



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Biología

Germinación de *Miconia aspergillar* y *Escallonia myrtilloides*  
en condiciones de vivero y sus implicaciones para la  
propagación

Trabajo de graduación previo a la obtención del título:  
Bióloga con mención en Ecología y Gestión

Autoras:

Sandra Janneth Guacán Alvarado

Tania Maritza Peñaloza Pauta

Director:

Antonio Crespo Ampudia

Cuenca - Ecuador

2024

**Dedicatoria**

*A la memoria de nuestras abuelitas,  
recordaremos sus enseñanzas  
cada día de nuestras vidas.*

### **Agradecimientos**

Nuestra más sincera gratitud al Dr. Antonio Crespo Ampudia, por su valiosa dirección y continuo apoyo que nos ha permitido culminar esta etapa académica y al maestrante Alberto Macancela por su aporte en este proyecto. Al equipo de biólogas del Laboratorio de Plantas Nativas, Marcela Sánchez y Dalma Orellana, por sus consejos y ayuda.

Agradezco a mis padres, maestros y guías en esta travesía. A nuestra familia y a Dios por la vida.

*Sandra*

De manera especial agradezco a mis padres Nelly y Raúl por toda su paciencia, su esfuerzo, por ser mi ejemplo y mi soporte.

Agradezco la oportunidad de compartir la existencia con grandes amigos, amigas y colegas:

Sandra Guacán, Jorge Albarracín, Fernando Villegas, Gabriela Cárdenas, John Macías,

Krupskaia Burgos, Marilyn Sanmartín, Cristina Peralta y Santiago Guerra gracias por creer en mí, gracias por ser mi familia.

*Tania*

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos .....	3
Índice de Figuras.....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
<b>CAPÍTULO I MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
Materiales.....	13
1.1.    Especies de estudio .....	13
1.1.1. <i>Miconia aspergillaris</i> (BonpL) Naudin .....	13
1.1.2. <i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.....	14
1.2.    Sitios de colección .....	16
Métodos.....	17
1.3.    Material vegetal .....	17
1.3.1.    Obtención.....	17
1.3.2.    Extracción .....	18
1.3.3.    Descripción morfológica.....	18
1.4.    Adecuación del área.....	19
1.4.1.    Preparación del sustrato .....	19
1.4.2.    Envases .....	19
1.4.3.    Siembra .....	19
1.4.4.    Labores de mantenimiento.....	19
1.5.    Diseño experimental .....	19
1.5.1.    Prueba de germinación en cajas Petri .....	19
1.5.2.    Métodos de propagación.....	20
1.5.3.    Registro de datos.....	21
1.5.4.    Análisis de datos .....	22
1.5.5.    Germinación.....	22
1.5.6.    Crecimiento.....	23
<b>CAPÍTULO II RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<i>Miconia aspergillaris</i> .....	24

1.6.	Descripción morfológica.....	24
1.7.	Análisis de germinación.....	24
	<i>Escallonia myrtilloides</i> .....	26
1.8.	Descripción morfológica.....	26
1.9.	Análisis de germinación.....	27
1.10.	Análisis de crecimiento.....	29
1.11.	Análisis de germinación en cajas Petri .....	30
1.11.1.	<i>M. aspergillaris</i> .....	30
1.11.2.	<i>E. myrtilloides</i> .....	31
	CAPÍTULO III DISCUSIONES.....	32
1.12.	Germinación.....	32
1.13.	Crecimiento.....	35
	Conclusiones .....	37
	Recomendaciones .....	38
	Referencias.....	39
	Anexos .....	43

## Índice de Figuras

Figura 1 Individuo de <i>Miconia aspergillaris</i> .....	14
Figura 2 Individuo de <i>Escallonia myrtilloides</i> .....	16
Figura 3 Mapa de ubicación de los sitios de colecta de semillas (Elaboración propia).....	17
Figura 4 Estado de colección de los frutos. a. bayas de <i>Miconia aspergillaris</i> b. cápsula de <i>Escallonia myrtilloides</i> .....	18
Figura 5 Distribución de factores y niveles de los métodos aplicados en la propagación. Nota. Se incluye las dimensiones del espacio de siembra en cm. ....	21
Figura 6 Distribución de tratamientos aplicados para cada especie. Cada método comprende 100 repeticiones .....	21
Figura 7a. Vista externa y corte sagital del fruto b. Extracción de semillas c. Tamaño a escala de <i>Miconia aspergillaris</i> .....	24
Figura 8 Estimaciones con el método de Kaplan Meier para la probabilidad de que las plántulas no emerjan en un periodo de 22 semanas bajo condiciones de vivero. ....	25
Figura 9 Ajuste de Bonferroni para probar el nivel de significancia entre métodos de la especie <i>Miconia aspergillaris</i> .....	26
Figura 10 a. Vista externa y corte sagital del fruto b. Extracción de semillas c. Tamaño a escala de <i>Escallonia myrtilloides</i> .....	26
Figura 11 Estimaciones por el método de Kaplan Meier para concertar la probabilidad de no germinación (o emergencia) en un periodo temporal de 17 semanas bajo condiciones de vivero. ....	28
Figura 12 Ajuste de Bonferroni para probar el nivel de significancia entre métodos de la especie <i>Escallonia myrtilloides</i> .....	28
Figura 13 Box plot del crecimiento de las plántulas (Altura en cm) en relación a cada método de propagación.....	30
Figura 14 Análisis de germinación en un período de tiempo de 40 días (aprox. 5 semanas) en un medio de caja Petri.....	30
Figura 15 Análisis de germinación en un período de 30 días (aprox. 4 semanas) en un medio de caja Petri.....	31

## Índice de Anexos

Anexo 1 Matriz de registro de germinación en cajas Petri 40 días en <i>M. aspergillaris</i> y de 30 días en <i>E. myrtilloides</i> .....	43
Anexo 2 Matriz de registro utilizada para el conteo de germinantes normales por número de cuadrante .....	43

## Resumen

El estudio analizó las respuestas de emergencia (germinación) y crecimiento (altura) de las especies *Miconia aspergillaris* y *Escallonia myrtilloides* con el objetivo de contribuir al desarrollo de un protocolo estandarizado de propagación en condiciones de vivero. Se discutió la influencia que ejerce la densidad de siembra y el envase empleado en el vivero. Se comparó entre cuatro tratamientos de propagación; se incluyeron siembras de tipo individual y agrupada combinadas en envases de tipo almácigo y funda. Se evaluó la germinación mediante el método Kaplan-Meier y una corrección de Bonferroni que contempla comparaciones múltiples, mientras que la altura (cm) fue representado en un Box Plot. Los resultados sugieren que, específicamente para estas especies, la densidad de siembra tiene un impacto significativo en el número de plántulas por contenedor, favoreciendo a las semillas agrupadas. La diferencia entre envases es mínima en este aspecto. Los datos de altura revelaron que esta variable responde a la presión de competencia intraespecífica por lo que envases con siembra individual obtuvieron plántulas de mayor altura.

Se recomienda que, para la propagación en viveros, es preferible utilizar fundas, por sus ventajas de transporte y optimización de procesos, además de optar por la siembra agrupada de semillas.

**Palabras clave:** Andes tropicales, propagación en viveros, arbustos nativos.

### **Abstract**

In this study we analyzed seedling emergence and growth responses of the shrubs *Miconia aspergillaris* and *Escallonia myrtilloides* to different seeding treatments in nursery conditions. We discussed the influence of seeding density (individual seeds, seed aggregates) and container type (seeding bed, poly bags) using four experimental treatments. Temporal patterns of seedling emergence were analyzed using Survival Analysis with the Kaplan-Meier method and Bonferroni corrected, multiple pairwise comparisons, as a post hoc test. Growth patterns are shown using Box Plot graphs. Our results suggest that when propagating our study species in nursery conditions, seed density has a significant and positive effect on seedling emergence but a negative effect on seedling growth. We recommend aggregate seeding directly onto poly bags as an optimal propagation method.

**Key words:** Tropical Andes, nursery propagation, native shrubs.

Guacán Alvarado Sandra Janneth

Peñaloza Pauta Tania Maritza

Trabajo de titulación

Crespo Ampudia Antonio PhD.

2024

Germinación de *Miconia aspergillaris* (Bonpl.) Naudin y *Escallonia myrtilloides*

L.f en condiciones de vivero y sus implicaciones para la propagación

### **Introducción**

La restauración de ecosistemas es una estrategia para revertir la deforestación y promover la conservación de la diversidad biológica. Las intervenciones de restauración funcionan bajo un enfoque de heterogeneidad del paisaje e implica la recuperación de especies forestales nativas mediante la siembra directa de semillas o el uso de plántulas producidas en viveros (Lamb et al., 2005; Brancalion & Chazdon, 2017).

La escasa difusión sobre el manejo de especies para su propagación resalta la necesidad de desarrollar técnicas que se enfoquen en especies nativas de los ecosistemas del Ecuador, con el fin de obtener plántulas de calidad y de una variedad adecuada de especies (Haase & Davis, 2017; Aguirre et al., 2002).

*Miconia aspergillaris* y *Escallonia myrtilloides* destacan como especies que cumplen servicios ecológicos en el ecosistema altoandino. Promueven la conservación de la biodiversidad al formar una red de interacciones con aves nectarívoras y frugívoras, roedores e insectos, además, participan en la captura de precipitación y controlan el avance de la erosión a través de su sistema radicular (Apolinario, 2018; Aguilar et al., 2020). Por ello, autores como Pretell et al., (1985) y Aguirre et al., (2002) coinciden en que son especies potenciales para la restauración de ecosistemas degradados y que se deben evaluar las limitaciones para su propagación.

