



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Carrera de Biología

**Ecología de germinación de *morella pubescens* y
morella parvifolia en la provincia del Azuay**

Autor:

Ever Fernando Guamán Remache

Director:

Mgr. Mayra Catalina Jiménez Pesántez

Cuenca – Ecuador

2026

DEDICATORIA

A las 3 mujeres más importantes de mi vida, mi madre Elvia y mis hermanas Valeria y Sulenny, ellas me guiaron y apoyaron siempre, les estaré eternamente agradecido por confiar y creer en mí, todo lo que tengo y todo lo que soy se los debo a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad del Azuay por permitirme explorar la ciencia, a mi tutora y amiga Mgs. Mayra Jiménez por enseñarme con paciencia y ser un pilar de apoyo académico, a mis compañeros y más que nada a mis amigos Francisco y Jorge por siempre ver el lado bueno de las cosas y hacer que los días de universidad fueran inolvidables, a mi familia por siempre preocuparse por mí, a todos les estoy completamente agradecido.

RESUMEN:

La germinación de semillas constituye un proceso fundamental para la regeneración de ecosistemas y la propagación de especies nativas utilizadas en programas de restauración ecológica. En este estudio se evaluó el efecto de distintos tratamientos pregerminativos sobre la imbibición y germinación de semillas de *Morella pubescens* y *Morella parvifolia* recolectadas en la provincia del Azuay, Ecuador. Se aplicaron tratamientos con alcohol etílico en diferentes concentraciones, agua oxigenada, agua destilada y agua potable, con el objetivo de reducir la capa cerosa presente en los frutos y favorecer la absorción de agua. Las pruebas de imbibición evidenciaron incrementos de masa en ambas especies, especialmente en los tratamientos con agua oxigenada y agua destilada. En *Morella pubescens*, estos tratamientos también promovieron la germinación, alcanzando porcentajes finales de 35 % y 46,7 %, respectivamente, lo que sugiere la presencia de dormancia física asociada a barreras externas del fruto. En contraste, *Morella parvifolia* no presentó germinación, posiblemente debido a mecanismos de dormancia fisiológica o a la inmadurez de las semillas recolectadas. Además, el estudio permitió caracterizar aspectos físicos y fenológicos de ambas especies, identificando diferencias en sus épocas óptimas de colecta y estados de maduración. Los resultados aportan información relevante para el desarrollo de protocolos de propagación y conservación de especies nativas altoandinas.

Palabras clave: dormancia, imbibición, tratamientos pregerminativos, germinación, restauración ecológica, semillas andinas, *Morella pubescens*, *Morella parvifolia*

ABSTRACT:

Seed germination is a fundamental process for ecosystem regeneration and the propagation of native species used in ecological restoration programs. This study evaluated the effect of different pre-germination treatments on the imbibition and germination of *Morella pubescens* and *Morella parvifolia* seeds collected in Azuay Province, Ecuador. Treatments included different concentrations of ethyl alcohol, hydrogen peroxide, distilled water, and tap water, with the aim of reducing the waxy layer

surrounding the fruits and enhancing water absorption. Imbibition tests showed increases in seed mass in both species, particularly in the hydrogen peroxide and distilled water treatments. In *Morella pubescens*, these treatments also promoted germination, reaching final germination percentages of 35% and 46.7%, respectively, suggesting the presence of physical dormancy associated with external barriers of the fruit. In contrast, *Morella parvifolia* showed no germination, possibly due to physiological dormancy mechanisms or seed immaturity at the time of collection. In addition, the study allowed the characterization of physical and phenological traits of both species, identifying differences in optimal collection periods and fruit maturation stages. These findings provide relevant information for the development of propagation and conservation protocols for native high-Andean species.

Keywords: dormancy, imbibition, pre-germination treatments, germination, ecological restoration, Andean seeds, *Morella pubescens*, *Morella parvifolia*.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	Objetivos	3
2.1	Objetivo general.....	3
2.2	Objetivos específicos	3
3	METODOLOGÍA	4
3.1	Área de estudio	4
3.2	Colecta de semillas	5
3.3	Fase de laboratorio.....	7
3.4	Análisis de datos	8
4	RESULTADOS	10
4.1	Caracterización de la semilla de <i>Morella pubescens</i>	10
4.2	Prueba de imbibición de <i>Morella pubescens</i>	11
4.3	Interpretación estadística.	11
4.4	Germinación.....	12
4.5	Caracterización de la semilla de <i>Morella parvifolia</i>	13
4.6	Prueba de imbibición de <i>Morella parvifolia</i>	14
4.7	Interpretación estadística.	15

4.8	Germinación.....	15
5	DISCUSIÓN.....	17
6	CONCLUSIONES	21
7	RECOMENDACIONES	22
8	BIBLIOGRAFÍA.....	23
9	ANEXO.....	26

Tablas

Tabla 1.	Caracterización de sitios de muestreo	4
Tabla 2.	Solventes utilizados en los tratamientos pregerminativos y los tiempos de inmersión de las semillas	8
Tabla 3.	Respuesta germinativa de <i>Morella pubescens</i> bajo tratamientos pregerminativos	10
Tabla 4.	Incremento de masa de semillas de <i>Morella pubescens</i> durante 24 horas de imbibición	10
Tabla 5.	Descripción de <i>Morella pubescens</i>	12
Tabla 6.	Incremento de masa de semillas de <i>Morella parvifolia</i> durante 24 horas de imbibición	13
Tabla 7.	Descripción de <i>Morella parvifolia</i>	14

Figuras

Figura 1. Sitio de colecta de semillas de <i>Morella pubescens</i> en Ictocruz, Cuenca – Azuay	5
Figura 2. Sitio de colecta de semillas de <i>Morella parvifolia</i> en La Paz, Nabón – Azuay	6
Figura 3. Curva de imbibición de <i>Morella pubescens</i>	11
Figura 4. Curva de imbibición de <i>Morella parvifolia</i>	13

1 INTRODUCCIÓN

La germinación de semillas constituye una fase crítica en el ciclo de vida de las plantas, determina el establecimiento de nuevas plántulas, la dinámica poblacional y la regeneración natural de los ecosistemas. Este proceso implica la activación metabólica del embrión y el crecimiento de la plántula cuando las condiciones ambientales son favorables. Factores como la disponibilidad de agua, la temperatura, la luz, el oxígeno y las características fisiológicas propias de la semilla influyen directamente en la capacidad germinativa de cada especie (Bewley et al., 2013). En el contexto de la restauración ecológica, el conocimiento de estos factores resulta esencial, ya que permite optimizar la propagación de especies nativas en viveros forestales y mejorar el éxito de programas de reforestación y recuperación de ecosistemas degradados (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993).

