo (INAMHI 2017). Autores como DeBano et al. (1998), menciona que la exposición de semillas a temperaturas extremas pueden ocasionar severos daños en sus procesos metabólicos y como consecuencia de ello en este caso puntual derivó en la ausencia de emergentes.

Con respecto a *O. grandiflora*, la tasa más alta de emergencia (44%), fue registrada en el tratamiento Borde Manipulado. El estudio realizado por Pintado (2016), analizó la respuesta en el establecimiento de *O. grandiflora* bajo dos tipos de cubierta de dosel y obtuvo como resultado que el porcentaje de emergencia obtenido fuera de la cobertura del mismo fue del 40%, similar a lo sucedido en este estudio. Bajo la sombra de los arbustos pioneros dominantes en este tipo de hábitat se genera un microclima en donde la vegetación presente actúa como moduladora o inhibidora de los flujos e interacciones del paisaje circundante (López-Barrera et al. 2004), además la misma ayuda al mantenimiento de la humedad en los niveles inferiores del suelo (Gómez 2004).

Para *V. triphyllum*, la tasa más alta de emergencia (45%), se presentó en el tratamiento Bosque Manipulado. Se sabe que el metabolismo de las semillas se activa por la acción de hidratación (Doria 2010), dentro de este tipo de hábitat la estructura del sotobosque y el material vegetativo que se presenta a nivel del suelo mantiene buenos niveles de humedad (Marcos et al. 2008; Promis et al. 2010).

Las tasas más bajas de emergencia para las dos especies se registraron en los tratamientos ubicados en el hábitat Pastizal. Los niveles promedios de luz registrados para este tipo de hábitat superan los 300 lux (Fig. 24), como consecuencia, la constante incidencia de luz generó altas temperaturas, misma que ocasionó mayor evapotranspiración (FAO 2006) lo que desencadenó en la obtención de bajos porcentajes de germinación.

3.2.2 Supervivencia

Para *O. grandiflora*, las tasas más altas de supervivencia se localizaron en el tratamiento Borde Manipulado Protegido con un 96% de la población viva hasta el final del estudio. Condiciones microclimáticas que presenta el Borde, asociadas a la incidencia de luz (Peña-Becerril et al. 2005) causaron un efecto positivo sobre estas tasas, ya que los niveles promedios de luz registrados para el Borde están comprendidos entre 180 a 220 lux, niveles considerados como intermedios al compararse con los obtenidos en el pastizal (280 a 320 lux) y el bosque (30 a 40 lux) (Fig. 24). Los ambientes con niveles medios de luz (Rivera et al. 2005) sustentan los altos porcentajes de supervivencia que se obtuvieron en este tipo de hábitat, de igual manera el factor protección contra herbívoros causó un efecto positivo para la supervivencia de plántulas similar a los resultados presentados en la localidad La Merced.

Por el contrario, los tratamientos Borde Manipulado No protegido y Bosque No manipulado No protegido presentaron las tasas más bajas de supervivencia con 0%. Estos resultados se los puede atribuir principalmente a la falta de protección contra herbívoros, ocasionando que tanto predadores como herbívoros causen daños en las estructuras vegetales (Cuevas et al. 2013). Howe (1990), reporta que los juveniles sin protección de *Virola surinamensis* sufrieron mortalidad inmediata y continua por herbivoría resultando en una supervivencia baja (15%). Para el hábitat Bosque los niveles promedios de luz que se registraron en este tipo de hábitat no superan los 50 lux (Fig. 24). Venier et al. (2012) menciona que la reducción en la calidad y cantidad de luz causan daño y posterior pérdida de hojas cotiledonares, lo cual se cree en este caso sucedió y repercutió fuertemente en la supervivencia de plántulas.

Para *V. triphyllum*, el tratamiento Bosque Manipulado No protegido presentó una tasa del 93% de individuos vivos, la disminución de la cobertura vegetal alrededor de las unidades experimentales permitió una variación en el ingreso de luz y generó condiciones abióticas parecidas a las de un borde.

En cuanto a la protección se conoce que existen ciertos tipos de arañas que reducen la tasa de daño de los insectos herbívoros sobre las plántulas (Romero & Vasconcellos-Neto 2004) lo que podría explicar que la protección contra herbívoros no haya causado efecto sobre la supervivencia. Finalmente los buenos niveles de precipitación presentados en el mes de Diciembre (INAMHI 2017) pudieron contribuir al aumento de la humedad en el suelo evitando el estrés hídrico (Hofstede et al. 1998) y así manteniendo los porcentajes altos de supervivencia.