*E. myrtilloides* y *M. aspergillaris* producen una gran cantidad de semillas con un potencial germinativo de 73% en 6 días y 83% en 25 días respectivamente (Crespo et al., 2017). La propagación de ambas especies está limitada por el crecimiento lento y la mortalidad al trasplante, debido a su fisiología, las semillas pequeñas al contener reservas limitadas de nutrientes producen plántulas pequeñas y frágiles, por ende, el tiempo en desarrollarse es amplio (Vargas et al., 2014; Pearson et al., 2002). La remoción del fruto forma interacciones planta/animal al crear un mecanismo de dispersión de semillas llamado zoocoria. En este se dispersan semillas por tres distintos mecanismos: sinzoocoria, epizoocoria y endozoocoria. El primero se produce un acarreo activo sin la necesidad de que el fruto sea digerido, en el segundo ocurre una dispersión accidental, los animales llevan semillas en su piel o pelaje, y la endozoocoria implica la digestión de las semillas y el depósito por medio de regurgitación o defecación (Howe & Smallwood, 1982). Bajo este contexto, al pasar por el tracto digestivo de un animal y ser defecada, las semillas de una baya de *M. aspergillaris* permanecerán juntas para formar un conglomerado de semillas, lo cual favorece a este tipo de dispersión (Corlett, 1998). Otras formas de dispersión son la anemocoria, donde el viento dispersa las semillas y la barocoria, donde el fruto cae por acción de la gravedad; ambos mecanismos son utilizados por *E. myrtilloides*, pero en el segundo caso, las semillas forman pequeños bancos alrededor de la planta madre (Besnier Romero, 1989).

En ambos casos se forma grupos de semillas con alta densidad y a pesar de que este proceso disminuye el porcentaje de germinación para evitar la competencia (McMurray et al., 1997) esto puede ser favorable en dos casos: cuando debido a la baja probabilidad de establecimiento se requiera un gran número de semillas para establecer al menos una con éxito y cuando las semillas están adaptadas para germinar juntas por su mecanismo de dispersión (Muro-

Pérez et al., 2013). Las semillas fisiológicamente adaptadas tienen una respuesta positiva al agrupamiento, retienen mejor la humedad que las semillas individuales y secretan sustancias que aumentan las tasas de germinación de otras semillas. Además, forman condiciones microclimáticas que reducen las fluctuaciones de temperatura y humedad (Singh et al., 2018). El espacio de crecimiento de una plántula influye en el establecimiento y crecimiento exitoso, puesto que hay que considerar las dimensiones, formación de sistema radical y los recursos disponibles en el vivero. En la fase producción el envase más apropiado para usar depende de los objetivos de estudio, sistemas de producción y hábito de crecimiento de la especie. Los envases influyen en características morfológicas y fisiológicas, e impactan en la cantidad de nutrientes y agua disponibles (Landis et al., 1990). El vivero de Plantas Nativas de la Universidad del Azuay usualmente emplea dos métodos: almácigo y fundas de polietileno, debido a las diferencias que puede presentar para el desarrollo es necesario establecer una comparación.

Se espera que este método de control de densidad contribuya a superar un déficit tecnológico al facilitar la producción masiva de plántulas de *Escallonia myrtilloides* y *Miconia aspergillaris* en sus primeras etapas de desarrollo.

Por lo que este trabajo evaluará la influencia del tipo de envase y el tipo de siembra sobre la emergencia de plántulas de *E. myrtilloides* y *M. aspergillaris* en condiciones de vivero. Con el fin de contribuir al desarrollo de un protocolo estandarizado de propagación masiva para las especies en condiciones de vivero.

## CAPÍTULO I MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

#### 1.1. Especies de estudio

De acuerdo a su distribución, las especies de este estudio son parte de las comunidades de bosques altoandinos de la sierra occidental de Sudamérica. *M. aspergillaris* está presente en los bosques de Colombia y Perú mientras que *E. myrtilloides* habita desde Costa Rica hasta Bolivia. En Ecuador, ambas especies comparten hábitat en la región natural del matorral húmedo montano, *Miconia aspergillaris* conforma las comunidades del páramo central y *Escallonia myrtilloides* es más frecuente en las comunidades del páramo del norte (Morello et al., 2013; Jiménez-Rivillas et al., 2018).

##### 1.1.1. *Miconia aspergillaris* (Bonpl.) Naudin

Según su clasificación taxonómica, pertenece al orden Myrtales, de la familia Melastomataceae, la subfamilia Melastomatoideae y la tribu Miconieae. El género *Miconia* es el más diverso de la familia Melastomataceae, cuenta con 1057 especies, distribuidas en los países del neotrópico (Goldenberg et al., 2008). En nuestro país Ulloa et al., (2012) reporta una ocurrencia de 250 especies del género, entre ellas *Miconia aspergillaris*.

Esta especie, comúnmente llamada “cerrag” o “sirac”, se distribuye en los andes de Ecuador y Perú a una altitud desde el nivel del mar hasta 4000 msnm (Goldenberg et al., 2013). Según su descripción botánica (Figura 1) es un arbusto pequeño de hábito leñoso que puede alcanzar de 3 a 4 m de altura y posee una copa irregular con ramas muy densas. Tiene hojas simples opuestas, elípticas, con margen dentado, base redondeada, haz verde brillante de superficie glabra o poco puberulenta, envés verde amarillento, pubescente con tres nervios

principales, lámina oblonga entre 1,5 - 3 cm de largo y 1 – 2 cm de ancho y pecíolos de 0,4 – 0,6 cm de longitud. Sus flores son bisexuales actinomorfas y se agrupan en panículas terminales de 2 a 7 cm de longitud, con bractéolas lineares, hipanto puberulento, cáliz persistente pubescente y corola compuesta por 5 pétalos suborbiculares. Su androceo está compuesto por 10 estambres con anteras de color amarillo que se abren mediante poros y su ovario es semiínfero provisto de un estilo alargado y un estigma capitado (Minga & Verdugo, 2016; Loyola Illescas, 2019). Su fruto es una baya carnosa de color rosado con un promedio de 62 semillas de 1 mm de largo y forma piramidal u ovoide (Jørgensen et al., 2006). Los frutos alcanzan su madurez cuando la baya tiene una coloración verdosa y un sabor dulce (Sánchez, 2017).



Figura 1 Individuo de *Miconia aspergillaris*

### 1.1.2. *Escallonia myrtilloides* L.f

Según su clasificación taxonómica, pertenece al orden Escalloniales, la familia Escalloniaceae y la tribu Escalloniae. Los autores Sede & Denham (2018) afirman que el género *Escallonia* es el más diverso de la familia, con 39 especies distribuidas por Sudamérica desde Costa Rica hasta Tierra de Fuego. Esta especie, comúnmente llamada “chachaco”, “chachacoma” o “cerotillo”, es característica de los páramos y subpáramos desde México hasta Chile, con mayor presencia en Ecuador, Perú y Colombia.

En nuestro país según Romoleroux & Freire-Fierro (2011) se han descrito cinco especies del género, entre ellas *Escallonia myrtilloides* con las variedades myrtilloides y patens.

Se distribuye a lo largo de la Sierra Central Ecuatoriana entre los 3400 y 3900 msnm de altura y es típica de laderas rocosas, áreas abiertas y partes bajas de páramos (Ordóñez et al., 2001; Romoleroux et al., 2016; Rueda Franco, 2019). Según su descripción botánica (Figura 2), es un árbol mediano o un arbusto que puede alcanzar una altura de hasta 15 m. Posee una copa plana e irregular y se lo reconoce por su ramificación en pisos sucesivos y su follaje denso (Hammel et al., 2004). Su fuste es recto con ramas numerosas curvadas hacia arriba y tiene una corteza fibrosa de color marrón o gris. Sus hojas son simples alternas con forma obovada, de textura coriácea y dispuestas en espirales sobre ramas cortas. Su lámina es ovada espatulada, de 1,4 - 2,6 cm de largo por 0,8 - 1,5 cm de ancho, con el margen serrulado-glandular y el ápice agudo u obtuso. Su haz es de color verde oscuro y su envés verde pálido con nervadura pinnatinervia (Lojan Idrobo, 2003; Minga & Verdugo, 2016). Flores solitarias de color verde o amarillo pálido, de 0,8 a 1 cm de largo, con forma acampanada y situadas en el extremo de las ramas. La corola tiene cinco pétalos y un estigma lobado y claviforme muy visible. El cáliz es pubescente y tiene cinco sépalos unidos. El fruto es una cápsula septicida de 10 mm de diámetro, de color verde amarillento cuando madura, con semillas pequeñas (Minga & Verdugo, 2016; Romoleroux et al., 2016). Según su historia natural, florece entre marzo y julio y fructifica entre abril y agosto (Caiza, 2011).



Figura 2 Individuo de *Escallonia myrtilloides*

### 1.2. Sitios de colección

Los frutos de *M. aspergillaris* se colectaron en “El Boquerón”, una localidad de la parroquia Turi (Figura 3) (latitud 2°57'03.8"S, longitud 79°00'02.5"W), a una altitud de 2700 a 3040 msnm; Los frutos de *E. myrtilloides* se colectaron en las orillas del Río Llaviucu (latitud 2°50'38.2"S, longitud 79°07'47.3"W) a una altitud de 3000 a 3240 msnm.

