



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Protocolo preliminar para el desarrollo temprano de *Diplostephium ericoides* en condiciones de vivero: un arbusto de los páramos ecuatorianos

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Autor:

Jorge Patricio Albarracín Castro

Director:

Antonio Crespo Ampudia

CUENCA - ECUADOR

2026

DEDICATORIA:

Dedico este proyecto a todas las personas que se esfuerzan por recuperar los páramos que han sido devastados; a quienes trabajan por conservar la biodiversidad que habita en ellos y resguardan, al mismo tiempo, el bienestar de las comunidades y pueblos que conviven con estos ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS:

Quiero comenzar agradeciendo al Laboratorio de Plantas Nativas de la Universidad del Azuay, a la empresa DMP por facilitar el espacio y los medios necesarios para la realización de este proyecto, y a los trabajadores del vivero experimental, cuyo apoyo fue fundamental durante las etapas iniciales del trabajo.

Asimismo, expreso mi agradecimiento a mis amigos y familiares por su acompañamiento a lo largo de este proceso; sin su apoyo, este proyecto no habría sido posible. Agradezco especialmente a Diana Inga, por resolver mis dudas, y a mi amiga Tania Peñaloza, por su ayuda y compañía en campo.

Finalmente, quiero expresar un agradecimiento especial a Michelle Illescas, quien fue un pilar fundamental para la culminación de este trabajo. Además de colaborar en el diseño del producto final, supo apoyarme, motivarme y acompañarme hasta la presentación de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA: | i |
| AGRADECIMIENTOS: | ii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS | iv |
| ÍNDICE DE ANEXOS | v |
| Resumen | vi |
| (Abstract) | vii |
| Capítulo 1. Introducción | 1 |
| Capítulo 2. Materiales y Métodos | 3 |
| 2.1 Área de estudio | 3 |
| 2.2 Descripción de la especie y criterios de selección | 3 |
| 2.2.1 Especie de estudio | 3 |
| 2.2.2 Obtención de semillas | 4 |
| 2.3 Obtención y aplicación de fertilizantes | 4 |
| 2.4 Montaje, monitoreo y protocolo | 5 |
| Capítulo 3. Resultados | 5 |
| 3.1 Resultados del vivero experimental | 5 |
| 3.1.1 Microorganismos de montaña | 6 |
| 3.1.2 Fertilizante orgánico (excremento de chivo) | 6 |
| 3.1.3 Fertilizante sintético NPK | 6 |
| 3.1.4 Control | 6 |
| 3.2 Investigación de <i>Diplostephium ericoides</i> | 6 |
| Capítulo 4 Discusiones | 7 |
| Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones | 12 |
| Anexos | 13 |
| Referencias bibliográficas: | 14 |

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio..... | 10 |
| Figura 2. Foto de la especie <i>Diplostephium ericoides</i> | 11 |
| Figura 3. Esquema del montaje del experimental en el vivero..... | 13 |
| Tabla 1: Resultados del Promedio de la altura y biomasa de las plántulas y el porcentaje de germinación por cada tratamiento..... | 1 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1: Ficha técnica para la identificación y propagación de la especie <i>Diplostephium ericoides</i> | 20 |
|--|----|

Resumen

Los páramos ecuatorianos enfrentan una fuerte pérdida de hábitat que amenaza a su flora nativa y endémica. Para apoyar su conservación, este estudio evalúa tres sustratos en vivero (microorganismos de montaña, fertilizante sintético NPK y abono orgánico) con el fin de comparar el crecimiento de plántulas de *Diplostephium ericoides*, especie endémica del páramo ecuatoriano. El experimento, realizado en Loma Larga dentro del Área Nacional de Recreación Quimsacocha (ANRQ), mostró que los microorganismos de montaña fueron el sustrato más eficaz, con un crecimiento promedio de 9 cm y 44.1 hojas, mientras que el NPK tuvo los valores más bajos. A partir de estos resultados se elaboró una ficha técnica con un protocolo de siembra para fortalecer proyectos de restauración ecológica en páramos.



Jorge Albarracín Castro

Estudiante



Antonio Crespo Ampudia

Director

Abstract

Ecuadorian *páramo* ecosystems are experiencing severe habitat loss, posing a significant threat to their native and endemic flora. This study evaluates the effect of three nursery substrates—mountain microorganisms, synthetic NPK fertilizer, and organic compost—on the growth of *Diplostephium ericoides* seedlings, an endemic species of the Ecuadorian *páramo*. The experiment was conducted at Loma Larga, within the Quimsacocha National Recreation Area (QNRA). Seedling growth was assessed by measuring height and leaf number. The highest growth performance was observed in the mountain microorganism substrate, with an average height of 9 cm and 44.1 leaves, whereas NPK fertilizer showed the lowest values. Based on these findings, a technical datasheet proposing a sowing protocol was developed to support ecological restoration initiatives in *páramo* ecosystems.