La tasa más baja de supervivencia con 0% se encontró en el tratamiento Pastizal Manipulado No protegido. Los niveles promedios de luz en este tipo de hábitat son los niveles más altos comprendidos entre 280 y 320 lux (Fig. 24). Rivera et al. (2005) menciona que las tasas más bajas de supervivencia se obtuvieron para los tratamientos que tenían un 25% de sombreado. Al igual que lo sucedido para esta especie en la localidad La Merced estas tasas bajas se localizaron en los tratamientos con altos niveles de incidencia lumínica.

3.2.3 Crecimiento

Los tratamientos ubicados dentro del hábitat Bosque presentaron los promedios más altos de crecimiento temprano para las dos especies. Autores como Piña & Arboleda (2010), mencionan que desde el punto de vista ecológico las plantas pueden adaptarse a un rango variado de condiciones ambientales, por ello se cree que para *O. grandiflora* el efecto provocado por la disminución de la cobertura vegetal generó un ambiente parecido al borde con respecto a los niveles promedios de luz que varían entre un rango de 180 a 220 lux (Fig. 24), se sabe que los niveles intermedios de luz son idóneos para obtener promedios altos de crecimiento (Rivera et al. 2005). Por otro lado *V. triphyllum* respondió positivamente en niveles de luz establecidos entre los 30 a 40 lux (Fig. 24), Romo (2016) menciona que esta es una

especie que conforma el sotobosque por lo cual se explica que su crecimiento bajo estas condiciones no se vió afectado.

Por otro lado, el promedio más bajo de crecimiento para *O. grandiflora* se registró en el tratamiento Pastizal No manipulado Protegido. Ospina et al. (2009) menciona que la arquitectura vegetativa de porte bajo y ausencia de vegetación aérea, características de este tipo de hábitat, hicieron que la vegetación que se desarrolla en los niveles inferiores esté totalmente expuesta a las condiciones climáticas. En base a los resultados se cree que la incidencia directa de luz con niveles promedios que superaron los 300 lux (Fig. 24) hicieron que las plántulas presentaran bajo crecimiento longitudinal debido a la fotoinhibición dada por la exposición constante a estas condiciones estresantes (Doust et al. 2008).

Para *V. triphyllum* el tratamiento Borde Manipulado No protegido presentó el promedio más bajo de crecimiento. Autores como Nájera & Bermejo, (1999) mencionan que las especies tienen diferentes niveles de respuesta sobre los factores ambientales; en este caso particular, se cree que esta es un especie restringida únicamente a las condiciones abióticas que ofrece el sotobosque (Romo 2016), por ello respondió de manera negativa ante la variación microclimática que se presentó el Borde.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de germinación de *V. triphyllum* enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas.
- Tanto en la Merced como el Aguarongo para *O. grandiflora* y *V. triphyllum* se recomienda aplicar la técnica de siembra directa en el hábitat Borde debido a que este tipo de hábitat reúne las mejores condiciones para el establecimiento de las especies.
- Para obtener un mayor porcentaje de individuos sobrevivientes, para las dos especies se recomienda no realizar el proceso de manipulación de vegetación y emplear una malla de protección para evitar el daño ocasionado por la herbivoría.
- Teniendo en cuenta que este estudio presenta resultados preliminares, para futuros experimentos con el método de siembra directa se recomienda ampliar el tiempo de observación en un mínimo de dos años a partir de la siembra, con el fin de conocer la respuesta de las especies a las condiciones bióticas y abióticas cambiantes a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Aerts R, Negussie A, Maes W, November E, Hermy M, Muys B (2007) Restoration of dry afro-montane forest using pioneer shrubs as nurse-plants for *Olea Europaea Spp cuspidate*. *Restoration Ecology* 15(1): 129–38

Alcaraz F (2012) Temperatura, luz, atmósfera, viento. Universidad de Murcia España

Allen C (2009) Muerte regresiva del bosque inducida por el clima: ¿un fenómeno mundial en aumento? *Unasylva* 60: 43–49

Alonso M, Farrés E, Tornet Y, Castro J, Ramos R, Rodríguez M (2008) Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo solo basada en caracteres de crecimiento y productividad cultivos tropicales. 29(2): 59–64

Álvarez E, González S, López W (2015) Guía para la selección de especies nativas de árboles multipropósito en proyectos de carbono forestal para Colombia: un enfoque desde la ecología funcional

Arévalo E, Palacios M (2017) Desarrollo de un modelo de pronóstico de Sequías para proyectos de reforestación con especies forestales cedro y gañal - aplicación para la zona de Llaviuco y Mazán, parte alta de la cuenca del río Paute. Universidad de Cuenca

