



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

TEMA:

“Evaluación de tratamientos pre germinativos, sustratos y procedencias en la germinación de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze, Imbabura.”

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

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autoras: Imbaquingo Villarreal Samantha Lizeth

Vallejos Posso Laura Micaela

Director: Ing. Mario José Añazco Romero PhD.



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:	1004860613		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Imbaquingo Villarreal Samantha Lizeth		
DIRECCIÓN:	Cotacachi – Vía Imantag Sector La Quitumbita		
EMAIL:	slimbaquingov@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0939972215

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004721849		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vallejos Posso Laura Micaela		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui – Av. San Vicente y Bruno Frixone		
EMAIL:	lmvallejosp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06 2908 138	TELF. MOVIL	0987105418

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de tratamientos pre germinativos, sustratos y procedencias en la germinación de <i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze, Imbabura.
AUTORAS:	Imbaquingo Villarreal Samantha Lizeth; Vallejos Posso Laura Micaela
FECHA:	2025 / 09 / 10
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
DIRECTOR:	Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan 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 son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de septiembre de 2025

LAS AUTORAS:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Samantha Villarreal', written over a horizontal dotted line.

Imbaquingo Villarreal Samantha Lizeth

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Laura Vallejos', written over a horizontal dotted line.

Vallejos Posso Laura Micaela

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 10 de septiembre de 2025

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

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.

MARIO JOSE ANAZCO ROMERO
Firmado digitalmente por
MARIO JOSE ANAZCO ROMERO
Fecha: 2025.09.10 14:24:56
0000

.....
Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

C.C.: 0701574329

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular "Evaluación de tratamientos pre germinativos, sustratos y procedencias en la germinación de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze, Imbabura" elaborado por Imbaquingo Villarreal Samantha Lizeth y Vallejos Posso Laura Micaela, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueban el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.

MARIO JOSE ANAZCO ROMERO

Firmado digitalmente por
MARIO JOSÉ ANAZCO ROMERO
Fecha: 2025.09.10 14:25:15
+0500

.....

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

C.C.: 0701574329



Firmado digitalmente por
JORGE LUIS RAMIREZ
LOPEZ
Fecha: 2025.09.10 14:25:15
+0500

.....

Ing. Jorge Luis Ramírez López MsC.

C.C.: 1003081195

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fuerza en los momentos difíciles y por abrir caminos cuando sentí que no los había. Sin Su presencia, este logro no habría sido posible. A mi mami Lourdes y a mi papi Álvaro, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Esta meta también es de ustedes. A mi familia, por estar siempre ahí, por su comprensión, paciencia y palabras de aliento a lo largo de este camino académico. A mi novio Chibolo, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por su cariño, motivación y por acompañarme con amor en cada etapa de este proceso. A mis amigos, por las risas, los consejos sinceros y por ser ese soporte emocional que tanto necesitaba. Y a mis docentes, por su dedicación, por compartir su conocimiento con generosidad y por sembrar en mí el compromiso con la investigación y el aprendizaje constante. Su guía ha dejado huella en mi formación profesional y personal.

Samantha Imbaquingo

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la paciencia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi madre, por su amor incondicional y su constante apoyo. A mi abuelo, por su ejemplo, sus consejos y su presencia en cada paso del camino. A mi familia, por creer en mí y brindarme su respaldo en todo momento. A mis amigos, por su compañía, palabras de aliento y por estar presentes en los momentos más importantes.

Y de manera muy especial, a mi director de tesis, por su guía, dedicación y compromiso durante todo este proceso. Su orientación fue fundamental para alcanzar este logro.

Micaela Vallejos

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por haberme dado la vida, la salud, la sabiduría y la fortaleza para llegar hasta este momento. Su presencia ha sido mi guía y mi refugio a lo largo de este proceso. A mi madre Lulu y a mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi ejemplo de lucha, entrega y perseverancia mil gracias a todos. A mis docentes por haber contribuido a nuestra formación académica y profesional. Y a mi novio, por estar a mi lado en cada etapa de esta travesía, por motivarme a seguir adelante con cariño, paciencia y amor.

Samantha Imbaquingo

Al culminar esta etapa tan importante, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de este proceso.

En primer lugar, a Dios por la vida, a mi madre, por su amor incondicional, por su fortaleza y por ser mi mayor motivación, gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia para poder lograr esta meta. A mi abuelo, por su ejemplo de vida, sus consejos sabios y su constante apoyo. A toda mi familia, por estar presente en cada momento, brindándome ánimo y confianza.

A mis docentes e ingenieros, por compartir sus conocimientos, por su dedicación y por haber sido guía constante a lo largo de mi formación. Su exigencia, apoyo y orientación fueron fundamentales para alcanzar este objetivo. A mis compañeros de estudio y colegas, por su colaboración, motivación y por el aprendizaje. La experiencia académica se enriqueció enormemente gracias a ese compañerismo y trabajo conjunto.

A todos, gracias de corazón.

Micaela Vallejos

RESUMEN

Los bosques tropicales del Ecuador sufren presiones constantes por deforestación, agricultura y ganadería, lo que ha reducido especies nativas como lúcuma *Pouteria lucuma*, cuya propagación sexual se limita por la dormancia y su semilla. Esta investigación evaluó tratamientos pre germinativos y sustratos para la propagación sexual de la lúcuma, utilizando semillas de las provincias de Napo y Sucumbíos. El estudio se realizó en el campus Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte. El análisis de las semillas se realizó utilizando las Normas ISTA. Se observó una forma “D-shaped”, textura lisa y color café oscuro (Hue 10 YR 4/6 y 10 YR 5/8). Las semillas de Sucumbíos presentaron mayores dimensiones ($36,3 \times 29,8$ mm; $1116,74$ mm²) frente a las de Napo ($35,4 \times 27,2$ mm; $963,54$ mm²), ambas mostraron alta pureza (99,23 % y 98,81 %, respectivamente). El peso promedio por semilla fue similar (15,95 g en Sucumbíos y 15,12 g en Napo), aunque el contenido de humedad fue significativamente mayor en Napo (63,91 %) que en Sucumbíos (51,79 %). En cuanto a la germinación, la imbibición (G3) fue el tratamiento más efectivo en Napo (16,67 %), seguida de escarificación + imbibición (G4) (8,33 %). En Sucumbíos, G4 obtuvo el mayor porcentaje (8,33 %), mientras que la escarificación sola (G2) no generó germinación. Respecto a los sustratos, los mejores resultados se observaron en S1 (100 % tierra de sitio) y S4 (70 % tierra de sitio + 20 % compost + 10 % arena), destacando en semillas de Napo. En conclusión, la procedencia, el tratamiento pre germinativo y el sustrato influyen directamente en la germinación y vigor de *Pouteria lucuma*. Las semillas de Napo, sometidas a imbibición y sembradas en sustratos enriquecidos, mostraron el mejor desempeño para su propagación sexual.

Palabras clave: Especie nativa, Lúcuma, dormancia, propagación sexual

ABSTRACT

The tropical forests of Ecuador face constant pressures from deforestation, agriculture, and livestock, which has reduced native species such as lúcuma (*Pouteria lucuma*), whose sexual propagation is limited by seed dormancy. This research evaluated pregerminative treatments and substrates for the sexual propagation of lúcuma, using seeds collected from the provinces of Napo and Sucumbíos. The study was carried out at the Yuyucocha campus of Universidad Técnica del Norte. Seed analysis was conducted following ISTA standards. A “D-shaped” form, smooth texture, and dark brown color (Hue 10 YR 4/6 and 10 YR 5/8) were observed. Seeds from Sucumbíos presented larger dimensions (36.3 × 29.8 mm; 1116.74 mm²) compared to those from Napo (35.4 × 27.2 mm; 963.54 mm²), with both showing high purity (99.23% and 98.81%, respectively). The average seed weight was similar (15.95 g in Sucumbíos and 15.12 g in Napo), although the moisture content was significantly higher in Napo (63.91%) than in Sucumbíos (51.79%). Regarding germination, imbibition (G3) was the most effective treatment in Napo (16.67%), followed by scarification + imbibition (G4) (8.33%). In Sucumbíos, G4 achieved the highest percentage (8.33%), while scarification alone (G2) did not induce germination. As for substrates, the best results were observed in S1 (100% site soil) and S4 (70% site soil + 20% compost + 10% sand), particularly with seeds from Napo. In conclusion, seed provenance, pregerminative treatment, and substrate directly influence the germination and vigor of *Pouteria lucuma*. Seeds from Napo, subjected to imbibition and sown in enriched substrates, showed the best performance for sexual propagation.

Keywords: Native species, Lúcuma, dormancy, sexual propagation

LISTA DE SIGLAS

COA. Código Orgánico ambiental

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ISTA. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR	4
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	18
Problemática a investigar	18
Formulación del problema de investigación	19
Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Pregunta directriz general	21
Preguntas específicas	21
CAPITULO I	22
MARCO TEÓRICO	22
1.1 Silvicultura	22
1.2 Propagación Sexual	22
1.3 Fisiología del embrión de <i>Pouteria lucuma</i>	25

1.4	Dormancia.....	25
1.4.1	Dormancia física.....	25
1.4.2	Dormancia fisiológica.....	26
1.4.3	Dormancia combina o mixta.....	27
1.5	Almacenamiento de Semillas de <i>Pouteria lúcum</i>	28
1.6	Tratamientos pre germinativos	29
1.6.1	Escarificación	29
1.6.2	Imbibición.....	29
1.6.3	Testigos.....	30
1.7	Sustratos.....	30
1.7.1	Tipos de sustratos	30
1.8	Germinación.....	31
1.9	Caracterización de la especie <i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kundze.	31
1.9.1	Taxonomía.....	31
1.9.2	Distribución geográfica	32
1.9.3	Descripción botánica	32
1.10	Uso o importancia social, económica y ecológica	34
1.10.1	Importancia social.....	34
1.10.2	Importancia económica.....	35
1.10.3	Importancia ecológica.....	35
1.11	Estudios similares.....	36
CAPITULO II.....		38

MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
2.1 Ubicación del sitio	38
2.1.1 Política.....	38
2.2 Geografía del sitio de investigación.....	40
2.3 Límites	40
2.4 Caracterización edafoclimática del lugar.....	41
2.4.1 Suelo	41
2.4.2 Clima	41
2.5 Materiales, equipos y software	44
2.6 Métodos, técnicas e instrumentos	44
2.6.1 Análisis descriptivo	45
2.6.2 Fase de campo	46
2.6.3 Variables de estudio.....	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1 Morfología de las semillas	56
3.1.1 Forma.....	56
3.1.2 Tamaño	56
3.1.3 Color.....	58
3.1.4 Textura.....	58
3.2 Calidad de semillas	58
3.2.1 Pureza	59
3.2.2 Peso.....	61

3.2.3	Contenido de humedad	62
3.3	Germinación de semillas.....	65
3.3.1	Porcentaje de germinación.....	65
3.3.2	Vigor germinativo	71
CAPITULO IV		76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
3.4	Conclusiones.....	76
3.5	Recomendaciones	78
RECOMEDACIONES BIBLIOGRAFICAS		80
ANEXOS.....		89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM de los sitios de recolección, Sistema de proyección WVG S 1984, Zona 17 sur.....	40
Tabla 2 Caracterización climática de La Bonita.....	42
Tabla 3 Caracterización climática de Napo.....	43
Tabla 4 Caracterización climática de Ibarra.....	43
Tabla 5 Materiales, equipos y software empleados en la investigación.....	44
Tabla 6 Descripción de la codificación de los tratamientos empleados.....	45
Tabla 7 Tamaño promedio de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i>	57
Tabla 8 Tabla comparativa de calidad de semillas Napo vs Sucumbíos.....	59
Tabla 9 Prueba de t para caracterizar la calidad de las semillas.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación espacial sitio de recolección de semillas Sucumbíos.....	38
Figura 2. Ubicación espacial sitio de recolección de semillas Napo.....	39
Figura 3. Ubicación espacial del sitio de ensayo	39
Figura 4. Forma de las semillas (Musley 1951)	52
Figura 5. Semilla de la especie <i>Pouteria lucuma</i>	56
Figura 6. Pureza de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i> por procedencia.....	60
Figura 7. Peso de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i>	61
Figura 8. Contenido de humedad de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i>	63
Figura 9. Porcentaje de germinación por tratamientos.....	65
Figura 10. Porcentaje de germinación por sustratos.....	66
Figura 11. Porcentaje de germinación por procedencias.....	67
Figura 12. Curva de acumulación del porcentaje de germinación de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i> por tratamiento.....	68
Figura 13. Curva de acumulación del porcentaje de germinación de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i> por sustrato.....	69
Figura 14. Curva de acumulación del porcentaje de germinación de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i> por procedencia.....	70
Figura 15. Vigor germinativo por tratamiento.....	71
Figura 16. Vigor germinativo por sustrato.....	72
Figura 17. Vigor germinativo por procedencia.....	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec 1. Tamaño de la semilla.....	53
Ec 2. Pureza.....	53
Ec 3. Peso de la semilla.....	54
Ec 4. Contenido de humedad.....	54
Ec 5. Porcentaje de germinación.....	55
Ec 6. Vigor germinativo.....	55

INTRODUCCIÓN

Problemática a investigar

La *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze, conocida comúnmente como lúcuma, es una especie frutal nativa de los Andes que presenta un alto valor agroalimentario y potencial de comercialización. Sin embargo, en zonas como Imbabura (Ecuador), su propagación se ve limitada por la baja tasa de germinación, el largo tiempo requerido para emerger y la escasa uniformidad en el desarrollo de plántulas, lo cual dificulta su producción en viveros.

Uno de los factores que agravan esta problemática es la ausencia de técnicas estandarizadas de pre germinación y selección de sustratos adecuados. Además, las diferencias ecológicas entre las procedencias también pueden influir en la calidad y velocidad de germinación. Esta situación no solo limita el aprovechamiento comercial de la especie, sino que también representa un riesgo para su conservación, dado que se encuentra en un estado de vulnerabilidad genética y ecológica.

Según Villota et al. (2024), el uso de tratamientos pre germinativos, junto con la selección adecuada de sustratos y la consideración de las procedencias geográfica, puede mejorar significativamente la eficiencia en la germinación de especies nativas andinas. Si bien su estudio se centró en *Carapa amorphocarpa*, las condiciones ecológicas y las técnicas utilizadas son comparables y aplicables a la lúcuma, lo que subraya la necesidad de investigar estos factores en *Pouteria lucuma* específicamente en el contexto de Imbabura.

La propagación eficiente de especies nativas en zonas andinas requiere una evaluación integral de tratamientos de pre germinación, selección de sustratos y procedencia, especialmente en especies con germinación lenta y baja viabilidad” (Villota et al., 2024).

Formulación del problema de investigación

Existe escasa información sobre los efectos individuales de tratamientos pre germinativos, tipos de sustrato y procedencias geográficas en la germinación de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze.