La germinación de muchas especies vegetales se encuentra condicionada por la presencia de mecanismos de dormancia o latencia de las semillas. La dormancia es un estado fisiológico en el cual las semillas permanecen viables pero incapaces de germinar incluso bajo condiciones aparentemente favorables (Baskin & Baskin, 2014). Este fenómeno constituye una estrategia adaptativa que permite a las plantas sincronizar la germinación con condiciones ambientales adecuadas para la supervivencia de las plántulas, evitando la germinación en momentos desfavorables del ciclo climático (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). Existen diversos tipos de dormancia, entre ellos la dormancia fisiológica, física y morfológica, que pueden estar asociadas a la impermeabilidad de las cubiertas seminales, a inhibidores químicos o a requerimientos específicos de temperatura y humedad para activar la germinación (Baskin & Baskin, 2014).

En ecosistemas tropicales y montanos, particularmente en regiones andinas, la dormancia de semillas representa uno de los principales desafíos para la propagación de especies nativas. Diversos estudios han demostrado que muchas especies de bosques montanos presentan bajas tasas de germinación debido a estructuras protectoras de los

frutos o a barreras fisiológicas que limitan la imbibición de agua y el desarrollo del embrión (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993; Baskin & Baskin, 2014). A pesar de la importancia de estas especies en la dinámica de los ecosistemas, aún existe una limitada cantidad de investigaciones sobre sus requerimientos germinativos, lo que dificulta el desarrollo de protocolos eficientes para su propagación y utilización en proyectos de restauración ecológica.

El género *Morella* (familia Myricaceae), presenta una distribución amplia en los Andes sudamericanos. Diversas especies de este género forman parte importante de la vegetación de bosques montanos y ecosistemas de transición hacia el páramo. En el sur del Ecuador, especies como *Morella pubescens* y *Morella parvifolia*, conocidas comúnmente como laurel de cera, se distribuyen principalmente entre los 2000 y 3400 m.s.n.m., formando parte de comunidades vegetales características de los bosques altoandinos (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2015). Estas especies suelen establecerse en zonas de transición entre bosques montanos y páramos, donde las condiciones ambientales se caracterizan por bajas temperaturas, alta humedad y suelos con baja disponibilidad de nutrientes.

Una de las características ecológicas más relevantes del género *Morella* es su capacidad para formar asociaciones simbióticas con bacterias actinomicetes del género *Frankia*, las cuales permiten la fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Este proceso contribuye al enriquecimiento del suelo con nitrógeno disponible, favoreciendo el establecimiento de otras especies vegetales y acelerando los procesos de sucesión ecológica en ambientes degradados (Walker, 1990; Benson & Silvester, 1993). Debido a esta capacidad, las especies de *Morella* son consideradas especies facilitadoras en ecosistemas altoandinos, que promueven la recuperación de la fertilidad del suelo y facilitan la regeneración de comunidades vegetales en etapas tempranas de sucesión ecológica (Pérez et al., 2017).

A pesar de su importancia ecológica y su potencial para proyectos de restauración, la propagación de especies del género *Morella* presenta diversas dificultades relacionadas con la germinación de sus semillas. Los frutos de estas especies poseen una capa cerosa característica que puede actuar como una barrera física que limita la absorción de agua y

reduce la germinación (Castro & Ayala, 2011). La presencia de compuestos lipídicos o inhibidores químicos en el pericarpo puede contribuir a la dormancia de las semillas, lo que hace necesario aplicar tratamientos pregerminativos que permitan eliminar o reducir estas barreras (Baskin & Baskin, 2014).

Debido a estas limitaciones, el desarrollo de protocolos de germinación adecuados para especies nativas como *Morella pubescens* y *Morella parvifolia* resulta fundamental para mejorar su propagación en viveros forestales y su posterior utilización en programas de restauración ecológica. La generación de conocimiento sobre los tratamientos pregerminativos más eficientes, particularmente aquellos orientados a la eliminación de la cera presente en los frutos, puede contribuir significativamente a incrementar las tasas de germinación y a facilitar la producción de plantas en condiciones controladas.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas de *M. pubescens* y *M. parvifolia*, con el propósito de identificar métodos eficientes que favorezcan su propagación y contribuyan a programas de conservación y restauración ecológica.

2.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos sobre el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas de *M. pubescens* y *M. parvifolia* bajo condiciones controladas de laboratorio.

Identificar los tratamientos pregerminativos más efectivos para optimizar la germinación de *M. pubescens* y *M. parvifolia*, y generar recomendaciones para su propagación y manejo en programas de vivero y restauración ecológica.

3 METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

Se seleccionaron dos sitios, Ictocruz y El Gullán ubicados al sur y norte del Azuay respectivamente, se encuentran a una altitud entre 2500 m s.n.m. a 3000 m s.n.m, con base a los siguientes criterios: 1) la distribución natural de las especies objetivo, asegurando que la recolección se realice dentro de sus hábitats originales y no en poblaciones introducidas o manejadas artificialmente; 2) la representatividad geográfica y ecológica de las poblaciones, buscando que las muestras por especie sean de similares altitudes y condiciones ecológicas entre sí, para obtener un lote de semillas en similares condiciones genéticas posibles y; 3) la accesibilidad y estado del hábitat, evitando áreas degradadas o alteradas que puedan comprometer la calidad genética o fisiológica de los frutos recolectados (Di Sacco et al., 2020).

La provincia del Azuay muestra una notable variabilidad climática, con temperaturas promedio que varían entre 18°C y 24 °C, también una gran diversidad de suelos debido a su relieve montañoso y condiciones climáticas andinas. Según la clasificación *Soil Taxonomy*, en el sector de Ictocruz (Cuenca) predominan suelos de tipo Andisol e Inceptisol, mientras que en La Paz (cantón Nabón) se encuentran principalmente Inceptisoles y Entisoles, asociados a pendientes pronunciadas y a un desarrollo edáfico incipiente (PRONAREG–MAG–ORSTOM, 1984; Carrasco, 2014).