El Boquerón es un proyecto ecoturístico y arqueológico que se cataloga como área protegida municipal. Se ubica en las parroquias Turi, El Valle y Tarqui, y se administra de forma conjunta por los GADs parroquiales, que se encargan de su conservación. El sitio tiene un ecosistema montano alto con una temperatura promedio de 14°C y una topografía de relieves montañosos con suelo vertisol. Sus principales amenazas son la deforestación, los incendios forestales, el sobrepastoreo y la erosión de suelos. Tiene una vegetación densa asociada a especies como *Oreocallis grandiflora*, *Vallea stipularis*, *Podocarpus sprucei*, *Alnus acuminata*, *Juglans neotropica* y *Prunus serotina* (Jiménez-Rivas, 2020).

El sitio Llaviucu está fuera de los límites del Parque Nacional Cajas y se considera una zona con intervención por el pastoreo de ganado vacuno, senderos de recreación y construcciones residenciales cercanas. Tiene una topografía montañosa y suelos profundos de tipo Alfisol. Según

la clasificación de Sierra (1999) tiene un ecosistema de bosque siempreverde montano alto. Su clima es ecuatorial de alta montaña, con una temperatura promedio de 8°C y una precipitación anual de 1000 a 2000 mm La vegetación asociada en el margen del río está conformada por especies arbustivas y arbóreas: *Baccharis latifolia*, *Barnadesia arborea*, *Gynoxys sp.*, *Baccharis latifolia*, *Salvia corrugata*, *Salvia hirta* y *Fuchsia loxensis* (Barzallo et al., 2015).

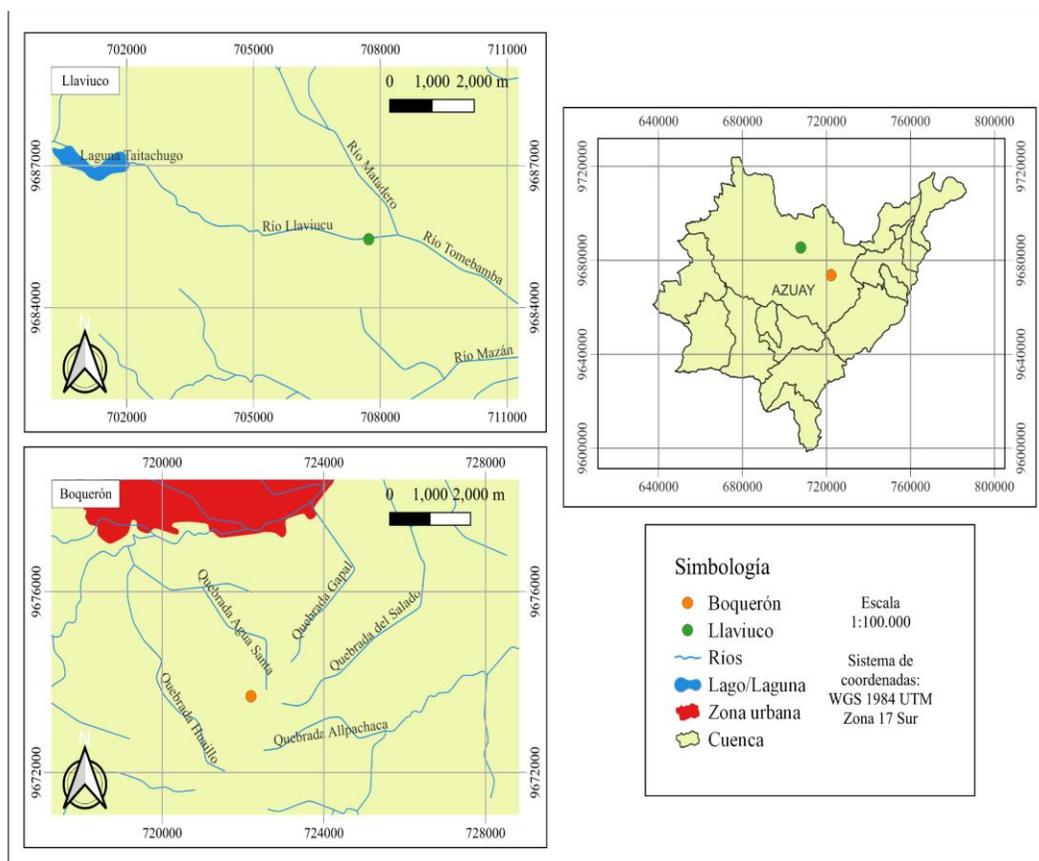


Figura 3 Mapa de ubicación de los sitios de colecta de semillas (Elaboración propia).

## Métodos

### 1.3. Material vegetal

#### 1.3.1. Obtención

Los frutos se colectaron entre julio y agosto de 2021. En cada localidad se identificaron 10 individuos de la población, separados por una distancia aproximada de 50 a 100 m. Se

escogieron frutos maduros a distintas alturas de la copa del árbol o arbusto. Para *M. aspergillaris* se consideraron maduros los frutos de color verdoso con leves líneas violetas, sabor dulce y semillas visibles a través del exocarpo (Figura 4a); Para *E. myrtilloides* se consideraron maduros los frutos de cápsula verde amarillenta con un tono ligeramente café en la base que se une al pedúnculo (Figura 4b). Los frutos se transportaron en bolsas de tela.



Figura 4 Estado de colección de los frutos. a. bayas de *Miconia aspergillaris* b. cápsula de *Escallonia myrtilloides*

### 1.3.2. Extracción

Para *M. aspergillaris* se seleccionó un fruto verde que se presionó ligeramente en la base de la baya y con un alfiler o una pinza se esparció la pulpa sobre papel absorbente. Una vez seca, las semillas se desprendieron con facilidad. Para *E. myrtilloides* las cápsulas se colocaron sobre hojas de papel a temperatura ambiente (17°C) para facilitar la separación interna de las semillas. Después de tres días, las semillas se liberaron al abrir las cápsulas por la fisura que se forma.

### 1.3.3. Descripción morfológica

Para la descripción del fruto se consideró el peso (mg), el largo (mm), el ancho (mm) y la forma según la literatura de la especie. En la medición de las semillas se consideró el peso (mg) y el largo (mm). Como parte de las pruebas de laboratorio para evaluar viabilidad se analizó el número de semillas por kilogramo con una balanza electrónica donde se mide el peso de 10 frutos distribuidos en 10 lotes de 20 semillas cada uno.

## **1.4. Adecuación del área**

### **1.4.1. Preparación del sustrato**

El sustrato de cultivo se compone de 55% de tierra negra, 25% de cascarilla de arroz, 15% de hojarasca y 5% de abono de chivo. Se almacena bajo una cubierta hasta su uso.

### **1.4.2. Envases**

El almácigo se diseñó a nivel del suelo con paredes de madera de 20 cm de altura. Para un buen drenaje el fondo tiene una capa de 5 cm de arena que separa el sustrato del terreno. Se mantiene un ambiente semicontrolado con una cubierta de sarán polisombra al 35% que protege de insectos, aves, lluvia y regula la luz solar. Las fundas de polietileno tienen una dimensión de 5x7 cm y agujeros de filtración laterales que evitan el encharcamiento. Como el almácigo, tienen una cubierta de sarán al 35%.

### **1.4.3. Siembra**

En el tipo individual se escoge al azar una semilla de una mezcla del contenido de 10 frutos. En el tipo de propagación agrupada se escoge un fruto al azar y se siembran todas sus semillas en el envase, sin desinfección previa.

### **1.4.4. Labores de mantenimiento**

Para el riego, se empleó una regadera manual y se complementó con el régimen de precipitación de los meses de estudio. Realizado en las primeras horas de la mañana o al ocaso. Con un día de por medio hasta la germinación de las semillas y con dos o tres días de por medio al desarrollar las primeras hojas. El deshierbe se realizó según fue necesario.

## **1.5. Diseño experimental**

### **1.5.1. Prueba de germinación en cajas Petri**

Como parte de la evaluación de calidad del lote se determinó el tiempo estimado de inicio de la germinación, el patrón de sincronía y el tiempo promedio de germinación al emplear el protocolo de Baskin & Baskin (2014). Se emplearon 100 semillas de cada especie, escogidas al azar de una submuestra. En el caso de *M. aspergillaris*, las semillas fueron desinfectadas con una solución de agua destilada y jabón neutro. Se enjuagaron hasta retirar el jabón por completo y se dividieron en 5 grupos de 20 semillas cada uno. Se sembraron en cajas Petri sobre papel absorbente. Con *E. myrtilloides* se siguió el mismo procedimiento sin el uso del papel absorbente. Se monitorean las cajas diariamente durante 30 días se registró el número de germinantes en una matriz (Anexo 1). El criterio para considerar la ocurrencia del evento fue la emergencia de la radícula con 1 mm de longitud. Se clasificaron en una tabla por tiempo y número de eventos ocurridos que fueron graficados por un análisis de supervivencia con el método Kaplan-Meier.

### **1.5.2. Métodos de propagación**

Se dispuso de cuatro tratamientos, distribuidos en los factores: tipo de siembra y envase, cada uno con dos niveles explicados en la Figura 5. Cada tratamiento tuvo 100 repeticiones. Para la siembra individual, se eligieron semillas al azar de una mezcla de 10 frutos. Para la siembra agrupada, se formó un manchón con un fruto (Figura 6). Los manchones tenían 62 semillas para *M. aspergillaris* y 1000 para *E. myrtilloides*.