Justificación

La *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze, conocida comúnmente como lúcuma es una especie forestal considerada apta para procesos de restauración, recuperación de nacimientos de ríos y tiene un alto potencial maderero, posee características alimenticias, ornamentales, forestales y medicinales, es un fruto tropical que podría alcanzar un gran potencial en mercado de exportación, de la misma forma la madera tiene condiciones aptas para la construcción por sus características físicas, por cuanto es necesario conocer su comportamiento en la germinación y el desarrollo óptimo por la aplicación de sustratos y tratamientos pre germinativo (Mamani & Tinco, 2021).

En la provincia de Imbabura, la lúcuma es escasamente cultivada y utilizada, en parte por la falta de conocimientos técnicos sobre su propagación. La germinación de sus semillas suele ser lenta y errática, lo que dificulta su uso en viveros, programas de reforestación o proyectos agroforestales. La presente investigación se enfocó en el análisis de variables claves como los tratamientos pre germinativos, sustrato y procedencias de las semillas debido a que existe una escasez de investigaciones científicas locales.

Sapotaceae es una familia de árboles y arbustos de distribución tropical. En América comprende aproximadamente 450 especies, distribuidas desde el sur de los Estados Unidos hasta América del Sur. En el Ecuador, esta familia está representada por 10 géneros y 98 especies, las cuales son importantes, pero usualmente infrecuentes

componentes de los bosques secos hasta los bosques muy húmedos tropicales. A menudo son árboles maderables, sus frutos abayados generalmente sirven de alimento a los mamíferos, especialmente roedores y ocasionalmente son comestibles para el hombre. En sentido general, las principales amenazas de los representantes de esta familia en el Ecuador (no solo a las endémicas) son la fragmentación de los bosques, la ampliación de la frontera agrícola y la tala selectiva de las especies maderables. La especie de *Pouteria lucuma* no se encuentra registrada en la Lista Roja de Especies Amenazadas del Ecuador, pero las investigaciones han indicado que de la familia Sapotaceae del género *Pouteria* las especies que se encuentran en peligro de flora, en estado crítico o vulnerables son *Pouteria aurea*, *Pouteria brevipetiolata*, *Pouteria capacifolia*, *Pouteria gigantea* y *Pouteria scabritesta* (León et al., 2019).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar tratamientos pre germinativos y sustratos para la propagación sexual de lúcumo (*Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze) utilizando semillas de dos procedencias de las provincias de Napo y Sucumbíos.

Objetivos específicos

Analizar las características de las semillas de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze mediante las Normas ISTA (La International Seed Testing Association).

Describir el comportamiento germinativo de las semillas de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze frente a diferentes tratamientos pre germinativos (testigo, escarificación, imbibición y combinación).

Pregunta directriz general

- ¿Cómo influyen los tratamientos pre germinativos y los sustratos en la propagación sexual de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze a partir de semillas de las provincias de Napo y Sucumbíos?

Preguntas específicas

1. Caracterización de semillas (Normas ISTA):

- ¿Cuáles son las características físicas y fisiológicas de las semillas de *Pouteria lucuma* procedentes de Napo y Sucumbíos, evaluadas bajo las Normas ISTA?
- ¿Existen diferencias en la calidad de las semillas entre ambas procedencias?

2. Comportamiento germinativo frente a tratamientos:

- ¿Cuál es el efecto de los distintos tratamientos pre germinativos (testigo, escarificación, imbibición y combinación) en la germinación de las semillas de *Pouteria lucuma*?
- ¿Se presentan diferencias en la respuesta germinativa entre semillas de diferentes procedencias bajo los mismos tratamientos?

3. Sustratos en la propagación sexual:

- ¿Qué tipo de sustrato favorece el mayor porcentaje de germinación y vigor inicial de plántulas de *Pouteria lucuma*?
- ¿Cuál es la interacción entre procedencia, tratamiento pre germinativo y tipo de sustrato en el proceso de germinación?

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Silvicultura

La silvicultura desempeña un papel fundamental en la evaluación de tratamientos pre germinativos, sustratos y procedencias para la germinación de *Pouteria lucuma* en Imbabura, ya que proporciona el marco teórico técnico y ecológico necesario para el manejo sostenible de especies forestales nativas. En este contexto, la silvicultura no solo se enfoca en la producción de plantas, sino que también considera aspectos como la conservación genética, la adaptación al entorno local y la restauración de ecosistemas degradados. Dado que *Pouteria lucuma* presenta dificultades germinativas asociadas a la latencia de sus semillas, la aplicación de principios silviculturales permite diseñar protocolos de propagación más eficientes, que favorezcan tanto su aprovechamiento productivo como su conservación. Además, al considerar variables como el origen geográfico de las semillas y las características del sustrato, se generan insumos valiosos para viveristas, técnicos forestales y proyectos de reforestación en zonas andinas (CABI, 2022).

1.2 Propagación Sexual

Algunos autores, como Briscoe, 1990; Trujillo, 1994 y Añazco, 2000, afirman que la reproducción sexual de los árboles, donde la semilla es el medio principal, constituye el método más importante por cuanto se producen plantas más vigorosas, adaptables y sanas. El método según estos autores, presenta una serie de eventos de tipo biológico cuya comprensión y entendimiento permiten establecer los procedimientos a seguirse en el campo silvicultural, sobre todo en el manejo de semillas.

La reproducción sexual en los árboles aporta diversidad genética a la población, que favorece a los individuos forestales para su adaptación futura a condiciones ambientales cambiantes.

El uso de semillas es la forma más común de propagación forestal. Generalmente la propagación de plántulas por medio de semillas se caracteriza por:

- Permitir almacenar el material reproductivo para tener disponibilidad en época apropiada,
- Permitir producir grandes cantidades de material plantable,
- Requerir de personal especializado para la producción (Hartmann & Kester, 2003). Semillas

La semilla es el más complejo y diverso medio de reproducción sexual y adaptación de las plantas vasculares. Desde su aparición, las plantas con semilla han dominado casi todos los ecosistemas terrestres, su sistema de reproducción les permite explotar hábitats no accesibles a otras plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2002).

La semilla es una estructura de resistencia, que permite la dispersión de la especie y a partir de la esta forma pudo desarrollar, promoviendo su dispersión por animales y otros agentes, cual resurge la información del material genético. Además de su importancia como medio de reproducción sexual, otro gran éxito de las especies que desarrollaron integumentos cerrados es el amplio grado de modificaciones que, así como protección contra la depredación. Existen diferentes clasificaciones de las semillas, de acuerdo con la tolerancia de desecación de las semillas se pueden distinguir en dos grupos (Osuna et al., 2017).

- Semillas recalcitrantes

A diferencia de las ortodoxas, las semillas recalcitrantes no pueden ser almacenadas y tienen escasa longevidad. Las semillas son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad (entre el 40 y 60% de agua sobre su peso). Así mismo, su latencia es de una naturaleza más efímera y menos profunda, y en muchos casos no se puede asegurar que la presente.

Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructural ni fisiológicamente para resistir la desecación y el frío. Es por ello que al tratar de almacenarlas se presentan problemas como daños en la estructura celular provocados por desecación cuando su contenido de humedad se reduce por debajo del 20%; daños por congelación, provocados por la formación de cristales cuando se almacenan con altos contenidos de humedad; problemas asociados con el almacenamiento hermético en una condición húmeda, en donde hay falta de oxígeno; contaminación por hongos y bacterias y germinación durante el almacenamiento (Magnitskiy & Plaza, 2007).

- Semillas ortodoxas

Son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10 y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, y por lo tanto es posible su conservación por períodos largos sin perder su poder germinativo.

Esta capacidad para tolerar la desecación se debe principalmente por el proceso normal de maduración, estas semillas van perdiendo humedad y es así que cuando son dispersadas desde el árbol, o bien cuando permanecen en el estado maduras, su contenido de humedad es bajo (Gergoff et al., 2023).

1.3 Fisiología del embrión de *Pouteria lucuma*

El embrión de *Pouteria lucuma* es dicotiledóneo, morfológicamente diferenciado, con estructuras visibles como el eje embrionario, cotiledones y radícula típico de las especies de la familia Sapotaceae. Durante la maduración del fruto, el embrión se forma completamente, pero puede no estar fisiológicamente listo para germinar inmediatamente después de la dispersión, indicando una posible inmadurez fisiológica.

Esta inmadurez puede estar relacionada con la necesidad de un periodo de maduración postcosecha o condiciones ambientales específicas para activar procesos metabólicos internos lo que contribuye a una dormancia fisiológica parcial (Cruz et al., 2021).

1.4 Dormancia

Las semillas de *Pouteria lucuma* presentan una dormancia combinada de tipo físico y fisiológico. Esta condición impide una germinación rápida y uniforme, lo cual afecta negativamente los procesos de propagación en viveros. Se entiende por quiescencia como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para la germinación. Dormancia es sinónimo de dormición, letargo, latencia, reposo y vida latente. Por tanto, es indispensable aplicar tratamientos pre germinativos como la imbibición o la combinación con escarificación para activar el metabolismo germinativo (Suchini, 1999).

1.4.1 Dormancia física

La dormancia física se refiere a una barrera mecánica en la cubierta de la semilla (endocarpio o testa) que impide la entrada de agua y gases necesarios para la germinación, aunque las condiciones externas sean adecuadas.

En el caso de *Pouteria lucuma*, la semilla tiene una cubierta dura y brillante que puede presentar dormancia física leve o nula. Sin embargo, hay cierta variabilidad, y algunos

estudios mencionan una dormancia fisiológica ligera más que una dormancia física estricta.

- Las semillas frescas de lúcuma pierden viabilidad rápidamente, por lo que su dormancia (cuando la hay) es de corta duración.
- Aunque no siempre se considera que tenga dormancia física estricta, la testa dura puede dificultar la imbibición del agua en algunos casos (Suchini, 1999).

Según estudio realizados de *Pouteria glomerata*, nos dice que las semillas de este género presentan una cubierta seminal impermeable: testa gruesa y dura que impide el ingreso de agua, gases y salida de inhibidores, limitando la germinación a condiciones específicas o tratamientos mecánicos/químicos (Lima et al., 2025).

1.4.2 Dormancia fisiológica

La dormancia fisiológica de las semillas de *Pouteria lucuma* es un mecanismo interno que impide que la semilla germine incluso cuando las condiciones externas (agua, temperatura, oxígeno) son favorables. Este tipo de dormancia está controlado por factores dentro del embrión, como el equilibrio hormonal y la presencia de inhibidores del crecimiento (Suchini, 1999).

Estas semillas contienen altos niveles de inhibidores como el ácido abscísico (ABA), lo cual impide el crecimiento del embrión hasta que los inhibidores se degradan o se contrarrestan con promotores como el ácido giberélico (GA₃) (Callisaya, 2021).

Posibles causas de la dormancia fisiológica en *Pouteria lucuma*:

- Presencia de inhibidores hormonales, como el ácido abscísico (ABA), que evita que el embrión se active.
- Inmadurez fisiológica del embrión, es decir, el embrión aún no está completamente desarrollado al momento de la dispersión.

- Desequilibrio hormonal entre ABA (inhibidor) y GA (activador del crecimiento).
- Metabolismo lento del embrión, que necesita más tiempo o condiciones específicas para activarse (Callisaya, 2021).

1.4.3 Dormancia combina o mixta

La dormancia combinada o mixta ocurre cuando una semilla presenta más de un tipo de dormancia simultáneamente. Es decir, tiene dos o más mecanismos que impiden la germinación hasta que se cumplan ciertas condiciones ambientales o se eliminen ciertas barreras. Existen algunos tipos comunes de dormancia en combinación (Kingsley et al., 2022).

- Dormancia física + dormancia fisiológica: La cubierta de la semilla es dura (dormancia física), impidiendo la entrada de agua o gases, y además el embrión no está fisiológicamente listo para germinar (dormancia fisiológica), porque hay inhibidores químicos o necesita un tiempo para madurar.
- Dormancia química + dormancia fisiológica: Existen sustancias inhibitoras dentro de la semilla y también el embrión requiere un período de maduración.
- Otros tipos pueden combinar dormancia mecánica, fisiológica, morfológica, etc. (Kingsley et al., 2022).

En *Pouteria lucuma* la semilla tiene una cubierta dura (dormancia física) que dificulta la entrada de agua. Internamente, el embrión presenta inhibidores químicos o necesita activación hormonal (dormancia fisiológica). Por eso, para lograr la germinación se requiere:

- Escarificación o pelado de la cubierta para facilitar la entrada de agua.
- Tratamiento con reguladores de crecimiento (como ácido giberélico GA₃) para romper la inhibición interna.

1.5 Almacenamiento de Semillas de *Pouteria lúcum*

El tipo de almacenamiento de la semilla de *Pouteria lucuma* está directamente relacionado con su comportamiento fisiológico postcosecha, lo cual es crucial para la propagación y conservación. La semilla de *Pouteria lucuma* presenta un comportamiento recalcitrante o intermedio, con tendencia hacia recalcitrante, aunque estudios más detallados aún son limitados (Inga et al., 2021).

Esto significa:

- Alto contenido de humedad al momento de la cosecha.
- Sensibles a la desecación (no toleran secado completo).
- No se conservan bien en frío extremo ni en almacenamiento prolongado.
- Pierden rápidamente su viabilidad (en semanas o pocos meses).
- Necesitan ser sembradas lo antes posible tras la cosecha.

En varias especies de *Pouteria* como *P. sapota* y *P. campechiana*, se ha demostrado que las semillas son recalcitrantes, lo cual es consistente con la biología de muchas sapotáceas tropicales.

No hay reportes exitosos de almacenamiento prolongado en condiciones secas o frías para *P. lucuma* sin pérdida significativa de viabilidad. Se recomienda sembrar las semillas frescas, idealmente dentro de los 15–30 días posteriores a la cosecha. No deben almacenarse a menos de 10 °C ni en ambientes con humedad relativa muy baja.

Si es necesario conservarlas por un corto tiempo, deben mantenerse en condiciones frescas (15–20 °C), con humedad controlada (~50–60%) y en envases que eviten la deshidratación (Inga et al., 2021).

Según León et al. (2001), las semillas de *Pouteria lucuma* presentan características típicas de semillas recalcitrantes, como la sensibilidad a la desecación y la pérdida rápida de viabilidad durante el almacenamiento.

1.6 Tratamientos pre germinativos

Los tratamientos pre germinativos son procedimientos aplicados a las semillas antes de la siembra para acelerar, uniformar o mejorar su germinación, especialmente en especies con latencia (dormancia). Estos tratamientos rompen barreras físicas o químicas que impiden que la semilla germine normalmente (FAO, 2000).

1.6.1 Escarificación

Es un tratamiento que consiste en debilitar o eliminar parcialmente la cubierta externa (testa) de la semilla para permitir la entrada de agua y gases al embrión. En *Pouteria lucuma* la semilla posee una testa dura, brillante y coriácea que actúa como barrera física a la imbibición. La escarificación rompe esa barrera, permitiendo una germinación más rápida y uniforme (FAO, 2000).