En el área de Ictocruz (Figura 1) predominan formaciones de bosque montano andino y zonas de transición hacia páramo, donde la vegetación se compone de especies arbóreas y arbustivas adaptadas a condiciones de alta humedad, bajas temperaturas y suelos de origen volcánico. Entre las especies más representativas se encuentran árboles y arbustos de géneros como *Morella*, *Weinmannia*, *Escallonia* y *Gynoxys*, así como una abundante cobertura de herbáceas y gramíneas altoandinas (Sierra, 1999; MAE, 2013). Por su parte, en el sector de La Paz, cantón Nabón (Figura 2), la vegetación corresponde principalmente a matorral seco interandino y remanentes de bosque montano, caracterizados por una menor precipitación y mayor estacionalidad climática. En estas zonas predominan especies arbustivas y herbáceas adaptadas a condiciones más secas,

junto con fragmentos de vegetación nativa que forman parte de los ecosistemas interandinos del sur del Ecuador (Sierra, 1999; MAE, 2013).

Figura 1.

Sitio de colecta de semillas de Morella pubescens en Ictocuz, Cuenca – Azuay.

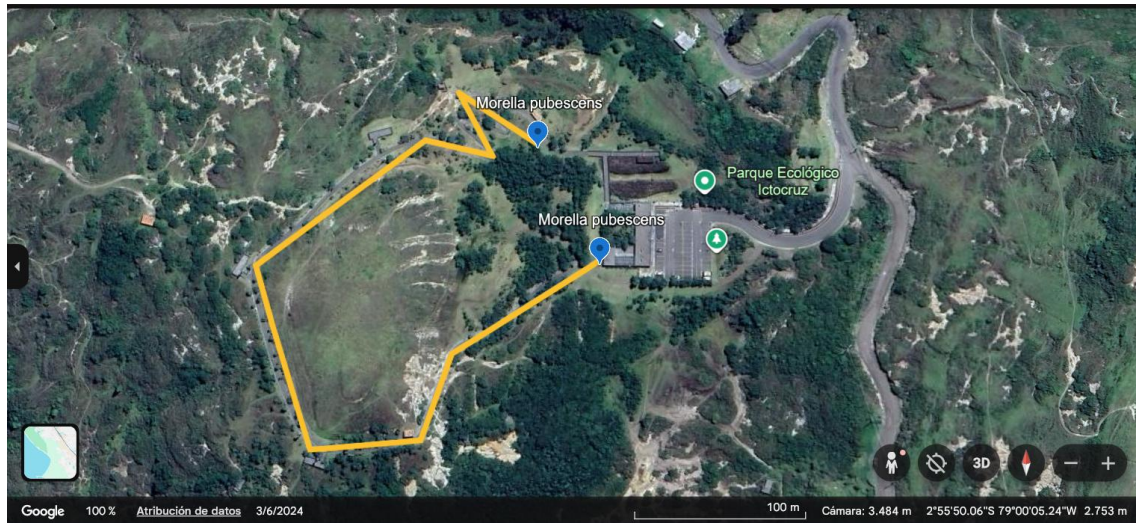
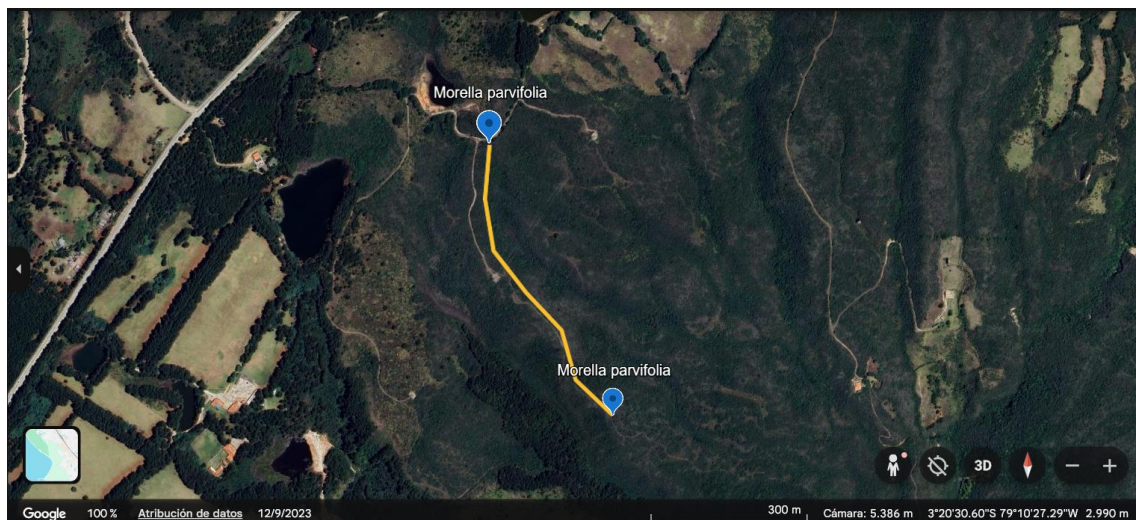


Figura 2.

Sitio de colecta de semillas de Morella parvifolia en La paz, Nabón – Azuay.



3.2 Colecta de semillas

La colecta de semillas se realizó mediante un muestreo dirigido, el cual consistió en la búsqueda activa de individuos de *M. pubescens* y *M. parvifolia* dentro de sus hábitats naturales, seleccionando aquellos que presentaban frutos visibles y accesibles. Este tipo de muestreo permitió focalizar el esfuerzo en las especies de interés y asegurar la obtención de material vegetal adecuado para el estudio.

En el caso de *Morella pubescens*, los individuos mostraban abundancia de frutos y los que fueron recolectados presentaban características asociadas a estados avanzados de desarrollo, evidenciadas por una coloración externa grisácea-blanquecina. Al ser frotados, estos frutos mostraban una pigmentación interna morada intensa y desprendían un olor característico a cera, lo que sugiere la presencia de una capa cerosa bien desarrollada. Los frutos se encontraban firmemente adheridos a las ramas y en condiciones aparentemente adecuadas para su procesamiento en laboratorio.

