



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

TEMA:

**“Evaluación de tratamientos pregerminativos en *Ceroxylon
quindiense*, parroquia Monte Olivo, provincia del Carchi.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuaria y forestal sostenible

Autor: Nahomy Susana Lema Patiño

Director: Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila Mgs.

Ibarra, 2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004172019		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lema Patiño Nahomy Susana		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	nlema@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0969155698

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de tratamientos pregerminativos en <i>Ceroxylon quindiuense</i> , parroquia Monte Olivo, provincia del Carchi.
AUTOR:	Nahomy Susana Lema Patiño
FECHA: DD/MM/AAAA	05/03/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Chagna Avila Eduardo Jaime Mgs.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 05 días del mes de marzo de 2026

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Nahomy Susana Lema Patiño

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 05 de marzo de 2026

Ing. Chagna Avila Eduardo Jaime Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)
Ing. Chagna Avila Eduardo Jaime Mgs.
C.C.: 1001579422

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Evaluación de tratamientos pregerminativos en *Ceroxylon quindiuense*, parroquia Monte Olivo, provincia del Carchi.” elaborado por Lema Patiño Nahomy Susana, previo a la obtención del título de Ingeniería Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....
Eduardo Jaime Chagna Avila Mgs.
C.C.: 1001579422

(f):.....
Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez
C.C.: 1600285702

DEDICATORIA

“Solo vencíéndote, vencerás.”

Eloy Alfaro

Quiero dedicar esta tesis a Dios ya que gracias a él he podido culminar mi carrera con éxitos, a mis padres Pablo Lema y Susana Patiño, por brindarme su amor condicional por enseñarme a creer en mi en momentos de angustia. A mis hermanos Pablo y Mateo Lema, por ser ese motor que me impulsa a seguir adelante día con día. A mi tía Beatriz Lema ya que estuvo a mi lado desde el día uno de mi formación estudiantil, guiándome con cariño y constancia para ser la profesional que algún día soñé y hoy por hoy lo estoy logrando. Dedico esta tesis a mi sobrina Rafita a quien amo con todas las fuerzas de mi ser y es luz en mi vida. No podría olvidarme de mis abuelitas Teresa Lomas y Aida Patiño, quienes están pendientes de mi con sus oraciones y su amor infinito y en especial quiero dedicar esta tesis a mi abuelito Agustín Lema donde quiera que te encuentres siempre serás mi inspiración para lograr el éxito constante en cada paso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila, MgS., director de esta tesis, por su paciencia, dedicación y constante apoyo a lo largo de este arduo camino. Su guía, conocimientos y confianza fueron fundamentales para culminar este proceso académico.

Agradezco de manera especial al Ing. Guillermo Varela, Mgs., quien en momentos de desesperación y angustia supo brindarme su apoyo incondicional, orientación oportuna y palabras de aliento. Su acompañamiento fue una luz y una guía firme durante el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud al Ing. Hugo Paredes, Mgs., por su orientación y enseñanza, desde el salón de clases hasta este momento tan importante en mi formación profesional. Su compromiso con la educación dejó una huella significativa en este logro.

A todos ellos, mi respeto y agradecimiento por haber contribuido de manera valiosa en la culminación de esta etapa tan importante de mi vida académica.

RESUMEN EJECUTIVO

Ceroxylon quindiuense es una especie emblemática de los bosques altoandinos del norte del Ecuador, cuya regeneración natural se ve limitada por su germinación lenta y baja uniformidad. El objetivo fue evaluar el efecto de tres tratamientos pregerminativos en la germinación y el crecimiento inicial de semillas de la especie, así como analizar la calidad de las semillas y determinar la eficacia de los tratamientos aplicados. Las semillas fueron recolectadas en la parroquia Monte Olivo, provincia del Carchi, y el experimento se estableció bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos (testigo, natural, químico con giberelina y mecánico), cuatro repeticiones y un total de 400 semillas. Se evaluaron variables como porcentaje de germinación, índice de velocidad de germinación (IVG), tiempo medio de germinación (TMG) y vigor germinativo. Los datos fueron sometidos a análisis estadístico mediante ANOVA para identificar diferencias significativas entre tratamientos.

La germinación inició a los 140 días en los tratamientos testigo y químico, desarrollándose de manera progresiva hasta los 446 días. El tratamiento químico presentó el mayor porcentaje de germinación (34 %), seguido del natural (30 %) y el testigo (28 %), mientras que el tratamiento mecánico registró los valores más bajos. Los resultados evidencian que la aplicación de giberelina mejora el porcentaje y la uniformidad germinativa, constituyéndose en una alternativa técnica viable para optimizar la producción de plántulas en vivero y fortalecer programas de restauración ecológica en ecosistemas altoandinos.

Palabras claves: *Ceroxylon quindiuense*, germinación, tratamientos pregerminativos, giberelina, vivero forestal.

ABSTRACT

Ceroxylon quindiuense is an emblematic palm species of the Andean highland forests, recognized for its ecological, structural, and conservation value. However, its natural regeneration is limited due to seed dormancy and low germination rates under natural conditions. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of different pre-germinative treatments applied to seeds of *C. quindiuense* in order to determine which treatment optimizes germination percentage and improves germination dynamics. Seeds were collected in Monte Olivo parish, Carchi province (Ecuador), and the experiment was conducted under a Completely Randomized Design (CRD), including four treatments and four replications, with a total of 400 seeds. The treatments consisted of a control (untreated seeds), mechanical scarification, a natural treatment, and a chemical treatment using gibberellic acid. Germination percentage, germination speed index (GSI), mean germination time (MGT), and seed vigor were evaluated. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) to identify significant differences among treatments. Results showed that the chemical treatment achieved the highest germination percentage (34%), followed by the natural (30%) and control (28%) treatments, while mechanical scarification presented the lowest response. Germination began at 140 days and continued progressively until 446 days. The findings contribute to the development of technical protocols for nursery propagation and support ecological restoration strategies for Andean forest ecosystems in northern Ecuador.

Keywords: *Ceroxylon quindiuense*, germination, pre-germination treatments, gibberellin, forest nursery.

LISTA DE SIGLAS

COIP. Código orgánico integral penal.

ISTA. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

UPMA. Unidad de Protección de Medio Ambiente

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE SIGLAS	9
INTRODUCCIÓN	16
Formulación del Problema	18
Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivo específico	20
Hipótesis	21
CAPITULO I	22
MARCO TEÓRICO.....	22
1.1. Semilla	22
1.1.2. Tipo de semillas forestales.....	22
a) Semillas ortodoxas	22
b) Semillas recalcitrantes.	22
1.1.3. Partes de la semilla.....	23
1.1.4. Calidad de la semilla.....	23
1.5. Dormancia.....	24
1.6. Latencia.....	25
1.6.1. Latencia exógena	25
1.6.2. Latencia endógena	26

1.7.	Tratamiento pregerminativos en semillas forestales.....	26
1.7.1.	Escarificación.....	27
1.7.2.	Escarificación Mecánica	27
1.7.3.	Tratamientos pregerminativos químicos	27
1.7.4.	Auxinas.....	28
1.7.5.	Giberelinas	28
1.8.	Descripción botánica de <i>Ceroxylon quindiuense</i>	29
1.8.1.	Fenología.....	29
1.8.2.	Recolección de frutos.....	30
1.8.3.	Determinación de la calidad de semilla	30
1.8.4.	Normas International Seed Testing Association (ISTA)	30
CAPÍTULO II.....		31
MATERIALES Y METODOS		31
2.1.	Tipo de investigación según los siguientes criterios:.....	31
2.1.1.	Enfoque o paradigma	31
2.1.2.	Aspiración, objetivo o finalidad.....	31
2.1.3.	Alcance o nivel de profundidad.	31
2.1.4.	Diseño de investigación.	31
2.1.5.	El tiempo.....	32
2.1.6.	El lugar.....	32
2.2.	Ubicación del lugar	32
2.2.1.	Política	32
2.3.	Caracterización edafoclimática del lugar	33

2.3.1. Suelo:	33
2.3.2. Clima:.....	33
2.3.4 Límites	33
2.3.5. El Campus de Yuyucocha tiene los siguientes, limites:	33
2.4. Materiales, equipos y software	33
2.5. Metodología	34
2.5.1. Diseño experimental	34
2.5.1.1. Declarar el factor a estudiar	34
2.5.1.2. Declaración de los niveles de cada factor	34
2.5.1.3. Diseño experimental	34
2.5.1.4. Modelo estadístico	35
2.6. Instalación del experimento	35
2.6.1. Selección del árbol.....	35
2.6.2. Recolección de la semilla.....	36
2.6.5. Muestreo	36
2.6.6. Determinación del peso.....	37
2.6.7. Análisis de pureza	38
2.6.8. Análisis de contenido de humedad	38
2.6.9. Porcentaje de germinación.....	39
2.6.10. Vigor germinativo.....	39
2.6.11. Índice de velocidad de germinación.	40
CAPITULO III.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	43

3.2 Germinación de semilla	44
3.2.1 Porcentaje de germinación.....	44
3.3. Vigor germinativo.....	47
3.4. Tiempo Medio de Germinación.....	49
3.5. Índice de velocidad de germinación	51
3.6. Efecto de los tratamientos en la germinación y calidad de la semilla	53
CAPITULO IV.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1. Conclusiones.....	55
4.2. Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipos y software empleados en la investigación	33
Tabla 2 Diseño Irrestricto al Azar (DIA)	35
Tabla 3 Características del análisis de las semillas de la especie Ceroxylon quindiuense	44
Tabla 4 Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento y repetición	47
Tabla 5 Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento.....	49
Tabla 6 Evaluación del Tiempo medio de germinación	51
Tabla 7 Evaluación de la velocidad de germinación de cada tratamiento	53
Tabla 8 Efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la germinación y calidad de semillas de Ceroxylon quindiuense.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de la semilla (Meerow & Broschat, 2021).....	23
Figura 2 Mapa de Ubicación del área de estudio.....	32
Figura 3 Porcentaje de germinación.	45
Figura 4 Vigor Germinativo.....	48
Figura 5 Tiempo medio de germinación.....	50
Figura 6 Índice de velocidad germinativa.....	52

INTRODUCCIÓN

Las palmeras, pertenecen a la familia de las *Arecaceae* Valencia et al. (2013) . Las palmas, antiguamente denominadas *Palmaceae*, pertenecen al grupo de las monocotiledóneas y constituyen una familia de origen remoto, cuya evolución se remonta al Cretácico inferior. Desde tiempos antiguos, el ser humano las ha aprovechado como alimento y refugio. Mejía et al. (2014).