Métodos utilizados:

- **Mecánica:** Lijado suave con lija fina o corte superficial sin dañar el embrión. Muy efectivo y seguro.
- **Manual (pelado):** Retiro de la testa con cuchilla. Aumenta velocidad de imbibición y reduce tiempo de germinación.
- **Química (menos común):** Remojo en ácido sulfúrico concentrado por pocos minutos. Riesgoso en lúcumas, poco usado (Manotoa, 2012).

1.6.2 Imbibición

Es el remojo de las semillas en agua para estimular el inicio de los procesos fisiológicos de germinación. En *Pouteria lucuma* la imbibición permite que el embrión se hidrate y

reactive su metabolismo. También ayuda a reducir la acción de inhibidores hormonales (como el ácido abscísico - ABA) (Mérola & Díaz, 2012).

Métodos utilizados:

- Agua a temperatura ambiente (20–25 °C) de 24–48 horas
- Agua tibia (35–40 °C) 12–24 horas (mejora la velocidad de absorción)
- No usar agua caliente (>45 °C), ya que puede dañar el embrión.

1.6.3 Testigos

El tratamiento pre germinativo testigo (o simplemente testigo) se refiere al grupo de semillas que no recibe ningún tipo de tratamiento especial antes de la siembra (Mérola & Díaz, 2012).

1.7 Sustratos

En el ámbito de la propagación vegetal, un sustrato se define como cualquier material sólido, distinto del suelo natural, que se utiliza en contenedores para el cultivo de plantas. Este medio proporciona soporte físico al sistema radicular y puede ser de naturaleza orgánica, inorgánica o sintética. Los sustratos deben cumplir funciones esenciales como la retención de agua, la aireación adecuada, el soporte estructural y, en algunos casos, la provisión de nutrientes. Su elección y composición son críticas para el éxito en la germinación y el desarrollo de plantas (Díaz et al. 2017)

1.7.1 Tipos de sustratos

- Tierra de sitio

En el contexto de la germinación de semillas de *Pouteria lucuma*, la "tierra de sitio" se refiere al sustrato natural o suelo local en el que se siembran las semillas para su propagación (Díaz León et al 2017).

- Arena

La arena es todo material mineral natural de tamaño comprendido entre los 0,02 y los 2 mm de diámetro, suele hacerse la distinción, a efectos de clasificación, entre arenas gruesas (entre 2 y 0,2 mm) y arenas finas (entre 0,2 y 0,02 mm) (Díaz León et al., 2017).

- Compost

El compost es un abono orgánico resultado de la descomposición controlada de residuos orgánicos biodegradables, como restos vegetales, estiércol y residuos agroindustriales, mediante un proceso biológico aeróbico (Díaz León et al., 2017)

1.8 Germinación

La germinación en *Pouteria lucuma* se puede clasificar según la morfología de la plántula al emerger. Basándonos en observaciones botánicas del género *Pouteria* y estudios de especies cercanas, se ha determinado que tiene germinación hipogea los cotiledones permanecen bajo tierra, dentro de la semilla, al germinar. Este tipo de germinación es adaptativa para ambientes tropicales, ya que protege las reservas iniciales de la plántula durante las primeras fases de desarrollo (Súarez & Melgarejo, 2008).

1.9 Caracterización de la especie *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kundze.

1.9.1 Taxonomía

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales.

Familia: Sapotaceae.

Subfamilia: Chrysophylloideae

Género: *Pouteria*.

Especie: *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze

Nombre común: Lucma

Autor: (Ruiz & Pav.) Kuntze

Nombres comunes: Mediacaro, lúcuma, mako, lucma, logma.

1.9.2 Distribución geográfica

Según Gutiérrez (2011) la *Pouteria lucuma* es un frutal nativo de los valles interandinos del Perú, Ecuador y Chile, el uso de la lucma proviene de épocas anteriores al incanato, habiéndose encontrado representaciones del fruto de lúcuma en huacos y tejidos en la tumba de las culturas preincas, deduciendo que esta fruta se aprovechó como parte de la dieta alimenticia en esas y otras poblaciones que se asentaron en localidades de la costa y sierra del Perú.

Se encuentra en regiones tropicales y subtropicales, soporta lluvias esporádicas, pero no constantes, su hábitat natural es la sierra baja y el rango de temperatura donde se desarrolla comprende de 8 a 27 °C y humedad de 80% a 90%. Se adapta a climas fríos constantes, pero no tolera fuertes heladas, pudiendo morir con temperaturas menores de 5 °C (Ojeda, 2022).

1.9.3 Descripción botánica

Pouteria lucuma es un árbol que alcanza 15 a 20 m de altura, 1.5 m de diámetro en la base y con diámetro de copa de 6 a 10 m, el árbol frutal de lucma tiene un follaje siempre verde y de gran longevidad (Gómez, 2020).

- Hojas

Las hojas son persistentes, brillantes, de color verde oscuro y de forma elíptica o lanceolada, con nervaduras bien definidas.

- Flores

Las flores son pequeñas y de color blanco o crema que se desarrollan solas o en racimos de dos o tres, axilares y de forma tubular, siempre hermafroditas, poseen de 5 a 7 sépalos peludos, adheridos al punto de inserción del pecíolo del fruto. Las flores son fragantes y atraen abejas y otros insectos polinizadores.

- Fruto

El fruto de lucma es una baya esférica u ovoide y comprimida basalmente, su tamaño varío de 4 a 30 cm de diámetro, con exocarpio delgado de color verde o amarillo bronceado, y le rodea una coloración plateada en la parte apical, el endocarpio que envuelve a la semilla es delgado y marrón claro, el mesocarpio por lo general es de color amarillo o anaranjado intenso y de textura harinosa, además, tiene un sabor y aroma muy agradable.

- Madera

Su madera es de color claro, grano fino y resistente, es liviana pero compacta se utiliza para fines industriales y de construcción (Armijos et al., 2017).

- Semilla

Las semillas son las unidades de propagación y reproducción sexual de las plantas, se componen de uno o más embriones, reservas nutritivas y con varias capas protectoras que se originan a partir de los tegumentos del óculo, ovarios o tejidos de diversas partes de la flor o inflorescencia (Bolaños, 2007).

El resultado de la combinación de gametos masculinos y femeninos durante el proceso de fertilización forman a la semilla, las semillas maduras constan de cuatro partes principales: embrión, endospermo, polispermo y cubierta seminal.

La cubierta de las semillas es una de las partes que caracteriza a la lucma ya que tiene una cubierta fuerte y dura que se forma a partir del desarrollo de los tegumentos que rodean al óvulo y funcionan como barrera que controlan la humedad, lesiones e impide la entrada de diferentes patógenos.

En la superficie de la testa se encuentra una franja de color blanquecino a amarillo y unos hilos que es la cicatriz dejada por el desprendimiento del funículo, el micrópilo, que es una perforación a manera de canal que comunica a la semilla con el medio externo (Bolaños, 2007).

1.10 Uso o importancia social, económica y ecológica

Durante muchos años, los habitantes de la región andina han disfrutado de los deliciosos frutos de la *Pouteria lucuma*, los cuales tienen un significado cultural muy importante, las investigaciones arqueológicas sitúan el inicio de su cultivo en los valles interiores de los Andes por parte de los pueblos preincaicos (Borbor et al., 2016).

1.10.1 Importancia social

La lucma es una fruta de gran calidad y sabor, muy apreciada en América Latina, especialmente en Perú, Ecuador y zonas cercanas, donde se emplea en la cocina tradicional para crear una variedad de dulces, helados, bebidas y postres. La pulpa de esta fruta es muy nutritiva, ya que posee una alta cantidad de vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes. En general, esta planta es apreciada por su fruta deliciosa y nutritiva, así como por su belleza ornamental en los ambientes tropicales y subtropicales donde crece (Zapata, 2022).

Además de ser utilizada como alimento, la fruta se ha utilizado en el campo medicinal para promover la lactancia en las mujeres después del parto, la pulpa de lúcuma tiene un

contenido de humedad de 64-72%, también contiene glucosa, fructosa, sacarosa, inositol, ácido cítrico y ácido succínico (Borbor et al., 2016).

1.10.2 Importancia económica

En otras investigaciones nos mencionan que la producción nacional de lúcuma no ha tenido un gran desarrollo ni tecnificación, pero en las dos últimas décadas, la producción de lúcuma se ha incrementado notoriamente, como consecuencia del incremento de áreas cultivadas y la elevación del rendimiento, pero ello aún puede y debe mejorar, especialmente con trabajos de mejoramiento de los biotipos identificados en Perú y las selecciones de lúcumos en Chile y Ecuador.

A nivel internacional la exportación de la fruta fresca el primer lote se embarcó con destino a España el 21 de enero de 1997, y a partir de esta fecha, los mercados europeo y norteamericano están aumentando su demanda, como consecuencia de la tendencia creciente del consumo de frutas exóticas, se exportan anualmente aproximadamente 100 t en Perú de fruta en forma de harina, pulpa y pasta de lúcuma (Ojeda, 2022).

1.10.3 Importancia ecológica

La importancia ecológica de *Pouteria lucuma* radica en su función como especie nativa en los ecosistemas andinos, contribuyendo a la biodiversidad y estabilidad de estos hábitats. Su presencia favorece la regeneración natural de bosques y la conservación del suelo, aspectos esenciales para la sostenibilidad ambiental en regiones de montaña. Además, su fruto sirve de alimento para diversas especies de fauna local, facilitando la dispersión de semillas y promoviendo la salud del ecosistema (Ojeda, 2022).

Según, Ojeda (2022), la lúcuma es reconocida por las comunidades indígenas inga del Alto Putumayo en Colombia como un recurso genético ancestral que forma parte de la

diversidad biológica aprovechada tanto para la alimentación básica como para la agricultura.

1.11 Estudios similares

La *Pouteria lucuma* es una especie de uso maderero, y tiene buenas características fenotípicas para la reforestación y recuperación de cuencas hidrográficas, es muy útil para la construcción y fabricación de artículos torneados ya que es una madera muy densa, las semillas sirven para la alimentación de diferente fauna silvestre y la fruta para diferentes usos (Villota et al., 2024).

Si bien la tecnología se ha incrementado y va de la mano con la agricultura el principal problema que se presenta al momento de germinar semillas de lúcumas es la dormancia que es la dureza seminal de la semilla, lo cual retrasa el tiempo de germinación.

Moreno (2015), desarrolló un estudio en la Granja Yuyucocha, Imbabura, evaluando el efecto de diferentes sustratos (compost, arena y su mezcla) y tratamientos pre germinativos sobre la semilla de *Pouteria lucuma*. Los resultados demostraron que la mezcla de compost y arena favoreció el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas. Aunque el entorno geográfico coincide con el del presente trabajo, el enfoque de Moreno estuvo más centrado en el desarrollo post germinativo que en la germinación de las semillas, lo cual limita su comparabilidad directa. Sin embargo, sus resultados son aplicables como referencia para validar el uso de sustratos orgánicos locales en la zona de Imbabura.

En otro estudio, Callisaya (2021), evaluó en Bolivia tratamientos pre germinativos con escarificación mecánica y química. El uso de lija y ácido sulfúrico incrementó significativamente la germinación. Aunque estas técnicas podrían aplicarse en Imbabura, su uso debe analizarse críticamente debido a la posible dificultad de implementación a

escala rural y a las implicancias ambientales del ácido. Sin embargo, el principio de romper la dormancia mecánica sí es comparable y útil en contextos donde se dispone de recursos básicos.

En resumen, aunque los estudios revisados presentan diferencias metodológicas y contextuales, sus hallazgos refuerzan la importancia de seleccionar cuidadosamente el sustrato y aplicar tratamientos pre germinativos apropiados. El presente estudio busca integrar estos enfoques en un contexto agroecológico específico de Imbabura, evaluando su eficacia de la combinación de los factores tratamientos pre germinativos, sustratos y procedencias.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

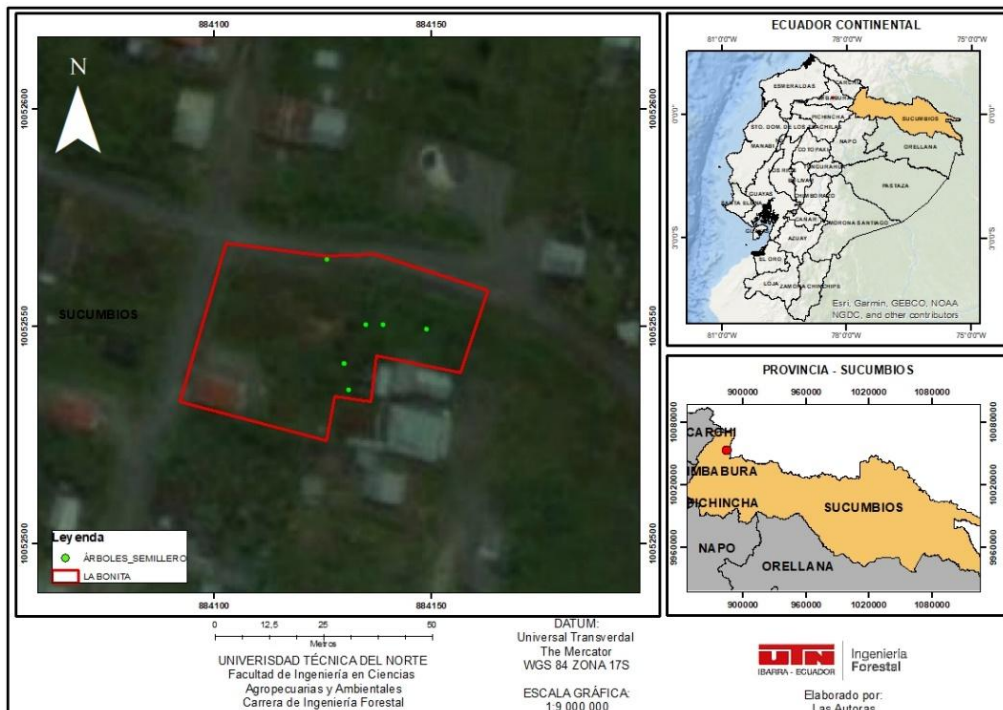
2.1 Ubicación del sitio

2.1.1 Política

Las semillas de *Pouteria lucuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze, se recolectaron de árboles dispersos de dos sitios diferentes: el primero fue en la parroquia La Bonita, perteneciente al cantón Sucumbíos provincia Sucumbíos (Figura 1); el segundo está ubicado en la parroquia San Francisco de Borja en el cantón Quijos de la provincia de Napo (Figura 2). El ensayo se llevó a cabo en el campus Forestal Yuyucocha, ubicado en la parroquia Caranquí, cantón San Miguel de Ibarra, provincia de Imbabura (figura 3).