Por otro lado, la mayoría de individuos de *Morella parvifolia* mantenían escasos frutos de coloración café oscuro, las cuales al frotarlas liberaban un aroma característico y un tinte amarillento intenso y estos fueron los que se tomaron en cuenta para la colecta. Los demás frutos presentaban una coloración verde intensa, con tonalidades blanquecinas-verdosas al ser manipulados, además de un olor aromático distinto. Estas características sugieren que los individuos presentaban una maduración asincrónica, ya que mostraban frutos maduros y frutos inmaduros que se traduciría a un ciclo de maduración parcial o de frutos precoces. Los frutos maduros que fueron colectados se localizaron a una altura aproximada de 0.5 m sobre el suelo, en individuos con abundante ramificación.

En ambos casos se realizó una colecta manual de los frutos que fueron extraídos de 10 plantas madre a lo largo de un transecto de 500 metros con una separación de 50 metros entre individuos.

3.3 Fase de laboratorio

Una vez en el laboratorio, el material vegetal fue sometido a un proceso de acondicionamiento previo, que consistió en el secado de los frutos a temperatura ambiente durante 24 horas, en un ambiente seco y con adecuada circulación de aire, con el fin de homogenizar las condiciones iniciales antes de la aplicación de los tratamientos. Basados en referencias bibliográfica (Baskin 2006) se aplicaron pruebas de imbibición a 50 semillas de cada especie confirmar la presencia de dormancia física en las semillas, así se evaluó el proceso de imbibición durante 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 y 24 horas, este proceso también se aplicó con los tratamientos pregerminativos.

Para la aplicación de los tratamientos pregerminativos, se utilizaron distintos solventes con el objetivo de eliminar o reducir la capa cerosa presente en los frutos, la cual puede actuar como una barrera para la absorción de agua. De los 500 frutos recolectados por especie (*Morella pubescens* y *Morella parvifolia*), se asignaron de 60 a 70 frutos a cada tratamiento: alcohol etílico al 96 %, 70 % y 50 %, agua oxigenada (3 %), agua destilada y agua potable, garantizando una distribución equitativa entre ensayos y sobre todo aprovechar al máximo las muestras colectadas (Tabla 1). En todos los tratamientos, las semillas permanecieron sumergidas durante 24 horas, excepto en el tratamiento con agua potable, donde la inmersión se extendió a tres días, con el fin de evaluar efectos de exposición prolongada.

Una vez finalizado el tiempo de inmersión correspondiente a cada tratamiento, las semillas fueron retiradas y lavadas cuidadosamente con agua destilada para eliminar residuos de las soluciones empleadas. Posteriormente, fueron colocadas en las cajas Petri para el seguimiento del proceso de imbibición.

Durante todo el periodo experimental, las semillas fueron monitoreadas diariamente para registrar cambios físicos visibles asociados al proceso de hidratación y posible inicio de germinación. En este proceso no se registraron replicas ya había escases de material de trabajo, ya que las semillas de *M. parvifolia* eran limitadas por su bajo muestreo debido a una maduración asincrónica.

Tabla 1.

Solventes utilizados en los tratamientos pre germinativos y los tiempos de inmersión de las semillas.

Solvente	Concentración
Agua destilada	-
Agua potable	-
Agua oxigenada	3%
Alcohol	96%
Alcohol	72%
Alcohol	50%

Para caracterizar las semillas se tomaron varios aspectos fenológicos como: peso de las semillas, diámetro, estado de maduración, época de colecta de frutos, coloración de los frutos, características físicas de los frutos. Se usaron 40 semillas de cada especie para la caracterización, de esta manera se podrá obtener un promedio.

3.4 Análisis de datos

La caracterización de las semillas se realizó en el Herbario de la Universidad del Azuay, esto generará información sobre épocas de colecta y etapas de maduración de los frutos. los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos pregerminativos sobre la imbibición y germinación de semillas de *Morella pubescens* y *Morella parvifolia*.

Para los patrones de imbibición se calcularon los incrementos porcentuales de masa de las semillas a lo largo del tiempo, permitiendo describir la capacidad de absorción de agua bajo cada tratamiento pre germinativo. Estas pruebas son para demostrar que tipo de dormancia poseen las semillas, esperando que se compruebe una dormancia física que se refiere a que es causada por barreras externas. Los resultados comparan visualmente las tendencias de absorción entre tratamientos.

Además, se emplearon estimaciones de Kaplan-Meier para describir la dinámica temporal de la germinación y la probabilidad de permanencia sin germinar de las semillas a lo largo del período experimental. Aparte, esencialmente se usaron descripciones estadísticas básicas para analizar el porcentaje de germinación.

En cuanto a la germinación, se registró diariamente la emergencia de la radícula durante un período de 60 días, considerando este evento como indicador del inicio de la germinación. A partir de estos registros se determinaron el porcentaje final de germinación, el tiempo de inicio de emergencia, la duración del período germinativo y la aparición de cotiledones en las plántulas desarrolladas.

Inicialmente se consideró la aplicación de un análisis de varianza (ANOVA) para comparar estadísticamente los tratamientos pregerminativos. Sin embargo, este análisis no fue aplicado debido a la ausencia de réplicas experimentales independientes, ya que cada tratamiento estuvo representado por una sola unidad experimental (una caja Petri con 60 semillas). Debido a la falta de material de campo. Por esta razón, los datos fueron interpretados principalmente mediante análisis descriptivos y estimaciones temporales de germinación.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización de la semilla de *Morella pubescens*.

Se procedió a tomar datos de todas las características de la semilla y de los frutos desde un punto de vista físico. Este proceso ayuda a regularizar los patrones óptimos de las semillas viables.