Actualmente, la familia *Arecaceae* comprende aproximadamente 180 géneros y cerca de 2.400 especies a nivel mundial. Este grupo se caracteriza por su amplia plasticidad ecológica, lo que le permite establecerse en diversos ambientes, incluyendo bosques tropicales, selvas húmedas, sabanas, zonas montañosas de clima tropical e incluso oasis en regiones áridas

En los Andes a más de 1 000 m se registran 21 géneros y 85 especies de palmeras, entre ellos *Aiphanes*, *Ceroxylon*, *Parajubaea* y *Wettinia*, su distribución inicia desde el norte de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú hasta llegar al sur de Bolivia (Moraes et al. 2006). Las palmeras del género *Ceroxylon* son solitarias, dioicas y son endémico de las montañas andinas, incluye 11 especies y su distribución va desde los 800 a 3300 m altitudinales, esta especie es reconocida por su gran dosel y se encuentran distribuidos en bosques húmedos montanos (Galeano et al. 1995).

Durante siglos, la especie *Ceroxylon* fue utilizada para la elaboración de velas, antorchas, maquillaje y otros objetos, la cera de esta especie se presenta como una fina capa que se encuentra en el tronco y las hojas. En 1946 Colombia fue uno de los mayores exportadores de cera hacia el país de (Arbelaez, 1956, como se citó en Moraes et al., 2006).

En el Ecuador se han registrado 136 especies de palmas nativas, que se encuentran distribuidas en zonas rurales de la Amazonía, Costa y los Andes, de las cuales 105 de estas especies son utilizadas para la creación de medicinas, alimento, viviendas y herramientas. Mientras que las

otras 30 especies son fuente de ingreso para las familias ecuatorianas, dado que sus productos abarcan el mercado nacional y extranjero (Valencia, Montúfar, Navarrete, & Balslev, 2013).

Existen 7 de las 11 especies de palmas de *Ceroxylon* en Ecuador y cada uno de ellas se encuentra en peligro de extinción, por los malos manejos de extracción y comercialización en fechas de semana Santa, la extracción ilegal de la palma afecta a la extinción del Loro orejiamarillo y el perico cachetidorado, dos especies de loros exóticos ya que estos loros utilizan las copas de las palmas como habitat, reproducción y nideros (Moreno, 2022).

Las hojas tiernas se cortan y comercializan para el Domingo de Ramos. La palma de cera ha tenido relevancia histórica en el comercio ecuatoriano, pues desde la época colonial, en ferias como el mercado San Roque de Quito, se vendían sus hojas. (Valencia, Montúfar, Navarrete, & Balslev, 2013).

La especie *Ceroxylon* endémica de los Andes, se encuentra bajo protección legal, por lo que su extracción, transporte y comercialización están prohibidos. Esta orden está respaldada por el artículo 247 del COIP quienes establecen multas de uno a tres años de prisión para quienes hagan este tipo de acciones. Al igual que se menciona en el Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre en el título IV De las infracciones a la presente ley y su juzgamiento, en el Capítulo I De las Infracciones y Penas, artículo 78, donde se detalla que si existe tala, descope, transporte, comercializa o se utilice productos de vida silvestre o forestales sin contar con un contrato, licencia o autorización serán sancionados multas equivalentes a diez salarios mínimos vitales y se decomisara el producto.

El 5 de abril de 2017 el Ministerio del Ambiente (MAE) junto a la Unidad de Protección de Medio Ambiente (UPMA) y Policía Nacional, dieron a conocer la campaña titulada: “Tradición y conservación van de la mano” con la finalidad de concientizar a la población a no adquirir ramos

para la celebración de fechas religiosas, dando alternativas de uso como: romero, laurel, trigo y paja. La especie *Ceroxylon quindiuense* se distribuye en ambientes húmedos premontanos y montanos, entre 1.100 y 1.200 m de altitud. En Ecuador, se ha reportado en Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Bolívar, Cañar, Azuay y El Oro, principalmente en pastizales, bosques y áreas agrícolas (Valencia et al., 2013).

La presente investigación se orienta a evaluar tratamientos pregerminativos en semillas de *Ceroxylon quindiuense* recolectadas en Monte Olivo (Carchi), mediante un ensayo controlado instalado en el campus Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra, Imbabura), con el fin de generar evidencia experimental aplicable a la producción de plántulas y a iniciativas de conservación y restauración altoandina (Couvreur et al., 2024). La comparación de tratamientos permitirá establecer una base técnica para optimizar la germinación y mejorar la eficiencia de propagación en condiciones controladas, aportando información útil para programas regionales de manejo de palmas andinas (Barbedo, 2018).

Formulación del Problema

En la parroquia Monte Olivo, provincia del Carchi, no existen protocolos estandarizados que determinen qué tratamientos pregerminativos permiten optimizar la emergencia y vigor inicial de plántulas de *C. quindiuense*, lo que limita el establecimiento de programas locales de restauración ecológica y producción en vivero.

La ausencia de información experimental actualizada sobre métodos de escarificación, remojo, reguladores de crecimiento o tratamientos térmicos aplicados a esta especie en condiciones altoandinas constituye un vacío científico que justifica la presente investigación.

La principal amenaza para la conservación de *Ceroxylon quindiuense* es su baja capacidad de regeneración natural. Puesto que, contiene un embrión pequeño y una gran cantidad de endospermo, estos son factores limitantes, por lo que su proceso de germinación podría tomar más de un año (Bernal & Galeano, 2013).

La producción de la semilla y los problemas de germinación, se deben a diversos factores ambientales, de nutrición y de sustancias orgánicas presentes, ocasionando un bajo porcentaje de germinación, impidiendo proyectos o programas de repoblación forestal sustentable y sostenible (Cuadra, 1993).

Galeano, G y Bernal, R (2004) afirman que la problemática es la edad reproductiva de muchas especies de palmeras se alcanza después de un período de crecimiento lento de más de 25 años.

Al menos en nuestro medio es probable que no exista el conocimiento técnico necesario de esta especie, en especial en las etapas de germinación y producción de plántulas con criterio para impulsar programas de reforestación y concientización social de los beneficios que esta especie brinda.

Justificación

Ceroxylon quindiuense es considerada la palma más alta del planeta ya que supera los 40 metros de altura y es la única especie de palmas que puede ser plantadas a los 2000 y 3000 m. s. n. m. y puede vivir alrededor de 100 años (Bernal & Sanín, 2013).

El potenciar los procesos germinativos de *Ceroxylon quindiuense*, de importancia simbólica, se realizó un análisis de tratamientos pre germinativo en la parroquia Monte Olivo del Carchi para llenar el vacío de investigación en esta región geográfica. Se enfatizó la necesidad de comprender y mejorar el significado ecológico y cultural de esta especie debido a la escasez de estudios específicos, para el CAR (2019) en especies del mismo género, como *Ceroxylon*

sasai, se ha documentado que la germinación es lenta, irregular y puede prolongarse por varios meses, lo que evidencia la necesidad de aplicar tratamientos específicos que favorezcan la emergencia de plántulas y mejoren la eficiencia del proceso de propagación.

A través de la implementación de determinadas técnicas, el estudio de tratamientos pre germinativos para semillas busca paliar los desafíos de la latencia física, fisiológica y la doble latencia. En última instancia, esto ayuda a mejorar las condiciones generales de las semillas (Varela & Arana, 2011).

Las cubiertas de las semillas, ya sean cáscaras duras que detienen la absorción de agua o barreras que repelen el agua, desempeñan un papel crucial en la estimulación del crecimiento del embrión y el crecimiento de la radícula g (Varela & Arana, 2011). Sin embargo, las terapias previas a la germinación pueden reducir el intervalo hasta la brotación y conducir a un mayor rendimiento de plántulas.

La importancia de la palma de cera juega un papel fundamental en la estructura del bosque, en la producción de biomasa que tiene como fuente de alimentos para la diferente fauna que existe dentro del ecosistema de los bosques andinos (Borchsenius & Moraes, 2006).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres tratamientos pre germinativo en la germinación y el crecimiento inicial de semillas de *Ceroxylon quindiuense*.

Objetivo específico

- Analizar la calidad de semillas de la especie *Ceroxylon quindiuense*

- Determinar el impacto y la eficacia de los tres tratamientos pre germinativos en la calidad de las semillas.

Hipótesis

Ha: Al menos uno de los tratamientos pre germinativo es significativo en la germinación y crecimiento de la especie.

Ho: Ninguno de los tratamientos pre germinativos es significativos en la germinación y crecimiento de la especie.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Semilla

Doria (2010) la semilla se define como la unidad de reproducción sexual de las plantas ya que desempeña un papel fundamental en la multiplicación y la continuidad de la especie a la que pertenece. En la misma línea Gutierrez, J, & Mauro (1990) definen a la semilla como el producto fecundado por un grano de polen y representa esencialmente una planta joven en estado de descanso o latencia. Desde esta perspectiva, puede entenderse que la semilla no solo representa el inicio de un nuevo ciclo biológico, sino también un mecanismo adaptativo que garantiza la continuidad de la especie bajo condiciones favorables.

1.1.2. Tipo de semillas forestales

a) Semillas ortodoxas

Son aquellas semillas que conservan su viabilidad a pesar de haber estado secas y almacenadas en temperaturas muy bajas, debido a que estas semillas poseen un contenido de humedad reducido esto debido a su proceso natural, lo que les permite resistir periodos de desecación y congelación sin perder su viabilidad (Belloso & Mazariegos, 2013).

b) Semillas recalcitrantes.

Según (Kermode & Finch-Savage, 2002 cit por Magnitskiy & Plaza, 2007) su maduración contiene un alto contenido de humedad lo que les permite un proceso rápido de germinación al

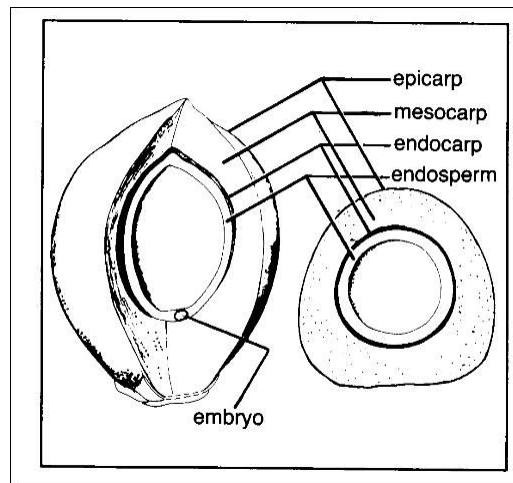
quedar expuestas a condiciones bajas de humedad y se puede presenciar en semillas angiospermas y gimnospermas.