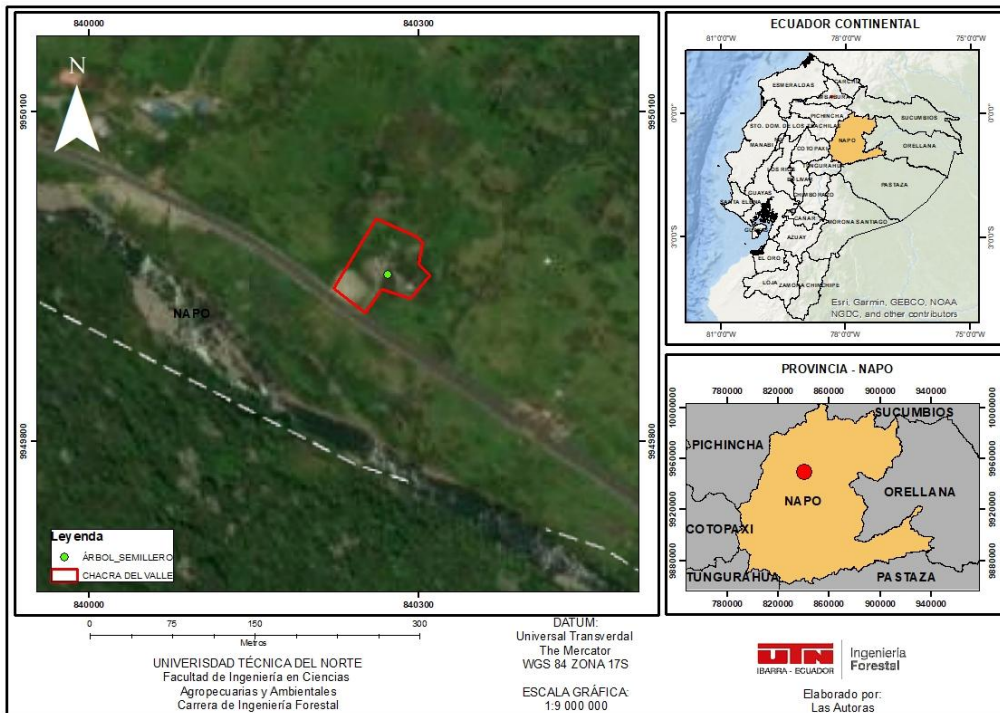
Figura 1

Ubicación espacial sitio de recolección de semillas



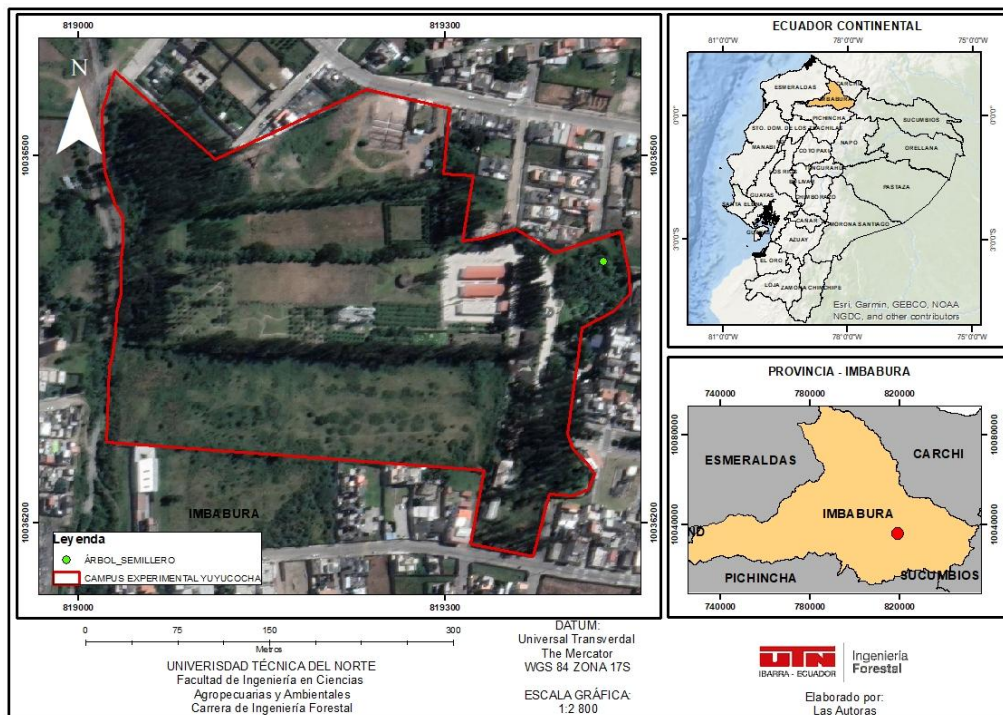
Fuente: Elaborado por autoras

Figura 2
Ubicación espacial sitio de recolección de semillas



Fuente: Elaborado por autoras

Figura 3
Ubicación espacial del sitio de ensayo



Elaborado por: Autoras

2.2 Geografía del sitio de investigación

Las coordenadas de los sitios de recolección del material vegetativo y del establecimiento del ensayo se presentan en la tabla 1, mismas que fueron tomadas con el GPS.

Tabla 1

Coordenadas UTM de los sitios de recolección, Sistema de proyección WVGGS 1984,

Zona 17 sur

Sitio	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)	Altitud (msnm)
Sucumbíos; La Bonita	0.4726530658390625	-77.54564628721387	1944
Napo; Quijos	- 0.45188754253935176	-77.9435070358014	2100
Ibarra; Campus Yuyucocha	0.3278814569893205	-78.1310036492948	2247

Fuente: Elaborado por las autoras

2.3 Limites

- Sucumbíos

El predio del señor Raúl Realpe donde se recolectó el material vegetativo se encuentra ubicado en la parroquia La Bonita del cantón Sucumbíos los árboles de lúcuma se ubican en un sistema agroforestal entre árboles de lúcuma y cultivos de granadilla, yuca y hierbas medicinales; de lado norte se encuentra la casa de la señora María Chilibingua y del lado oeste pasa la carretera principal es cerca de un vivero que fue establecido por el mismo.

- Napo

El predio de la señora Sandra Puetate donde se recolectó el material vegetativo se encuentra ubicado en la parroquia Borja del cantón Quijos los árboles de lúcuma se ubican en un sistema de plantación ya que era un espacio donde hay solo árboles de lúcuma; la zona es de un área extensa, pero es cerca de la vía principal.

- Ibarra (Campus Universitario Yuyucocha)

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra en la Av. Capitán Espinoza de los monteros – Ciudadela Municipal y cuenta con una extensión de 10 hectáreas.

2.4 Caracterización edafoclimática del lugar

2.4.1 Suelo

Los suelos del cantón La Bonita en la provincia de Sucumbíos, se encuentran caracterizados por dos clases primordiales, Andosoles conformados por depósitos volcánicos (ceniza) con una estructura limoso e Inceptisoles suelos poco desarrollados con mucha grava y piedra (Gobierno Autonomo Descentralizado [GAD] La Bonita, 2024).

Los suelos de la Parroquia de San Francisco de Borja en el cantón Quijos de la provincia de Napo son de orden Andisol se forman a partir de ceniza volcánica y es rico en materia orgánica lo que le hace un suelo fértil adecuado para la agricultura (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] San Francisco de Borja, 2023).

Los suelos de Ibarra son de orden Mollisol, son suelos profundos, ricos en materia orgánica, suelos fértiles, permeables, pH neutro a ligeramente alcalino con horizonte argílico entre 50 y 100cm (Gobierno Autonomo Descentralizado [GAD] Ibarra, 2024).

2.4.2 Clima

La precipitación media anual en La bonita en la provincia de Sucumbíos es de 1 120 mm por lo que se considera un clima tropical mesotérmico muy húmedo su temperatura oscila en 25 - 28 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] La Bonita, 2024).

La estación meteorológica de La Bonita, ubicada en la provincia de Sucumbíos, ofrece datos representativos del clima en la región amazónica ecuatoriana, es por ello que se presentó caracterización climática consolidada del sector.

Tabla 2

Caracterización climática de La Bonita

Parámetro	Valor / Promedio
Precipitación anual	1 120 mm
Meses más lluviosos	Junio a septiembre
Temperatura media anual	25 - 28 °C
Hum. relativa anual	86 % – 94 %
Evapotranspiración	900 – 1 100 mm/año
Tipo climático dominante	Tropical Mesotérmico Muy Húmedo

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI, 2013); Manual hidrológico de las Cuencas Hidrográficas de las vertientes del Amazonas (Ramírez & Rosero, 2013).

San Francisco de Borja en el cantón Quijos posee un clima tropical húmedo con alta pluviosidad y con precipitaciones anuales de ~1 914 mm, la temperatura oscila entre los 12 °C a 18 °C son temperaturas más frescas y con una menor humedad que en otras zonas de la (GAD San Francisco de Borja, 2023). La caracterización climática consolidada de la estación meteorológica de Borja, ubicada en la provincia de Napo:

Tabla 3*Caracterización climática de Napo*

Parámetro	Valor / Promedio
Temperatura media	12 °C a 18 °C (según altitud)
Precipitación anual	~1 914 mm
Humedad relativa	≥ 85 %
Horas de sol anual	~860 h
Tipo climático dominante	Tropical húmedo

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI, 2013); Manual hidrológico de las Cuencas Hidrográficas de las vertientes del Amazonas (Ramírez & Rosero, 2013).

Ibarra posee un clima cálido y templado, la temperatura varía de 13°C a 24°C posee una precipitación media anual de 1784 mm (GAD Ibarra, 2024).

La caracterización climática consolidada de la estación meteorológica de la Granja Experimental Yuyucocha, ubicada en Ibarra, provincia de Imbabura.

Tabla 4*Caracterización climática de Ibarra*

Parámetro	Valor / Promedio
Temperatura media anual	13 °C – 24 °C
Precipitación anual total	1784 mm
Humedad relativa promedio anual	67 % – 82 %
Días lluviosos mensuales (Prom.)	15 – 20 días
Horas de sol al día promedio	~5–7 horas
Tipo climático dominante	Cálido y templado

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI, 2013).

2.5 Materiales, equipos y software

Los materiales de campo, laboratorio, equipos y software que se empleó en la investigación se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Materiales, equipos y software empleados en la investigación

Materiales de campo	Herramientas para vivero	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Podadora aérea	Camas de germinación	Desinfectante de semillas	Cámara fotográfica (Celular)	RStudio
Hoja de campo	Palas		Balanza electrónica (UTN)	Microsoft Excel
Útiles de escritorio	Carretilla		Computadora HP	ArcGIS 10.5
Etiquetas	Tamizador		GPS NoteCam	InfoStat
	Sustratos			
	Bombas de fumigar y riego			
	Fundas polietileno			

Fuente: Elaborado por autoras.

2.6 Métodos, técnicas e instrumentos

Ningún texto antecedente.

Tabla 6*Descripción de la codificación de los tratamientos empleado*

PROCEDENCIA	SUSTRATOS	TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS
N: Provincia de Napo	S1: 100 % Tierra de sitio	G1: Testigo
	S2: 50 % Tierra de sitio + 50 % compost	G2: Escarificación
S: Provincia de Sucumbíos	S3: 50 % Tierra de sitio + 30 % compost + 10 % arena	G3: Imbibición
	S4: 70 % Tierra de sitio + 20 % compost + 10 % arena	G4: Escarificación + Imbibición

Fuente: Elaborado por autoras

2.6.1 Análisis descriptivo

La evaluación se desarrolló durante un período de 244 días, comprendido entre el 20 de julio de 2023 y el 20 de marzo de 2024. Durante este tiempo, las semillas fueron evaluadas bajo condiciones ambientales naturales / semi – controladas. De acuerdo con registros climatológicos de INAMHI, (2013) las condiciones promedio durante el periodo de estudio fueron: temperatura mínima: entre 12°C; máxima: 24 °C, precipitación media mensual: desde ~150 mm (julio) hasta ~230 mm (marzo), la humedad relativa osciló entre 81,84 % en julio y hasta 67,76 % en marzo – abril y el fotoperiodo fue de aproximadamente 12 horas de luz natural por día, apenas fluctuando unos minutos.

Se planteo un Diseño Irrestricto al Azar (DIA), con un diseño trifactorial (A x B x C) de 32 tratamientos, de tres repeticiones cada una, dando un total de 1536 semillas empleadas en el trabajo de investigación, pero no cumplió con los supuestos de homogeneidad y homocedasticidad debido a la limitada disponibilidad de datos, no fue posible implementar un diseño experimental. Durante el desarrollo del estudio se presentaron

diversas dificultades, y aunque el experimento fue repetido, no se lograron cumplir los supuestos requeridos para aplicar métodos estadísticos.

No obstante, se optó por realizar un análisis exploratorio, lo cual permitió obtener observaciones preliminares sobre el comportamiento de las variables evaluadas utilizando una prueba de t para describir el contenido de humedad, el peso y la pureza de las semillas, así como también se utilizó diagramas de barras para describir los comportamientos de los factores procedencias, sustratos y tratamientos, también se realizó una curva de acumulación del porcentaje de germinación para evaluar las diferencias en el tiempo y el proceso de germinación entre los tratamientos (Ramírez et al., 2025).

2.6.2 Fase de campo

- **Selección del árbol candidato**

En la fase de campo, la recolección de semillas se realizó a partir de árboles seleccionados siguiendo los criterios establecidos por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2021) para asegurar la calidad genética y fisiológica del material propagativo.

La selección se basó en la identificación de árboles candidatos que cumplieran con las siguientes características fenotípicas deseables:

- ❖ Ser individuos dominantes en el rodal; en casos justificados, se consideraron también árboles codominantes.
- ❖ Presentar un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior al promedio del lote o rodal.
- ❖ Poseer un fuste recto, cilíndrico, sin bifurcaciones ni deformaciones.
- ❖ Mostrar un buen estado fitosanitario, sin presencia de plagas, enfermedades o daños mecánicos visibles, y evidenciar vigorosidad.

- ❖ Tener una copa bien formada, uniforme y balanceada, indicativa de un buen desarrollo.
- ❖ Las ramas principales debían presentar una inserción cercana a los 90° respecto al eje principal, favoreciendo una arquitectura equilibrada del árbol.

La recolección de los frutos se realizó directamente del árbol (no del suelo), asegurando que las semillas provinieran de frutos fisiológicamente maduros y sanos.

- **Recolección de los frutos**

Los frutos se recolectaron en dos sitios (La Bonita y Borja), para la recolección de los frutos se utilizaron tijeras podadoras aéreas y una manta para que el fruto no caiga a suelo y se golpee, se tomó en cuenta que los frutos se encuentren en un estado de madurez fisiológica (maduro para cosecha) presentando una coloración verde amarillenta con una textura firme para su traslado se utilizó fundas de cáñamo o costal para el cuidado y conservación durante el transporte.

Se procedió a clasificar los frutos en donde aquellos que estuvieron malogradas se rechazó, posteriormente se los dejó extendidos en una base de cáñamo en un ambiente fresco donde no estuvieron expuestas al sol para que no presenten daños y evitar la proliferación de hongos, terminando su fase de maduración sin perder su calidad.