Aronson J, Milton S, Blignaut J (2007) Restoring Natural Capital: Science, Business, and Practice. Island Press. Society for Ecological Restoration International

Artavia G, Eckhardt K, Araujo J (2004) Efecto de la luz sobre la densidad y morfología de las plantas en un claro dominado por *duroia hirsuta*, estación biológica Madre Selva. Río Osora, Iquitos, Perú. *Revista Reflexiones* 83(1): 131–35

Astudillo N, Quintuña K (2017) Elaboración de una guía turística de las áreas de bosques y vegetación protectores Aguarongo, Collay y Río Shio-Santa Bárbara. Universidad de Cuenca

- Bahamonde H, Peri P, Martínez G, Lencinas M (2009). Variaciones microclimáticas en bosques primarios y bajo uso silvopastoril de *Nothofagus Antartica* en dos clases de sitio en Patagonia Sur. 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Aspectos relacionados al componente forestal arbóreo, forestales
- Ballina H, Iriarte S, Orellana R, Santiago L (2008) *Brosimum Alicastrum* (Moraceae), una especie del sotobosque neotropical. 56(December): 2055–67
- Barrera J, Contreras S, Garzón N, Moreno A (2010) Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del distrito capital
- Baskin C, Baskin J (2001) Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego
- Bennett A, Gratton C (2012) Local and landscape scale variables impact parasitoid assemblages across an urbanization gradient landscape and urban planning 104(1): 26–33
- Blanco J (2017) Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. Ecosistemas 26(2): 1–9
- Blakesley D, Elliott S, Kuarak C (2002) Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. For. Ecol. Manage. 164, 31–38
- Boa E (2008) Guía ilustrada sobre el estado de salud de árboles: reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). El Salvador. 49pp
- Buytaert W, Deckers J, Dercon G, De Bièvre B, Poesen J, Govers G (2006) Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador. Soil Use and Management, 18(2), 94–100
- Bruijnzeel L (2004) Los bosques tropicales y los servicios ambientales. acaso los árboles impiden ver el terreno? Agriculture, ecosystems and environment: 1–45

Cabin R, Weller S, Lorence D, Cordell S, Hadway L (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: 181–90

Cabral L, Hortaçsu A (2010) the dynamics of seller reputation: evidence from Ebay. *The Journal of Industrial Economics* LVIII (1): 54–78

Cai Z, Rijkers Q, Bongers F, (2005) Photosynthetic acclimation to light changes in tropical monsoon forest woody species differing in adult stature. *Tree Physiology*, 25(8), 1023–1031

Camacho C (2014) ‘Bodyguard’ Plants: predator-escape performance influences microhabitat choice by nightjars. *Behavioural Processes* 103: 145–49

Camargo J, Ferraz I, Imakawa A (2002) Rehabilitation of degraded areas of central amazonia using direct sowing of forest tree seeds. *Restoration Ecology* 10(4): 636–44

Cárdenas F (2015) Ecología de polinización de *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R.Br. (Proteaceae) en un matorral montano del sur del Ecuador. Universidad del Azuay

Cárdenas J (2017) Contribución de aves y mamíferos en la polinización de *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R.Br. (Proteaceae) en un matorral montano andino del sur del Ecuador

Casierra-Posada F (2011) Fotoinhibición: Respuesta fisiológica de los vegetales al estrés por exceso de luz. Una Revisión. *Revisa Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 1(1): 114–123

Ceccon E, González E, Martorell C (2015) Is direct seeding a biologically viable strategy for restoring forest ecosystems? Evidences from a Meta-Analysis

Chazdon R (2008) Beyond deforestation: restoring forests and ecosystems services on degraded lands. *Science* 320(1458)

Charnley S, Poe M (2007) Community forestry in theory and practice: where are we now? *Annual review of anthropology*, 36(1), 301–336

Cole R, Holl K, Keene C, Zahawi R (2011) Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. *Forest Ecology and Management* 261(10): 1590–97

Coley P (1983) Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53(2): 209

Copeland L, McDonald M (2001) *Principles of seed science and technology*. Kluwer Academic Publishers, London

Creed I, Hwang T, Lutz B, Way D (2015) Climate warming causes intensification of the hydrological cycle, resulting in changes to the vernal and autumnal windows in a northern temperate forest. *Hydrological Processes* 29(16): 3519–34

Crespo A (2014) *Direct seeding with native trees in south central Ecuador: enhancing restoration potential with local Knowledge*. University of Florida