1.1.3. Partes de la semilla

Se puede distinguir las diferentes partes de la semilla, donde cada una de estas cumple una función primordial (Pacheco, Diego, & García, 2018).

Figura 1

Partes de la semilla (Meerow & Broschat, 2021).



Nota: Estructura interna y detalles del exterior

1.1.4. Calidad de la semilla

García López et al. (2016) define a la capacidad y vigor que tiene estas para producir plantas saludables y productivas. Evaluando la calidad a través de diversos atributos y características. (conector con el siguiente párrafo)

Según Oscar Terenti (2004) la calidad de la semilla se compone de cuatro dimensiones fundamentales: genética, fisiológica, sanitaria y física. La adecuada integración de estos atributos garantiza un desempeño óptimo y el desarrollo de plantas vigorosas. En cambio, la deficiencia en

alguno de estos componentes puede limitar el potencial productivo y afectar el crecimiento adecuado de la planta.

a) Viabilidad

La viabilidad de la semilla se refiere a su capacidad para germinar y producir plántulas normales bajo condiciones ambientales favorables. Para su evaluación se emplean diversos métodos, entre ellos la observación directa del embrión, las pruebas topográficas con tetrazolio y el análisis mediante rayos X (García & Villamil, 2001; Trejo *et al.*,2020).

b) Humedad

El contenido de humedad es un indicador clave de la calidad física de la semilla, debido a que condiciona su estabilidad fisiológica y su comportamiento durante el almacenamiento, los niveles inadecuados pueden acelerar el deterioro, mientras que valores óptimos favorecen la conservación de la viabilidad (Castillo, 2020).

1.5. Dormancia

La dormancia constituye un rasgo determinante en la calidad de la semilla y forma parte de su ciclo biológico. De acuerdo con Rao N *et al.* (2007) Afirman que las semillas duras o aquellas que absorben agua, pero mantienen su firmeza durante la germinación probablemente se encuentren en estado de dormancia. Sadava y Purves (2000) aseguran que la dormancia puede ocurrir durante varias semanas, meses, años y siglos, este es un aspecto positivo ya que permite que la semilla sobreviva a la dispersión de largas distancias, permitiendo que la semilla pueda viajar y colonizar nuevos territorios.

La incapacidad de germinar para completarla fase de germinación bajo condiciones favorables se denomina dormancia (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006).

Por su parte Walck *etal.* (2011) indican que la luz, la temperatura, la humedad y el tiempo de almacenamiento influyen en la regulación de la dormancia, siendo la temperatura y la disponibilidad de agua los factores clave para su inducción y ruptura.

1.6. Latencia

Varela & Arana (2010) la latencia se manifiesta durante la formación de la semilla y actúa como un mecanismo que restringe la germinación antes de la dispersión, permitiendo que la semilla permanezca en un estado de reposo por días, meses o incluso años, dependiendo de la especie. En este sentido, de la Cuadra (1993) define la latencia como la incapacidad temporal de una semilla viable para iniciar la germinación, generalmente asociada a condiciones ambientales desfavorables.

1.6.1. Latencia exógena

Doria (2010) indica que la latencia exógena se expresa como un retraso en la germinación debido a propiedades físicas o químicas de la cubierta externa de la semilla. En concordancia, Hoyos (2014) señala que este tipo de latencia no depende directamente del embrión, ya que, si se elimina la barrera externa o se aísla el embrión, la germinación puede ocurrir sin impedimentos. Entre los mecanismos más frecuentes se encuentra la impermeabilidad de la cubierta, que actúa como barrera e impide la imbibición de agua necesaria para activar el proceso germinativo (Hoyos, 2014). Por ello, la latencia exógena puede constituir una limitante para la propagación controlada, ya que obliga a aplicar tratamientos previos a la siembra orientados a modificar la cubierta y favorecer la germinación (Doria, 2010).

1.6.2. Latencia endógena

Doria (2010) Determina que la latencia endógena se encuentra determinada por las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del propio embrión, en este escenario el embrión permanece en un estado de inactividad, ya que esto no le permite germinar incluso cuando se aísla la semilla y se le coloca en entornos controlados o propicios. La latencia endógena puede ser superado cuando los factores de tipo externo inducen cambios en la estratificación de la temperatura, condiciones de iluminación y la aplicación de sustancias de crecimiento

1.7. Tratamiento pregerminativos en semillas forestales.

Los tratamientos pre-germinativos son todos los tratamientos que son requeridos para romper con la dormancia de las semillas es un estado en el que la semilla se encuentra viva, pero no puede germinar hasta que las condiciones ambientales son optimas. Mientras que Willan (1991) indica que la existencia de latencia no permite que las semillas puedan germinar, por ende, se requiere algún tipo de preparación previa a la siembra en la germinación artificial para poder lograr una tasa de germinación alta en un periodo de tiempo corto.

La mayoría de las especies arbóreas se encuentran en bosques naturales por este motivo se retrasa la germinación, pero los tratamientos pre-germinativos pueden reducir esta latencia y ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta de la semilla para hacerla permeable sin dañar el embrión o el endospermo en su interior (Ortiz, Ordaz-Chaparro, Aldrete, Escamilla-Prado, & Sánchez-Viveros, 2018).

1.7.1. Escarificación

La mayoría de especies forestales no germinan debido a que la testa es dura y esto impide la entrada de agua y la semilla no pueda germinar al menos que este pase por un proceso de escarificación (Varela & Arana, 2010). Diversos estudios en especies forestales han demostrado que la escarificación puede influir significativamente en el porcentaje y la velocidad de germinación, dependiendo de la estructura y dureza de la cubierta seminal (Cué-García, Ramírez-López, & Ávila, 2024).

1.7.2. Escarificación Mecánica

Pérez (2008) la escarificación mecánica implica provocar daños en la cubierta externa de la semilla sin afectar al embrión, este método se puede lograr al poner la semilla en contacto con superficies abrasivas, con el único propósito de prevenir la impermeabilidad, temperatura y oxígeno. En investigaciones desarrolladas en la Universidad Técnica del Norte, se ha evaluado la escarificación mecánica como tratamiento pregerminativo en especies forestales evidenciando su incidencia sobre variables como porcentaje de germinación y vigor germinativo (Ramírez-Lopez, Vallejos-Álcaez, & Añazco-Romero, 2023).

1.7.3. Tratamientos pregerminativos químicos

Almeida Guevara (2020) los tratamientos químicos se dedican a eliminar los microorganismos externos, contribuyendo a ablandar la cubierta externa de la semilla para facilitar la ruptura y de esta manera poder iniciar con el proceso de germinación. Esta técnica implica sumergir las semillas durante un periodo de tiempo en una sustancia química con el propósito de que el reactivo actúe y provoque la escarificación de la parte externa de la cubierta.

Las palmeras han llamado mucho la atención en la investigación botánica a la hora de aplicar tratamientos químicos para su germinación. Para explorar esto más a fondo, varios autores han estudiado la germinación de las palmas tropicales. Un escritor notable sobre este tema es (Henderson, 2002) destaca la importancia de comprender los mecanismos detrás de la germinación y la importancia de utilizar ciertos tratamientos químicos para fomentarla en su trabajo "Evolución y ecología de las palmas".

1.7.4. Auxinas

Roca & Mroginski (2007) afirman que las auxinas se definen como un grupo de hormonas de tipo vegetal y desempeñan un papel fundamental en la regulación del crecimiento y el desarrollo de la planta. Estas sustancias químicas pueden ser obtenidas naturalmente de las partes apicales de los brotes, como yemas terminales las puntas de las raíces, así como en otras partes de la planta.

Las auxinas actúan como reguladores de crecimiento que estimulan la elongación y división celular in vitro a concentraciones 0.01 0.01 $\mu\text{mol/L}$. En la horticultura se aplican de manera amplia el ácido α -naftalenacético (ANA), una auxina sintética, para favorecer la formación de raíces adventicias. Para lograr el enrarecimiento así como la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en algunas especies forestales, se utilizan otras auxinas sintéticas como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido indol-3 acético (AIA) mezclados con talco inactivo (Amador-Alfárez, Díaz-González, Loza-Cornejo, & Bivián-Castro, 2013).

1.7.5. Giberelinas

Las giberelinas se encuentran aplicadas específicamente para la germinación de las semillas; el ácido giberelico (AGE3) logra romper la latencia de las semillas y reemplaza la

necesidad de factores ambientales, tales como la luz y la temperatura (Araya et al. 2000 cit por Saldívar-Iglesias, Laguna-Cerda, Gutiérrez-Rodríguez, & Domínguez-Galindo, 2010).

1.8. Descripción botánica de *Ceroxylon quindiuense*

La importancia de la palma de cera juega un papel fundamental en la estructura del bosque, en la producción de biomasa que tiene como fuente de alimentos para la diferente fauna que existe dentro del ecosistema de los bosques andinos (Borchsenius & Moraes, 2006).

Ceroxylon quindiuense, son palmeras dioicas y solitarias con tronco de 5-30 metros de alto y 20-35 cm de diámetro, tronco de color blanquecino a grisáceo con anillos asimétricos de color café. Corola de forma semicircular con 7 a 15 hojas pinnadas con peciolo de 70 a 85 cm de largo; raquis de 270 a 340 cm de largo y 80 a 118 foliolos en cada lado. Fruto esférico de 0,8 a 1,5 cm, de color anaranjado a rojo cuando están maduros. Flores estaminadas y pistiladas de apenas 3 a 5 mm de largo. Su nombre común palma de ramos o palma de cera (Valencia, Montúfar, Navarrete, & Balslev, 2013).

1.8.1. Fenología

La formación de inflorescencias masculinas se registra durante casi todo el año, con excepción de los meses de agosto y septiembre (CAR, 2019). La inflorescencia femenina comienza a desarrollarse desde febrero hasta noviembre, presentando mayor intensidad productiva entre marzo y mayo (Bernal, Galeano, & Sanín, 2015).

Se puede presenciar la primera floración a inicio de los meses de marzo y abril y el segundo florcimiento se presenta en los meses de agosto y septiembre, se puede presenciar abundantes frutos de color verde desde el mes de junio hasta enero (MAE & FAO, 2015).