- **Extracción de las semillas**

En el momento que la fruta entró en el estado de maduración aproximadamente en 10 días después de su recolección se procedió a lavar y secar cada uno, se obtuvo el peso y se codificó a cada fruto. Para la extracción de las semillas los frutos ya se encontraban con una textura blanda lo que facilitó la extracción de la pulpa y se retiró la semilla, se utilizó el mismo código de la fruta para conocer el número de semillas por fruto.

- **Evaluación de calidad de semilla**

En cuanto se extrajo las semillas, primero se analizó la calidad de semilla de acuerdo con lo que establece las normas ISTA (peso, pureza, contenido de humedad).

- **Adecuación del área de germinación**

Se hizo la limpieza de las platabandas y se adecuó un mini invernadero realizado con una estructura base de plástico negro y tubos PVC, para darle una forma ovalada evitando las corrientes de aire y que no exista la erosión de los sustratos y el desplazamiento de las semillas.

- **Preparación del sustrato**

Para el ensayo de germinación, se utilizaron cuatro tipos de sustratos, formulados a partir de tierra del sitio, compost y arena, combinados en distintas proporciones. Cada tratamiento fue dispuesto en fundas individuales, con el mismo volumen de sustrato por unidad. Las mezclas se elaboraron en función de la siguiente composición Sustrato 1: 100 % tierra de sitio, Sustrato 2: 50 % tierra de sitio + 50 % compost, Sustrato 3: 50 % tierra de sitio + 30 % compost + 20 % arena, Sustrato 4: 70 % tierra de sitio + 20 % compost + 10 % arena.

Los materiales fueron previamente tamizados fueron pasados cada componente por un tamiz de 5 mm para eliminar piedras, raíces y terrones y mezclados los con palas en capas alternadas hasta obtener una textura homogénea. Cada mezcla fue colocada en fundas de polietileno con orificios de drenaje (Añazco, 2000).

- **Desinfección de semillas y camas de germinación**

Para la desinfección de las semillas, se preparó una solución fungicida utilizando 20 gramos de Vitavax® disueltos en 5 litros de agua, en la cual se sumergieron 300 semillas durante 10 minutos antes de la siembra, con el fin de prevenir infecciones por hongos patógenos en la etapa inicial.

De manera complementaria, se realizó la desinfección de las camas de germinación aplicando 30 gramos de Vitavax® diluidos en 20 litros de agua, utilizando una bomba de aspersión manual. La solución fue asperjada uniformemente sobre la superficie del sustrato antes de la siembra, asegurando una cobertura completa para reducir la carga fúngica del medio.

- **Aplicación de tratamientos pre germinativos**

Testigo

En el tratamiento testigo, las semillas no recibieron ningún tipo de tratamiento pre germinativo ni manipulación física o química para facilitar la apertura de la testa. Las semillas fueron extraídas manualmente del fruto maduro, limpiadas para eliminar los residuos de pulpa, desinfectadas y sembradas directamente en los distintos sustratos establecidos en el ensayo, sin intervención adicional.

Escarificación mecánica

Este tratamiento consistió en debilitar mecánicamente la cubierta dura de la semilla (testa) para facilitar la imbibición de agua y acelerar el proceso de germinación. En el caso de las semillas de *Pouteria lucuma*, la escarificación se realizó mediante frotación manual con papel lija de grano fino, aplicando fricción controlada sobre un solo lado de la semilla, evitando dañar el embrión.

Esta técnica fue seleccionada por su efectividad comprobada en especies con testa dura, como la lúcuma, permitiendo mejorar significativamente la velocidad y el porcentaje de germinación sin el uso de productos químicos. La escarificación se aplicó de forma individual a cada semilla antes de la siembra.

Imbibición

En este ensayo, el tratamiento de imbibición consistió en sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente (20–25 °C) durante 22 horas. Este procedimiento tuvo como objetivo activar los procesos metabólicos, rehidratando las enzimas e iniciando la síntesis de proteínas esenciales para el crecimiento, hidratar los tejidos embrionarios, facilitando la expansión celular y la reanudación de la actividad respiratoria y favorecer la emergencia de la radícula, ya que la absorción de agua incrementa la presión interna de la semilla, contribuyendo a la ruptura de la testa y la salida del embrión.

Este tratamiento se aplicó inmediatamente antes de la siembra, y las semillas fueron sembradas húmedas para evitar pérdida de humedad tras el remojo (Álava Moreira et al., 1990).

- **Siembra directa en las fundas de polietileno**

Las semillas de *Pouteria lucuma* fueron sembradas de manera directa en fundas individuales, debido a su gran tamaño y la necesidad de contar con una mayor disponibilidad de nutrientes en el sustrato.

En cada funda se colocó una semilla por tratamiento, por tipo de sustrato y por procedencia, respetando el diseño experimental. La posición de siembra fue uniforme en todas las unidades experimentales, colocando las semillas con la misma orientación para garantizar la homogeneidad en las condiciones iniciales de germinación.

Las fundas se colocaron en las platabandas bajo condiciones semi controladas, y se monitorearon periódicamente durante el ensayo.

- **Riego**

Durante el ensayo de germinación de semillas de *Pouteria lucuma*, se implementó un manejo cuidadoso del riego, para evitar el desplazamiento de las semillas en el sustrato y asegurar una distribución homogénea del agua, el riego se realizó cada dos días durante

las primeras etapas del experimento donde se empleó una bomba manual de riego tipo mochila, que permitía una aplicación suave y localizada. Aproximadamente un mes después de la siembra se utilizó una manguera y pistola de riego para controlar la presión de agua asegurando una humedad constante sin saturar el sustrato.

En los días más calurosos, donde las temperaturas aumentaban y la evapotranspiración era mayor, se incrementó la frecuencia del riego de forma puntual. En contraste, durante los días lluviosos, cuando la humedad ambiental y del sustrato era elevada, el riego fue reducido o suspendido temporalmente para evitar el encharcamiento y posibles afectaciones fisiológicas a las semillas.

- **Desinfección y Control de maleza**

Durante el ensayo se implementaron prácticas de fumigación para manejo, desinfección y control de malezas preservando la integridad de las semillas y asegurando condiciones adecuadas para su desarrollo.

Durante la fase inicial del experimento se aplicó cada tres días una desinfección preventiva con el producto HelixAdva, para el control de hongos (como posibles especies del género *Fusarium* o *Rhizoctonia*) y posteriormente se realizó la fumigación únicamente cuando se detectaban focos iniciales, para evitar afectar el resto del ensayo. El control de malezas se llevó a cabo manual y cuidadosamente superficial, evitando alterar la posición de las semillas durante la fase de emergencia.

2.6.3 Variables de estudio

Para cumplir con el primer objetivo que es analizar las características de las semillas de lúcuma mediante las Normas ISTA se realizó las debidas pruebas en el laboratorio donde

se valoró las características morfológicas y la calidad de las semillas mediante las siguientes variables:

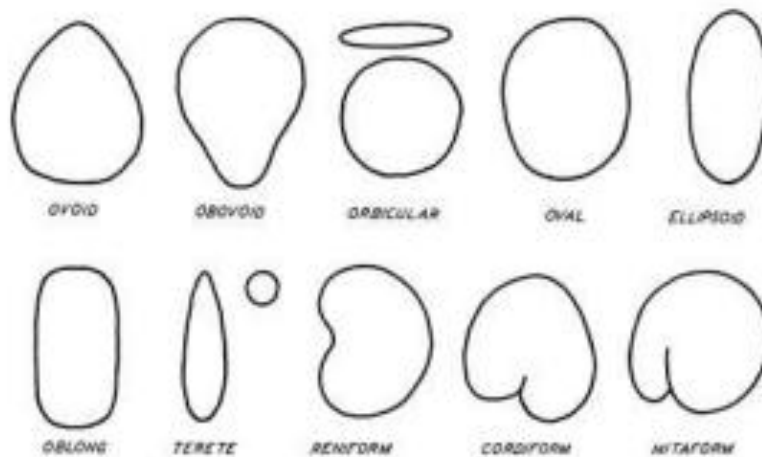
2.6.3.1 Morfología de las semillas

- Forma

Según Murley (1951, citado por Gunn, 1984), se puede encontrar: sin forma (amorfas), en forma de rombo, redondas, planas, oblongas, ovadas.

Figura 4

Forma de la semilla (Murley, 1951)



- Tamaño

Se guió por la metodología que establece Gunn (1984) en donde menciona que se escoge 15 semillas al azar, midiendo con ayuda del papel milimétrico el ancho por largo en milímetros.

Ecuación 1:

$$T = l \times a$$

Donde:

L = largo de la semilla

A = ancho de la semilla

- Color

El color de la semilla puede variar y puede ser una característica útil para la identificación de especies para ello se utiliza la Tabla de Munsel (Gunn, 1984).

- Textura

Según (Bravato, 1974) las formas de las semillas pueden ser: línea de fractura, con porosidades, lisa, rugosa.

2.6.3.2 *Calidad de semillas*

- Pureza

Para el cálculo, se tomaron 4 repeticiones de 5 semillas cada una. Primero, se pesaron las semillas con todas las impurezas, luego se eliminaron las impurezas y se volvieron a pesar las 20 semillas para obtener el segundo dato (ISTA, 2016). Una vez obtenidos los datos se sacó un promedio de las 5 repeticiones de ambos datos para aplicar la siguiente fórmula.

Ecuación 2:

$$P = \frac{Psl}{PCL} \times 100$$

Donde:

P = Pureza (%)

Psi = Peso de semilla sin impurezas (g)

Pci = Peso de semillas con impurezas (g)

- Peso de la semilla

Se tomó 4 repeticiones de 5 semillas puras para obtener un promedio del peso, aplicando la ecuación 2 (ISTA, 2016). Posteriormente, para obtener el peso de 1000 semillas se hizo una regla de tres con el dato obtenido en la fórmula descrita.

Ecuación 3:

$$\text{Peso específico (g)} = \frac{\text{Peso total de semillas limpias}}{\text{Número de muestra}}$$

- Contenido de humedad

Se tomaron cuatro repeticiones de 25 semillas, se determinó su peso inicial en gramos en la balanza de precisión, luego se procedió a secar gradualmente en el horno a una temperatura de 103°C por 17 horas hasta que tenga un valor constante (ISTA, 2016).

Ecuación 4:

$$Hf = \frac{Wi - Wf}{Wi} \times 100$$

Donde:

Hf= Humedad final (%)

Wi = Peso inicial

Wf = Peso final

2.6.3.3 Germinación de semillas

- Porcentaje de germinación

Con el número de semillas diarias germinadas se procedió a calcular el porcentaje de germinación mediante la siguiente fórmula (ISTA, 2016).

Ecuación 5:

$$Pg = \frac{Tsg}{Tsc} \times 100$$

Donde:

Pg = Poder germinativo (%)

Tsg = Total de semillas germinadas

Tsc = Total de semillas colocadas

- Vigor germinativo

(Bonner, 1990) menciona que el vigor germinativo es el tiempo que alcanza la tasa diaria máxima de germinación, donde se tomó en cuenta cuando la radícula llegue a medir cinco mm.

El cálculo de vigor germinativo se realizó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 6:

$$VG = VM * GDM \text{ (ISTA, 2016)}$$

Donde:

VM = Valor máximo de germinación

GDM = Germinación media diaria

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Morfología de las semillas

3.1.1 Forma

Las formas de las semillas de *Pouteria lucuma* según la clasificación de Murley presentaron una forma D-shaped, se refiere a una semilla que es similar a la letra "D", es decir, una forma redondeada en un extremo y más recta o aplanada en el otro, como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Semillas de Pouteria lucuma



Los resultados obtenidos en la presente investigación de la forma de la semilla de la especie *Pouteria lucuma* son similares a lo que menciona Santillán (2024) en su investigación de aplicación del ultrasonido en el almidón de la semilla de lúcuma *Pouteria lúcuma*. Donde indica que tiene una forma ovalada o D-shaped.

3.1.2 Tamaño

En la tabla 9 se observa el tamaño de las semillas de la especie en estudio por procedencia; donde las semillas de Sucumbíos fueron de mayor tamaño (1116,74 mm²) mientras las de Napo fueron de menor tamaño (688,21 mm²).

Tabla 7

Tamaño promedio de las semillas de Pouteria lucuma

Napo					
Largo (mm)	35,37	Ancho (mm)	27,23	Tamaño (mm ²)	963,54
Límite superior	38,18	Límite superior	29,87	Límite superior	1139,89
Límite inferior	32,56	Límite inferior	24,59	Límite inferior	823,09
Sucumbíos					
Largo (mm)	36,31	Ancho (mm)	29,84	Tamaño (mm ²)	1116,74
Límite superior	39,69	Límite superior	33,36	Límite superior	1327,00
Límite inferior	32,93	Límite inferior	26,30	Límite inferior	906,42

Fuente: Elaborado por autoras

El análisis de la Tabla 9 muestra que, aunque existe una superposición en los rangos de tamaño entre las procedencias de Napo y Sucumbíos, se evidencia una tendencia a que las semillas de Sucumbíos sean ligeramente más grandes en sus dimensiones promedio. Esta diferencia puede estar asociada a factores edafoclimáticos, como la disponibilidad de nutrientes, la humedad del suelo o la temperatura del microclima, que influyen directamente en el desarrollo de las estructuras reproductivas.

Desde un punto de vista fisiológico, semillas de mayor tamaño suelen estar relacionadas con una mayor reserva de nutrientes en los cotiledones, lo que puede conferir ventajas en la etapa inicial de germinación y emergencia de plántulas, favoreciendo un crecimiento más vigoroso y con mayores probabilidades de establecimiento en campo. En contraste, semillas más pequeñas, como las observadas en Napo, podrían estar adaptadas a condiciones ambientales más restrictivas, lo que explica su menor dimensión, pero no necesariamente implica desventaja en términos de viabilidad.

En conjunto, los resultados sugieren que la procedencia de las semillas no solo determina variaciones morfométricas, sino que también puede reflejar adaptaciones locales que deben considerarse en los programas de propagación y manejo de *Pouteria lucuma*.

3.1.3 Color

El color de las semillas se determinó a través del uso de la tabla de Munsell en donde el resultado fue con código Hue 10 YR 4/6 y 10 YR 5/8 siendo una tonalidad café oscuro con matices similares.

En este sentido, Ojeda (2021) en su investigación con *Pouteria lucuma* obtuvo un resultado que las semillas son de color café lustroso con una cicatriz de unión áspera, blanquecina, similar a las obtenidas en la investigación presente con las semillas de la especie estudiada.

Los colores en las semillas se deben a varios factores evolutivos, ya sea para protección, como también para llamar la atención de animales que ayudan a su dispersión, a la vez que muestran la madurez fisiológica de la semilla. El color marrón en semillas según Pugnaire & Valladares, (1996) se debe a una mayor resistencia a la radiación ultravioleta que otros colores.