A partir de su obtención las semillas de *M. aspergillaris* se procesaron en las 48 horas siguientes a la colecta. Las semillas de *E. myrtilloides* fueron procesadas al cuarto día. En ambos casos, las semillas no fueron desinfectadas con el fin de simular el medio natural.

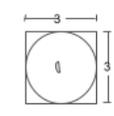
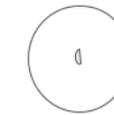
<b>001</b>	Agrupada en almácigo	Factores /Niveles	Tipo de siembra		
<b>002</b>	Agrupada en funda		Agrupada	Individual	
<b>003</b>	Individual en almácigo		Tipo de envase	Almácigo	
<b>004</b>	Individual en funda			Funda	

Figura 5 Distribución de factores y niveles de los métodos aplicados en la propagación. Nota. Se incluye las dimensiones del espacio de siembra en cm.

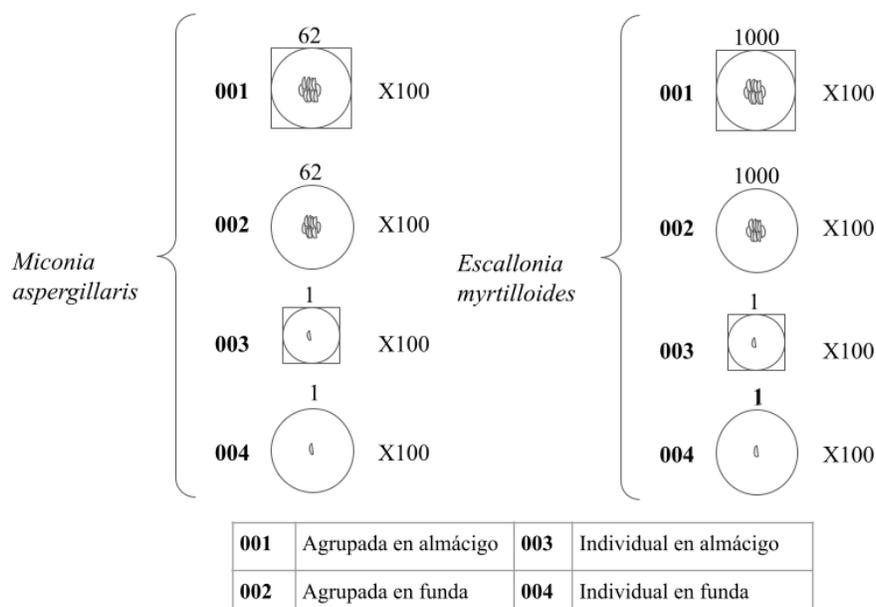


Figura 6 Distribución de tratamientos aplicados para cada especie. Cada método comprende 100 repeticiones

### 1.5.3. Registro de datos

Para la germinación diferenciada por métodos de siembra los datos fueron registrados diariamente por un período inicial de 9 semanas, no obstante, se decidió extenderlo a 22 semanas para *M. aspergillaris* y a 18 para *E. myrtilloides* (Anexo 2) Al final del monitoreo, se midió el

crecimiento de cada plántula, se registró su altura (cm) desde la base del tallo.

#### **1.5.4. Análisis de datos**

#### **1.5.5. Germinación**

Se empleó el término “emergencia” a la aparición de la plántula en la superficie del suelo (etapa final de la germinación) como indicativo para iniciar el conteo. Los datos se registraron con valores de 1 a los cuadrantes que tuvieron al menos una plántula emergente durante el período de observación, y con valor 0 a los que no, lo que indica que la semilla no germinó.

La emergencia de las plántulas se evaluó a través del método de Kaplan Meier con el uso del programa SigmaPlot (Systat Software GmbH, 2014). Este análisis no paramétrico estima el tiempo y la probabilidad de que un evento ocurra en un período de tiempo determinado, en este caso, la emergencia de plántulas. Distingue entre dos estados; cuando ocurre la emergencia se asigna 1, y si al final del experimento evento no ocurre, se asigna un 0 (Arribalzaga, 2007; McNair et al., 2012). En resumen, cuadrantes con semillas “no emergentes” tienen un valor de 0 y cuadrantes con al menos una semilla emergente tienen el valor de 1. Al finalizar se calcula el producto de las probabilidades de germinación en cualquier punto de tiempo. El resultado corresponde al porcentaje de no germinación y es representado gráficamente en curvas estratificadas por tratamiento de siembra.

Para establecer la homogeneidad en la que se distribuye la probabilidad de no germinación entre los tratamientos, se recurre a la prueba log Rank. Con esta prueba se determina si el valor de esta estadística resultante (Chi cuadrado) es mayor o menor a lo que se esperaría por casualidad. Si el valor estadístico es mayor, se concluye que las curvas de probabilidad difieren significativamente entre tratamientos en referencia a un valor de  $p$  dado (por ejemplo,  $p < 0.05$ ) (McNair et al., 2012). Finalmente, se aplicó un test post hoc de

comparación múltiple por pares con el método Bonferroni. Si bien la prueba muestra todas las comparaciones posibles, se toma en consideración los factores de tipo de envase y tipo de siembra para distinguir el efecto de los tratamientos sobre la germinación (Day & Quinn, 1989).

#### **1.5.6. Crecimiento**

Se tomó el parámetro de altura (cm) de cada plántula al completar 5 meses a partir de la siembra. Los datos de cada método se representaron en un Box plot graficado en el programa RStudio (R Foundation for Statistical Computing, 2021) para su interpretación.

## CAPÍTULO II RESULTADOS

### *Miconia aspergillaris*

#### 1.6. Descripción morfológica

El tamaño promedio de los frutos fue de 5 mm de largo, catalogados como baya por su forma redonda y carnosa (Figura 7a). Se contabilizó un promedio de 62 semillas por fruto (Figura 7b), con una forma piramidal cuyo tamaño promedio es de 1.3 mm (Figura 7c). Con respecto a su peso se obtienen aproximadamente 2597,7 semillas por gramo.

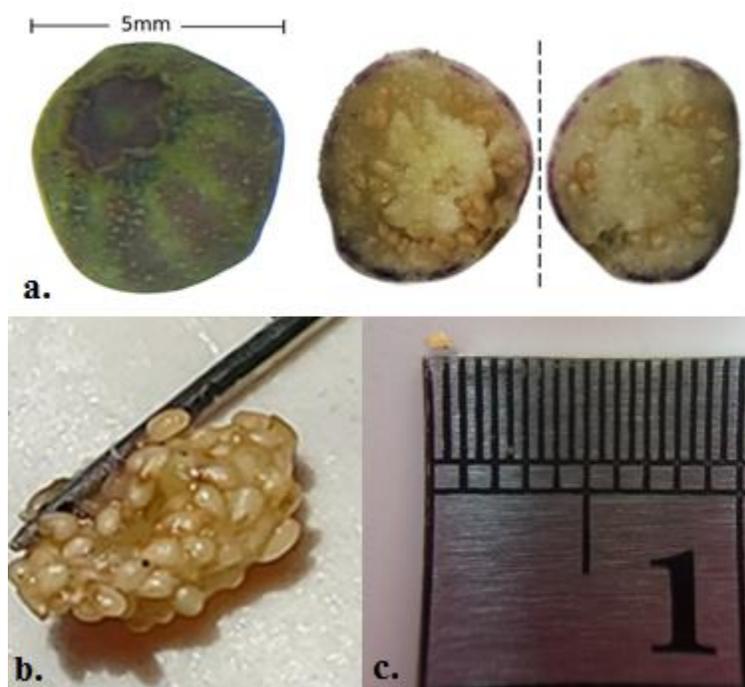


Figura 7a. Vista externa y corte sagital del fruto b. Extracción de semillas c. Tamaño a escala de *Miconia aspergillaris*

#### 1.7. Análisis de germinación

El test de log rank indica una diferencia estadísticamente significativa entre las curvas (p valor <0,001) por lo que el resultado es mayor a lo que se esperaría por casualidad. Entre las curvas se forman dos grupos que comparten tendencias similares en ciertos intervalos del tiempo de observación.

Según la Figura 8, la diferencia principal es el factor de tipo siembra por el que se agrupan los métodos almácigo y funda individual; comparten características en un inicio tardío (19-12) y una duración corta de cinco semanas (3-8) de la germinación, sin llegar a alcanzar el 50% de eventos de la población de la muestra. El método de siembra agrupada en funda tiene una probabilidad de germinación del 85%, inició en la semana 7, pico de germinación en la semana 9 y una duración más alta; con un  $t_{50}$  [95% CI.]: 10 [7,56; 12,44] semanas. Seguida del 70% de probabilidad de germinación del método de siembra agrupada en almácigo con un  $t_{50}$  [95%CI]: 18 [16,78;19,23] semanas. El ajuste de Bonferroni (Figura 9) estableció comparaciones entre los tratamientos, cada barra representa la diferencia en las medias, mientras que las líneas horizontales representan si se consideran estadísticamente significativas. Se observa una diferencia significativa entre los métodos, excepto entre almácigo y funda con siembra individual.