1.8.2. Recolección de frutos

Como señala Jeremy Cherfas (2006) la recolección de los frutos es una etapa especial para obtener semillas viables desde la fuente seleccionadas, como arboles semilleros o rodales Con buenas características. La actividad de recolección de la semilla se debe realizar en el momento de madurez del fruto, debido a que la cosecha prematura puede reducir la viabilidad y la germinación, mientras que una cosecha tardía aumenta el riesgo de por dispersión natural Aguirre y Fassbender (2012).

1.8.3. Determinación de la calidad de semilla

Terenti (2004), la calidad de semilla abarca cuatro aspectos fundamentales: genética, fisiológica, sanitaria y física. Estas cualidades permitieron que la semilla alcanzara su máxima calidad integral. La calidad de la semilla se determinó a través del contenido de humedad, la pureza y el peso, para lo cual se aplicaron las normas ISTA.

1.8.4. Normas International Seed Testing Association (ISTA)

Las Normas ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas) proponen protocolos estandarizados para determinar la calidad y viabilidad de semillas a nivel internacional, principalmente para especies de interés comercial, agrícola y forestal.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:

2.1.1. Enfoque o paradigma

La investigación adoptó un enfoque descriptivo y experimental, para obtener una visión más completa del problema planteado. A través de los datos recolectados en campo y de la observación directa de la germinación de las semillas, fue posible analizar de manera precisa los resultados de los distintos tratamientos pregerminativos aplicados.

1.1.2. Aspiración, objetivo o finalidad.

La investigación se centró en la revisión de estudios previos, conceptos y experiencias relacionadas con la especie, con el objetivo de analizar y comparar la eficacia de los distintos tratamientos pregerminativos aplicados.

2.1.3. Alcance o nivel de profundidad.

El alcance fue explicativo, ya que buscó comprender la relación entre los tratamientos pregerminativos aplicados y su efecto en la germinación.

2.1.4. Diseño de investigación.

El diseño de esta investigación fue de tipo descriptivo y experimental. Se definió como descriptivo porque se observó y analizó las características del proceso de germinación. A la vez, fue experimental porque se aplicaron diferentes tratamientos pregerminativos, los cuales fueron evaluados para determinar cuál ofrecía mejores resultados.

2.1.5. El tiempo.

La investigación fue de tipo sincrónico ya que se centró en el estudio de un fenómeno en un momento específico del tiempo.

2.1.6. El lugar

La investigación se llevó a cabo en el campus Yuyucocha perteneciente a la Universidad Técnica del Norte (Campo)

2.2. Ubicación del lugar

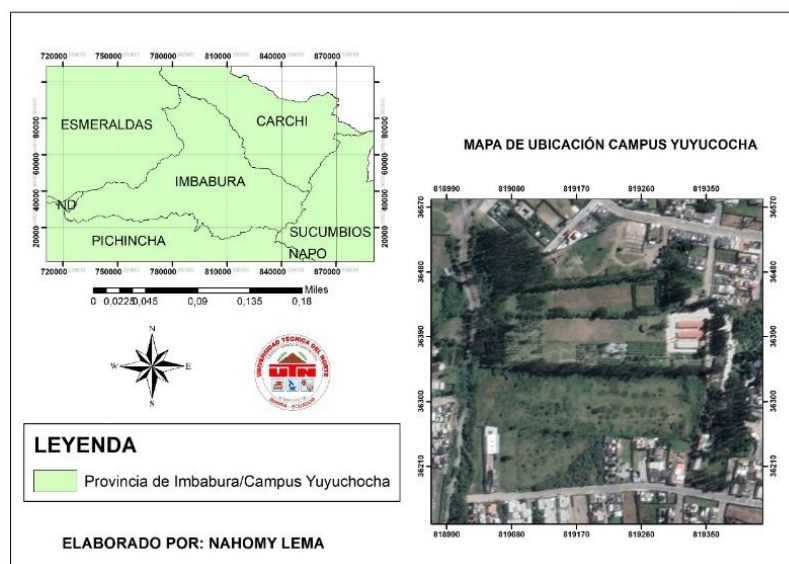
2.2.1. Política

El campus de Yuyucocha, ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquias Caranqui, sector Ciudadela Municipal

- **Geografía del sitio investigación: coordenadas y mapas.**

Figura 2

Mapa de Ubicación del área de estudio



2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

2.3.1. Suelo:

Los suelos existentes en el Campus Yuyucocha son franco-arenosos, porosos de pH neutro y con una topografía plana (Enríquez, 2015).

2.3.2. Clima:

Seco templado con una temperatura promedio de 18°C, una precipitación promedio anual de 745,40 mm de y 72% de humedad relativa (Vélez, 2017).

2.3.4 Límites

2.3.5. El Campus de Yuyucocha tiene los siguientes, límites:

- Norte: San Vicente
- Sur: Bella Vista de María
- Este: San Francisco de Santa Lucía
- Oeste: Ejido de Caranqui

2.4. Materiales, equipos y software

Los materiales que se utilizaron en la presente investigación se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Materiales, equipos y software empleados en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Software	Insumos
Sarán	Computadora	Excel	Sustrato
Fundas	Celular	Sotware	Semillas

Cuaderno de campo	Espuelas	de procesamiento	de <i>Ceroxylon</i>
	Fundas	de texto:	Ácido giberélico
	Termómetro	Word	
	Regla	Software	
		cartografía:	
		ArcGis 10.5	
		Infostat	

2.5. Metodología

2.5.1. Diseño experimental

2.5.1.1. Declarar el factor a estudiar

Tratamiento pre germinativo

2.5.1.2. Declaración de los niveles de cada factor

Nivel 1: Testigo

Nivel 2: ácido citoquinina al 5%

Nivel 3: aplicación de hormona natural de sauce (Ácido salicílico) 48 horas

Nivel 4: lijado con grano de 150 durante 10 segundos

2.5.1.3. Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue el Diseño Irrestricto al Azar (DIA)

Tabla 2

Diseño Irrestricto al Azar (DIA)

Descripción	Número
No de tratamientos	4
No de repeticiones	4
No de unidades experimentales	16
No de semillas por unidad	25
No de semillas por tratamiento	100
Total, de semillas	400

2.5.1.4. Modelo estadístico

El diseño experimental que se va a implementar es el diseño irrestricto al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

Y_{ij} = observación individual

μ = media

t_i = efecto de tratamiento

ε_{ij} = error experimental

2.6. Instalación del experimento

2.6.1. Selección del árbol

En la selección de los árboles semilleros se aplicó la metodología propuesta por Aguirre y Fassbender (2012). Para ello, se identificaron cinco individuos candidatos dentro de la población, considerando criterios dasométricos y de calidad fenotípica, tales como sanidad, vigor, crecimiento y rectitud del fuste, además del desarrollo de copa. Posteriormente, se realizó una comparación entre los cinco árboles preseleccionados y se determinó como árbol semillero al individuo de mayor porte y mejor conformación, caracterizado por mayor altura y diámetro, así como por una copa más frondosa y bien distribuida, por considerarse el más favorable para la obtención de semillas destinadas a la reproducción.

2.6.2. Recolección de la semilla

Las semillas se recolectaron en el predio de la Sra. Hilda Cuamacas ubicado en la provincia del Carchi, parroquia Monte Olivo, sector Palmar Alto, las semillas fueron trasladadas al área de Estudio en la Universidad Técnica del Norte campus Yuyucocha.

La recolección de frutos se realizó el 28 de septiembre de 2024, se utilizando equipo de seguridad tipo arnés, lo que permitió acceder directamente a los racimos maduros. En total se obtuvieron aproximadamente 800 semillas.

Los frutos fueron sometidos a remojo durante dos días para facilitar la eliminación de la pulpa. Posteriormente, se realizó la maceración manual, el lavado con agua limpia y el secado bajo sombra en un ambiente fresco, evitando la exposición directa al sol.

2.6.5. Muestreo

Debe ser la toma de una muestra significativa del lote de semillas para poder realizar los diferentes análisis de calidad. La muestra con la que estamos trabajando se divide en tres componentes distintos: semillas puras, otras semillas y materia inerte. La proporción de cada parte

se determina pesándolas. Para ayudarnos en nuestro examen, utilizamos ayudas como lupas y matizadores (ISTA, 2016).

De las 800 semillas recolectadas en campo, se realizó un proceso de depuración con el propósito de garantizar la calidad y homogeneidad del material experimental. Como resultado de esta evaluación se obtuvieron 400 semillas ya que fueron consideradas aptas para el ensayo, mientras que el resto fue descartado por presentar daños mecánicos y frutos no maduros.

La selección se efectuó bajo criterios física, tamaño uniforme y apariencia externa saludable. Posteriormente, las semillas aptas fueron clasificadas manualmente para asegurar características similares en peso y dimensión.

Una vez concluida la fase de selección, las semillas fueron asignadas proporcionalmente a cada tratamiento bajo un Diseño Irrestricto al Azar, garantizando igualdad en el número de semillas por unidad experimental y minimizando sesgos en la comparación de los tratamientos pregerminativos. Este procedimiento permitió trabajar con un material vegetal homogéneo, condición necesaria para evaluar con mayor precisión el efecto de los tratamientos aplicados.

2.6.6. Determinación del peso

En primera instancia, los frutos fueron pesados en estado fresco (peso en verde) mediante una balanza digital de precisión, con el fin de registrar el peso inicial previo a su procesamiento. Posteriormente, luego del despulpado, lavado y secado bajo sombra se determinó el peso seco de las semillas limpias. Las mediciones se efectuaron una vez que el material alcanzó condiciones estables de humedad ambiental. Esta caracterización permitió conocer las variaciones de peso entre el estado fresco y el estado seco, aportando información relevante sobre la proporción de pulpa eliminada y las características físicas del lote utilizado en los tratamientos pregerminativos.

2.6.7. Análisis de pureza

Esta limpieza permite estandarizar la muestra, facilitar el control de calidad y aumentar la eficacia de los tratamientos (ISTA, 2016). Se pesa la muestra de trabajo que contine todas las impurezas, después se aparta y se pesa por separado la semilla pura.

$$\text{Porcentaje de pureza (\%)} = \frac{\text{Peso de semillas puras}}{\text{Peso de la muestra original}} \times 100 \quad \text{Ec. 2}$$

El análisis de pureza se realizó separando manualmente las semillas puras del material inerte e impurezas presentes en el lote. Se registró el peso total de la muestra con impurezas (320 g) y el peso correspondiente a las semillas limpias (270 g). El porcentaje de pureza se determinó mediante la relación entre el peso de semillas puras y el peso total de la muestra.