Crouzeilles R, Ferreira M, Chazdon R, Lindenmayer D, Sansevero J, Monteiro L, Iribarrem A, Latawiec A, Strassburg B (2017) Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances* 3(11): 1–8

Cuevas J, Silva S, Leon-Lobos P, Ginocchio R (2013) Nurse Effect and herbivory exclusion facilitate plant colonization in abandoned mine tailings storage facilities in north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 63–74

Day R, Quinn G (1989) Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. *Ecological Monographs* 59(4): 433–63

DeBano L, Neary D, Ffolliott P (1998) Fire's effects on ecosystems Library of Congress Cataloging-in-Publication Data United States of America

Demmig-Adams B, & Adams W (1992) Responses of plants to high light stress: . *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43, 599–626

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

Didham R (1998) Altered leaf litter decomposition rates in tropical forest fragments. *Oecologia*, 116(April), 397–406

Donald P (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology* 18(1): 17–37

Douterlungne D, Levy-Tacher S, Golicher D, Roman F (2010) Applying indigenous knowledge to the restoration of degraded tropical rain forest clearings dominated by bracken fern. *Restoration Ecology* 18, p322–329

Doria J (2010) Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales* 31(1): 74–85

Doust S, Erskine P, Lamb D (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: 333–43

Doust S, Erskine P, 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: 1178–88

Doust S (2011) 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): 617–26

Duncan R, Chapman C (1999) Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications*, 9(3), 998–1008

Eichhorn M, Nilus R, Compton S, Hartley S, Burslem R (2010) Herbivory of tropical rain forest tree seedlings correlates with future mortality. *Ecology* 91(4): 1092–1101

Engel V, Parrotta J (2001) An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. *Forest Ecology and Management* 152(1–3): 169–81

Fetcher N, Oberbauer S, Rojas G, Strain B (1987). Efectos del régimen de luz sobre la fotosíntesis y el crecimiento en plántulas de arboles de un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Delegsol (2015) Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de La Parroquia Delegsol

Galindo V, Calle Z, Chará J, Armbrrecht I (2017) Facilitation by pioneer shrubs for the ecological restoration of riparian forests in the central Andes of Colombia. *Restoration Ecology*: 1–7

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): 435–43

García P, Alvarellós, J, García, J (2016) Física cuántica I". Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.

Ginocchio R, Carvalloa G, Toro I, Bustamante E, Silva Y, Sepúlveda N (2004) Micro-Spatial Variation of Soil Metal Pollution and Plant Recruitment near a Copper Smelter in Central Chile. *Environmental Pollution* 127(3): 343–52

Gómez V. 2004. Cubiertas Forestales y Respuesta Microclimática. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales Fuera de S*: 84–100.

González T, Álvarez S, Fernández de Córdova J, Niveló C, Riera S, Álvarez A, González D, González F, Quinde G (2015) Plan de Manejo de Recursos Naturales Para La Ampliación Del Área de Bosque y Vegetación Protectora Aguarongo. Cuenca, Ecuador

Granados-Sánchez D, Ruíz-Puga P, Barrera-Escorcía H (2008) Ecología de la herbivoría. Revista Chapingo Serie ciencias forestales y del ambiente 14(1): 51–64

Günter S, Gonzalez P, Alvarez G, Aguirre N, Palomeque X, Haubrich F, Weber M (2009) Determinants for successful reforestation of abandoned pastures in the Andes: soil conditions and vegetation cover. Forest Ecology and Management 258: 81–91

Gurrutxaga M, Lozano P (2006) Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. Polígonos. Revista de Geografía 16(16): 35–54

Gutiérrez J, Meserve P, Contreras L, Vásquez H, Jaksic F (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): 347–52

Hazlehurst J, Tinoco B, Cárdenas S, Karubian J (2016) Pollination ecology of *Oreocallis grandiflora* (Proteaceae) at the northern and southern ends of its geographic range. Pollination Ecology 19(10): 71–80

Hernández-Pineda, L, Roa-Casas O, Cortés-Pérez F (2014) Crecimiento de *Baccharis Macrantha* y *Viburnum Triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia). Biota colombiana 15(2): 27–38

Hofstede R, Lips J, Ongsma W (1998) Geografía, Ecología y Forestación de La Sierra Alta Del Ecuador. Ediciones Quito, Ecuador

Holl K (1999) Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Factors Limiting Tropical Rain Forest

Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, and Soil. *Biotropica* 31(2): 229–42

Holl K, Loik M, Lin E, Samuels I (2000) Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, 8(4), 339–349

Holl K, Zahawi R, Cole R, Ostertag R, Cordell S (2010) Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. *Restoration Ecology*