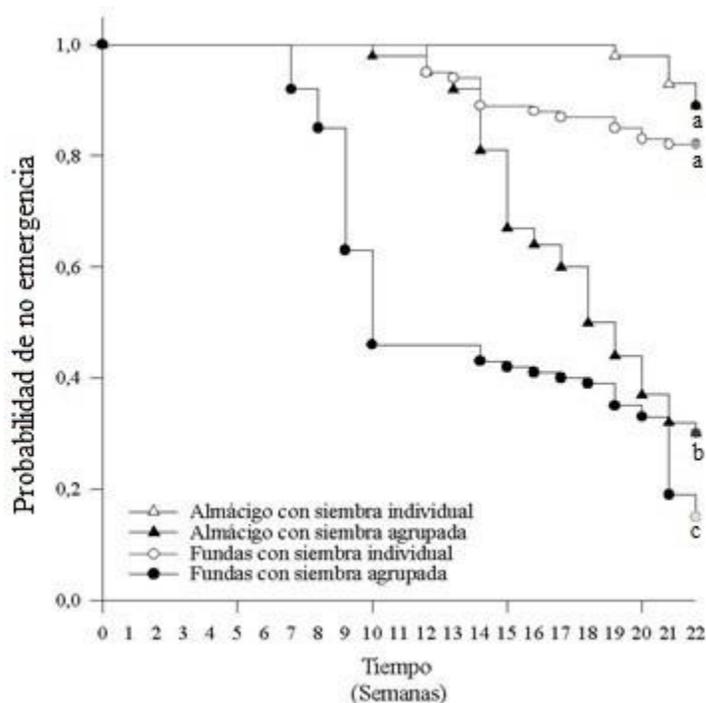


Figura 8 Estimaciones con el método de Kaplan Meier para la probabilidad de que las plántulas no emerjan en un periodo de 22 semanas bajo condiciones de vivero.

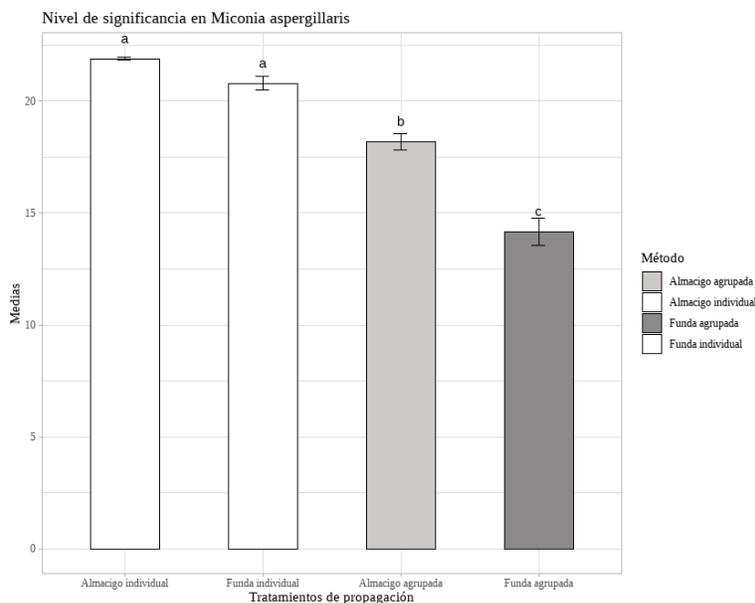


Figura 9 Ajuste de Bonferroni para probar el nivel de significancia entre métodos de la especie *Miconia aspergillaris*

### *Escallonia myrtilloides*

#### 1.8. Descripción morfológica

El tamaño promedio de los frutos fue de 20 mm de ancho x 15 mm de alto y características de cápsula septicida (Figura 10a). Se contabilizó un promedio de 1000 semillas (Figura 10b) por fruto con un tamaño promedio de 1 mm de largo (Figura 10c). Con respecto a su peso se consigue aproximadamente 17391,3 semillas por gramo.

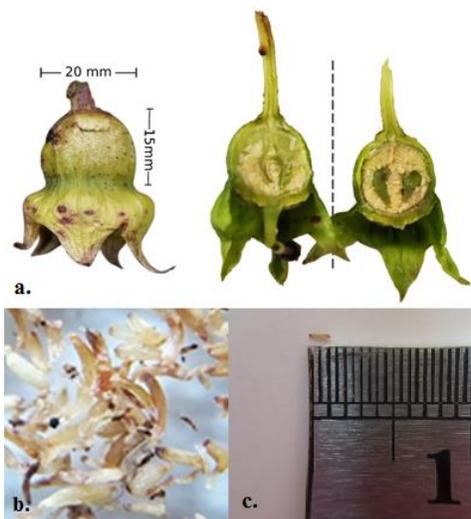


Figura 10 a. Vista externa y corte sagital del fruto b. Extracción de semillas c. Tamaño a escala

de *Escallonia myrtilloides*

### 1.9. Análisis de germinación

El test de log rank indica una diferencia estadísticamente significativa entre las curvas ( $p < 0,001$ ) por lo que el resultado es mayor a lo que se esperaría por casualidad. Según la Figura 11 los tiempos de emergencia se agrupan por intervalos, donde su longitud es determinada por la frecuencia de ocurrencia del evento. Las curvas se dividen en dos grupos, diferenciadas por el factor de tipo siembra que siguen un patrón similar. Los envases con siembra de tipo agrupada tienen una germinación temprana (1-17) con una duración de 12 y 16 semanas, mientras que los de siembra individual inician en la cuarta semana y concluyen después de cuatro y siete semanas de duración. El método de siembra agrupada en almácigo tiene una probabilidad del 95% de germinación, con un pico de germinación en las semanas 1, 3 y 7 con una duración de 12 semanas: un  $t_{50}$  [95% CI.]: 3 [2,52; 2,48] semanas. Seguida de la probabilidad de 91% de siembra agrupada en funda con un  $t_{50}$  [95% CI.]: 6 [5,15; 6,85] semanas. Después de aplicar el ajuste de Bonferroni se observa una diferencia significativa entre los tratamientos Figura 12, excepto entre almácigo y funda con siembra individual

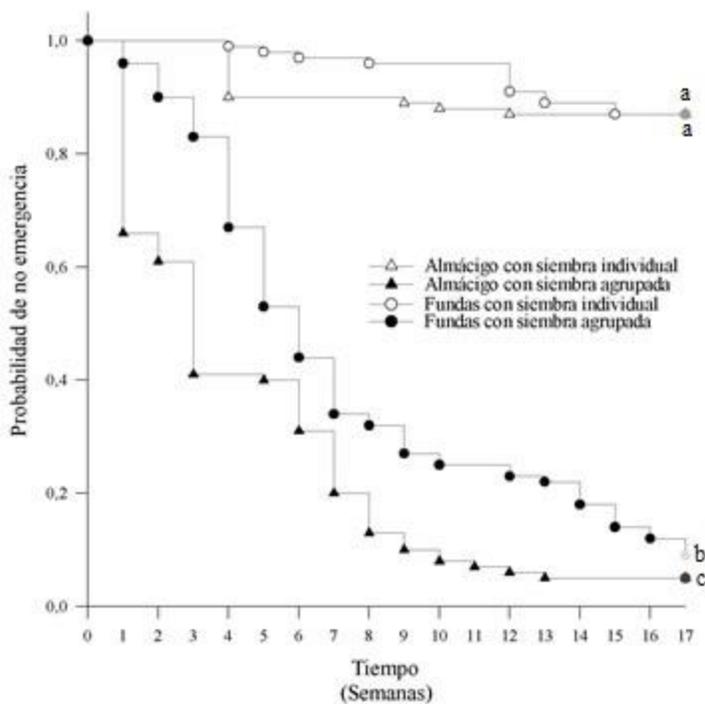


Figura 11 Estimaciones por el método de Kaplan Meier para concertar la probabilidad de no germinación (o emergencia) en un periodo temporal de 17 semanas bajo condiciones de vivero.

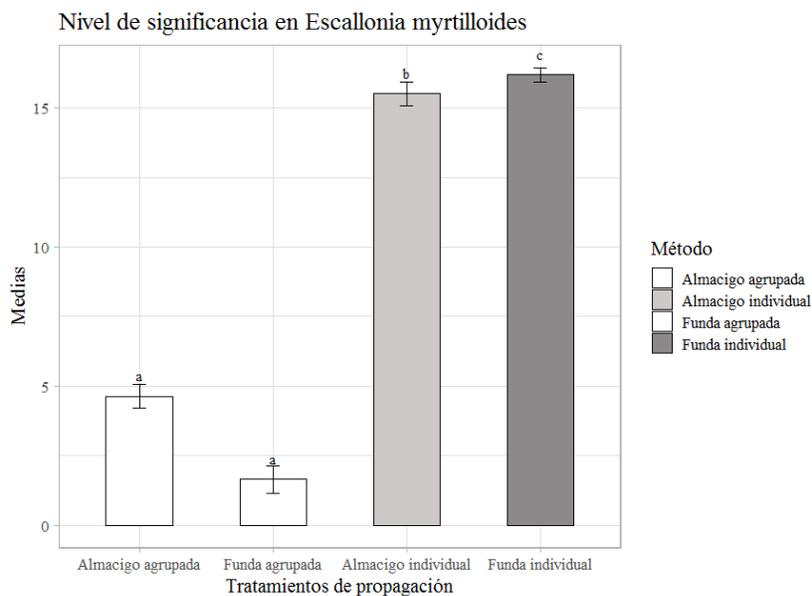


Figura 12 Ajuste de Bonferroni para probar el nivel de significancia entre métodos de la especie *Escallonia myrtilloides*

### 1.10. Análisis de crecimiento

Según la Figura 13 las medias de la variable de altura en la especie *E. myrtilloides* no mantienen un patrón a simple vista. En orden de mayor a menor, las plántulas correspondientes al método de almácigo con siembra individual posee la mediana más alta de 4.5 cm con una distribución asimétrica, el método de funda con siembra individual tiene una mediana es de 2.5 cm, la funda con siembra agrupada tiene una media de 0.98 cm, el almácigo con siembra agrupada tiene marca una mediana de 0.5 cm desplazada hacia un extremo lo que indica que los datos pueden estar sesgados además de un bigote superior extenso que denota la variabilidad de datos, y el método de funda con siembra agrupada con la mediana de 0,1 cm, su caja de bigotes posee valores atípicos por encima de la tendencia central lo que indica una posible distribución asimétrica.