2.6.8. Análisis de contenido de humedad

El contenido de humedad de las semillas refleja su estado fisiológico y constituye un factor clave para su conservación. Se toma dos o más muestras de cinco gramos y se somete a un proceso gradual de secado en un horno durante 16-17 horas, al cabo de las cuales se pesa la semilla (ISTA, 2016).

$$\text{Porcentaje de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ec.3}$$

El contenido de humedad se determinó mediante el método de secado en horno. Para ello, se registró el peso inicial de una muestra de semillas limpias. Posteriormente, la muestra fue colocada en el horno de secado de la Universidad Técnica del Norte hasta alcanzar peso constante,

obteniéndose un peso final. El porcentaje de humedad se calculó mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso seco, expresado en porcentaje.

2.6.9. Porcentaje de germinación

Es el porcentaje real de todas las semillas de la muestra que han logrado germinar durante las pruebas. Las normas ISTA (2016) determinan que las pruebas se realizan en semillas puras con un mínimo de 400 semillas mediante ensayos a nivel de laboratorio, esto indica el número de proporción de semillas que produce las plántulas clasificadas como normas bajo condiciones y periodo específicos.

$$\% \text{ de germinación} = \left(\frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \right) \times 100$$

Ec.4

El monitoreo se realizó tres veces por semana durante todo el periodo experimental, el cual tuvo una duración de 416 días.

La primera germinación se registró a los 140 días después de la siembra; a partir de ese momento se continuó con el seguimiento constante hasta la finalización del ensayo. El porcentaje final de germinación se calculó con base en el número total de semillas germinadas al término del periodo de evaluación.

2.6.10. Vigor germinativo

El vigor germinativo se define como la calidad de semilla y la velocidad de germinación y la producción de plántulas fuertes (Jose García, et al.,2016). el vigor no solo considera cuántas semillas germinan, sino también la velocidad con la que lo hacen y la calidad de las plántulas obtenidas (ISTA, 2016).

$$VG = VM * GDM$$

Ec.5

Donde:

VG= Vigor germinativo

VM= Es el valor más alto que se obtiene al dividir el porcentaje acumulado de germinación para el número de días en que se alcanzó.

GDM= Germinación Media Diaria

Los registros se realizaron tres veces por semana durante los 446 días que duró el ensayo, En el tratamiento químico se observó una mayor concentración de germinaciones en las primeras semanas posteriores al día 140, presentando emergencias más continuas en comparación con los demás tratamientos. Por su parte, el tratamiento natural y el testigo mostraron una germinación más dispersa en el tiempo, con intervalos amplios entre eventos germinativos. El tratamiento mecánico presentó únicamente tres germinaciones iniciales.

2.6.11. Índice de velocidad de germinación.

El Índice de Velocidad de Germinación (IVG) es un parámetro que permite evaluar la rapidez y la uniformidad del proceso germinativo en un lote de semillas. Este índice se calcula a partir de la fórmula propuesta por Ranal y Gacia (2006), como se citó en Ramos et al. (2021) los cuales consideran tanto el número de semillas germinadas como el tiempo requerido para que ocurra la germinación, permitiendo así una mejor interpretación del vigor germinativo.

$$IVG = \sum \frac{n_i}{\sum t_i}$$

Ec.6

Donde

IVG= Índice de velocidad de germinación

n_i = Número de semillas germinadas en el día i .

t_i =Tiempo (en días) transcurrido desde la siembra hasta el día i .

Σ = Sumatoria de todos los días evaluados.

El Índice de Velocidad de Germinación (IVG) se determinó a partir de los registros de germinación tomados tres veces por semana durante todo el periodo de evaluación 446 días. Para su cálculo, se consideró el número de semillas germinadas en cada fecha y el tiempo transcurrido desde la siembra. En cada registro se dividió la cantidad de semillas emergidas entre los días acumulados, y posteriormente se sumaron estos valores parciales para cada tratamiento.

2.6.12. Tiempo medio de germinación.

El tiempo medio de germinación (TMG) es un indicador que permite estimar el número promedio de días que tarda un lote de semillas en germinar, este parámetro es útil porque refleja la velocidad del proceso germinativo, se calcula sumando el tiempo que tarda en germinar cada semilla y dividiendo ese valor entre el total de semillas germinadas (Jose García, et al.,2016).

Para Luna (2019) el tiempo medio de germinación (TMG) se calculó a partir del IVG mediante la ecuación:

$$TMG = \frac{\sum C_i T_i}{\sum C_i} \quad \text{Ec.7}$$

Donde

TMG= Tiempo medio de germinación

C_i = Número de semillas germinadas por día

T_i = Número de días transcurridos desde el inicio del ensayo

El Tiempo Medio de Germinación (TMG) se determinó a partir de los registros acumulados durante los 446 días de evaluación, se consideró el número de semillas germinadas en cada fecha y el tiempo transcurrido desde la siembra. Este cálculo permitió estimar el promedio ponderado

del tiempo que tardaron las semillas en germinar en cada tratamiento. En el presente estudio, la germinación inició a los 140 días después de la siembra y continuó de manera progresiva y esporádica hasta el día 446, lo que indico que el proceso fue lento y extendido en el tiempo, característica propia de especies con cierto grado de latencia.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Análisis de semilla

3.1.1 Pureza

El análisis de pureza de *Ceroxylon quindiuense*, se llevó a cabo utilizando una muestra representativa, en la cual se determinó a partir del peso de semillas impuras y el peso total de la muestra cómo se encuentra representado en la tabla 3, dando como resultado un valor de 84,38%.

En investigaciones previas sobre *Chamaedorea tepejilote*, reporta un porcentaje de pureza del 99,47% (López et al., 2018). valor superior al 84,38% obtenido en la presente investigación con *Ceroxylon quindiuense*, esta diferencia podría estar asociada a variaciones entre especies, aunque ambas pertenecen a la familia Arecaceae, cada especie presenta características morfológicas diferentes.

3.1.2 Contenido de humedad.

El contenido de humedad para las semillas de *Ceroxylon quindiuense* evaluadas fue del 45,2%, lo que evidencia un alto contenido de humedad. Este resultado concuerda con lo reportado para especies del mismo género de estudio realizados por Sánchez (2019) quien registro un contenido de humedad de 38,4% en semillas del género *Ceroxylon alpinum*, señalando que este parámetro depende de la procedencia del material vegetal y de las condiciones ambientales durante la recolección. Diferentes estudios indican que las especies del género *Ceroxylon* producen semillas con contenido de humedad elevado, debido a su adaptación en los bosques nublados y paramos andinos (Galeano & Bernal, Palmas de Colombia Guía de campo, 2010).

En un estudio realizado en *Ceroxylon peruvianum* se reportó un contenido de humedad del 29,6% y de reportan semillas con un diámetro promedio de 1,2 cm (Chanamé et al., 2013), valor

inferior al obtenido en la presente investigación para *Ceroxylon quindiuense* (45,2%). Esta diferencia podría estar asociada a las características morfológicas de las semillas, ya que en *C. peruvianum* se describen semillas de menor tamaño y peso.

3.1.3 Número de semillas por kilogramo

El número promedio de semillas por kilogramo en *Ceroxylon quindiuense* fue de 1351. Un estudio similar realizado por Sánchez (2019) reportaron para semillas de *Ceroxylon alpinum* valores entre 1005 y 1030 semillas por kilogramo, estas diferencias se encuentran relacionada ya que, al tratarse de especies distintas, se espera que existan variaciones en el tamaño, peso y número de semillas por kilogramo.

Tabla 3

Características del análisis de las semillas de la especie Ceroxylon quindiuense

Análisis de semilla			
Especie	% Pureza	Contenido de humedad	N° de semillas por Kilogramo
<i>Ceroxylon quindiuense</i> (h.karst.) h.wendl.	84,38%	45,19%	1351 semillas/kg

3.2 Germinación de semilla

3.2.1 Porcentaje de germinación

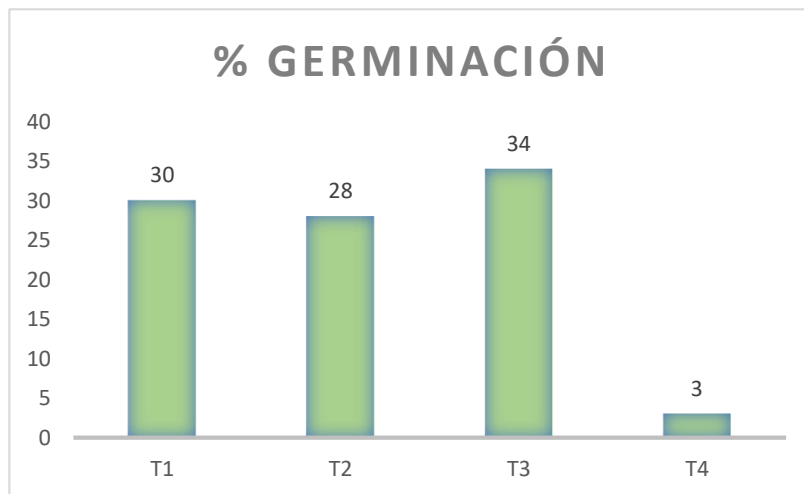
En la Tabla 4 se presenta el comportamiento germinativo de las semillas de *Ceroxylon quindiuense* a lo largo del periodo de evaluación. La primera emergencia se registró a los 140 días en los tratamientos químico (T3) y testigo (T1), evidenciando una respuesta inicial más temprana en comparación con los demás tratamientos. Posteriormente, hacia los 300 días, el tratamiento

químico alcanzó 18 semillas germinadas, seguido del testigo con 16 y el tratamiento natural con 14, lo que refleja una tendencia favorable del tratamiento con giberelina durante el proceso intermedio de germinación.

El tratamiento mecánico (T4) mostró una respuesta limitada, registrando únicamente tres semillas germinadas alrededor de los 147 días y sin incrementos significativos posteriores. Finalmente, a los 446 días, el tratamiento químico presentó el mayor porcentaje de germinación con 34 %, seguido del tratamiento natural con 30 % y el testigo con 28 %, mientras que el tratamiento mecánico obtuvo el valor más bajo. Estos resultados evidencian que el tratamiento químico no solo favoreció un mayor porcentaje final, sino también una respuesta germinativa más consistente a lo largo del tiempo.

Figura 3

Porcentaje de germinación.



Nota: T1 (Testigo), T2(Tratamiento Natural), T3(Tratamiento Químico), T4 (Tratamiento Mecánico).