3.1.4 Textura

Las semillas de *Pouteria lucuma* presentó una textura muy lisa. En algunos casos en investigaciones realizadas se determinó que la semilla germina dentro del fruto (vivípara) antes de ser cosechado. Comúnmente tiene un solo embrión, pero pueden hallarse de 2 a 3. Los cotiledones, son bien desarrollados y de color blanco amarillento (Calzada, 1980).

3.2 Calidad de semillas

A continuación, se presenta una tabla comparativa de calidad de semillas (Napo vs. Sucumbíos)

Tabla 8*Tabla comparativa de calidad de semillas (Napo vs. Sucumbíos)*

Variable	Napo (Media ± DE)	IC95% Napo	Sucumbíos (Media ± DE)	IC95% Sucumbíos
Peso de 1000 semillas (g)	151,15 ± 3,34	144,8 – 157,5	159,48 ± 12,81	143,6 – 175,3
Pureza (%)	98,81 ± 0,37	98,3 – 99,3	99,20 ± 0,43	98,6 – 99,8
Peso específico (g/semilla)	15,12 ± 1,48	13,3 – 16,9	15,95 ± 2,55	12,9 – 18,9
Contenido de humedad (%)	63,91 ± 2,73	60,3 – 67,5	51,79 ± 7,49	42,8 – 60,8

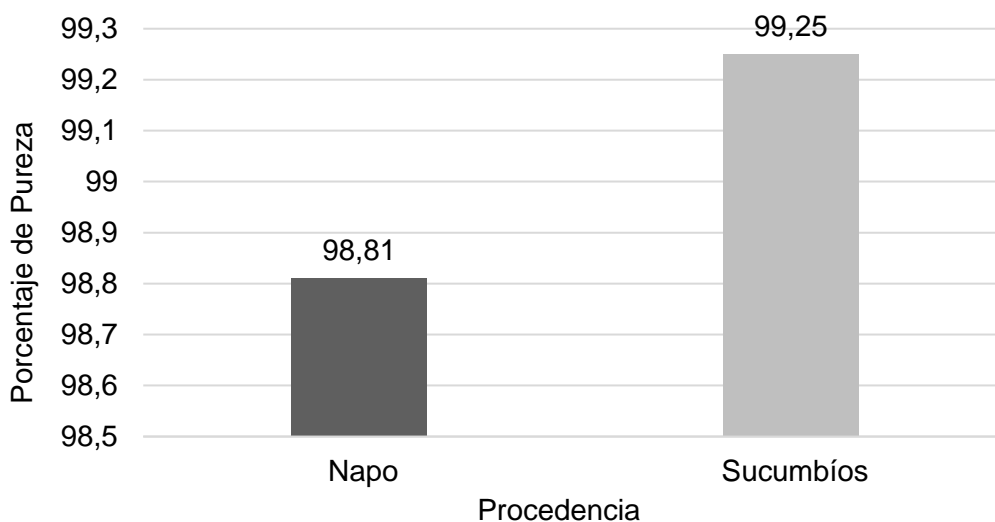
Fuente: Elaborado por autoras

3.2.1 Pureza

La evaluación de la pureza física, siguiendo las normas (ISTA, 2023), mostro que ambas procedencias presentan purzas superiores al 98 %, lo que refleja una excelente calidad física de las semillas. La DE baja en Napo (0,35) muestra gran homogeneidad entre muestras, mientras que en Sucumbíos la variabilidad fue ligeramente mayor (0,56). Los IC95 % se solapan (Napo: 98,25–99,36; Sucumbíos: 98,34–100,11), indicando que las diferencias no son estadísticamente relevantes y que la pureza es consistente en ambos orígenes (Figura 6).

Figura 6

Pureza de las semillas de Pouteria lucuma por procedencia



Fuente: Elaborado por las autoras

Los resultados obtenidos en este estudio muestran niveles altos de pureza física en las semillas de *Pouteria lucuma*, lo que indica una adecuada recolección, limpieza y selección del material vegetal antes de su siembra. Además, refleja que la muestra estuvo prácticamente libre de impurezas como restos de pulpa, semillas vacías o dañadas, fragmentos de testa y cuerpos extraños.

En este sentido, Pérez (2021) mencionan que la pureza física de las semillas es un indicador fundamental de calidad, ya que influye directamente en la germinación, el vigor de las plántulas y la eficiencia del manejo en vivero. El autor señala que valores de pureza superiores al 98 % son considerados excelentes y representan una buena práctica de postcosecha, especialmente en especies frutales nativas de tipo recalcitrante como la lúcuma.

Asimismo, destacan que la variabilidad en la pureza puede deberse a factores como la técnica de extracción del fruto, el grado de madurez, la humedad ambiental durante la recolección y el tipo de herramientas utilizadas para la limpieza.

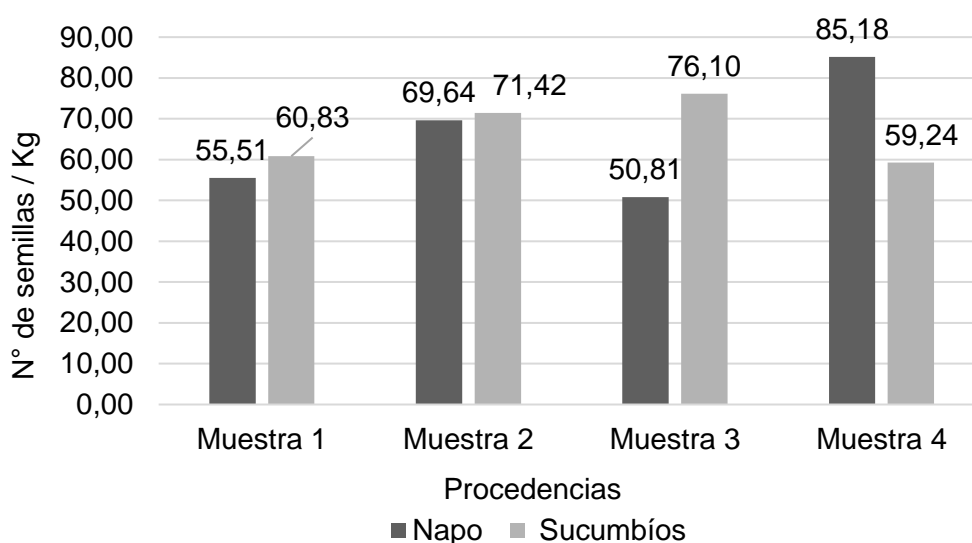
Así mismo, Taceó & Magariños (2024) mencionan que la pureza de las semillas forestales es crucial para garantizar el éxito de la siembra y el desarrollo adecuado de los cultivos. El análisis de pureza física de las semillas es un procedimiento fundamental que permite determinar la composición física de una muestra de semillas específicas.

3.2.2 Peso

Las semillas de ambas procedencias registraron un peso promedio de 15,12 g para Napo y 15,95 g para Sucumbíos por semilla. Siguiendo el procedimiento establecido por las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas (ISTA, 2016), el número de semillas por kilogramo fue 66 Napo y 62 Sucumbíos (Figura 7).

Figura 7

Peso por Kg de las semillas de Pouteria lucuma



Fuente: Elaborado por autoras

El peso de las semillas es similar ya que tienen similar características climáticas y hay un bajo rango de diferencia entre el peso de las semillas, de la misma forma esta mínima diferencia se debe al lugar del desarrollo de los árboles para la obtención de los frutos, los árboles de Sucumbíos se encontraban dispersos por lo que los frutos no tenían tamaño

igual y estaban en un sistema en combinación con hortalizas (lechuga, yuca, etc), a diferencia de los árboles en Napo que todos estaban compartiendo características fenotípicas y se encontraban en una misma área determinada sin combinar con ningunas otras especies que influyan en su desarrollo.

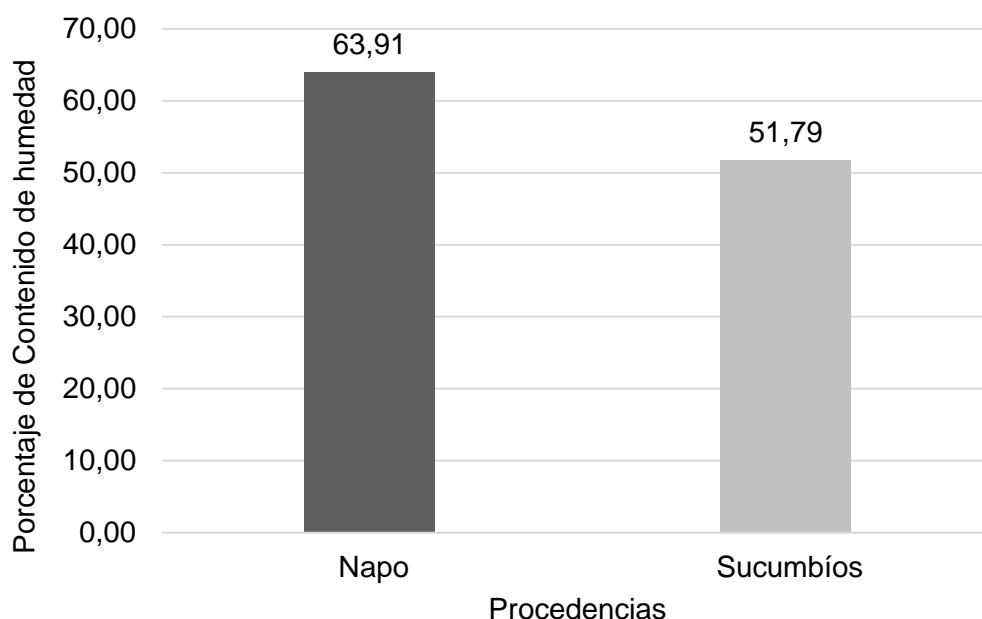
En las semillas de *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma en una investigación realizada por Parrotta & Francis (1993) se obtuvo como resultado que habrán de 40 a 85 semillas por kilogramo, dependiendo de la fuente de las semillas. Un árbol de buen tamaño puede producir de 200 a 300 frutos por año. Las semillas son recalcitrantes, es decir, no resisten el secado, en comparación con semillas de *Pouteria lucuma* hay una gran diferencia en el número de semillas obtenidas y dependería de las fuentes semillas, clima etc.

3.2.3 Contenido de humedad

Los resultados muestran que Napo presentó un contenido de humedad más elevado y consistente, con una DE baja (1,65 %) que indica homogeneidad en las muestras. En contraste, Sucumbíos tuvo una DE alta (7,49 %) y un rango de IC95 % muy amplio (39,86–63,71), lo que refleja heterogeneidad entre las muestras. Aunque los IC95 % presentan un leve solapamiento, la diferencia en la humedad es biológicamente relevante, pues confirma que las semillas de Napo tienden a conservar más agua, condición esperada en especies recalcitrantes.

Figura 8

Contenido de humedad de las semillas de Pouteria lucuma



Fuente: Elaborado por autoras

El alto contenido de humedad es una característica típica de las semillas recalcitrantes. Según Bolaños (2007) las semillas de *Pouteria lucuma* presentan niveles de humedad entre el 30 % y el 70 %, lo que dificulta su almacenamiento en ambientes secos.

Tabla 9

Prueba de t para caracterizar la calidad de semillas

Variable	Media Napo	Media Sucumbíos	Dif. Medias	IC 95% (LI–LS)	Var (Napo)	Var (Sucumbíos)	pHomVar	T	Gl	p-valor
Pureza (%)	98,81	99,23	-0,42	-1,22 a 0,39	0,12	0,31	0,4696	-1,27	6	0,2502
Peso (g)	15,12	15,95	-0,83	-5,75 a 4,08	3,34	12,81	0,2984	0,41	6	0,6928
Humedad (%)	63,91	51,79	12,12	-0,08 a 24,33	2,72	56,14	0,0333	3,16	3	0,0508

Fuente: Elaborado por autoras

El análisis de la pureza de las semillas mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las procedencias evaluadas. Las medias fueron muy cercanas, con un

98,81 % en las semillas de Napo y un 99,23 % en las de Sucumbíos. El valor de p (0,2502) evidenció que ambas procedencias mantienen niveles de pureza homogéneos, lo que indica que este atributo es consistente e independiente del lugar de origen.

En cuanto al peso de las semillas, tampoco se observaron diferencias relevantes entre los grupos y el promedio en Napo fue de 15,12 g, mientras que en Sucumbíos alcanzó los 15,95 g. El análisis estadístico ($p = 0,6928$) confirmó que estas variaciones no son significativas, sugiriendo que el peso de las semillas es una característica estable en ambas procedencias, posiblemente influenciada por factores genéticos más que por el entorno.

En contraste, para el contenido de humedad, la prueba de homogeneidad arrojó un valor de $p = 0,0333$ ($< 0,05$), lo que indicó que las varianzas no eran homogéneas. En consecuencia, se utilizó la prueba t de Welch con corrección de Satterthwaite. Los resultados mostraron una diferencia marginalmente significativa ($t = 3,16$; $gl = 3$; $p = 0,0508$), con valores más altos en Napo (63,91 %) frente a Sucumbíos (51,79 %). Este hallazgo sugiere que la humedad de las semillas podría estar influida por factores ambientales o de manejo, aunque la evidencia estadística es limitada al 95 % de confianza.

De acuerdo con Barrena et al. (2009) el contenido de humedad en la lúcuma es un factor determinante en su procesamiento y conservación, ya que influye directamente en la estabilidad del fruto durante el almacenamiento y transporte, además señalan que que pequeñas variaciones en las condiciones de secado y origen pueden generar cambios sustanciales en la humedad final de la semilla. En el análisis exploratorio, se observó una diferencia marginalmente significativa en el contenido de humedad entre las procedencias de Napo y Sucumbíos ($p = 0,0508$), lo cual podría estar asociado a diferencias climáticas o del manejo de los árboles de lúcuma dado que las semillas que se recolecto en Napo eran de una plantación y en Sucumbíos fueron árboles dispersos.