Tabla 2

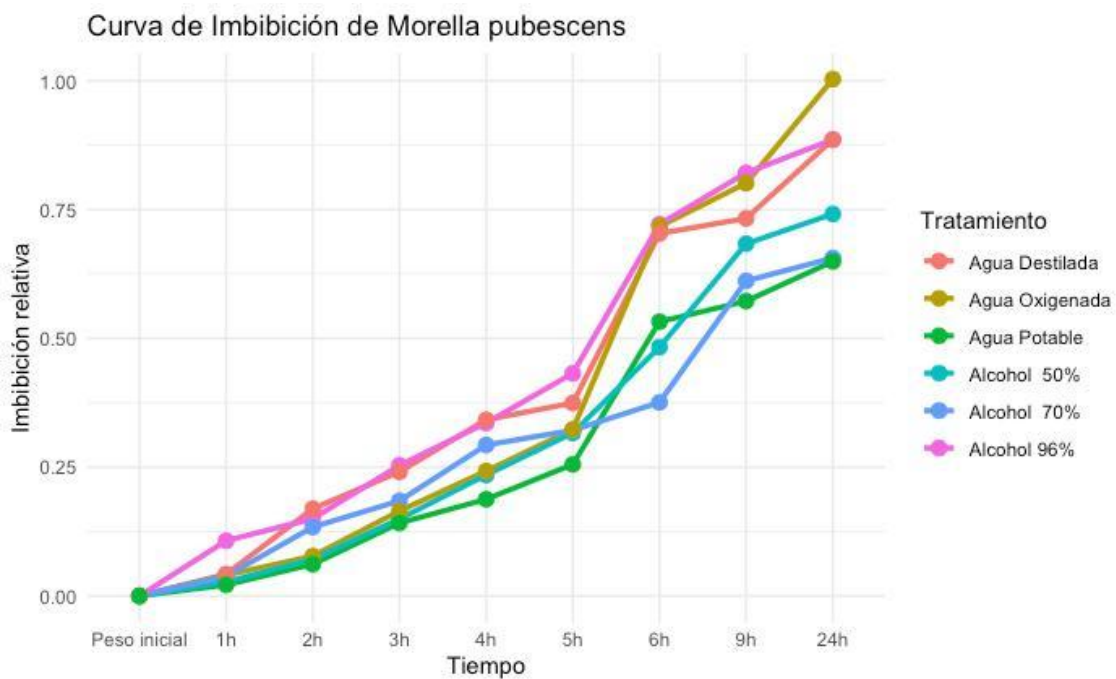
Caracterización de la semilla de Morella pubescens

Carácterísticas	Descripción
Semilla	Las semillas presentaron forma redonda y textura rugosa. El tamaño osciló entre 0.30 mm y 0.54 mm de diámetro, mientras que el peso registrado varió entre 0.035 g y 0.041 g por semilla.
Época de colecta	La colecta se realizó en enero de 2026, período en el cual los frutos presentaron características claras de madurez fisiológica. Externamente, los frutos mostraron una coloración grisácea-oscuro y, al ser frotados, liberaban una tonalidad morada intensa junto con una textura cerosa característica. Con base en las observaciones de campo, se sugiere que la época óptima de colecta para <i>Morella pubescens</i> comprende desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero, periodo en el cual las semillas presentan un mayor grado de maduración y condiciones adecuadas para estudios de germinación y propagación.
Características de la semilla	Las semillas maduras presentaron una coloración gris oscuro y superficie rugosa, cubierta parcialmente por una capa cerosa proveniente del fruto. Esta cera constituye una característica típica del género <i>Morella</i> y podría cumplir funciones ecológicas relacionadas con la protección contra pérdida de humedad, radiación y ataque de microorganismos. Además, la textura rugosa observada en el endocarpo posiblemente favorece la retención de humedad durante las fases iniciales de imbibición.

4.2 Prueba de imbibición de *Morella pubescens*.

La curva de imbibición de *Morella pubescens* mostró un incremento progresivo de masa en todos los tratamientos pregerminativos, lo que evidencia una importante capacidad de absorción de agua por parte de las semillas. Los mayores incrementos se registraron en los tratamientos con agua oxigenada y agua destilada, los cuales coincidieron además con los únicos tratamientos que lograron inducir germinación.

Figura 3
Curva de imbibición.



Los diferentes procesos pregerminativos mostraron gran actividad de absorción de agua, demostrando que ayudan a la eliminación parcial de los compuestos físicos que impiden la fácil imbibición.

4.3 Interpretación estadística.

Estas curvas demuestran que en efecto existe una dormancia física la cual los tratamientos pregerminativos ayudan a superar mediante los procesos de escarificación con solventes, esos tratamientos son necesarios para que el agua sea absorbida en mayor porcentaje por la semilla, ayudando a procesos de germinación más tempranos. Esto evita

por completo la idea de realizar procesos de estratificación ya que no es una dormancia fisiológica al germinar luego de remociones físicas.

Tabla 3

Incremento de masa de semillas de Morella pubescens durante 24 horas de imbibición.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final 24 h (g)	Incremento (%)
Alcohol 96 %	0,0280	0,0528	88,57
Alcohol 70 %	0,0314	0,0520	65,61
Alcohol 50 %	0,0294	0,0512	74,15
Agua oxigenada	0,0297	0,0595	100,34
Agua destilada	0,0307	0,0579	88,60
Agua potable	0,0325	0,0536	64,92

Dentro de estos análisis se ve reflejado que los tratamientos más exitosos en la remoción de características físicas del fruto son el Alcohol 96%, el agua oxigenada y el agua destilada, dando como resultado mayor porcentaje de absorción de masa por semilla.

4.4 Germinación

Como resultado, los tratamientos con agua oxigenada y agua destilada fueron los únicos que presentaron actividad germinativa en semillas de *Morella pubescens*. El tratamiento con agua oxigenada mostró la emergencia de las primeras radículas a partir del día 20 después de la siembra. La germinación se mantuvo constante con la emergencia de una a dos semillas por día hasta el día 37, momento en el cual cesó completamente la actividad germinativa. Al finalizar el período experimental de 60 días se registraron 21 semillas germinadas, equivalentes al 35 % del total sembrado. Ver tabla 3.

El tratamiento con agua destilada presentó el inicio de germinación a partir del día 23 y mantuvo la emergencia de radículas hasta el día 42. En este tratamiento germinaron 28 semillas de un total de 60, correspondientes al 46,7 % de germinación final.

La emergencia de cotiledones se registró a partir del día 25 en el tratamiento con agua oxigenada y del día 26 en agua destilada. Todas las plántulas desarrolladas durante

el experimento mostraron características morfológicas normales, sin evidencias de deformaciones o anomalías visibles.