Robinson (2002) señala que en condiciones naturales la germinación puede iniciarse a los 100 días o más, con una tasa promedio del 20 %. En el presente estudio, *Ceroxylon quindiuense* inició su germinación a los 140 días el proceso continuó de manera progresiva hasta alcanzar un

34 % en el tratamiento químico. Estos resultados indican que la especie mantiene un patrón germinativo lento propio de las palmeras, la aplicación de tratamientos pregerminativos como la giberelina permite incrementar significativamente el porcentaje final de germinación.

Chanamé et al. (2013) en *Ceroxylon peruvianum* reportan que la escarificación química con H₂SO₄ al 98 % permitió obtener un 13,8 % de germinación, registrándose emergencias desde los 21 días hasta los cuatro meses en semillas tardías. En contraste, en *Ceroxylon quindiuense* el tratamiento químico con giberelina inició la germinación a los 140 días y alcanzó un 37 % al finalizar el periodo de evaluación. Esta comparación evidencia que, el uso de reguladores de crecimiento puede favorecer un incremento más significativo en el porcentaje de germinación.

Broschat & Donselman (1987) observaron que la mayoría de especies de palmeras tienen un porcentaje de germinación inferior al 20%, incluso bajo condiciones favorables. Estos resultados son favorables para la investigación, debido a que tres de los tratamientos superaron el 20 % de germinación señalado en la literatura, demostrando que *Ceroxylon quindiuense* respondió positivamente a las condiciones experimentales aplicadas.

Con respecto a la aplicación de hormonas, basándonos con estudios previos aplicando fitohormonas Dehgan & Schutzman (1994) Encontraron que el ácido gibereleico (GA3) puede aumentar la velocidad y porcentaje de germinación, determinado que los factores ambientales y estados fisiológicos dependerán de la efectividad de la germinación. En este estudio la hormona natural ni la hormona química pudieron superar al testigo esto se puede deber a que la etapa de desarrollo embrionario no estaba apta o avanzada para que la giberelina causara un efecto significativo.

Tabla 4

Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento y repetición

Tratamiento	% germinación
T1	30
T2	28
T3	34
T4	3
Total	23,75

En la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar los supuestos de normalidad y la de Levene para la homocedasticidad, obteniendo la ratificación del cumplimiento de los supuestos estadísticos antes mencionados. Posteriormente se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA) donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alterna para esta variable.

La prueba de comparación de medias de Tukey, aplicada a los 446 días después de la siembra, reveló diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al porcentaje de germinación. El tratamiento T3 es significativamente superior a los demás. Los tratamientos T1 y T2 no mostraron diferencias estadísticas entre sí, el tratamiento T4 presentó el valor más bajo de germinación. Estos resultados confirman que el tratamiento T3 fue el más efectivo en promover la germinación, mientras que el T4 resultó ser el menos eficiente.

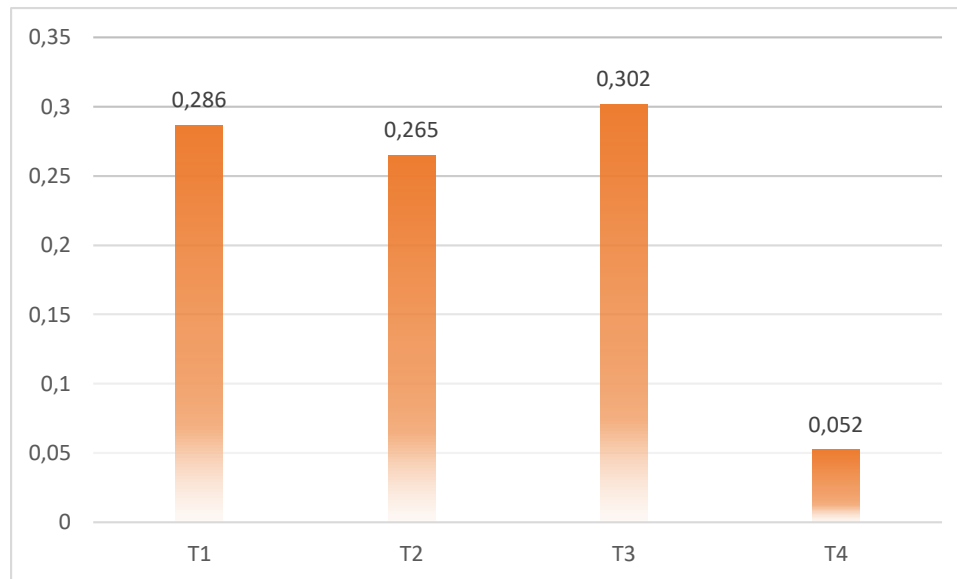
3.3. Vigor germinativo

En la tabla 6 se puede observar el vigor germinativo de los tratamientos pre germinativos que se establecieron en la investigación, Siendo el T3 (Tratamiento Químico) que obtuvo el 0,301 de vigor a los 446 días. Con 37 semillas germinadas de 100 semillas sembradas. Mientras que el

tratamiento 4 (Escarificación Mecánica) presento muy bajo vigor germinativo, esto se hace referencia a la capacidad que tiene la semilla para germinar.

Figura 4

Vigor Germinativo



En investigaciones de especies forestales con semillas duras demostraron que las pruebas mecánicas pueden ser insuficientes para mejorar el vigor germinativo. Estudios como el de Fredy Villota et al. (2024) se encontró que la escarificación mecánica de semillas de *Carapa amorphocarpa* se redujo el Vigor germinativo y el porcentaje de germinación en comparación con semillas sin escarificar, lo cual sugiere en este estudio que los daños físicos en semillas duras dañan al embrión y por lo tanto afecta negativamente a la germinación de la semilla.

En otros hallazgos Francisco Maldonado et al. (2018) donde se evaluaron métodos de escarificación mecánica en semillas de *Vachellia macracantha*, determinaron que el tratamiento mecánico aumento el porcentaje de germinación, no obstante, observaron mejoras significativas en variables asociadas al crecimiento inicial de las plántulas, como altura y número de hojas.

Tabla 5

Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento

Tratamiento	VG
T1	0,286
T2	0,265
T3	0,302
T4	0,052
Total	0,226

Al igual que con la variable anterior, se realizó la comprobación de los supuestos estadísticos, ratificándolos lo que permitió llevar a cabo el Análisis de Varianza, determinado que existen diferencias significativas entre tratamientos. Esto se llevó a cabo también para las demás variables.

La prueba de comparación de medias de Tukey, aplicada al índice de vigor (VG), evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 registró el mayor valor de VG (0,301), mostrando un desempeño superior en comparación con los demás tratamientos. Por su parte, los tratamientos T1 (0,286) y T2 (0,265) no presentaron diferencias estadísticas entre sí, ubicándose en un rango intermedio de vigor. En contraste, el tratamiento T4 obtuvo el valor más bajo de IV (0,052), reflejando un efecto limitado sobre el desarrollo inicial de las plántulas.

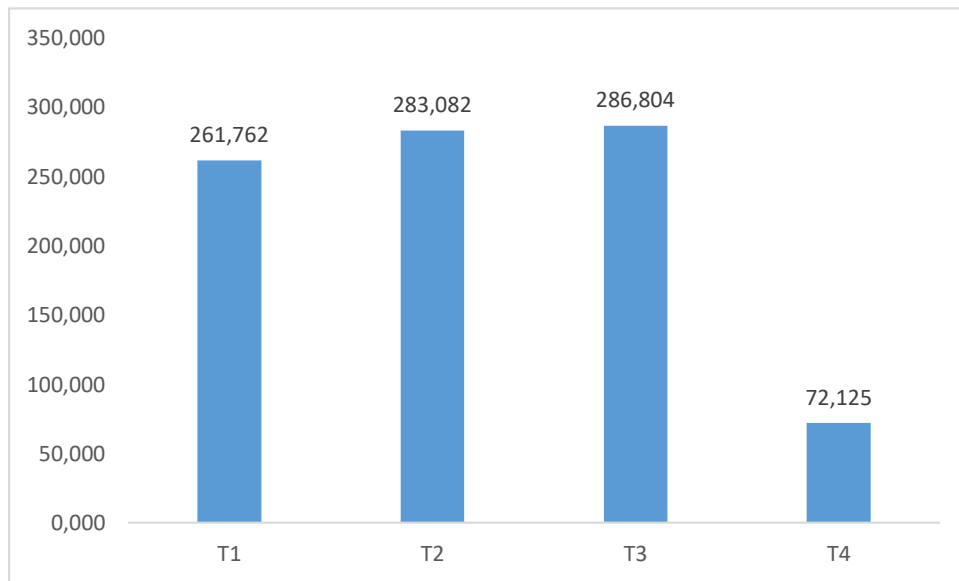
3.4. Tiempo Medio de Germinación

En la Tabla 7 se presentan los valores del tiempo medio de germinación (TMG) correspondientes a los tratamientos pregerminativos evaluados en la investigación a los 446 días. Se observa que el tratamiento T3 (tratamiento químico) registró el mayor tiempo medio de

germinación, mientras que el T4 (escarificación mecánica) presentó el menor TMG. Esto indica que las semillas sometidas a lijado iniciaron su proceso de germinación en un periodo promedio considerablemente menor en comparación con los demás tratamientos.

Figura 5

Tiempo medio de germinación



Según la literatura sobre la propagación de semillas de *Arecaceae*, la germinación es lenta con periodos que pueden extenderse por meses o incluso pasado los 100 días como se demuestra en la investigación de (Meerow & Broschat, 2021, cómo se citó en Tomlinson, 1990) donde estimaron que al menos el 25 % de las especies de palmas requieren más de 100 días para germinar, y la germinaciones esporádicas pueden continuar por varias semanas o meses después de la siembra.

Las palmas del genero *Ceroxylon* puede intepretarse a partir de estaegias ecologicas y fisiologicas del genero. En invrstigaciones relacionadas encontramos a CAR (2019) la propagacion

para *Ceroxylon sasaimae* reporto que incluso bajo condiciones controladas la germinación inicio a los 85 días y continuo de forma esporádica durante 14 meses. Estos antecedentes demuestran que la germinación tardía y progresiva es una característica fisiológica propia del género.