Howe H (1990) Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *Journal of Tropical Ecology* 6(3): 259–258

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (2017) Boletín Mensual de Precipitación y Temperatura, Zona 6

Krauss J, Bommarco R, Guardiola M, Heikkinen R, Helm A, Kuussaari M, Lindborg R, Ockinger E, Pärtel M, Pino J, Pöyry J, Raatikainen K, Sang A, Stefanescu C, Teder T, Zobel M, Steffan-Dewenter I (2010) Habitat Fragmentation Causes Immediate and Time-Delayed Biodiversity Loss at Different Trophic Levels. *Ecology Letters* 13(5): 597–605

Lamb D, Erskine P, Parrotta J (2005) Restoration of degraded tropical forest landscapes". *Science* 310, 1628–1632

López-Barrera F (2004) Estructura y Función En Bordes de Bosques. *Ecosistemas* 13(1): 67–77

Mahecha G, Ovalle A, Camelo D, Rozo A, Barrero D (2004) Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas. Corporación Autónoma y Regional de Cundinamarca CAR. Bogotá. 871 pp

Marcos E, Calvo L, Marcos J, Taboada A, Tárrega R (2008) Influencia Del Dosel Arbóreo En Las Características Químicas Del Suelo. Análisis Comparativo de Suelo Bajo Robledales, Hayenos y Pinares. *Sociedad Española de Ciencias Forestales* 25: 287–92

Mari E, Galassi M (2010) ¿Factores ambientales o herbivoría controlan la emergencia de plántulas en un bosque fluvial del río Paraná?. *Interciencia* 35:605-612

Matthews E, Payne R, Rohweder M, Murray S (2000) *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Forest Ecosystems*. World Resources Institute, Washington, DC

McNair J, 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

Minga N, Sánchez X, Bustamante M, Correa G, Guamán M, Almache C, Rodríguez C, Robles I, Trujillo B, Inga R, Molina C, Fussi F, Espinoza Á, Zambrano H, Angaroni M, Eguiguren A (2002) *Plan de Manejo Del Bosque Protector Aguarongo y Se Area de Influencia*. Cuenca

Minga D (2014) *Relación Entre Conocimiento Tradicional y Diversidad de Plantas En El Bosque Protector Aguarongo, Azuay Ecuador*. Universidad Politecnica Salesiana

Minga D, Verdugo A (2016) *Árboles y Arbustos de Los Rios de Cuenca*. Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco. Cuenca

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (2013) *Sistema de Clasificación de Ecosistemas Del Ecuador Continental*

Montagnini F (2001) Strategies for the recovery of degraded ecosystems: experiences from Latin America. *Interciencia* 26, 498

Montenegro A, Vargas O (2008) *Caracterización de Bordes de Bosque Altoandino e Implicaciones Para La Restauración Ecológica En La Reserva Forestal de Cogua (Colombia)*. *Biología Tropical* 56(3): 1543–56

Montgomery R, Chazdon R (2002) Light Gradient Partitioning by Tropical Tree Seedlings in the Absence of Canopy Gaps. *Oecologia* 131(2): 165–74

Moreno M (2014) Vegetación arborea del campus (PUJ). Pontificia Universidad Javeriana

Nájera F, Bermejo B (1999) Efecto de La Intensidad de Luz Sobre El Crecimiento En Altura y Producción de Materia Seca En Plántulas de Pinus Ayacahuite Var. Veitchii. Foresta Veracruzana 1(2): 25–30

Neira F (2016) Influencia de Diferentes Tratamientos de Polinización Sobre Características Físicas y Fisiológicas de Semillas de Oreocallis Grandiflora (Lam) R. Br. (Proteaceae). Universidad del Azuay

Onyekwelu J, Stimm B, Mosandl R, Olusola J (2012) Effects of Light Intensities on Seed Germination and Early Growth of Chrysophyllum Albidum and Irvingia Gabonensis Seedlings. Nigeria Journal of Forestry 42: 1–2

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2005) Global Forestry Resource Assessment. FAO Forestry Paper 147, Rome

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2006) Evapotranspiración Del Cultivo: Guías Para La Determinación de Los Requerimientos de Agua de Los Cultivos. Estudio FAO riego y drenaje: 277

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2010) Diversidad Biológica de Los Bosques: 53–68

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016) El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra

Ospina S, Rusch G, Ibrahim M, Finegan B, Casanoves F (2009) Composición de Los Pastizales Seminaturales En El Sistema Silvopastoril de Muy Muy, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 47: 68–75