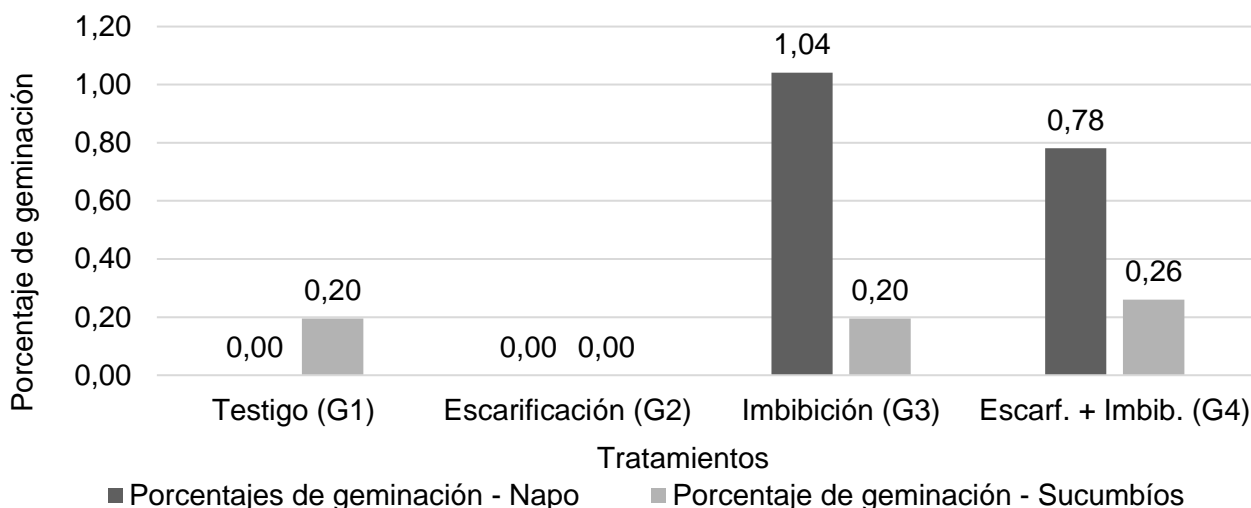
3.3 Germinación de semillas

3.3.1 Porcentaje de germinación

En la figura se 9 muestra la tasa de germinación de las semillas de lúcumá,

Figura 9

Porcentaje de germinación por tratamientos



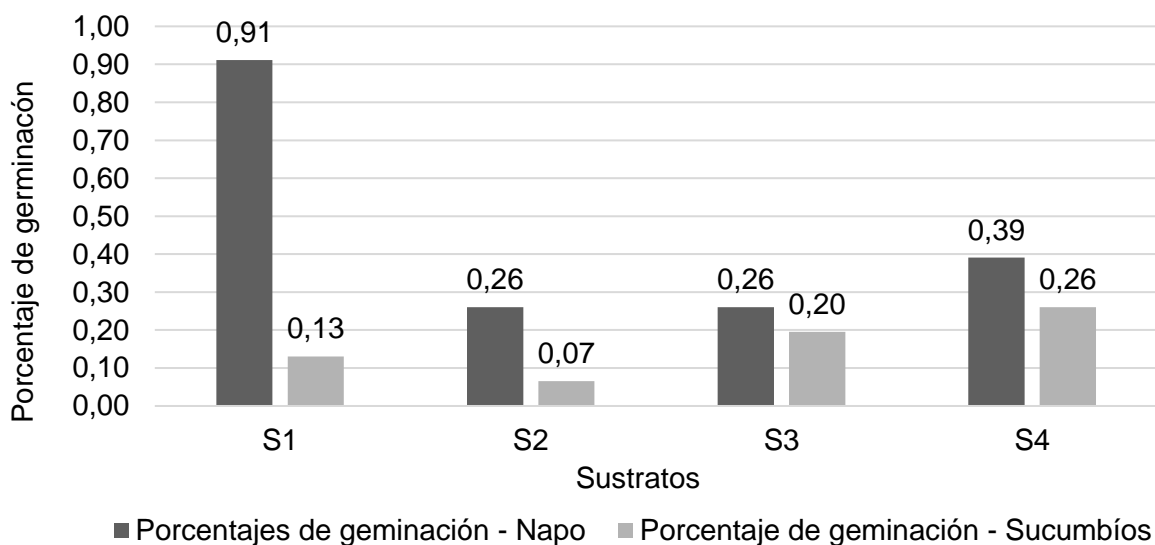
Fuente: Elaborado por autoras

La Figura 9 muestra el porcentaje de germinación de semillas de *Pouteria lucuma* de dos procedencias, Napo y Sucumbíos, bajo diferentes tratamientos pre germinativos: testigo (G1), escarificación (G2), imbibición (G3) y escarificación combinada con imbibición (G4). En general, las semillas de Napo tuvieron una mejor respuesta a los tratamientos, destacando la imbibición, que alcanzó el mayor porcentaje de germinación (1,04%), seguida por la combinación de escarificación e imbibición (0,78 %). En contraste, las semillas de Sucumbíos presentaron porcentajes de germinación más bajos, siendo el mayor valor con escarificación + imbibición (0,26 %), mientras que la imbibición sola alcanzó (0,20 %) y el testigo apenas (0,20 %). La escarificación por sí sola no generó incrementos significativos en ninguna de las dos procedencias. Estos resultados sugieren que la imbibición es el tratamiento más efectivo para estimular la germinación, principalmente en las semillas de Napo. Esta diferencia podría estar relacionada con el

origen del material: en Napo las semillas provienen de una plantación manejada, mientras que en Sucumbíos fueron recolectadas de árboles adultos que crecieron de manera natural en el bosque, lo cual podría limitar su capacidad germinativa.

Figura 10

Porcentaje de germinación por sustratos



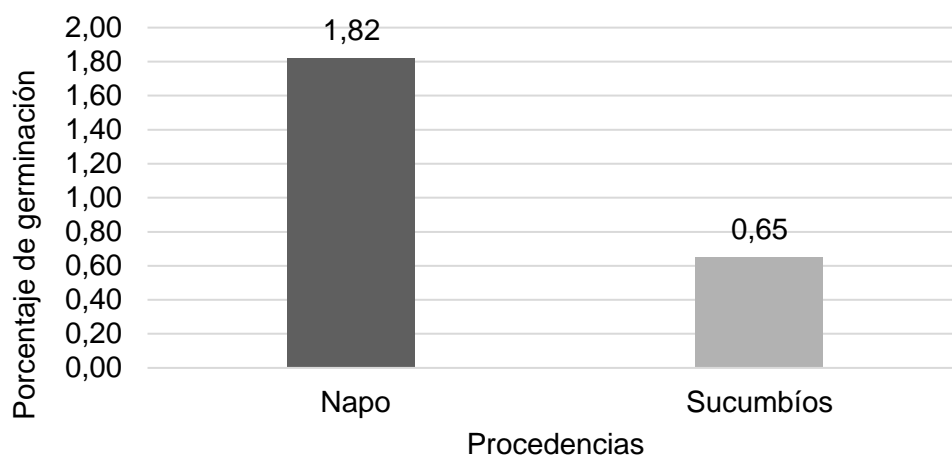
Fuente: Elaborado por autoras

La Figura 10 muestra el porcentaje de germinación de semillas provenientes de Napo y Sucumbíos en cuatro tipos de sustrato (S1, S2, S3 y S4). En general, las semillas de Napo presentaron mayores porcentajes de germinación en comparación con las de Sucumbíos en todos los sustratos evaluados. El sustrato S1 mostró el mayor porcentaje de germinación para Napo (0,91%), aunque con una alta variabilidad, mientras que en Sucumbíos apenas alcanzó el (0,13%). En los sustratos S2 y S3, ambas procedencias registraron porcentajes bajos y similares entre (0,26% y 0,07%) y (0,26% y 0,20%) respectivamente, sin diferencias marcadas. En el caso de S4, se observó un ligero aumento en la germinación en ambas localidades, alcanzando (0,39%) en Napo y (0,26%) en Sucumbíos. Estos resultados sugieren que el tipo de sustrato influye en la germinación de

las semillas, especialmente en aquellas provenientes de Napo, siendo S1 el más favorable. Sin embargo, en Sucumbíos la germinación se mantuvo baja independientemente del sustrato, lo que podría deberse a factores propios de la procedencia de las semillas o a su viabilidad.

Figura 11

Porcentaje de germinación por procedencias



Fuente: Elaborado por autoras

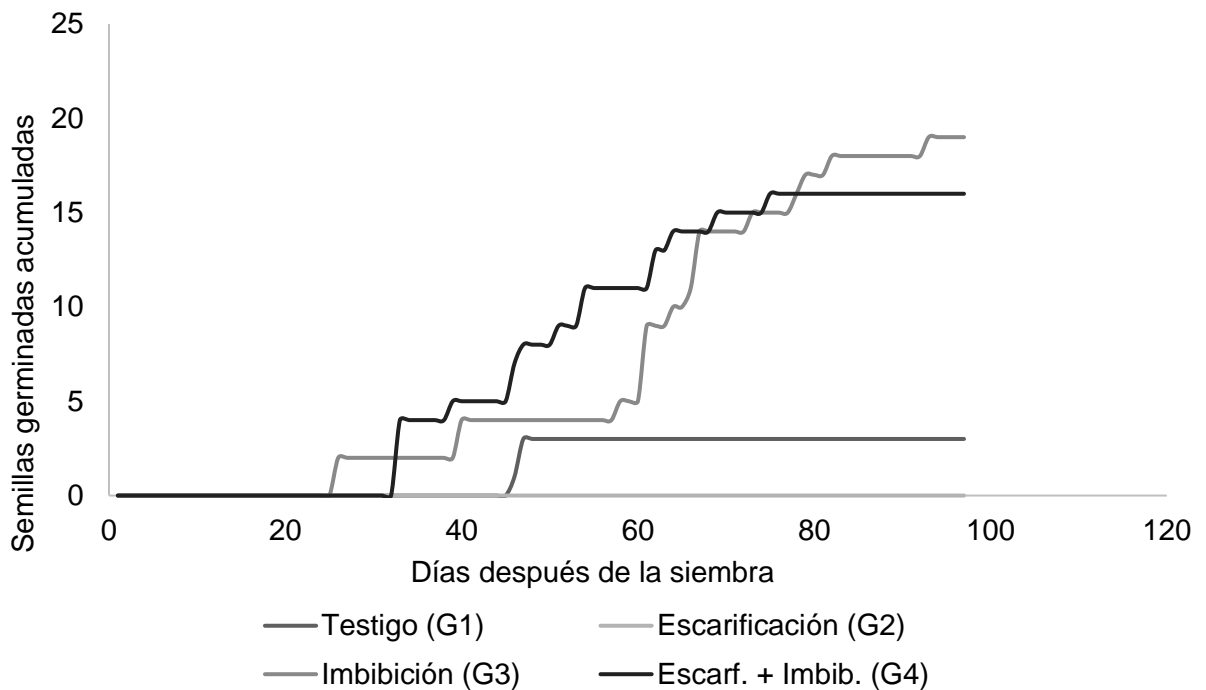
En la figura 11 se compara el porcentaje de germinación de semillas según su procedencia: Napo y Sucumbíos. Los resultados muestran que las semillas provenientes de Napo alcanzaron un mayor porcentaje de germinación (1,82 %), en comparación con las de Sucumbíos (0,65 %). Esta diferencia indica que las semillas de Napo presentan una mejor capacidad germinativa dado que las condiciones son mejores ya que es una plantación manejada. Sin embargo, se observa una alta variabilidad en la germinación de Napo, como lo indica la gráfica, lo que nos indica que factores ambientales o fisiológicos pueden estar influyendo en la respuesta germinativa dado que es un sitio en el que hubo manejo y control de la plantación. En contraste, aunque Sucumbíos presentó menor

germinación, los valores fueron más consistentes. Estos resultados reflejan diferencias entre procedencias que podrían estar asociadas al estado fisiológico en que llegaron de las semillas recolectadas.

La menor variabilidad en Sucumbíos implica resultados más uniformes, aunque bajos esto puede señalar un protocolo más estándar o menos variable entre lotes, pero con menor éxito general. Widjaya et al. (2024) menciona que las posibles causas de estas cifras tan bajas son porque las semillas son recalcitrantes y pierden su viabilidad, se sabe que las semillas de lúcumo requieren ser sembradas muy pronto, idealmente en menos de 5 días tras la extracción del fruto.

Figura 12

Curva de acumulación del porcentaje de germinación de semillas de Pouteria lucuma por tratamiento

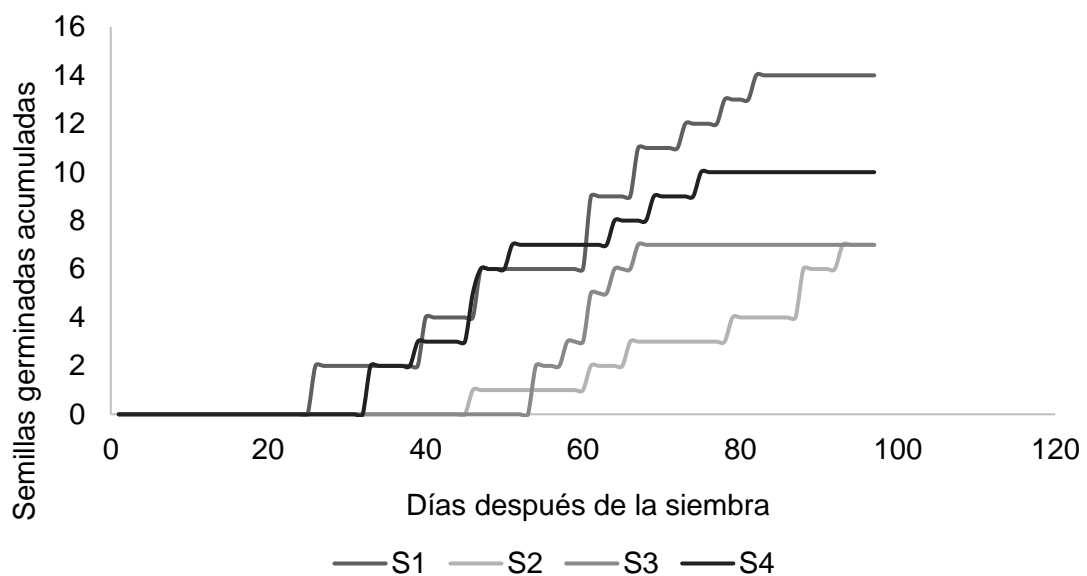


Fuente: Elaborado por autoras

En la curva de acumulación se puede diferenciar que el tratamiento aplicado es G3 (imbibición) es el grupo más exitoso en términos de germinación siendo más rápida, más sostenida, y con mayor número total de semillas germinadas, por otro lado está el tratamiento de G2 (escarificación) que no germina en absoluto porque se lastimó el embrión al realizar esta acción provocando la muerte de la semillas, lo que merece revisión experimental, por último el G1 (testigo) y G4 (escarificación + imbibición) son tratamientos intermedios, que se obtiene resultados pero por debajo del tratamiento de imbibición.