Tabla 6

Evaluación del Tiempo medio de germinación

Tratamiento	TMG
T1	261,762
T2	283,082
T3	286,804
T4	72,125
Total	225,943

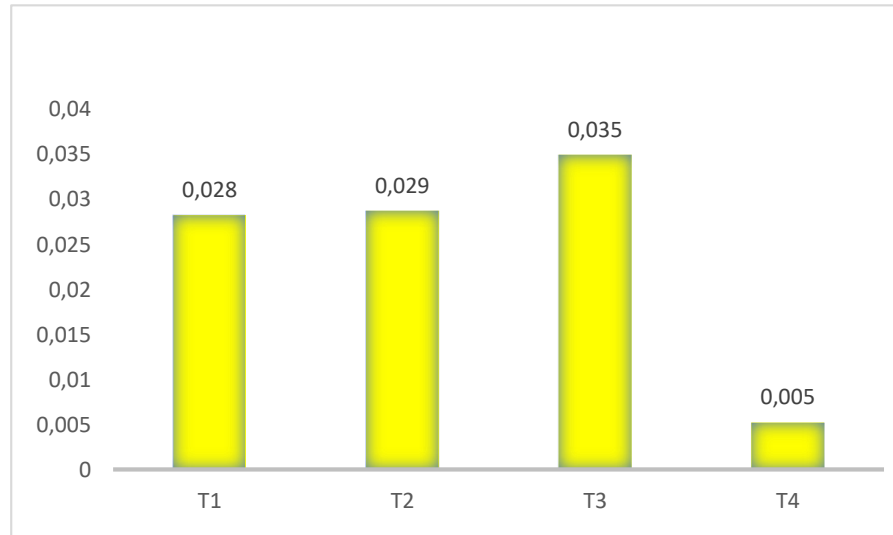
La prueba de comparación de medias de Tukey evidenció diferencias significativas entre los tratamientos en el tiempo medio de germinación (TMG). El tratamiento T4 presentó el valor más bajo (72,125), diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1 (261,762), T2 (283,082) y T3 (286,804), los cuales conformaron un grupo homogéneo sin diferencias significativas entre sí.

3.5. Índice de velocidad de germinación

En la tabla 8 se puede observar el índice de velocidad de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (tratamiento Químico) que obtuvo el 0,0349 de germinación a los 447 días. Con 37 semillas germinadas de 100 semillas sembradas en este tratamiento. Mientras que el T4 (escarificación mecánica) presenta resultados muy bajos, esto hace referencia a la capacidad de rapidez y uniformidad de las semillas germinadas.

Figura 6

Índice de velocidad germinativa



Nota: Son significativamente diferentes ($p > 0.05$) T1 (Testigo), T2(Tratamiento Natural), T3(Tratamiento Químico), T4 (Tratamiento Mecánico).

Estos estudios son destacados por resultados donde se aplicó giberelina (GA3) ya que puede la velocidad de germinación y aumentar la velocidad de emergencia en especies con especies de difícil germinación, como se demuestra en el estudio de Sousa et al. (2024) encontraron que la aplicación de giberelina mejoró el índice de velocidad de germinación en *Virola surinamensis*, una especie forestal tropical con dormancia embrionaria.

Por el contrario, en estudios que hablan de la escarificación obtuvieron un IVG más cuando se aplicaba en menor tiempo, como se presenta en el estudio de Chanamé et al. (2013) en especies del mismo género, como *Ceroxylon peruvianum*, se ha reportado que tratamientos más intensivos, como la escarificación química con ácido sulfúrico concentrado combinada con estratificación en frío, favorecen la germinación de manera más eficiente. Esto sugiere que, en

especies de *Ceroxylon*, la dormancia no estaría determinada únicamente por barreras físicas, sino también por factores fisiológicos internos (Baskin & Baskin, 2014).

Tabla 7

Evaluación de la velocidad de germinación de cada tratamiento

Tratamiento	IVG
T1	0,028
T2	0,029
T3	0,035
T4	0,005
Total	0,024

La prueba de comparación de medias de Tukey, realizada a los 446 días posteriores a la siembra, indicó diferencias significativas entre los tratamientos respecto al índice de valor germinativo (IVG). El tratamiento T3 mostró un desempeño significativamente mayor que los demás, destacándose como el más eficaz en promover la germinación. Por su parte, los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias estadísticas entre sí, mientras que el tratamiento T4 registró el valor más bajo de IVG. Estos hallazgos confirman que T3 es el tratamiento más eficiente para favorecer la germinación, en contraste con T4, que fue el menos efectivo.

3.6. Efecto de los tratamientos en la germinación y calidad de la semilla

En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos respecto a los parámetros de calidad de semilla de *Ceroxylon quindiuense*, considerando las variables de estudio como el porcentaje de germinación, vigor germinativo (VG), tiempo medio de germinación (TMG), índice de velocidad de germinación (IVG), pureza, contenido de humedad y número de semillas por kilogramo.

Tabla 8

Efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la germinación y calidad de semillas de

Ceroxylon quindiuense.

Tratamiento	Calidad de semilla						
	Germinación				Calidad		
	% germinación	VG	TMG	IVG	Pureza	CH	NºSemilla / Kg
T1	30%	0,286	261,762	0,028	84,38%	45,19%	1351
T2	28%	0,265	283,082	0,029			
T3	34%	0,302	286,804	0,035			
T4	3%	0,052	72,125	0,005			

Los tratamientos pregerminativos no influyeron en la calidad de la semilla, ya que las variables de pureza, contenido de humedad y número de semillas por kilogramo no presentaron cambios asociados a los tratamientos aplicados. Asimismo, estas características no mostraron relación con los parámetros de germinación evaluados. En consecuencia, el efecto de los tratamientos se evidenció únicamente en la respuesta germinativa y no en la calidad física del lote de semillas

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El tratamiento químico con giberelina demostró ser el más efectivo para mejorar la germinación de *Ceroxylon quindiuense*, alcanzando un 34 % de germinación frente a los demás tratamientos.
- Las semillas de *Ceroxylon quindiuense* evidenciaron un comportamiento germinativo lento, iniciando la germinación a los 140 días; hasta los 426 días, sin embargo, alcanzaron un total de 98 semillas germinadas en tres de los tratamientos evaluados, lo que indica favorable la capacidad de germinación bajo condiciones controladas.
- Los tratamientos pregerminativos influyeron de manera significativa en la germinación, siendo el tratamiento químico el de mayor impacto, seguido del natural y el testigo, mientras que la escarificación mecánica presentó baja eficacia, lo que indica que la ruptura física de la cubierta no resulta suficiente para estimular al embrión.

4.2. Recomendaciones

- Implementar el tratamiento químico con giberelina en programas de propagación de *Ceroxylon quindiuense*, debido a que presentó el mayor porcentaje de germinación.
- Profundizar en el estudio de los mecanismos de dormancia en *Ceroxylon quindiuense*, considerando que el tratamiento mecánico no incrementó la germinación e incluso pudo afectar la viabilidad del embrión.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida Guevara, P. E. (2020). Efecto del sustrato enriquecido con *Trichoderma* spp. mas citoquininas, en cinco metodos de escarificacion en semillas de nogal (*Juglans neotrópica* Diels). *Escuela Superior Politecnica del Chimborazo*.
- Amador-Alfárez, K. A., Díaz-González, J., Loza-Cornejo, S., & Bivián-Castro, E. Y. (febrero de 2013). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica*(35).
- Barbedo, C. J. (2018). A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. *Journal of Seed Science*, 40(3), 221-236. doi:<https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n3207201>
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). Seeds: Ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination (2nd ed.). *Academic Press*.
- Belloso, P., & Mazariegos, L. (2013). “*Evaluación de cinco sustratos y tres Métodos de Escarificación en la germinación de semillas de cuatro especies forestales*”. Departamento de fitotecnia, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de El Salvador.
- Bernal, R., & Galeano, G. (2013). *Palmas de Colombia Guía de campo*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, R., & Sanín, M. (2013). Los palmares de *Ceroxylon* quindiuense (Arecaceae) en el Valle de Cocora, Quindío: perspectivas de un ícono escénico de Colombia (en línea). *Colombia Forestal* , 16(1):67-79. Obtenido de n <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/>
- Bernal, R., Galeano, G., & Sanín, M. J. (2015). Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío (*Ceroxylon* quindiuense), Árbol Nacional de Colombia. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Universidad Nacional de Colombia*.
- Berrezueta, M. J. (2015). *Evaluación de medios de cultivo para la germinación in vitro de embriones de Ceroxylon sp. (Palma de cera) [Tesis]*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Borchsenius, F., & Moraes, M. (2006). *Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae)*. *Botanica Economica de los Andes Centrales*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Broschat, T. K., & Donselman, H. M. (1987). Effects of seed maturity and storage conditions on germination of palm seeds. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 389-391.