Jorge Albarracín Castro

Student



Antonio Crespo Ampudia

Advisor



Capítulo 1. Introducción

Los páramos son ecosistemas de alta montaña caracterizados por ser hábitats abiertos donde predomina la vegetación herbácea (pajonales), acompañada de matorrales y parches aislados de bosque (Neill, 1999; Baquero et al., 2004; Minga & Verdugo, 2007). En los páramos del sur del Ecuador se presenta una mezcla compleja de distintos tipos de vegetación, aunque en las zonas más altas o con intervención humana, la composición vegetal tiende a homogeneizarse (Mena Vásconez & Hofstede, 2006).

Estos ecosistemas cumplen funciones ecológicas fundamentales: regulan el ciclo del agua, capturan carbono, mitigan gases de efecto invernadero y albergan una gran diversidad de especies adaptadas a condiciones extremas (Beltrán et al., 2009; Serrano Giné & Galárraga Sánchez, 2015). Por ello, los páramos son esenciales para el bienestar humano y la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas. Sin embargo, actividades humanas como la ganadería, la agricultura y la minería han alterado significativamente su estructura y extensión. Estas acciones degradan el suelo, eliminan la vegetación nativa y afectan la distribución de las comunidades de plantas y animales (Serrano Giné & Galárraga Sánchez, 2015; Carrión et al., 2017; Rivero-Guerra, 2020). Según Morocco y Chuncho (2019), los páramos representan cerca del 7% del territorio ecuatoriano, de los cuales menos del 40% está bajo protección.

Frente a esta situación, la restauración ecológica se presenta como una estrategia clave para recuperar la funcionalidad de los páramos. Su objetivo no es solo devolver la cobertura vegetal, sino también restablecer las interacciones entre especies, la estructura del ecosistema y los servicios ambientales que este provee (Gann et al., 2019). La siembra de plántulas producidas en vivero es una opción viable para los programas de restauración, ya que permite superar las limitaciones naturales de dispersión y germinación (Aguirre et al., 2013). Además, ayuda a compensar los efectos de la fragmentación del hábitat y a garantizar la supervivencia de especies nativas (Vargas et al., 2014).

Para lograrlo, es fundamental conocer las condiciones de germinación y almacenamiento de las semillas, así como las necesidades nutricionales de las plántulas durante su crecimiento (Merritt & Dixon, 2011). La aplicación controlada de fertilizantes puede mejorar la disponibilidad de nutrientes, incrementando el desarrollo foliar y radicular de las plantas (Schüßler et al., 2016). La producción exitosa de plantas nativas depende de entender las particularidades de cada especie. En el caso de las especies de alta montaña, las bajas temperaturas y los suelos pobres dificultan la germinación y el establecimiento de las plántulas (Körner, 2021). Por ello, los viveros pueden jugar un papel clave al ofrecer condiciones óptimas para las primeras etapas de crecimiento (Alain & Delva, 2016; Mancipe et al., 2018).

El efecto de los fertilizantes depende de varios factores: su tipo (orgánico o sintético), la dosis aplicada y la fisiología de la planta. En viveros y sistemas agrícolas, el uso de abonos mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de humedad y favorece la absorción de nutrientes (López et al., 2001). Entre los más utilizados se encuentra el fertilizante NPK, un compuesto que estimula la fotosíntesis y el crecimiento vegetal (Latsague et al., 2014).

Otro aspecto importante es la relación entre las plantas y los hongos micorrízicos debido a que estos últimos favorecen la absorción de nutrientes, el desarrollo de las raíces y mejorando la adaptación de las plántulas luego de su traslado al campo (Flores & Cuenca, 2004; Pérez-Martínez et al., 2021; Urgiles et al., 2016).

El efecto de los fertilizantes ha sido ampliamente estudiado en especies agrícolas, sin embargo, todavía existen pocos estudios aplicados a especies nativas de páramo. En el caso de *Diplostethium ericoides*, no se ha registrado información previa sobre el uso de fertilizantes ni sobre protocolos de propagación.

Como parte del Programa de Medio Ambiente de la empresa minera Dundee Precious Metals, y en convenio con la Escuela de Biología de la Universidad del Azuay, se desarrollan acciones de reforestación en comunidades cercanas a zonas de importancia hídrica y áreas intervenidas. El vivero experimental “Las Quinoas”, ubicado en Loma Larga dentro del Área Nacional de Recreación Quimsacocha (ANRQ), tiene como objetivo la producción de especies nativas para proyectos de restauración ecológica.

En este contexto, se seleccionó la especie *Diplostephium ericoides* (Asteraceae), representativa de los páramos del sur del Ecuador, con el fin de evaluar la influencia de tres sustratos para su propagación en vivero: el uso de microorganismos de montaña, la aplicación de fertilizante sintético y la incorporación de abono orgánico. Los resultados permitirán elaborar una ficha técnica que describa su manejo, desde la recolección de semillas hasta la producción de plántulas aptas para la restauración.