Mientras que *M. aspergillaris* el patrón general de la media es simétrica respecto a su distribución, la variable tiene una simetría de aproximadamente de 0,5 cm entre los métodos, están ausentes los bigotes inferiores por lo que no se representa el valor mínimo posible. Los grupos almácigo con siembra agrupada de media 0.54 cm y funda con siembra agrupada de 0.89 cm comparten valores atípicos fuera del bigote superior, por lo que puede indicar un resultado sesgado. El método almácigo con siembra individual y media de 1 cm tiene cuartiles muy cercanos a la media lo que indica que los datos tienen una baja dispersión, además de los bigotes están ausentes por lo que no está marcado con valores extremos máximos o mínimos, finalmente el método funda con siembra individual marca una media de 0,5 cm con un tercer cuartil con un rango más amplio en comparación al primer cuartil, tiene un valor máximo de 5 cm según el bigote superior.

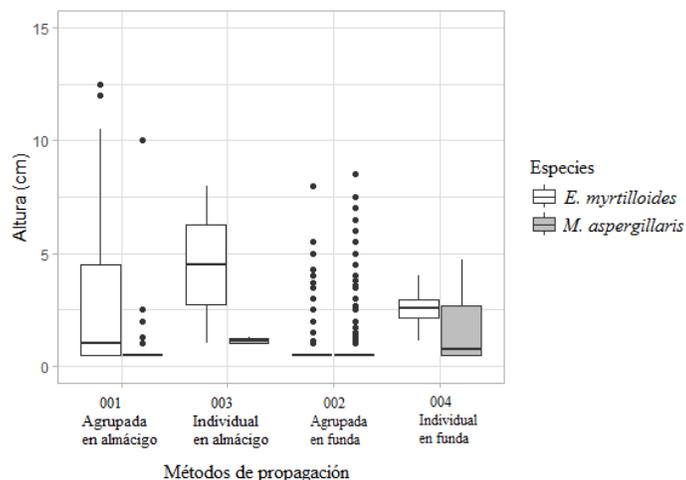


Figura 13 Box plot del crecimiento de las plántulas (Altura en cm) en relación a cada método de propagación

## 1.11. Análisis de germinación en cajas Petri

### 1.11.1. *M. aspergillaris*

El lote de semillas fue sometido a un control de cinco repeticiones con recuento de germinación diario. El tiempo estimado de inicio de germinación es de 20 días a partir del día de siembra. El tiempo promedio donde el lote alcanza el 50% de germinación es de 28 días. El porcentaje final alcanzado es del 75% lo que representa la probabilidad de germinación de una cohorte de 100 semillas.

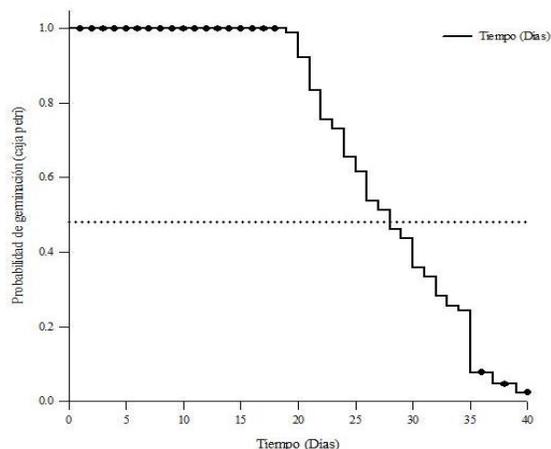


Figura 14 Análisis de germinación en un período de tiempo de 40 días (aprox. 5 semanas) en un medio de caja Petri.

### 1.11.2. *E. myrtilloides*

La ocurrencia de los eventos fue sometida a un control de cinco repeticiones con recuento diario. El tiempo estimado de inicio de germinación es en el día nueve y se extiende por 12 días, este alcanzó el 50% de la cohorte en el día 15. El porcentaje final alcanzado es de 83% lo que representa la probabilidad de germinación de una cohorte de 100 semillas.

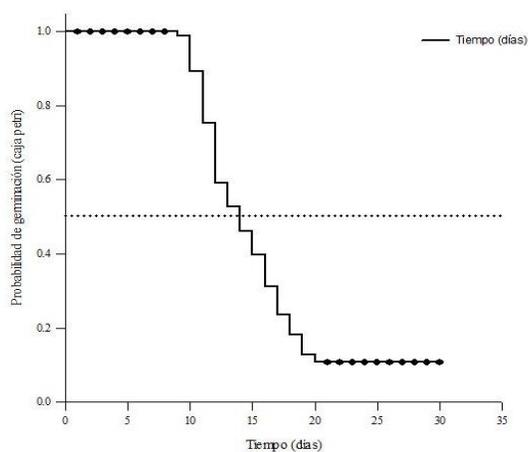


Figura 15 Análisis de germinación en un período de 30 días (aprox. 4 semanas) en un medio de caja Petri

## CAPÍTULO III DISCUSIONES

### 1.12. Germinación

En este estudio, basado en dos períodos simultáneos de monitoreo de 22 y 17 semanas, las especies *Miconia aspergillaris* y *Escallonia myrtilloides* mostraron una respuesta positiva a los métodos de siembra agrupada bajo condiciones de vivero. Se observaron porcentajes de probabilidad de emergencia del 85% y 95%, respectivamente. Estas cifras corresponden a la siembra agrupada en funda para *M. aspergillaris* y a la siembra agrupada en almácigo para *E. myrtilloides*. Estas respuestas pueden estar relacionadas con la influencia entre factores externos y fitohormonas, los cuales coordinan el crecimiento, desarrollo y respuestas adaptativas de las plantas en el proceso de la germinación.

Estos resultados probablemente se deban al tipo de envase escogido en el vivero. En este caso la siembra en almácigo y la funda de polietileno, más la siembra en grupos, permitieron la creación de un microclima favorable para la germinación. Según Reshi Gusta & Same (2021) el microclima alrededor de la planta, está delimitado aproximadamente a  $\pm 2m$  del ambiente circundante y al nivel del suelo, y se compone de cinco parámetros principales: radiación solar, temperatura, humedad relativa, luz y CO<sub>2</sub>, estos pueden variar dependiendo de la infraestructura en la cual las plantas se desarrollan.

Asimismo, estas condiciones externas tienen un impacto directo en la actividad metabólica, el rendimiento el crecimiento de la plántula, lo que significa que la elección del envase afecta las características morfológicas y fisiológicas, así como también la disponibilidad de agua y nutrientes (Landis et al., 1990; Santosh et al., 2017). En la producción de vivero Quiroz et al. (2009) recomiendan para especies de semilla pequeña que son propensas a la baja germinación y

crecimiento lento, se utilice un sistema de producción con contenedores de raíz cubierta, es decir, almácigo y funda; ambos mantienen dos características diferenciales: el tamaño, que permite definir la densidad, y la profundidad, que influye en la temperatura, evaporación y desarrollo de raíces. Según Singh Tiwari et al. (2022) y Malaker et al. (2008) el material del contenedor afecta la capacidad de las semillas a través del tiempo, por ejemplo, en la conservación de semillas, el polietileno incrementa significativamente la germinación; esto se debe a que interactúa menos con la atmósfera, reduciendo la tasa de respiración de las semillas y permite que absorban más humedad lo cual resulta en una alta tasa de viabilidad y posterior germinación.

En comparación, el volumen disponible para las raíces en funda de polietileno es pequeño, por lo que se aglutinan, tiene tendencia a la saturación y retiene la radiación, aumentando la temperatura en al menos 3°C, mientras que en almácigo el volumen es mayor con una profundidad mayor, por ende, existe el espacio necesario para que haya mayor desarrollo radicular, que a su vez tiene otras implicaciones como la toma de nutrientes y agua de zonas más profundas (Luna et al., 2009).

Entre contenedores la temperatura del sustrato influye en la germinación y la actividad de las raíces, asimismo, la radiación solar puede detener el crecimiento o afectar negativamente las tasas de crecimiento si disminuye, la luz influye en la cantidad de energía disponible y la concentración de CO<sub>2</sub> limita la fotosíntesis (relación con producción de biomasa), por ende, la productividad de las plantas aminora. Si bien no se evaluó la adición de polisombra al 35% esta pudo actuar como regulador de la intensidad dentro del microclima lo que pudo mejorar y homogenizar el crecimiento vegetativo y la calidad, como ya se ha mencionado, la radiación solar (cantidad de luz) es otro factor de importancia para la germinación y desarrollo de plantas (Quiroz et al., 2009; Santosh et al., 2017).