Palomeque X, Maza A, Iñamagua J, Günter S, Hildebrandt P, Weber M, Stimm B (2017) Variabilidad Intraespecífica En La Calidad de Semillas de Especies Forestales Nativas En Bosques Montanos En El Sur Del Ecuador: Implicaciones Para La Restauración de Bosques. *Revista de Ciencias Ambientales* 51(2): 52–72

Peña-Becerril J, Monroy-Ata A, Álvarez-Sánchez F, Orozco-Almanza M (2005) Uso Del Efecto de Borde de La Vegetación Para La Restauración Ecológica Del Bosque Tropical. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 8(2): 91–98

Pintado K (2016) Influencia Del Microclima y Labrado Del Suelo En La Siembra Directa de *Oreocallis grandiflora* En Dos Ecosistemas Degradados Del Sur Del Ecuador. Universidad del Azuay

Piña M, Arboleda M (2010) Efecto de Dos Ambientes Lumínicos En El Crecimiento Inicial y Calidad de Plantas de *Crescentia Cujete*. *Bioagro* 22(1): 61–66

Pons T (2000) Seed Responses to Light. In *Scientia Forestalis*, CAB International, 237–60

Portillo Y (2014) Germinación y Supervivencia de Plántulas de *Brahea Aculeata* (Brandege) H.E.Moore y Su Relación Con Algunas Variables Microclimáticas En Una Selva Baja Caducifloia Del Sur Del Estado de Sonora. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Pretell J, Ocaña D, Jon R, Barahona E (1985) Apuntes sobre algunas Especies Forestales Nativas de la Sierra Peruana. Lima, Perú

Promis A, Caldentey J, Ibarra M (2010) Microclima En El Interior de Un Bosque de *Nothofagus Pumilio* y El Efecto de Una Corta de Regeneración. *Bosque* 31(2): 129–39

Ramírez D, Mendoza E (2010) El Papel Funcional de La Interacción Planta-Mamífero En El Mantenimiento de La Diversidad Tropical. *Biológicas* 12(1): 8–13

Reyes-Bautista Z, Rodríguez-Trejo D (2005) Efecto de La Luz, Temperatura y Tamaño de Semilla En La Germinación de *Nolina Parviflora* (H.B.K.) Hemsl. *Chapingo* 11(2): 99–104

Rivera L, López J, Triana M (2005) Efecto Del Sombreado En Vivero En El Crecimiento y Mortalidad de Plántulas (*Brosimum Rubescens* Taub.) En El Sur Del Trapecio Amazónico. *Colombia Forestal* 9 (Diciembre): 60–69

Romero G, Vasconcellos-Neto J (2004) Beneficial effects of flower-dwelling predators on their host plant. *Ecology*. 85(2): 446–457

Romo J (2016) Evaluación Del Carbono En La Biomasa de 3 Especies Forestales Nativas En El Bosque Aguarongo. Universidad Politécnica Salesiana

Ruiz J (2012) Efectos de La Herbivoría Foliar En El Crecimiento y Mortalidad de Plántulas de *Vochysia Ferruginea* (Vochysiaceae) En Un Bosque En Regeneración Pos-Huracán. *Encuentro* (91): 76–90

Sautu A, Baskin J, Baskin 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 (2000) Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek. 511p

Schmidt L (2008) A Review of Direct Sowing versus Planting in Tropical Afforestation and Land Rehabilitation. Development and Environment Series 10-2008. Forest & Landscape Denmark

Serrano F (1996) Árboles y arbustos del bosque de Mazán, Tomo I. Cuenca: ETAPA. 160p

Sierra R (1999) Propuesta Preliminar de Un Sistema de Clasificación de Vegetación Para El Ecuador Continental. Quito, Ecuador

Systat Software, Inc (2011). Sigmaplot. San Juan, CA. USA

Tang C, Hou X, Gao K, Xia T, Duan C, Fu D (2007) Man-made versus natural forests in mid-Yunnan, southwestern China. *Mountain Research and Development*. 27(3): 242-249

The International Tropical Timber Organization (ITTO), Convention on Biodiversity (CBD) (2011) A joint initiative of CBD and ITTO to enhance conservation and sustainable use of biodiversity in tropical forests. May, 1–46

Torres L (2006) Comparación de La Composición Faunística Entre Bosque y Borde En El Bosque Protector de La Microcuenca Del Rio Pungohuayco - Tasqui. Chordeleg, Provincia Del Azuay. Universidad del Azuay

Upadhaya K, Pandey H, Law P (2007) The Effect of Seed Mass on Germination, Seedling Survival and Growth in *Prunus Jenkinsii* Hook. f. & Thoms. *Turkish Journal of Botany* 31: 31–36