Tabla 4

Respuesta germinativa de Morella pubescens bajo tratamientos pregerminativos

Tratamiento	Inicio de emergencia radicular	Fin de germinación	Germinación final (%)	Número de germinadas	Inicio de cotiledones	Estado de plántulas
Agua oxigenada	Día 20	Día 37	35 %	21/60	Día 25	Plántulas normales
Agua destilada	Día 23	Día 42	46,7 %	28/60	Día 26	Plántulas normales

Los dos únicos tratamientos que presentaron germinación y cotiledones

4.5 Caracterización de la semilla de *Morella parvifolia*.

Para estos resultados al igual que *M. pubescens* los datos fueron tomados desde un punto de vista físico, siendo más meticulosos ya que en este caso las semillas presentaban dificultades para ser diferenciadas entre maduras e inmaduras, además de describir la época en la que se realizó la colecta y como se encontraban los individuos en el campo.

Tabla 5

Caracterización de la semilla de Morella parvifolia.

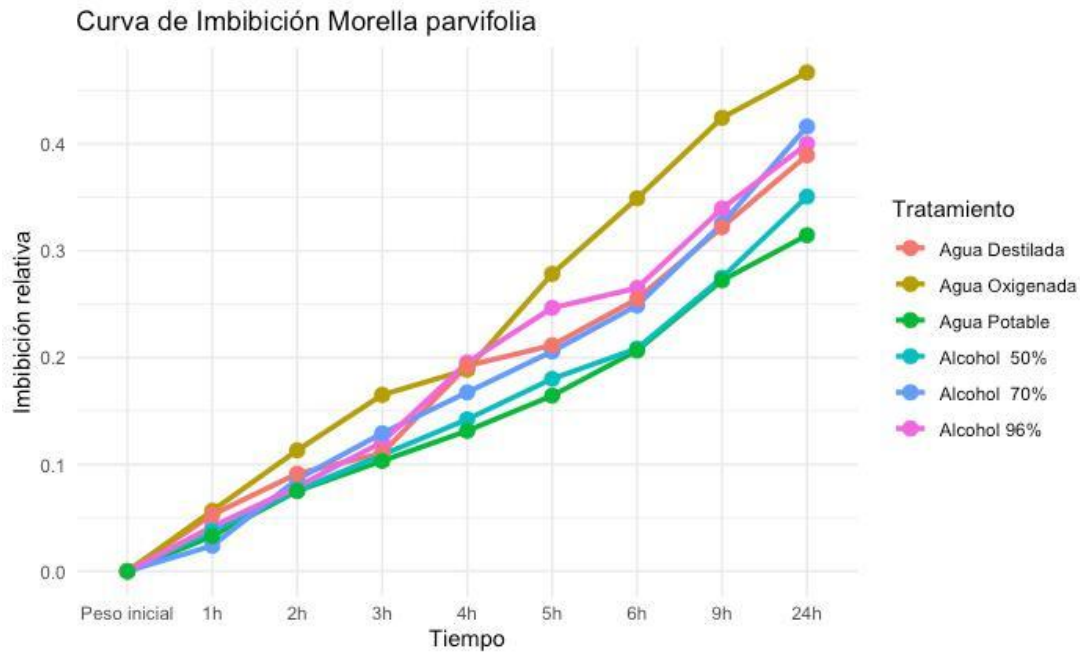
Característica	Descripción
Semilla	Las semillas presentaron una forma pequeña y rugosa. El tamaño osciló entre 0.21 mm y 0.32 mm, mientras que el peso registrado varió entre 0.020 g y 0.034 g por semilla.

Característica	Descripción
Época de colecta	La colecta se realizó en enero de 2026; sin embargo, al parecer los individuos se encontraban en una etapa de maduración temprana o maduración asincrónica ya que la mayoría presentaba frutos de color verde intenso y pocos frutos de color café oscuro los cuales indicaban su maduración, por ende, no se obtuvo gran material de campo. Se sugiere que la época óptima de colecta para esta especie podría encontrarse entre mediados de febrero y abril, periodo en el cual todos los frutos probablemente alcancen estados de madurez más avanzados.
Características de la semilla	Las semillas presentan textura rugosa y coloración café oscuro cubierta por una capa cerosa característica del género que al frotarla el fruto entre los dedos libera una coloración amarilla-verdosa intensa acompañada de un olor aromático. Estas características sugieren la presencia de compuestos lipídicos y cerosos asociados a mecanismos de protección frente a condiciones ambientales secas y alta radiación presentes en ecosistemas interandinos.

4.6 Prueba de imbibición de *Morella parvifolia*.

La curva de imbibición de *Morella parvifolia* evidenció incrementos moderados de masa fresca en todos los tratamientos pregerminativos, especialmente en el tratamiento con agua oxigenada, lo que demuestra que las semillas fueron capaces de absorber agua después de la aplicación de los solventes. Esto sugiere que los tratamientos pregerminativos contribuyeron a reducir parcialmente el efecto de la capa cerosa característica del fruto, favoreciendo la imbibición

Figura 4
Curva de imbibición.



4.7 Interpretación estadística.

Los mayores incrementos de masa fresca se observaron en el tratamiento con agua oxigenada, mientras que los tratamientos con alcohol etílico y agua potable presentaron menores niveles de imbibición.

Tabla 6

Incremento de masa de semillas de Morella parvifolia durante 24 horas de imbibición.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final 24 h (g)	Incremento (%)
Alcohol 96 %	0,0215	0,0301	40,00
Alcohol 70 %	0,0209	0,0296	41,63
Alcohol 50 %	0,0211	0,0285	35,07
Agua oxigenada	0,0212	0,0311	46,70
Agua destilada	0,0208	0,0289	38,94
Agua potable	0,0213	0,0280	31,46

Los resultados reflejan una baja absorción de agua, en comparación con *M. pubescens*. Se podría deducir que las semillas están bajo una dormancia fisiológica.

4.8 Germinación.

Ninguno de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Morella parvifolia* presentó emergencia de radículas o desarrollo de cotiledones durante el período experimental de 60 días. La ausencia total de germinación podría estar asociada a mecanismos de dormancia fisiológica o a un posible estado de madurez inconcluso de las semillas recolectadas.