Las condiciones ambientales del microclima interactúan con las fitohormonas, Sappalani et al. (2021) las define como compuestos químicos producidos por la planta que interactúan entre sí para promover características específicas, regulan procesos y respuestas fisiológicas al exterior. Entre las principales fitohormonas se encuentran las giberelinas, ligadas al desarrollo de tejidos y elongación celular, en especial el ácido giberélico (GA3). El GA3 actúa en la regulación de la estimulación del crecimiento y el desarrollo al debilitar la cubierta de la semilla, lo que indica la expansión y modificación celular, promueve la germinación mediante la movilización de reservas del meristemo, incrementando así el potencial de crecimiento del embrión y dando inicio al crecimiento de los brotes, además, sincroniza la germinación al romper la latencia en las semillas y facilita cambios posteriores como la transición de hojas juveniles a adultas, todo ello influenciado por la interacción con la luz, agua y temperatura (Sappalani et al., 2021; Miransari & Smith, 2014) aunque no es el único factor influyente, el tamaño es una propiedad inherente de la semilla, que determina la duración de la fase de germinación (Baskin & Baskin, 2014) por lo que, en las semillas pequeñas se reduce la cantidad de almacenamiento de reserva pero no necesariamente la producción y concentración de las giberelinas. En la especie *M. aspergillaris* su germinación fue tardía en todos los métodos esto pudo estar ligado a la cantidad acumulada de nutrientes y al bloqueo del crecimiento del embrión antes de la maduración.

Como se planteó anteriormente la densidad de siembra agrupada en este estudio está asociada a los mecanismos de dispersión de las semillas por endozoocoria y barocoria en el medio natural (Howe & Smallwood, 1982; Besnier Romero, 1989). Dado que en ambas especies el método de siembra más favorable fue el de agrupamiento, el cual favorece la competencia entre las plántulas por recursos, lo que influye en la producción y distribución de fitohormonas, al relacionarlos con patrones de distribución espacial de las especies, podemos apreciar que, en el

caso de *M. aspergillaris*, un arbusto pequeño de hábito leñoso, existe una mayor probabilidad de agrupamiento en su hábitat a nivel de sotobosque lo que indicaría una denso-dependencia dentro de la dinámica del bosque (Montañez Valencia et al., 2010). Mientras tanto la distribución de *E. myrtilloides*, de hábito arbustivo con tendencia arborea de hasta 15m, forma parches de vegetación compactos y densos, sujetos a condiciones particulares con hábitats de suelos húmedos (Rueda Franco, 2019). Es importante destacar la tendencia del género *Miconia* a formar bancos de semillas persistentes en el suelo, según lo sugerido por Brooks et al. (2018) pueden necesitar manejo de ocho semanas hasta décadas.

Finalmente, cabe la posibilidad de que la cantidad de semillas fértiles por frutos puedan variar debido a una combinación de factores: la genética, las condiciones climáticas, la disponibilidad de recursos, interacciones biológicas o a la misma estrategia reproductiva de la especie, lo que pudo crear un sesgo en la cantidad de semillas germinadas (Miransari & Smith, 2014).

### **1.13. Crecimiento**

Se definió a partir de la altura promedio de las plántulas, el análisis de la gráfica box plot demuestra que la especie *E. myrtilloides* mantiene un crecimiento diferenciado entre tratamientos del factor de siembra mientras que las plántulas de *M. aspergillaris* mantuvieron un crecimiento homogéneo entre los tratamientos, es especial en el almácigo agrupado. En ambas especies se observa que el nivel de siembra agrupada muestra una altura más baja en comparación con el nivel de siembra individual. Esta diferencia es una consecuencia directa de la competencia intraespecífica, ya que los individuos de una misma especie, cuando están en una densidad de siembra alta y la disponibilidad de luz disminuye, su crecimiento se reduce. Si bien no se establece un vínculo directo, existe una tendencia general en ambas especies a que un menor número de plántulas esté asociado con una mayor altura, lo que según Luna et al. (2009) se

relaciona con las especies de hojas pequeñas la cuales sugiere pueden cultivarse en densidades mayores, ya que tienen la tendencia a ganar altura, este criterio morfológico está ligado con la biosíntesis de giberelinas que regulan la altura de las plantas (Taiz & Zeiger, 2007; Miransari & Smith, 2014).

## Conclusiones

El estudio concluyó que tanto para la siembra individual como agrupada de semillas de las especies *E. myrtilloides* y *M. aspergillaris* ejerce influencia en la emergencia (germinación), ya que se observa una variación en el número de contenedores con emergentes.

Además, se determinó que existe una correlación entre los contenedores de siembra: de almacigo y funda de polietileno, y la altura de las plántulas en las dos especies, debido a las condiciones microclimáticas, las cuales están relacionadas con la fisiología de las semillas influyendo en su germinación, desarrollo y crecimiento. Estos resultados resaltan la importancia de diferenciar contenedores durante el proceso de propagación en viveros, con el objetivo de influir en la emergencia de semillas y el crecimiento de plántulas de especies nativas.

Dentro de la propagación en vivero de especies nativas estos resultados contribuirán al desarrollo de un protocolo estandarizado para las especies *E. myrtilloides* y *M. aspergillaris* prioritarias para proyectos de restauración ecológica.

### Recomendaciones

- Para técnicas en vivero: usar fundas si se trabaja en vivero, ahorramos en tiempo de trasplante del almácigo a funda.
- Para un mejor desarrollo individual se recomienda ajustar la densidad de siembra, para este caso, por experiencias en el vivero, se recomienda sembrar un aproximado de 10 semillas de *Escallonia myrtilloides* y un aproximado de 15 semillas de *Miconia aspergillaris* en un área de 0,0149137 m<sup>2</sup> (correspondiente a una bolsa de polietileno de 5x7 cm). Y si es necesario un ajuste adicional considerando la tasa de germinación.
- Preferir la siembra de semillas agrupada, principalmente para *M. aspergillaris* ya sea que se opte por vivero o campo
- Para futuras investigaciones se recomienda incluir protocolos de desinfección, como, por ejemplo: un tratamiento pre germinativo con infusión de manzanilla, referido por Sánchez (2017) como inhibidor de hongos oportunistas y posterior inductor de germinación.

## Referencias

- Aguilar, M. G., Barnuevo, E., Nieto, A., Latta, S. C., & Tinoco, B. A. (2020). Relative abundance and microhabitat of four sympatric Antpittas in an interandean valley of southern Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 79–87.  
<https://www.researchgate.net/publication/346613390>
- Aguirre, N., Ordóñez, L., & Hofstede, R. (2002). *Comportamiento inicial de especies forestales plantadas en el páramo*.  
[https://www.researchgate.net/publication/260059128\\_COMPORTAMIENTO\\_INICIAL\\_DE\\_ESPECIES\\_FORESTALES\\_PLANTADAS\\_EN\\_EL\\_PARAMO](https://www.researchgate.net/publication/260059128_COMPORTAMIENTO_INICIAL_DE_ESPECIES_FORESTALES_PLANTADAS_EN_EL_PARAMO)
- Apolinario, K. (2018). *Avifauna asociada al bosque de Escallonia “chachacomo” en la localidad de Totorabamba del distrito de Vinchos, Huamanga, Ayacucho junio 2016 a mayo 2017*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Arribalzaga, E. B. (2007). Interpretación de las curvas de supervivencia. *Revista Chilena de Cirugía*, 59(1), 75–83. <https://doi.org/10.4067/S0718-40262007000100013>
- Barzallo, D., Bermeo, A., & Dávalos, J. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca*.
- Baskin, C., & Baskin, J. (2014). *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination* (Second).
- Besnier Romero, F. (1989). *Semillas: Biología y Tecnología*.
- Brancalion, P. H. S., & Chazdon, R. L. (2017). Beyond hectares: four principles to guide reforestation in the context of tropical forest and landscape restoration. *Restoration Ecology*, 25(4), 491–496. <https://doi.org/10.1111/rec.12519>
- Brooks, S. J., Easton, R. K., & Gough, K. L. (2018). *The effects of burial depth and water stress on Melastome weed seeds*.
- Caiza, E. (2011). *Estudio Dendrológico y Fenológico de cinco especies nativas en el bosque Leonan de Lluclud del Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Corlett, R. (1998). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) Region. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 73(4), 413–448.  
<https://doi.org/10.1017/s0006323198005234>
- Crespo, A., Inga, D., Pintado, K., M., Palacios, C., & Crespo, O. (2017). *Novel data on germination ecology of native Andean plants applied to restoration*.
- Day, R. W., & Quinn, G. P. (1989). Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. *Ecological Monographs*, 59(4), 433–463. <https://doi.org/10.2307/1943075>
- Goldenberg, R., Almeda, F., Caddah, M. K., Martins, A. B., Meirelles, J., Michelangeli, F. A., & Weiss, M. (2013). Nomenclator botanicus for the neotropical genus *Miconia* (Melastomataceae: Miconieae). *Phytotaxa*, 106(1).  
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.106.1.1>
- Goldenberg, R., Penneys, D. S., Almeda, F., Judd, W. S., & Michelangeli, F. A. (2008). Phylogeny of *Miconia* (Melastomataceae): Patterns of stamen diversification in a megadiverse neotropical genus. *International Journal of Plant Sciences*, 169(7), 963–979.  
<https://doi.org/10.1086/589697>
- Haase, D. L., & Davis, A. S. (2017). Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *REFORESTA*, 4, 69–93. <https://doi.org/10.21750/refor.4.06.45>