Capítulo 2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

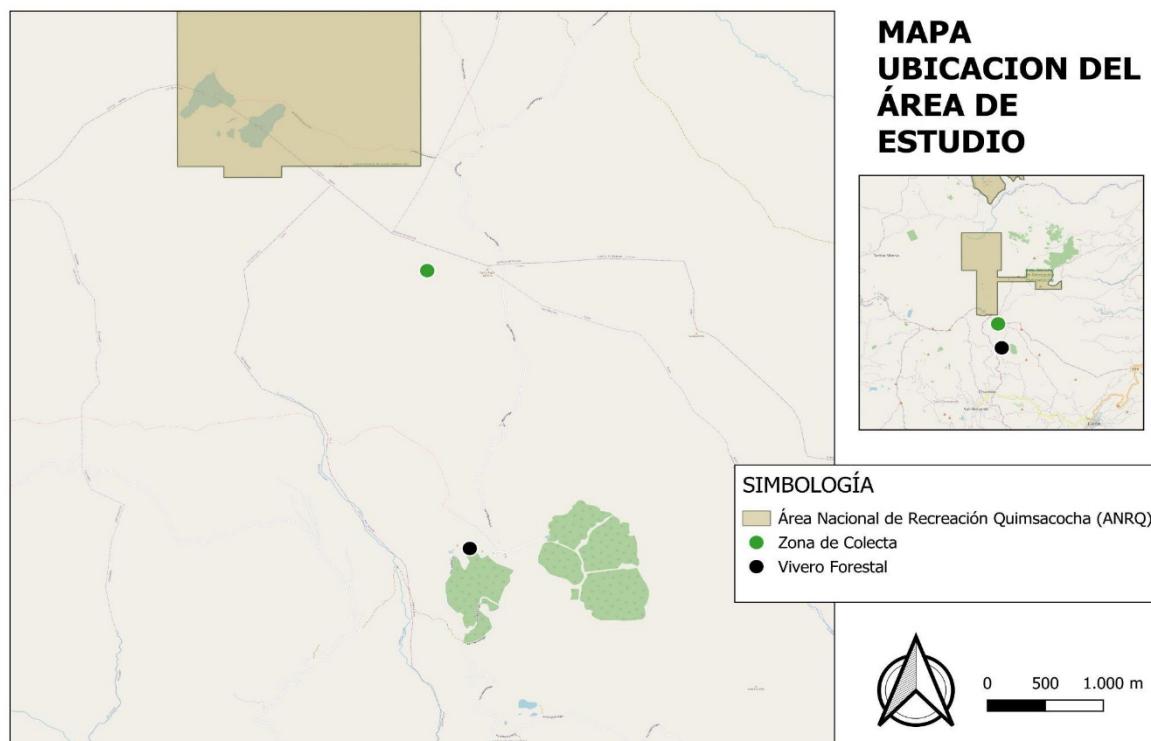


Figura 1. Mapa de la ubicación del área de estudio

El experimento se desarrolló en el vivero forestal de la empresa Dundee Precious Metals, ubicado en Loma Larga, dentro del Área Nacional de Recreación Quimsacocha (ANRQ). Junto con el Parque Nacional Cajas (PNC), estas son las dos únicas áreas protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas dentro de la Reserva de Biosfera Macizo del Cajas, con una extensión total de 31 761 hectáreas (Rodríguez-Girón et al., 2014).

Estas zonas, situadas por encima de los 3 500 m s. n. m., están cubiertas principalmente por pajonales, matorrales y parches dispersos de bosque de *Polycolepis* (Benham et al., 2011; Matson & Bart, 2013). La temperatura media varía entre 5 y 12 °C, y la precipitación anual oscila entre 1 200 y 1 500 mm, con una marcada estacionalidad: una época lluviosa entre marzo y mayo, otra menos intensa entre septiembre y febrero, y una temporada seca de junio a agosto (Celleri et al., 2007).

2.2 Descripción de la especie y criterios de selección

2.2.1 Especie de estudio

La familia Asteraceae es una de las más diversas del Ecuador, representando alrededor del 8 % de las especies endémicas del país (León-Yáñez, 2011; Rivero-Guerra, 2020). Su presencia es dominante en los ecosistemas de páramo, donde muchas especies han desarrollado adaptaciones únicas (Mena Vásconez & Hofstede, 2006; Caranqui et al., 2016).



Figura 2. Foto de la especie *Diplostethium ericoides*

Diplostephium ericoides (Lam.) Cabrera, es un arbusto endémico del Ecuador densamente ramificado, que puede alcanzar hasta 1,5 m de altura. Se distribuye entre los 2 500 y 4 500 m s. n. m., formando matorrales abiertos en zonas rocosas, laderas con pajonal o cerca de riachuelos (Minga et al., 2016). Por sus características ecológicas, es considerada una especie potencial para proyectos de restauración en páramos (Loayza Armijos, 2024).

2.2.2 Obtención de semillas

Las semillas de *D. ericoides* fueron recolectadas y transportadas en bolsas herméticas (Ziploc), procesadas y almacenadas enseguida en el vivero experimental de la empresa Dundee Precious Metals. Este manejo buscó evitar la pérdida de viabilidad causada por condiciones inadecuadas de almacenamiento.