- CAR. (2019). *Protocolo preliminar para la propagación de la palma Ceroxylon sasaimae para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR*. Bogotá.
- Castillo, G. (2020). *Evaluación de la fisiología reproductiva y calidad de semillas de Wilco (Anadenanthera colubrina) a nivel de laboratorio, usando las Normas ISTA*. 82(TESIS WILSON FERNANDO). Loja: UNL.
- Chanamé, C. M., Príncipe, S. P., & Castro, E. V. (2013). Efectos de la escarificación y estratificación en la germinación de semillas de palmera pona (*Ceroxylon peruvianum* Galeano, Sanin & Mejía). *INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*. doi:10.25127/indes.201301.001
- Cherfas, J. (2006). *Guía para la recolección de semillas*. Huerta Comunitaria.
- Cortolima. (2010). *Propuesta Técnica para el plan de manejo regional para la conservación de la palma de cera Ceroxylon quindiuense en el departamento de Tolima*. Tolima: Universidad del Tolima .
- Couvreur, T. L., Jijon, N., Montúfar, R., Morales-Morales, P. A., Sanín, M. J., Copete, J. C., . . . Beech, E. (2024). Diversity and conservation status of palms (Arecaceae) in two hotspots of biodiversity in Colombia and Ecuador. *Plants, People, Planet*(6), 885-901. doi:https://doi.org/10.1002/ppp3.10506
- Cuadra, C. d. (1993). *GERMINACION, LATENCIA Y DORMICION DE LAS SEMILLAS Dormición en las avenas locas*. Madrid: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf
- Cué-García, J. L., Ramírez-López, J.-L., & Ávila, E. J. (2024). Tratamientos pregerminativos y diferentes sustratos en la germinación de semillas de *Juglans neotropica* Diels, Ecuador. *Ciencia Forestal*, 3(1), 1-18. doi:https://doi.org/10.5902/1980509883757
- de la Cuadra, C. (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Hojas Divulgadoras*, 8-9.
- Dehgan, B., & Schutzman, B. (1994). Palm seed germination techniques. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society*, 370-376.
- Dianderas, A. A., & Fassbender, D. (2012). Árboles Semilleros consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros. *BOLETÍN DE DIVULGACIÓN TÉCNICA*, 3-8.
- Doria, J. (Enero-Marzo de 2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74-85. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. A general information on seeds: Its production, preservation and storage. *Cultivos Tropicales*, 31(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011#:~:text=Ex%C3%B3gena%3A%20las%20semillas%20que%20pre-sentan,germinar%20con%20normalidad%20\(21\).](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011#:~:text=Ex%C3%B3gena%3A%20las%20semillas%20que%20pre-sentan,germinar%20con%20normalidad%20(21).)
- Enríquez, H. (2015). *Propagación vegetativa de Quishaur (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) Empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la Universidad Técnica del Norte [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]*. Obtenido de Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4321>
- Fernández, H. R., Fernández, A. M., & Álvarez, A. F. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. Xochimilco: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. Obtenido de https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). *Seed dormancy and the control of germination* (Vol. 171(3)). New Phytologist.
- Franco, R. C. (2005). *Estudio de las Poblaciones y Estrategia de Conservación para Tres Especies de Palmas (Attalea amygdalina, Cerroxylon alpinum y Cerroxylon quindiuense) de Distribución Restringida y en Peligro de Extinción en la Jurisdicción de CORANTIOQUIA*. Medellín: CORANTIOQUIA. Obtenido de https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/FLORA/AIRNR_CN_5861_2004.pdf
- G, G., & R, B. (2004). Las palmas (familia Arecaceae o Palmae).
- GAD-Ibarra, G. A. (s.f.). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Ibarra 2015-2023.
- Galeano, G., & Bernal, R. (2010). *Palmas de Colombia Guía de campo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Galeano, G., Moraes, M., Bernal, R., Balslev, H., & Andrew Henderson, I. (1995). Palmas Andinas Tropicales (Arecaceae). 473-488. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Monica-Moraes-R/publication/292516335_Tropical_Andean_palms_Arecaceae/links/582a0ecf08ae004f74ae1b80/Tropical-Andean-palms-Arecaceae.pdf?origin=scientificContributions
- García-López, J. I., Ruiz-Torres, N. A., Lira-Saldivar, R. H., Vera-Reyes, I., & Méndez-Argüello, B. (2016). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica*

- de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. México : Centro de Investigación en Química Aplicada.
- Gutierrez, G., J. O., & Mauro, M. (1990). *La producción de semillas*. Managua, Nicaragua: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Henderson, A. (2002). *Evolution and Ecology of Palms* . New York: New York Botanical Garden Press.
- Hoyos, D. R. (2014). *Caracterización de la germinación y de la latencia de semillas de FigueE Furcraea sp., bajo condiciones controladas de laboratorio (Tesis)*. Medellín : Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid .
- ISTA. (2016). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. *The International Seed Testing Association*. Obtenido de https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- ISTA. (2019). *International Rules for Seed Testing*.
- Josué Israel, G. L., Torres, N. A., Saldivar, R. H., Reyes, I. V., & Argüello, B. M. (2016). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. CONACYT.
- K., M., J.C., P., A.M., R. d., L., S. C., J., R.-F., V., J., & R., R. (2014). *Del bosque húmedo al bosque seco: adaptabilidad de las palmeras al cambio climático*. Perú . Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/irdeditions-19808.pdf
- Luna, C. V. (2019). Establecimiento de un método eficiente de estandarización de la germinación in vitro de Moringa oleifera (Moringaceae). *Acta Botanica Mexicana*. doi: 10.21829/abm126.2019.1496
- MAE, & FAO. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. *MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador)*.
- Maldonado, F., Rúales, C., Caviedes, M., Ramírez, D., & León, A. (2018). An evaluation of physical and mechanical scarification methods on seed germination of Vachellia macracantha (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger. *Universidad Nacional de Colombia*, 120-125. doi:<https://doi.org/10.1S446/acag.v67n1.60696>
- Meerow, A. W., & Broschat, T. K. (2021). Palm Seed Germination. *askifas powered by EDIS*. doi:[doi:doi.org/10.32473/edis-ep238-2004](https://doi.org/10.32473/edis-ep238-2004)
- Moraes, M., Ollgaard, B., Kvist, L. P., Borchsenius, F., & Balslev, H. (2006). Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae). *Universidad Mayor de San Andrés*, 412-433. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2025.pdf

- Moreno, J. V. (6 de abril de 2022). Promueve campaña "Tradición y conservación van de la mano." *CORREO el diario de todos*. Obtenido de <https://diariocorreo.com.ec/69379/portada/promueve-campana-tradicion-y-conservacion-van-de-la-mano>
- Ortiz, V., Ordaz-Chaparro, V. M., Aldrete, A., Escamilla-Prado, E., & Sánchez-Viveros. (1 de Junio de 2018). Tratamientos pregerminativos en semillas de dos especies del género *Coffea*. PREGERMINATIVE TREATMENTS IN SEEDS OF TWO SPECIES OF THE *Coffea* GENUS. *11*(4), págs. 68-73.
- Pacheco, M. M., Diego, M. A., & García, P. M. (2018). *Atlas de Histología Vegetal y Animal*. Vigo: Facultad de Biología. Universidad de Vigo. Obtenido de <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-semilla.pdf>
- Perez Arbelaez, E. (1956). *Plantas útiles de Colombia*. Bogotá: Litografía Arco.
- Pérez, A. (2008). *Evaluación de doce métodos de escarificado en semillas de Chonte (Zanthoxylum aguilarii) y Canoj (Ocotea guatemalensis) en el Asinta*. Guatemala: Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango.
- Plumed, J., & Costa, M. (2013). *Monografías botánicas. Jardín Botánico de la Universitat de València* (Vol. 1: Las Palmeras). València: Universitat de València. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.jardibotanic.org/fotos/pdf/publicacion_2_77_LAS_PALMERAS-ESP.pdf
- Ramírez-Lopez, j., Vallejos-Álcaez, H., & Añazco-Romero, M. (2023). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Juglans neotropica* Diels. en el norte del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *13*(1), 83-93. doi:<https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1737>
- Ranal, M. A., & Garcia, D. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botanica*, *29*(1), 1-11. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100->
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma*. Roma , Italia: Biodiversity International.
- Renato, V., Renato, M., Hugo, N., & Henrik, B. (2013). *Palmas Ecuatorianas: Biología y uso sostenible*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Robinson, M. (2002). Cultivated Palm Seed Germination. *University of Nevada*. Obtenido de Robinson M.L. 2002. Cultivated Palm Seed Germination <http://www.unce.unr.edu/publications/files/ho/2002/sp0209.pdf>.
- Roca, W., & Mroginski, L. (2007). *Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos*. Cali, Colombia : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Recuperado el 18 de enero de 2024, de <https://books.google.com.ec/books?id=EXijYNw55DUC&pg=PA579&dq=c#v=onepage&q=c&f=false>
- Sadava, D., & Purves, W. H. (2000). *Vida, la ciencia de la biología* (8a ed ed.). Buenos Aires, Argentina: Medica panamericana.
- Sánchez, Y. P. (2019). *Regeneración Natural de la Palmera blanca (Ceroxylon sp.) en el parque nacional de Cutervo, Cajamarca-Perú [Tesis]*. Univeridad Nacional de Cajamarca.
- Sousa, A. M., Nogueira, G. A., Neto, C. F., Cruz, E., Silva, B. G., Silva, A. C., & Pantoja, J. d. (2024). Efecto del ácido giberélico sobre la germinación de semillas y la producción inicial de biomasa en *Virola surinamensis*(Rol.) Warb. (Myristicaceae). *Research, Society and Development*, 9(1). doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9069>
- Terenti, O. (2004). Calidad de la semilla, lo que implica y cómo evaluarla. *ITA-San Luis*. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/27-calidad_semillas.pdf
- Terenti, O. (2004). Calidad de semilla, qué implica y cómo evaluarla. *Sitio Argentino de Producción Animal* , 1-4.
- Tropical, C. I. (1983). *Desarrollo y Morfología de la semilla* . Cali.
- Valencia, R., Montúfar, R., Navarrete, H., & Balslev, H. (2013). *Palmas Ecuatorianas: Biología y uso sostenible* (Vol. 1). Quito: Publicaciones del Herbario QCA. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.rcamaraleret.com/onewebmedia/2013_Palmasecuatorianas_libro.pdf
- Varela, S. A., & Arana, M. V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. Bariloche: INTA.
- Varela, S. A., & Arana, V. (2010). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Argentina: Grupo de Ecología Forestal*.
- Vélez, N. (2017). *Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad crespa salad en la granja experimental Yuyucocha Provincia de Imbabura*.






[Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6884>

Villota, F., Palacios, W., González, E. J., & Bernaola-Paucar, R. M. (2024). Seed Propagation of *Carapa amorphocarpa* W. Palacios Using Various Treatments of Substrates and Mechanical Seed Scarification in a Nursery in the Andean Area of Northwestern Ecuador. *Forests*. doi:<https://doi.org/10.3390/f15060987>

Walck, J. L., Hidayati, S. N., Dixon, K. W., Thompson, K., & Poschlod, P. (2011). *Climate change and plant regeneration from seed* (Vol. 17(6)). Global Change Biology.

Willan, R. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a*. Roma, Italia.

ANEXOS

 <p>UTM: 18N 102390mE 43972mN Elevación: 2870,1757 m Precisión: 7.5 m Tiempo: 08-10-2023 09:30 Nota: Monte Olivo Sub: Esperanzas</p>	
<p>1. Área de estudio para la recolección de semillas – Monte Olivo (Carchi)</p>	<p>2. Regeneración natural de <i>Cerroxylon quindiuense</i> en el área de estudio</p>
	
<p>3. Recolección de semillas de <i>Cerroxylon quindiuense</i></p>	<p>4. Selección y limpieza de semillas</p>
	
<p>5. Proceso de lavado de semillas</p>	<p>6. Pesaje de semillas</p>



7. Aplicación de Vitavax 200



8. Aplicación de tratamiento químico giberelina 48 horas en reposo



9. Tratamiento Físico, lijado de la testa de 100 semilla



10. Recolección de material para la horma Natural



11. Construcción de Vivero



12. Preparación de sustrato



13. Siembra de las semillas



14. Control y monitoreo



15. Riego



16. Primer registro de brote de semilla



17. Inicios de la primera plátula



18. Plantula *Ceroxylon quindiuense*