- Hammel, B., Grayum, M., Herrera, C., & Zamora, N. (2004). *MANUAL DE PLANTAS DE COSTA RICA. Volumen 1* (V. Hollowell, Ed.; 1st ed., Vol. 97). Monographs in Systematic Botany from The Missouri Botanical Garden.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. In *Ann Rev. Ecol. Syst* (Vol. 13). [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org)
- Jiménez-Rivas, R. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la parroquia Rural Turi, Cantón Cuenca, Provincia del Azuay*.
- Jiménez-Rivillas, C., García, J. J., Quijano-Abril, M. A., Daza, J. M., & Morrone, J. J. (2018). A new biogeographical regionalisation of the Páramo biogeographic province. *Australian Systematic Botany*, *31*(4), 296–310. <https://doi.org/10.1071/SB18008>
- Jørgensen, P. M., Ulloa, C., & Maldonado, C. (2006). Riqueza de plantas vasculares. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, *37*.
- Lamb, D., Erskine, P. D., & Parrotta, J. A. (2005). Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*, *310*. <https://doi.org/10.1126/science.1111773>
- Landis, T., Jacobs, D., Wilkinson, K., & Luna, T. (1990). Growing media. Containers: types and functions. In *The container tree nursery manual* (Vol. 2, pp. 1–39).
- Lojan Idrobo, L. (2003). *El Verdor de Los Andes Ecuatorianos: Realidades y Promesas*. Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal en los Andes del Ecuador.
- Loyola Illescas, J. (2019). *GUÍA DE FLORA: Bosque Protector Aguarongo* (Lady Pauta Chamorro & D. Rubio Contreras, Eds.; First). Universidad Politécnica Salesiana.
- Luna, T., Landis, T., & Dumroese, K. (2009). Containers. In *Nursery Manual for Native Plants* (Vol. 1, pp. 99–111).
- Malaker, P. K., Mian, I. H., Bhuiyan, K. A., Akanda, A. M., & Reza, M. M. A. (2008). EFFECT OF STORAGE CONTAINERS AND TIME ON SEED QUALITY OF WHEAT. *Bangladesh J. Agril. Res.*, *33*(3), 469–477.
- McMurray, M. H., Jenkins, S. H., & Longland, W. S. (1997). Effects of Seed Density on Germination and Establishment of a Native and an Introduced Grass Species Dispersed by Granivorous Rodents. *Source: The American Midland Naturalist*, *138*(2), 322–330. <http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/2426825><http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>
- McNair, J. N., Sunkara, A., & Frobish, D. (2012). How to analyse seed germination data using statistical time-to-event analysis: Non-parametric and semi-parametric methods. In *Seed Science Research* (Vol. 22, Issue 2, pp. 77–95). <https://doi.org/10.1017/S0960258511000547>
- Minga, D., & Verdugo, A. (2016). *Árboles y Arbustos de los ríos de Cuenca. Azuay, Ecuador*.
- Miransari, M., & Smith, D. L. (2014). Plant hormones and seed germination. In *Environmental and Experimental Botany* (Vol. 99, pp. 110–121). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>
- Montañez Valencia, C., Alfonso, R., Vásquez, E., Yuliet, C., Montoya, D., & Javier, Á. (2010). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, *63*(2), 5629–5638. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602016>
- Morello, S., Giussani, L. M., & Sede, S. M. (2013). Análisis preliminar de la variabilidad genética de *Escallonia alpina* y *E. rubra* (Escalloniaceae). *Darwiniana*, *1*(2), 227–236. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2013.12.555>
- Muro-Pérez, G., Jurado, E., Flores, J., & Sánchez-Salas, J. (2013). Efecto de la densidad de

- semillas en la germinación de tres especies del género *Astrophytum* (Cactaceae). *Gayana Bot*, 70(1), 26–30.
- Ordóñez, L., Aguirre, N., & Hofstede, Robert. (2001). *Sitios de recolección de semillas forestales andinas del Ecuador*. Ediciones Abya-Yala.
- Pearson, T. R. H., Burslem, D. F. R. P., Mullins, C. E., & Dalling, J. W. (2002). GERMINATION ECOLOGY OF NEOTROPICAL PIONEERS: INTERACTING EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND SEED SIZE. In 2798 *Ecology* (Vol. 83, Issue 10).
- Pretell, J., Ocaña, D., Jon, R., & Barahona, E. (1985). APUNTES SOBRE ALGUNAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA SIERRA PERUANA. In *Proyecto FAO/Holanda/INFUR*.
- Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). *VIVERO FORESTAL: PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS A RAÍZ CUBIERTA*. Centro Tecnológico de la Planta Forestal. INFOR.
- R Foundation for Statistical Computing. (2021). *RStudio: A language and environment for statistical computing* (4.3.2). <https://www.R-project.org/>
- Reshi Gusta, A., & Same, M. (2021). Micro Climate Modifications to Increase Growth and Production of Shrubs Pepper. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012027>
- Romoleroux, K., Cárate, D., Erler, R., & Navarrete, H. (2016). *Plantas vasculares de los Bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi* (Primera). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Romoleroux, K., & Freire-Fierro, A. (2011). ESCALLONIACEAE. In *Flora of Ecuador* (Vol. 73). Botanical Institute, Göteborg University.
- Rueda Franco, S. (2019). *Modelo de distribución de la especie Escallonia myrtilloides L.f.* Universidad Distrital Francisco José De Caldas.
- Sánchez, M. (2017). *Germinación de Axinaea merianiae (DC.) Triana y Miconia apergillararis (Bonpl.) Naudin, enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas*. Universidad del Azuay.
- Santosh, D. T., Tiwari, K. N., Singh, V. K., & Reddy, A. R. G. (2017). Micro Climate Control in Greenhouse. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 1730–1742. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.603.199>
- Sappalani, G. I., Cabahug, L. M., & Valleser, V. C. (2021). Impact of Gibberellic Acid and Organic Growth Media on Seed Germination and Seedling Development of Rubber (*Hevea brasiliensis*). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 9(2), 165–174. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.309296.385>
- Sede, S. M., & Denham, S. S. (2018). Taxonomic Revision of *Escallonia* (Escalloniaceae) in Argentina. *Systematic Botany*, 43(1), 364–396. <https://doi.org/10.1600/036364418X696932>
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental* (P. Mena, Ed.; Primera). INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.
- Singh, M. C., Singh, J. P., & Singh, K. G. (2018). Development of a microclimate model for prediction of temperatures inside a naturally ventilated greenhouse under cucumber crop in soilless media. *Computers and Electronics in Agriculture*, 154, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.044>
- Singh Tiwari, R. K., Chandra, K. K., Dubey, S., & Tripathi, S. (2022). Influence of Packaging Materials and Storage Conditions on Seed Germination Ability and Biochemical Changes in

- Some Medicinal Plants of Indian Forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5.  
<https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.868237>
- Systat Software GmbH. (2014). *SigmaPlot* (12.0).  
[http://www.systat.de/spw\\_installation\\_EN.html](http://www.systat.de/spw_installation_EN.html)
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2007). *Fisiología vegetal* (Vol. 2). Universitat Jauráe.
- Ulloa, C., Neill, D., & Dudek, O. (2012). A new species of *Miconia* (Melastomataceae, Miconieae) from the Ecuador-Peru border. *PhytoKeys*, 12(0), 35.  
<https://doi.org/10.3897/phytokeys.12.3027>
- Vargas, O., Melgarejo, L., Pérez-Martínez, L., Rodríguez, N., & Torres, J. (2014).  
*VARGAS\_et.al\_2014\_Semillas de plantas de páramo\_ ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica.*

### Anexos

Maspergillaris	Rep	semana 1							semana 2							semana 3							semana 4							semana 5						semana 6											
		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30	d31	d32	d33	d34	d35	d36	d37	d38	d39	d40						
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	1	0	1	1	0	3	0	0	0	2	0	1	3	0	1	0	0	0					
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	4	0	0	0	0						
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	1	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0					
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	0	2	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0					
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	2	3	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	7	6	2	6	3	6	2	4	2	6	2	4	2	6	2	4	2	1	13	0	2	0	1	0	75

Emyrtilloides	Rep	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22	d23	d24	d25	d26	d27	d28	d29	d30																		
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	1	1	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	0	0	0	0	0	0	1	9	13	15	6	6	6	8	7	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83

Anexo 1 Matriz de registro de germinación en cajas Petri 40 días en *M. aspergillaris* y de 30 días en *E. myrtilloides*

Días transcurridos:		21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	
Fecha de muestreo:		23/7	30/7	6/8	13/8	20/8	27/8	3/9	10/9	17/9	24/9	1/10	8/10	15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11	26/11	3/12	
Semana de muestreo:		SEM3	SEM4	SEM5	SEM6	SEM7	SEM8	SEM9	SEM10	SEM11	SEM12	SEM13	SEM14	SEM15	SEM16	SEM17	SEM18	SEM19	SEM20	SEM21	SEM22	
Modelo de siembra	Distribución	Fecha de siembra	REP	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN	GN
Almácigo	Agrupada	2/7/2021	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 2 Matriz de registro utilizada para el conteo de germinantes normales por número de cuadrante