2.3 Obtención y aplicación de sustratos

- **Microorganismos de montaña:** Se recolectó 1 kg de suelo con raíces finas a 30 cm del tallo y 20 cm de profundidad, de plantas madre de *D. ericoides* (Del Águila et al., 2018; Montilla et al., 2005; Urgiles et al., 2014).
- **Fertilizante orgánico (estiércol de chivo):** Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Se aplicó mezclando con el sustrato en una proporción 50/50.
- **Fertilizante sintético NPK:** Se utilizó en su presentación líquida, aplicado de forma foliar una vez por semana durante el primer mes desde la germinación.
- **Control:** Grupo de referencia sin aplicación de fertilizante. La composición del sustrato fue una mezcla entre 2 partes de tierra negra, 1 de cascarilla de arroz y 1 de humus

2.4 Montaje, monitoreo y protocolo

El vivero mantuvo las condiciones ambientales naturales de la zona. Antes de la siembra, se preparó un almácigo delimitado por planchas de madera para separar los distintos tratamientos. El sustrato se esterilizó con agua caliente para eliminar patógenos, hongos y semillas no deseadas (Pérez et al., 2019).

Se estableció cuatro cuadrantes correspondientes a los tratamientos, cada uno con 20 grupos de 100 semillas. Las plántulas se monitorearon cada dos semanas durante cuatro meses, registrando el inicio de la germinación, la altura (desde la base del tallo) y el número de hojas (Urgiles et al., 2016; Del Águila et al., 2018).

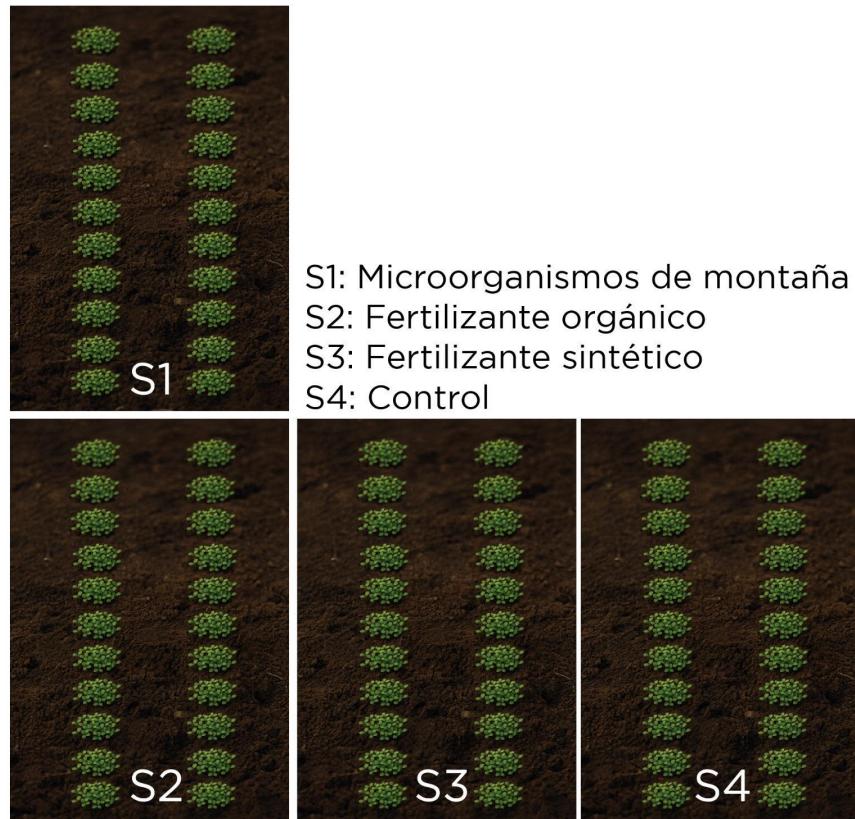


Figura 3. Esquema del montaje del experimental en el vivero

Finalmente, se elaboró una ficha técnica de *D. ericoides* que incluye:

- Descripción general de la especie.
- Características de las semillas y su manejo.
- Protocolo de siembra y tratamiento con mejores resultados.

Capítulo 3. Resultados

3.1 Resultados del vivero experimental

3.1.1 Microorganismos de montaña

En el primer sustrato el porcentaje de germinación para la especie *Diplostephium ericoides* fue del 1,85%. El promedio de la altura y la biomasa de las plántulas fue de 9 cm y 44,1 hojas, respectivamente.

3.1.2 Fertilizante orgánico (excremento de chivo)

Para el segundo sustrato el porcentaje de germinación fue del 0,75%. La altura promedio de las plántulas alcanzó 8,75 cm y el promedio de su biomasa fue de 33 hojas.

3.1.3 Fertilizante sintético NPK

El porcentaje de germinación en este tercer sustrato fue del 2,5%. El promedio de altura fue de 5 cm y se registró un promedio de 16,75 hojas por plántula.

3.1.4 Control

En el cuarto y último sustrato control, el porcentaje de germinación para *D. ericoides* fue del 2,25%. Se obtuvo un promedio de 6 cm en altura y 17,4 hojas por plántula.