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

Vargas J, Møller P (2017) Two New Species of *Viburnum* (Viburnaceae) from the Tropical Andes. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 25(4): 489–96

Vásquez P, Grez A, Bustamante R, Simonetti J (2007) Herbivory, Foliar Survival and Shoot Growth in Fragmented Populations of *Aristotelia Chilensis*. *Acta Oecologica* 31(1): 48–53

Venier P, Cabido M, Mangeaud A, Funes G (2012) Crecimiento y supervivencia de plántulas de cinco especies de *Acacia* (Fabaceae), que coexisten en bosques secos neotropicales de Argentina, en distintas condiciones de disponibilidad de luz y agua. *Biología Tropical* 61(2): 501–514

Wahungu G, Catterall C, Olsen, M (2002) Seedling predation and growth at a rainforest-pasture ecotone, and the value of shoots as seedling analogues. *Forest Ecology and Management*, 162(2–3), 251–260

Wassenaar T, Gerber P, Verburg P, Rosales M, Ibrahim M, Steinfeld H (2007) Projecting Land Use Changes in the Neotropics: The Geography of Pasture Expansion into Forest. *Global Environmental Change* 17(1): 86–104

Weston P, Barker P (2006) A New Suprageneric Classification of the Proteaceae, with an Annotated Checklist of Genera. *Telopea* 11(3): 314–44

Williams-Linera G, Domínguez-Gastelú V, García-Zurita M (1998) Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology*, 12(5), 1091–1102

Whisenant S (1999) *Repairing damaged wildlands: a process oriented, landscape-scale approach*. Cambridge University Press, New York. 312p

Wishnie M, Dent D, Mariscal E (2007) Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management* 243, 39–49

Woods K, Elliott S (2004) Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in northern Thailand. *Journal of Tropical Forest Science* 16(2): 248–259

Zamora R, García-Fayos P, Gómez-Aparicio L (2004) Las Interacciones Planta-Planta y Planta Animal En El Contexto de La Sucesión Ecológica. In *Ecología Del Bosque Mediterráneo En Un Mundo Cambiante*, ed. F Valladares. Madrid, España, 37

ANEXOS



Anexo 1. Emergente de *O. grandiflora*



Anexo 2. Emergente de *V. triphyllum*



Anexo 3. Toma de medidas de crecimiento longitudinal: a. *O. grandiflora* b. *V. triphyllum*

Comparaciones	χ^2	<i>p</i>
Pastizal + No manipulado vs. Bosque + Manipulado	28.779	0.0000122
Pastizal + No manipulado vs. Borde + No manipulado	22.554	0.0000286
Pastizal + No manipulado vs. Bosque + No manipulado	22.348	0.0000296
Pastizal + No manipulado vs. Borde + Manipulado	18.297	0.000227
Pastizal + Manipulado vs. Bosque + Manipulado	15.717	0.000809
Pastizal + Manipulado vs. Borde + No manipulado	11.353	0.00751
Pastizal + Manipulado vs. Bosque + No manipulado	11.180	0.00742
Pastizal + Manipulado vs. Borde + Manipulado	8.293	0.0314

Anexo 4. Resultados de las comparaciones múltiples por pares que fueron estadísticamente significativos, para la emergencia de plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra ubicados en la localidad La Merced

Altura promedio (\pm E.S)												Factor de significancia	
Past + M + P	Past + M + NP	Past + NM + P	Past + NM + NP	Bord + M + P	Bord + M + NP	Bord + NM + P	Bord + NM + NP	Bosq + M + P	Bosq + M + NP	Bosq + NM + P	Bosq + NM + NP	F	<i>p</i>
2.92 \pm 0.56	4.50 \pm 0.00	1.90 \pm 0.00	3.44 \pm 0.39	3.65 \pm 0.18	3.68 \pm 0.29	2.80 \pm 0.35	2.50 \pm 0.23	2.78 \pm 0.12	3.20 \pm 0.28	2.58 \pm 0.43	3.131	0.008	

Anexo 5. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de *O. grandiflora* por tratamientos de siembra aplicados en la localidad La Merced y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)

Altura promedio (\pm E.S)												Factor de significancia	
Past + M + P	Past + M + NP	Past + NM + P	Past + NM + NP	Bord + M + P	Bord + M + NP	Bord + NM + P	Bord + NM + NP	Bosq + M + P	Bosq + M + NP	Bosq + NM + P	Bosq + NM + NP	F	<i>p</i>
3.51 \pm 0.24	2.83 \pm 0.18	3.19 \pm 0.28	3.02 \pm 0.31	3.78 \pm 0.27	3.70 \pm 0.26	3.13 \pm 0.20	4.35 \pm 0.31	3.48 \pm 0.27	3.65 \pm 0.30	4.34 \pm 0.33	4.12 \pm 0.42	2.984	0.001