5 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron evaluar el efecto de distintos tratamientos pregerminativos sobre la imbibición y germinación de semillas de *Morella pubescens* y *Morella parvifolia*, aportando información relevante sobre los posibles mecanismos de dormancia presentes en ambas especies y sobre sus características fenológicas y fisiológicas. La aplicación de tratamientos orientados a remover o reducir la capa cerosa de los frutos permitió observar diferencias importantes entre las especies tanto en la absorción de agua como en la respuesta germinativa.

En *Morella pubescens*, las pruebas de imbibición mostraron incrementos elevados de masa en todos los tratamientos, especialmente en agua oxigenada, agua destilada y alcohol al 96 %, lo que evidencia que las semillas fueron capaces de absorber agua después de la aplicación de los solventes. Los tratamientos pregerminativos probablemente favorecieron la remoción parcial de la capa cerosa característica del fruto, permitiendo una mayor permeabilidad y facilitando el ingreso de agua hacia el embrión. Este comportamiento coincide con lo descrito por Baskin y Baskin (2014), quienes señalan que la dormancia física se encuentra relacionada con barreras externas que limitan la imbibición y que pueden ser superadas mediante procesos de escarificación o alteración de las cubiertas externas.

La elevada absorción de agua registrada en los tratamientos con agua oxigenada y agua destilada estuvo directamente relacionada con la respuesta germinativa observada en esta especie. Ambos tratamientos fueron los únicos que lograron inducir germinación, registrando porcentajes finales de 35 % y 46,7 %, respectivamente. Además, las semillas tratadas con agua oxigenada iniciaron la emergencia radicular desde el día 20, mientras que las tratadas con agua destilada comenzaron a germinar a partir del día 23. Estos resultados sugieren que la eliminación parcial de las barreras físicas del fruto permitió activar los procesos metabólicos asociados a la germinación.

Los tratamientos con alcohol presentaron incrementos considerables de masa; sin embargo, no produjeron germinación. Esto podría indicar que, aunque los solventes facilitaron la entrada de agua, concentraciones elevadas de alcohol posiblemente

ocasionaron daños en los tejidos embrionarios o provocaron procesos de deshidratación y estrés celular que afectaron la viabilidad de las semillas. Bewley et al. (2013) mencionan que la imbibición excesivamente rápida o la exposición a compuestos químicos agresivos puede alterar las membranas celulares y afectar negativamente el metabolismo inicial de las semillas. Por esta razón, no toda absorción de agua necesariamente se traduce en una germinación exitosa.

Los resultados obtenidos para *Morella pubescens* sugieren la presencia de una dormancia física asociada principalmente a la capa cerosa externa del fruto. La necesidad de aplicar tratamientos pregerminativos para incrementar la absorción de agua y activar la germinación indica que esta barrera física limita parcialmente la imbibición en condiciones naturales. Este tipo de adaptación podría representar una estrategia ecológica que evita la germinación inmediata bajo condiciones ambientales desfavorables, permitiendo que las semillas permanezcan viables hasta encontrar condiciones adecuadas de humedad y temperatura (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006).

Por otro lado, *Morella parvifolia* presentó un comportamiento distinto al observado en *M. pubescens*. Aunque las pruebas de imbibición mostraron incrementos de masa en todos los tratamientos, especialmente en agua oxigenada, ninguna semilla presentó emergencia radicular durante el período experimental. Esto demuestra que las semillas fueron capaces de absorber agua después de la aplicación de los tratamientos pregerminativos, pero que la imbibición no fue suficiente para inducir la germinación.

La ausencia total de germinación en *Morella parvifolia* sugiere que, además de las barreras físicas externas, podrían existir mecanismos de dormancia fisiológica que limitan el desarrollo del embrión. Baskin & Baskin (2014) indican que la dormancia fisiológica ocurre cuando las semillas permanecen viables e hidratadas, pero requieren estímulos fisiológicos específicos para completar la germinación, como cambios hormonales, fluctuaciones de temperatura o períodos de estratificación. En este estudio, las semillas absorbieron agua, pero no activaron procesos germinativos visibles, lo que respalda la posibilidad de una dormancia fisiológica en esta especie.

Otro aspecto importante que probablemente influyó en la ausencia de germinación fue el estado de maduración de los frutos colectados. Durante el trabajo de campo se observó que la mayoría de individuos de *Morella parvifolia* presentaban frutos verdes y pocos frutos completamente maduros, evidenciando una maduración asincrónica. Los frutos recolectados presentaban coloraciones café oscuras, pero la limitada disponibilidad de material maduro sugiere que muchas semillas podrían no haber alcanzado una madurez fisiológica completa al momento de la colecta. Según Bewley et al. (2013), las semillas fisiológicamente inmaduras suelen presentar baja capacidad germinativa incluso cuando logran absorber agua adecuadamente.

Las diferencias observadas entre ambas especies podrían estar relacionadas con adaptaciones ecológicas propias de sus ambientes naturales. *Morella pubescens* se desarrolla principalmente en zonas de bosque montano húmedo, donde la disponibilidad constante de humedad podría favorecer estrategias germinativas más rápidas una vez superadas las barreras físicas del fruto. En contraste, *Morella parvifolia* habita zonas interandinas más secas y estacionales, donde mecanismos de dormancia fisiológica podrían representar una ventaja adaptativa para evitar la germinación en períodos desfavorables.

Además de los resultados germinativos, este estudio permitió avanzar en la caracterización básica de ambas especies, particularmente en aspectos relacionados con las épocas de colecta, estados de maduración y características físicas de las semillas y frutos. En *Morella pubescens* se identificó que los frutos maduros presentan una coloración grisácea oscura con pigmentación morada intensa al ser manipulados, mientras que en *Morella parvifolia* los frutos maduros presentan tonalidades café oscuras y liberan una coloración amarillenta-verdosa acompañada de un olor aromático característico. Estas observaciones representan información útil para futuros procesos de colecta y propagación.

Se logró identificar diferencias en las posibles épocas óptimas de colecta para ambas especies. En *Morella pubescens*, la presencia abundante de frutos maduros durante enero sugiere que el período comprendido entre diciembre y febrero sería adecuado para la recolección de semillas viables. En cambio, para *Morella parvifolia*, las observaciones de

campo indican que la maduración de los frutos ocurre de forma más tardía y asincrónica, por lo que la colecta probablemente debería realizarse entre febrero y abril para obtener semillas fisiológicamente maduras.