Tabla 1: Resultados del Promedio de la altura y biomasa (número de hojas) de las plántulas y el porcentaje de germinación por cada sustrato que se probó, cuatro meses después de la siembra.

| Sustratos | Altura (cm) | Promedio Biomasa | Porcentaje Germinación |
|-----------------------------------|-------------|------------------|------------------------|
| Microorganismos de montaña | 9 | 44.1 | 1.85 |
| Fertilizante orgánico | 8.75 | 33 | 0.75 |
| Fertilizante sintético | 5 | 16.75 | 2.5 |
| Control | 6 | 17.4 | 2.25 |

3.2

Investigación de *Diplostephium ericoides*

Mediante una revisión bibliográfica en páginas web, artículos científicos y libros, se recopiló información sobre la especie *Diplostephium ericoides*, para emplearla dentro de la ficha técnica. Además se agregó información de la metodología que se consideró importante y a través de un lenguaje más sencillo, se construyó una narrativa que facilite la lectura de la ficha:

Descripción de la especie

Nombre científico: *Diplostephium ericoides* (Lam.) Cabrera

Nombre común: “Romerillo de páramo”

Familia: Asteraceae

Endemismo y estado de conservación: Endémica del Ecuador y con categoría de Preocupación menor.

Características generales: Es un arbusto muy ramificado que puede alcanzar hasta 2 metros de altura. Sus hojas son pequeñas (hasta 5 mm), simples, alternas, con los bordes doblados hacia abajo y una textura suave y

blanquecina en el envés. Las flores crecen en grupos al final de las ramas, formando cabezuelas de unos 1,5 cm de diámetro. Las flores externas son blancas, con pétalos alargados de unos 8 mm, y las internas son amarillas y en forma de tubo. Los frutos tienen una especie de “corona” de pelillos blancos llamada papus, de unos 10 mm de largo.

Ecología y distribución: Crece en los Andes, entre los 2 500 y 4 500 metros sobre el nivel del mar. Es común en matorrales abiertos, zonas rocosas, laderas con pajonal y a orillas de riachuelos (Minga et al., 2016).

Usos: Se utiliza en comunidades kichwas del páramo para aliviar malestares posparto (Romoleroux et al., 2019).

Semillas y recolección:

Las semillas se recolectan en el mes de diciembre y deberán ser sembradas lo antes posible para mantener su frescura y viabilidad. Los frutos maduros tienen el papus de color blanco a marrón y conservan sus pequeñas lígulas. Las semillas son muy pequeñas, de forma alargada (aproximadamente 2.35mm de largo y 0.69mm de ancho) y color marrón verdoso claro.

Dado su tamaño, el peso por semilla es muy bajo: 100 semillas pesan alrededor de 0.01 g. Para no afectar a la población natural, se recomienda recolectar solo el 20 % de las flores de cada arbusto.

Capítulo 4 Discusiones

Al comparar los tres tratamientos y el control, se evidenció una mejora notable en la altura y la biomasa de las plántulas tratadas con microorganismos de montaña. Este tratamiento produjo plántulas con un promedio de 9 cm de altura y alrededor de 44,1 hojas. En cambio, el tratamiento con fertilizante sintético NPK presentó los valores más bajos, con plántulas de 5 cm de altura y un promedio de 16,75 hojas. Sin embargo, el fertilizante NPK registró el mayor porcentaje de germinación (2,5%), mientras que el tratamiento con fertilizante orgánico (excremento de chivo) obtuvo el menor porcentaje (0,75%).

Podemos inferir que la presencia de hongos y bacterias benéficas mejoró la disponibilidad de nutrientes y la absorción de nitrógeno, favoreciendo el crecimiento y la formación de biomasa (Alain & Delva, 2016; Mancipe et al., 2018). Esto se debe a la capacidad de los microorganismos de montaña para descomponer la materia orgánica, mineralizar los nutrientes del suelo y fijar nitrógeno (Velarde et al., 2023).

En contraste, el uso de fertilizante sintético, aunque estimuló la germinación, limitó el desarrollo posterior de las plántulas. Este método actúa mediante la penetración de la cutícula foliar, lo que permite la absorción directa de nutrientes a través de las hojas; sin embargo, su eficiencia puede variar según el tipo y la concentración del fertilizante, el pH de la solución y las condiciones ambientales (A. T. Santos et al., 1999). Diversos autores señalan que la combinación de inóculos de microorganismos de montaña con un uso moderado de fertilizantes favorece un mejor crecimiento de especies nativas cultivadas en vivero.

Por su parte, el tratamiento con fertilizante orgánico mostró resultados intermedios en cuanto a crecimiento y biomasa, a pesar de enriquecer el sustrato con nutrientes y materia orgánica (Navarro et al., 2019), así como de mejorar la biomasa microbiana del suelo (Matheus et al., 2007). No obstante, Mateos y Mateos (2020) indican que su efectividad depende de la dosis y del proceso de mineralización, resaltando la importancia de un manejo adecuado para obtener resultados favorables, ya que se ha demostrado que puede incrementar significativamente la altura de la planta y el número de hojas (Torres et al., 2019).

Estos resultados coinciden con lo descrito por Körner (2021) en Alpine Plant Life, quien señala que las especies de alta montaña suelen presentar pérdidas considerables durante la germinación, lo que refuerza la necesidad de sembrar grupos de aproximadamente 100 semillas por lote.

En conclusión, el tratamiento con inóculo de microorganismos de montaña fue el más efectivo para promover el crecimiento y desarrollo de *D. ericoides*. Por ello, fue seleccionado para formar parte de la ficha técnica de la especie, con el siguiente esquema de manejo:

Siembra y manejo en vivero

A partir de una planta madre, se puede tomar también una muestra de 1 kg de suelo con raíces finas, a unos 30 cm del tallo y 20 cm de profundidad (Del Águila et al., 2018).