Anexo 6. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de *V. triphyllum* por tratamientos de siembra aplicados en la localidad La Merced y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)

Comparaciones	χ^2	p
Borde + Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	27.000	0.0000134
Borde + Manipulado + Protegido vs. Borde + Manipulado + No Protegido	23.000	0.000105
Borde + Manipulado + Protegido vs. Borde + No Manipulado + No Protegido	20.717	0.000341
Bosque + Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	16.883	0.00250
Bosque + No Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	15.313	0.00563
Borde + Manipulado + Protegido vs. Bosque + Manipulado + No Protegido	13.903	0.0117
Pastizal + Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	13.235	0.0164
Borde + No Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	12.105	0.0292
Pastizal + No Manipulado + Protegido vs. Bosque + No Manipulado + No Protegido	12.000	0.0304
Borde + No Manipulado + No Protegido vs. Bosque + Manipulado + Protegido	11.467	0.0396
Borde + No Manipulado + No Protegido vs. Bosque + No Manipulado + Protegido	11.093	0.0474

Anexo 7. Resultados de las comparaciones múltiples por pares que fueron estadísticamente significativos, para la supervivencia de plántulas de *O. grandiflora* bajo diferentes tratamientos de siembra ubicados en la localidad Aguarongo

Altura promedio (\pm E.S)												Factor de significancia	
Past + M+P	Past + M+NP	Past + NM+P	Past + NM+NP	Bord + M+P	Bord + M+NP	Bord + NM+P	Bord + NM+NP	Bosq + M+P	Bosq + M+NP	Bosq + NM+P	Bosq + NM+NP	F	p
3.13 \pm 0.27	3.33 \pm 0.20	2.11 \pm 0.14	3.07 \pm 0.49	3.36 \pm 0.18		3.14 \pm 0.21	2.40 \pm 0.00	2.58 \pm 0.21	3.55 \pm 0.24	2.66 \pm 0.13		3.311	0.002

Anexo 8. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de *O. grandiflora* por tratamientos de siembra aplicados en la localidad Aguarongo y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)

Comparaciones	χ^2	p
Pastizal + no manipulado vs. Bosque + manipulado	42.703	0.00000000956
Pastizal + manipulado vs. Bosque + manipulado	42.525	0.00000000977
Borde + manipulado vs. Bosque + manipulado	21.885	0.0000376
Borde + no manipulado vs. Bosque + manipulado	21.029	0.0000543
Pastizal + no manipulado vs. Bosque + no manipulado	15.608	0.000857
Pastizal + manipulado vs. Bosque + no manipulado	15.528	0.000813
Bosque + manipulado vs. Bosque + no manipulado	8.946	0.0248

Anexo 9. Resultados de las comparaciones múltiples por pares que fueron estadísticamente significativos, para la emergencia de plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra ubicados en la localidad Aguarongo

Comparaciones	χ^2	p
Pastizal + Manipulado + No Protegido vs. Bosque + Manipulado + No Protegido	19.057	0.000698
Pastizal + Manipulado + No Protegido vs. Borde + No Manipulado + No Protegido	13.705	0.0115

Anexo 10. Resultados de las comparaciones múltiples por pares que fueron estadísticamente significativos para la supervivencia de plántulas de *V. triphyllum* bajo diferentes tratamientos de siembra directa en parcelas experimentales ubicados en la localidad Aguarongo

Altura promedio (\pm E.S)											Factor de significancia		
Past + M + P	Past + M + NP	Past + NM + P	Past + NM + NP	Bord + M + P	Bord + M + NP	Bord + NM + P	Bord + NM + NP	Bosq + M + P	Bosq + M + NP	Bosq + NM + P	Bosq + NM + NP	F	p
3.50 \pm 0.00		2.65 \pm 1.63		3.15 \pm 0.92	2.25 \pm 0.35	3.48 \pm 0.50	2.75 \pm 0.35	3.79 \pm 0.18	3.16 \pm 0.30	3.81 \pm 0.30	3.84 \pm 0.21	1.601	0.148

Anexo 11. Promedio de altura \pm ES de las plántulas de *V. triphyllum* por tratamientos de siembra aplicados en la localidad Aguarongo y significancia del ANOVA de una vía (one-way ANOVA)



Anexo 12. Unidad experimental de Pastizal anegada