Finalmente, los resultados obtenidos evidencian la importancia de continuar investigando los mecanismos de dormancia y propagación de especies nativas altoandinas del género *Morella*. La aplicación de tratamientos pregerminativos permitió mejorar la absorción de agua y favorecer la germinación en *Morella pubescens*, mientras que en *Morella parvifolia* se identificó la posible presencia de dormancia fisiológica y la necesidad de profundizar en estudios relacionados con maduración de semillas, estratificación y uso de reguladores de crecimiento. Esta información constituye una base importante para el desarrollo de protocolos de propagación orientados a programas de restauración ecológica y conservación de ecosistemas andinos.

6 CONCLUSIONES

Los tratamientos con agua destilada y agua oxigenada fueron los únicos que favorecieron la germinación de *Morella pubescens*, lo que evidencia que una mayor absorción de agua está relacionada con la activación germinativa. Por el contrario, los tratamientos con alcohol no produjeron resultados positivos y posiblemente afectaron la viabilidad de las semillas.

Además, se identificaron diferencias en el estado de maduración de los frutos entre ambas especies. Mientras *Morella pubescens* presentó frutos maduros y viables, en *Morella parvifolia* predominaron frutos inmaduros, lo que probablemente limitó su germinación. Esto demuestra que la época de colecta influye directamente en la calidad fisiológica de las semillas.

Se concluye que la colecta de *Morella pubescens* es más recomendable entre diciembre y febrero, mientras que para *Morella parvifolia* sería más adecuada entre febrero y abril, cuando los frutos alcanzan una mayor madurez.

Morella parvifolia, se infiere que la colecta debería realizarse en meses posteriores, posiblemente entre febrero y abril, período en el cual los frutos podrían alcanzar un estado de maduración más avanzado.

7 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar agua destilada y agua oxigenada como tratamientos pregerminativos para *Morella pubescens*, debido a sus mejores resultados de germinación.

Para *Morella parvifolia*, es importante realizar la colecta en períodos de mayor madurez fisiológica y evaluar otros métodos para romper la dormancia, como escarificación o tratamientos hormonales.

Asimismo, se recomienda ampliar el número de réplicas y continuar investigando estas especies para fortalecer su propagación y uso en programas de restauración ecológica.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (2nd ed.). Academic Press.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy* (3rd ed.). Springer.
- Carrasco, F. (2014). *Clasificación de suelos en el Ecuador y su relación con el uso del suelo*. Universidad de Cuenca.
- Castro, M. G., & Ayala, N. R. (2011). *Optimización de técnicas para la pregerminación del laurel de cera (Morella pubescens H.B.K.)*. Universidad Técnica del Norte.
- Crespo, A., & Inga, D. (2020). Superando barreras para la revegetación a gran escala: estudio en el sur de Ecuador. En T. Bustamante & J. I. Zalles (Eds.), *De la parcela al paisaje: Restauración forestal en los Andes ecuatorianos* (pp. 37–47). FLACSO Ecuador. <https://doi.org/10.46546/20203savia>
- Di Sacco, A., Hardwick, K. A., Blakesley, D., Brancalion, P. H. S., Breman, E., Rebola, L. C., Chomba, S., Dixon, K., Elliott, S., Ruyonga, G., Shaw, K., Smith, P., Smith, R. J., & Antonelli, A. (2020). Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology*, 27(7), 1328–1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden Press.
- Lozano, P. (2015). *Especies forestales nativas con potencial de uso en restauración ecológica*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Martínez, C., & Sarmiento, F. (2012). *La deforestación y su impacto en los ecosistemas andinos*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Minga Ochoa, D., Guzmán Salinas, N., Jiménez Pesántez, M., & Verdugo Navas, A. (2021). *Plantas nativas de los ecosistemas del Azuay: Un acercamiento conceptual al Jardín Botánico de Cuenca, Ecuador*. Universidad del Azuay.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. MAE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). *Plan de manejo del bosque protector Molleturo-Mollepongo*. <https://ambiente.gob.ec/>
- Parra-O., C. (2003). Revisión taxonómica de la familia Myricaceae en Colombia. *Caldasia*, 25(1), 23–64.
- Pérez, A., Gómez, L., & Torres, J. (2017). Estrategias de restauración ecológica en los Andes ecuatorianos. *Revista Ecuatoriana de Ecología*, 24(2), 45–58.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2024). *Cómo Ecuador protege los bosques en la Amazonía*. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/como-ecuador-protege-los-bosques-en-la-amazonia>
- PRONAREG–MAG–ORSTOM. (1984). *Mapa de suelos del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Reuters. (2024, mayo 12). *Ecuador completes \$1.5 billion debt swap for Amazon conservation*. <https://www.reuters.com/sustainability/sustainable-finance-reporting/ecuador-completes-15-billion-debt-swap-amazon-conservation-2024-12-17/>
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.

- Vázquez-Yanes, C., & Orozco-Segovia, A. (1993). Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 69–87.
- Walker, L. R. (1990). Nitrogen-fixing plants in a disturbed tropical forest ecosystem. *Ecology*, 71(4), 1056–1064. <https://doi.org/10.2307/1937382>
- Wilbur, R. L. (1994). The Myricaceae of the United States and Canada: Genera *Morella* and *Myrica*. *SIDA, Contributions to Botany*, 16(2), 369–388.

9 ANEXO



Colecta de *Morella pubescens* en la zona de Ictocruz, Cuenca.



Colecta de *Morella parvifolia* en la zona de La Paz, Nabón.



Aplicación de los tratamientos pregerminativos a los frutos de *Morella pubescens*.



Aplicación de los tratamientos pregerminativos a los frutos de *Morella parvifolia*.



Tratamientos en *Morella pubescens* lavados y puestos en cajas Petri después de 24 horas.



Tratamientos en *Morella parvifolia* lavados y puestos en cajas Petri después de 24 horas.



Semillas 10 días post tratamiento.



Radículas emergentes en el tratamiento de agua oxigenada después de 20 días, primeros cotiledones aparecieron a los 25 días.



Radículas emergentes en el tratamiento de agua destilada después de 23 días, primeros cotiledones emergieron el día 26.