Ese suelo se usa como inóculo, mezclándolo con el sustrato para mejorar el crecimiento, con la siguiente composición:

- 40 % turba
- 40 % cascarilla de arroz
- 10 % inóculo (suelo de la planta madre)

Antes de sembrar, se debe retirar el papus y agrupar las semillas en lotes de unas 100 unidades. Luego se cubren ligeramente con el sustrato.

Riego: Debe realizarse todos los días con un difusor de chorros finos, sin piezas móviles, para mantener la humedad del sustrato sin provocar encharcamientos ni mover las semillas.

Finalmente, toda la información sobre *D. ericoides* fue compilada en una ficha técnica (**Anexo 1**) elaborada en Adobe InDesign, e ilustrada con imágenes generadas mediante IA a partir de fotografías originales de las plántulas, gracias a la colaboración de la diseñadora Michelle Illescas, quien aportó con el diseño de este producto.

Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones

Es fundamental ampliar el conocimiento sobre la reproducción de especies nativas y endémicas del páramo, como *Diplostephium ericoides*, ya que pueden convertirse en especies clave para los proyectos de restauración ecológica.

Al estar adaptada a condiciones específicas, esta especie puede considerarse eficaz para recuperar ecosistemas con una regeneración vegetal lenta como los de alta montaña que poseen condiciones extremas (Rojas, Ó. A. 2013). La especie arbustiva *D. ericoides* puede favorecer el enriquecimiento de páramos degradado y aportar a la formación de comunidades vegetales, lo que conlleva a la recuperación de la estructura de su hábitat. Es importante resaltar que se deberán considerar individuos que formen parte de las mismas unidades fisionómicas que se buscan restaurar.

El tratamiento con microorganismos de montaña demostró gran potencial para su uso en viveros de plantas nativas, acelerando la producción y obteniendo plántulas de mejor calidad, capaces de adaptarse al estrés de la aclimatación al ser trasplantadas (Urgiles et al., 2016). Carmona, Mora y Alvarado (2017) se plantearon si los microorganismos de montaña funcionan como biofertilizantes y determinaron que no solo contribuyen a comprender la dinámica de los sistemas edáficos, sino que también impactan positivamente en la actividad biológica, las propiedades químicas del suelo y la calidad de los cultivos. Además, sugieren profundizar su estudio con el fin de mejorar los métodos de fertilización sostenibles y de bajo costo.

Para futuros trabajos, se recomienda evaluar la combinación del tratamiento con microorganismos de montaña junto con el fertilizante sintético NPK, ya que esta mezcla podría incrementar el porcentaje de germinación y mejorar el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

Anexos

Ficha técnica para la identificación y propagación de la especie *Diplostephium ericoides*.



Diplostephium ericoides (Lam.) Cabrera.

Romerillo de páramo

Familia: Asteraceae

Endémica del Ecuador
Categoría de Preocupación menor

Características generales:

Es un arbusto muy ramificado que puede alcanzar hasta 2 metros de altura. Sus hojas son pequeñas (hasta 5 mm), simples, alternas, con los bordes doblados hacia abajo y una textura suave y blanquecina en el envés. Las flores crecen en grupos al final de las ramas, formando cabezuelas de unos 1,5 cm de diámetro. Las flores externas son blancas, con pétalos alargados de unos 8 mm, y las internas son amarillas y en forma de tubo. Los frutos tienen una especie de "corona" de pelillos blancos llamada papus, de unos 10 mm de largo.

Siembra y manejo en vivero:

A partir de una planta madre, se puede tomar también una muestra de 1 kg de suelo con raíces finas, a unos 30 cm del tallo y 20 cm de profundidad (Del Águila et al., 2018).

Ese suelo se usa como inóculo, mezclándolo con el sustrato para mejorar el crecimiento, con la siguiente composición:



Antes de sembrar, se debe retirar el papus y agrupar las semillas en lotes de unas 100 unidades. Luego se cubren ligeramente con el sustrato.

Riego:

Debe realizarse todos los días con un difusor de chorros finos, sin piezas móviles, para mantener la humedad del sustrato sin provocar encharcamientos ni mover las semillas.

Jorge Albarracín Castro



Semillas y recolección:

Las semillas fueron recolectadas en diciembre y se sembraron lo antes posible para mantener su frescura y viabilidad. Los frutos maduros tienen el papus de color blanco a marrón y conservan sus pequeñas lígulas. Las semillas son muy pequeñas, de forma alargada (aproximadamente 2.35mm de largo y 0.69mm de ancho) y color marrón verdoso claro.

Dado su tamaño, el peso por semilla es muy bajo: 100 semillas pesan alrededor de 0.01 g. Para no afectar a la población natural, se recomienda recolectar solo el 20 % de las flores de cada arbusto.

Bibliografía:

Del Águila, Karen M., Vallejos-Torres, Geomar, Arévalo, Luis A., & Becerra, Alejandra G.. (2018). Inoculación de Consorcios Micorrícticos Arbustales en Coffea arabica, Variedad Catarrá en la Región San Martín. Información tecnológica, 29(1), 137-146. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000100137>

Minga, D., Anslonor, R., Verdugo y Ulloa Ulloa C. 1ra. Ed. 2016. Flora del páramo del Cajas, Ecuador. Universidad del Azuay. Imprenta Digital Universidad del Azuay. Cuenca.

Romoleroux, K. S., Cárate Tandilla, D., Érler, R., & Navarrete Zambrano, H. G. (2016). Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi.



Referencias bibliográficas:

- Aguirre, N., Torres, J., & Velasco, P. (2013). *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. Volumen I, 9-13 pp. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG.
- Alain, J., & Delva, J. (2016). *Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del macizo del Cajas. Recuperado de* <http://dspace.ucacuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26131/1/Tesis.pdf>
- Baquero, F., R. Sierra, L. Ordóñez, M. Tipán, L. Espinosa, M. Rivera, and P. Soria. 2004. *La Vegetación De Los Andes Del Ecuador*. EcoCiencia, CESLA, Corporación EcoPar, MAG SIGAGRO, CDC Jatun Sacha, División Geográfica IGM. Quito, Ecuador.
- Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yáñez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A. & Velástegui, A. (2009). *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador*. EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito: 14–150.
- Benham, P. M., E. J. Beckman, S. G. DuBay, L. M. Flores, A. B. Johnson, M. J. Lelevier, C. J. Schmitt, N. A. Wright, and C. C. Witt. 2011. *Satellite imagery reveals new critical habitat for endangered bird species in the high Andes of Peru*. *Endangered Species Research* 13:145-157. <https://doi.org/10.3354/esr00323>.
- Caranqui, J., Lozano, P. & Reyes, J. 2016. *Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador*. Enfoque UTE 7: 33–45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Carmona, S.U., Mora, K.R., & Alvarado, C.A. (2017). ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas.

Celleri, R., P. Willems, W. Buytaert, and J. Feyen. 2007. *Space-time rainfall variability in the Paute basin, Ecuadorian Andes. Hydrological Processes: An International Journal* 21:3316-3327. <https://doi.org/10.1002/hyp.6575>.

Colín-Navarro, V., Domínguez-Vara, I. A., Olivares-Pérez, J., Castelán-Ortega, O. A., García-Martínez, A., & Avilés-Nova, F. (2019). Propiedades químicas y microbiológicas del estiércol de caprino durante el compostaje y vermicompostaje. *Agrociencia*, 161-173.

Del Aguila, Karen M., Vallejos-Torres, Geomar, Arévalo, Luis A., & Becerra, Alejandra G.. (2018). *Inoculación de Consorcios Micorrícos Arbusculares en Coffea arabica, Variedad Caturra en la Región San Martín*. Información tecnológica, 29(1), 137-146. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000100137>

Flores, C., & Cuenca, G. (2004). *Crecimiento y dependencia micorrízica de la especie pionera y polenectarífera oyedaea verbesinoides (Tara Amarilla), Asteraceae*. Interciencia, 29(11).

Gann GD, McDonald T, Walder B, Aronson J, Nelson CR, Jonson J, Hallett JG, Eisenberg C, Guariguata MR, Liu J, Hua F, Echeverría C, Gonzales E, Shaw N, Decleer K, Dixon KW (2019) *International principles and standards for the practice of ecological restoration*. Second edition. Restoration Ecology 27(S1): S1–S46.

Kannan, S. (2010). Foliar fertilization for sustainable crop production. In *Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming* (pp. 371-402). Dordrecht: Springer Netherlands.

Körner, C. (2021). *Alpine Plant Life: Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. doi:10.1007/978-3-030-59538-8

Latsague, M., Sáez, P., & Mora, M. (2014). *Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el contenido foliar de carbohidratos, proteínas y pigmentos fotosintéticos en plantas de Berberidopsis corallina*. Hook.f. Gayana - Botanica, 71(1). <https://doi.org/10.4067/S0717-66432014000100007>

León Yáñez, S. 2011. *Patrones taxonómicos de las plantas endémicas del Ecuador.* In: León-Yáñez., S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa-Ulloa., C. & Navarrete, H. (Eds.), Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito: 19–25.

Loayza Armijos, D. C. (2024). *Siembra directa de Diplostethium ericoides y Chuquiraga jussieui en el páramo del Sur del Ecuador enfocado a la restauración ecológica* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay)

López, Mtz., Dimas, J., Díaz Estrada, A., Martínez Rubin, E., & Valdez Cepeda, R. D. (2001). *Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Effect of Organic Fertilizers on Physical-Chemical Soil Properties and Corn Yield.* TERRA Latinoamericana, 19, 293–299.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319401>

Mancipe-Murillo, C., Calderón-Hernández, M., & Pérez-Martínez, L. V. (2018). *Evaluación de viabilidad de semillas de 17 especies tropicales altoandinas por la prueba de germinación y la prueba de tetrazolio.* Caldasia, 40(2), 366-382.

Mateos, F.E., & Mateos, J.M. (2020). Evaluación del efecto de dos dosis de estiércol caprino en tres tipos de suelos mediante ensayos en macetas usando tomate como planta indicadora.

Matheus, J., Graterol, G., Simancas, D., & Fernández, O. (2007). Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrientes disponibles. *Agricultura Andina*, 13, 19-26.

Matson, E., and D. Bart. 2013. Interactions among fire legacies, grazing and topography predict shrub encroachment in post-agricultural páramo. *Landscape Ecology* 28:1829-1840. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9926-5>.

Mena Vásconez, P. Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. In: Moraes, M., Øllgaard, B., Kvist, L. P., Borchsenius, F. Balslev, H. (Eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales.* Universidad Mayor de San Andrés, La Paz: 91–109.

Minga, D., and A. Verdugo. 2007. *Riqueza florística y endemismo del Parque Nacional Cajas*. Herbario Azuay. Universidad del Azuay, Cuenca Ecuador.

Minga, D., Ansaloni R., A. Verdugo y Ulloa Ulloa C. 1ra. Ed. 2016. *Flora del páramo del Cajas, Ecuador*. Universidad del Azuay. Imprenta Digital Universidad del Azuay. Cuenca.

Montilla, E., & Rivera, R. A., & Herrera, R. A., & Fernández, F. (2005). *CARACTERIZACIÓN ESPACIAL-TEMPORAL DE LA MICORRIZA NATIVA DE DOS PLANTACIONES DE CAFETO EN CUBA*. *Cultivos Tropicales*, 26(4),5-12.[fecha de Consulta 25 de Enero de 2021]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1932/193216160001>

Morocho, C. C., & Chuncho, G. (2019). *Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión*. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71-83.

Neill, D. A. 1999. *Vegetación*. Pp. 13-25 in P. M. Jørgensen and S. León-Yáñez (eds.). Catalogue of Vascular plants of Ecuador. Vol. 75. St. Louis (MO): Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden.

Pérez, A., & de Fatima, J. (2019). *Producción masiva de hongos micorrízicos arbusculares utilizando plantas trampa e inóculo de suelo rizosférico de café proveniente de diferentes altitudes de San Martín*.

Pérez-Martínez, L. V., Velasco-Linares, P., Alpala, L., Angulo, A., Calderón, M., Nieves de la Hoz, L. & Vela Morales, A. (2021). *Viveros de páramo para la restauración ecológica*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 196 p.

Rivero-Guerra, A. O. 2020. Diversidad y distribución de los endemismos de Asteraceae (Compositae) en la Flora del Ecuador. *Collectanea Botanica* 39: e001. <https://doi.org/10.3989/collectbot.2020.v39.001>

Rodríguez - Girón, S., F. Rodas, A. Schubert, and S. Vasco Tapia. 2014. *Área de Biosfera Macizo del Cajas, Experiencias de Desarrollo Sostenible para el Buen Vivir (Cajas Massif Biosphere Area-Sustainable Development Experiences for Good Living)*. ETAPA EP,

Municipio de Cuenca, Ministerio del Ambiente, SENPLADES, Ministerio de Relaciones Exteriores, Cooperación Alemana GIZ, Naturaleza y Cultura Internacional. Cuenca, Ecuador.

Rojas, Ó. A. (2013). *Reubicación de plantas para el enriquecimiento con especies nativas en la restauración ecológica de áreas potreras de páramo (parque nacional natural Chingaza, Colombia)*. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20207>

Romoleroux, K. S., Cárate Tandalla, D., Erler, R., & Navarrete Zambrano, H. G. (2016). *Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi*.

Santos, A. T., & Manjarrez, D. A. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255.

Serrano Giné, D. & Galárraga Sánchez, R. 2015. El páramo andino: características territoriales y estado ambiental. Aportes interdisciplinarios para su conocimiento. *Estudios Geográficos LXXV*: 369–393. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201513>.

Suárez Duque, D., Acurio, C., Chimbolema, S. & Aguirre, X. 2016. Análisis del carbono secuestrado en humedales altoandinos de dos áreas protegidas del Ecuador. *Ecología Aplicada* 15: 171–177. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.756>.

Schüßler, A., Krüger, C. y Urgiles, N. *Hongos AM filogenéticamente diversos de Ecuador mejoran fuertemente el crecimiento de plántulas de árboles nativos con potencial de cultivo*. Mycorrhiza 26 , 199–207 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00572-015-0659-y>

Torres García, A., Héctor Ardisana, E. F., Fosado Téllez, O., Cué García, J. L., Mero Muñoz, J. A., León Aguilar, R., & Peñarrieta Bravo, S. (2019). Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) ante aplicaciones foliares de diferentes dosis y fuentes de lixiviados de vermicompost. *Bioagro*, 31(3).

Urgiles, N., Strauß, A., Loján, P. et al. *Cultured arbuscular mycorrhizal fungi and native soil inocula improve seedling development of two pioneer trees in the Andean region*. New Forests 45, 859–874 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11056-014-9442-8>

Urgiles, N., Haug, I., Setaro, S., & Aguirre, N. (2016). *Introduction to Mycorrhizas in the Tropics with emphasis on the Montane Forest in Southern Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Ecuador

Vargas Ríos, O, Melgarejo, L, Pérez-Martínez, L, Rodríguez, N y Insuasty Torres, J. (2014). *Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.