Figura 13

Curva de acumulación del porcentaje de germinación de semillas de Pouteria lucuma por sustrato



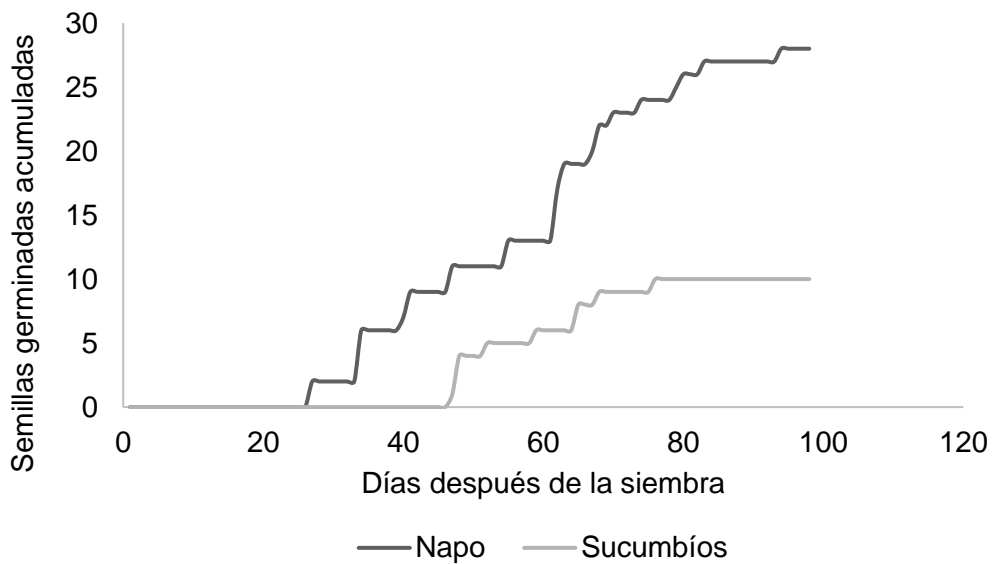
Fuente: Elaborado por autoras

En la curva de acumulación se observa que el sustrato S1 muestra la germinación más exitosa, con una respuesta más rápida, sostenida y alcanzando el mayor número total de semillas germinadas al final del periodo. De la misma forma, el sustrato S4 presenta el comportamiento moderado, con un número intermedio de semillas germinadas y una

curva menos pronunciada que el S1, lo que refleja su menor eficiencia. Por su parte, los sustratos S2 y S3 exhiben resultados similares, con un avance progresivo en la germinación, pero sin superar los valores alcanzados por S1 y S4, situándose en un nivel medio de efectividad dentro del ensayo.

Figura 14

Curva de acumulación del porcentaje de germinación de semillas de Pouteria lucuma por procedencia



Fuente: Elabora por autoras

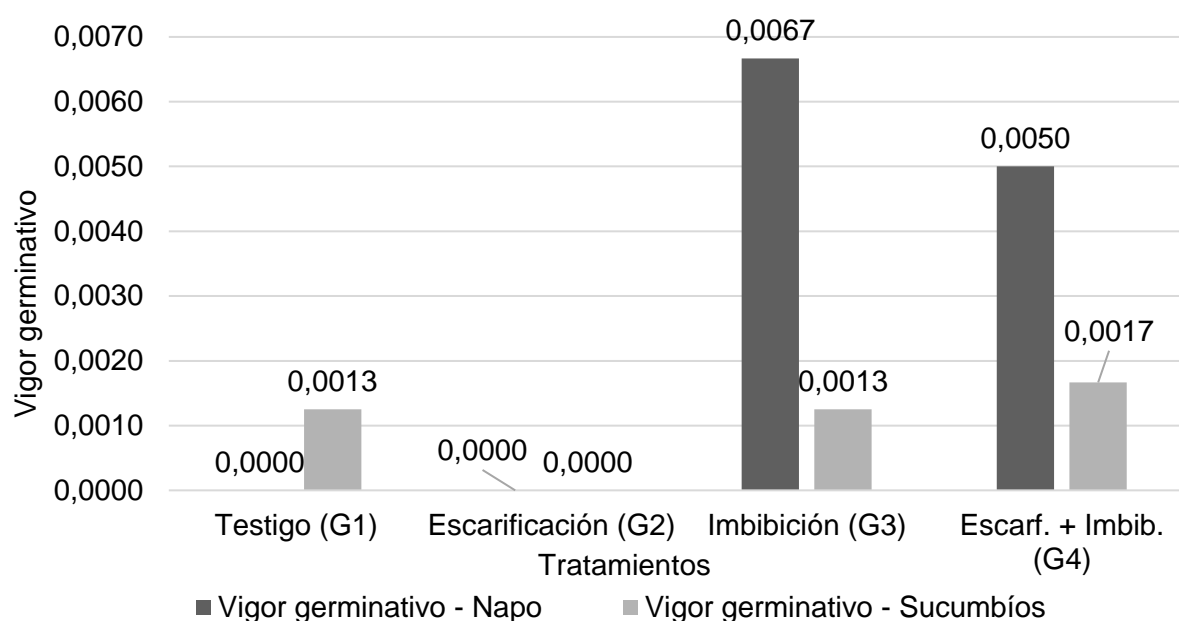
En la curva de acumulación se aprecia que las semillas provenientes de Napo alcanzan un mayor número total de germinadas, con una progresión más sostenida y una pendiente más marcada a lo largo del tiempo, lo que evidencia una mayor capacidad de germinación. En cambio, las semillas de Sucumbíos presentan una germinación más limitada y con menor acumulado final, lo que refleja un desempeño inferior frente a las de Napo. Este contraste sugiere que la procedencia influye de manera importante en la viabilidad y el vigor germinativo de las semillas.

3.3.2 Vigor germinativo

En la figura 15 presenta el índice de vigor germinativo de las semillas de *Pouteria lucuma* según su procedencia Napo y Sucumbíos.

Figura 15

Vigor germinativo por tratamientos



Fuente: Elaborado por autoras

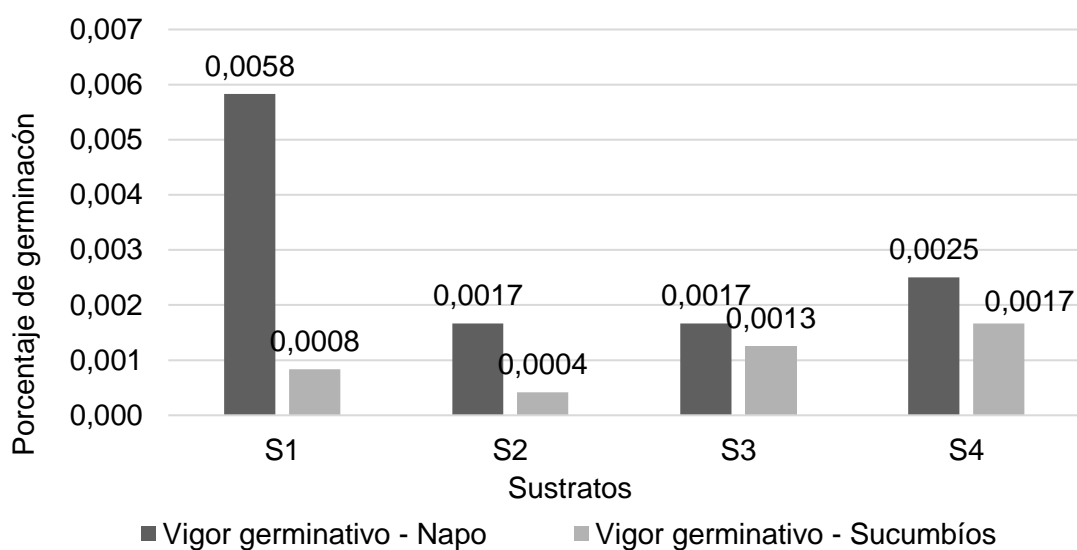
En la figura 15 se observa que el vigor germinativo de semillas provenientes de Napo y Sucumbíos bajo diferentes tratamientos pre germinativos: testigo, escarificación, imbibición y la combinación de escarificación + imbibición. En general, las semillas de Napo mostraron valores más altos de vigor germinativo en comparación con las de Sucumbíos. El tratamiento imbibición G3 en Napo presentó el mayor vigor germinativo (0,0067) en cambio Sucumbíos (0,0013), aunque con una alta variabilidad. La escarificación no muestra diferencia entre procedencias ya que en ambas es de (0,000). Mientras que el tratamiento combinado (escarificación + imbibición G4) se observó un vigor de 0,0050 en Napo y 0,0017 en Sucumbíos. Y por último el tratamiento testigo G1

solo hubo vigor germinativo en Sucumbíos (0,0013). Estos resultados indican que el vigor germinativo varía significativamente según la procedencia y el tratamiento aplicado, siendo mayor en semillas de Napo, especialmente bajo condiciones de imbibición o combinado (escarificación + imbibición).

En términos prácticos, los resultados indican que Napo tiene mejor rendimiento potencial, pero hacen falta más controles de calidad para asegurar resultados reproducibles. Esto coincide con estudios que señalan que, aunque la región puede ofrecer mayor diversidad genética, también introduce variabilidad en expresiones de vigor (Fenollosa et al., 2021).

Figura 16

Vigor germinativo por sustrato



Fuente: Elaborado por autoras

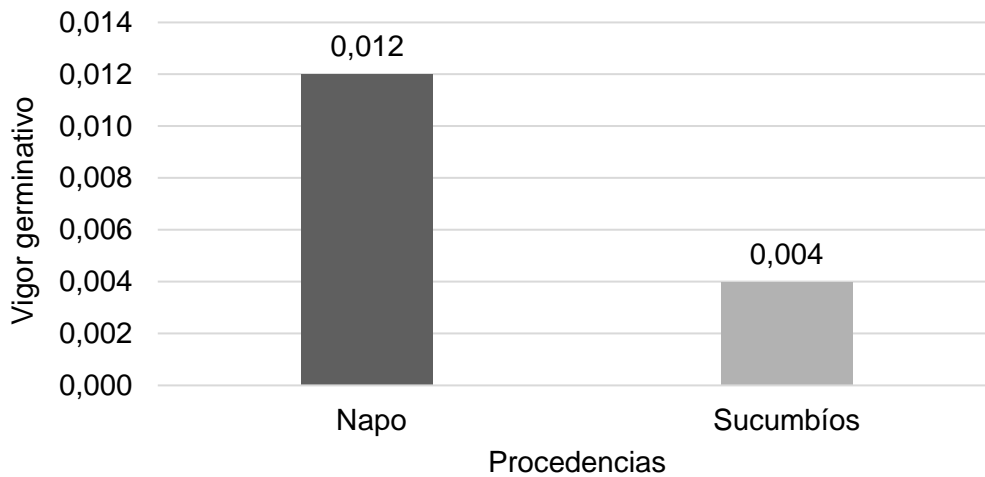
En la figura 16 se muestra el vigor germinativo de semillas de dos procedencias (Napo y Sucumbíos) en cuatro tipos de sustrato (S1, S2, S3 y S4). En general, las semillas provenientes de Napo presentaron un mayor vigor germinativo en comparación con las de Sucumbíos en la mayoría de los sustratos evaluados. El sustrato S1 fue el más

favorable para ambas procedencias, destacándose especialmente en Napo, donde se alcanzó el mayor valor de vigor germinativo (0,0058), mientras que en Sucumbíos fue menor (0,0008). Por otro lado, se observa que el sustrato S3 en ambas procedencias tienen un vigor similar siendo para Napo (0,0017) y para Sucumbíos es de (0,0013) en el sustrato S4 muestra mayor diferencia de vigor entre Napo y Sucumbíos siendo (0,0025) y (0,0017) respectivamente, por último, se observa que el sustrato S2 de Napo es de (0,0017) y Sucumbíos es de (0,0004) notándose mayor vigor de germinación en Napo. Estos resultados indican que el tipo de sustrato influye significativamente en el vigor germinativo de las semillas, con un efecto más notable en las provenientes de Napo. Los sustratos S1 y S4 parecen ofrecer condiciones más favorables para una germinación vigorosa, lo que sugiere que la composición y características físicas o químicas del sustrato pueden jugar un papel determinante en el desarrollo inicial de las plántulas.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran que S1 ofrece una respuesta más uniforme, aunque con vigor moderado y debió ser por la composición de este sustrato el tipo de material (100 % Tierra de sitio) las proporciones y pH, (Kholkhal & Benmahioul, 2021) por otro lado S2, S3 y S4, probablemente son sustratos pobres en estructura física o nutrición, brindan poco o ningún beneficio en la germinación de las semillas de *Pouteria lucuma*.

Figura 17

Vigor germinativo por procedencia



Fuente: Elaborado por autoras

La figura 17 muestra el vigor germinativo promedio de semillas según su procedencia: Napo y Sucumbíos. Se observa que las semillas provenientes de Napo presentaron un vigor germinativo superior (0,012) en comparación con la de Sucumbíos (0,004). Esta diferencia sugiere que las semillas de Napo tienen una mayor capacidad de desarrollo inicial tras la germinación. Además, la barra de error más amplia en Napo indica una mayor variabilidad en los resultados, mientras que en Sucumbíos el vigor fue más bajo, pero más consistente. Estos resultados reflejan que la procedencia influye significativamente en el vigor germinativo, debido a diferencias genéticas, condiciones ambientales en el lugar de origen como las variaciones de temperatura, humedad, altitud etc, o al estado fisiológico de las semillas recolectadas.

En este contexto, Vargas (2015) menciona que las procedencias de las semillas amazónicas influyen en su germinación debido a los árboles que producen las semillas tienen condiciones específicas en su entorno lo que podría afectar la viabilidad y la

capacidad de germinar. Es así como las semillas de Napo se desarrollaron en un área determinada que no intervenían otras especies únicamente estaban árboles de *Pouteria lucuma*, por otro lado, las semillas desarrolladas en Sucumbíos no eran solo árboles de *Pouteria lucuma* si no que había otras plantaciones de hortalizas por lo que estos factores afectarían al momento de la germinación de las semillas.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.4 Conclusiones

Caracterización de las semillas de *Pouteria lúcuma*

Las semillas de *Pouteria lucuma* evaluadas presentaron una forma D-shaped, color marrón oscuro y textura lisa, características coherentes con lo reportado en la literatura. Se evidenciaron diferencias morfométricas entre procedencias: las semillas de Sucumbíos fueron de mayor tamaño y peso, mientras que las de Napo presentaron mayor contenido de humedad. No obstante, ambas procedencias alcanzaron niveles de pureza superiores al 98 %, lo que refleja una adecuada calidad física y la viabilidad de su uso en programas de propagación y conservación.

Influencia de la procedencia en la germinación

La procedencia de las semillas tuvo un efecto determinante en su comportamiento germinativo. Las semillas provenientes de Napo, recolectadas de una plantación manejada, mostraron mayores porcentajes de germinación y vigor en comparación con las de Sucumbíos, recolectadas de árboles dispersos. Esto sugiere que factores ambientales, de manejo y posiblemente genéticos inciden en la calidad fisiológica y en la capacidad de establecimiento de las plántulas.

Efectividad de los tratamientos pre germinativos

Los tratamientos pre germinativos demostraron efectos diferenciales sobre la germinación. La imbibición y la combinación de escarificación + imbibición

incrementaron significativamente el porcentaje de germinación respecto al testigo. En contraste, la escarificación aislada resultó desfavorable al dañar el embrión, lo que redujo drásticamente la viabilidad de las semillas. El tratamiento combinado (G4) fue el más efectivo en términos de velocidad, uniformidad y porcentaje final de germinación.

Influencia de los sustratos en la propagación sexual

El tipo de sustrato influyó significativamente en la germinación y el vigor germinativo de las plántulas. El sustrato S1 (100 % tierra de sitio) presentó los mejores resultados para ambas procedencias, con germinación más rápida, uniforme y vigorosa. En contraste, los sustratos S2, S3 y S4 evidenciaron limitaciones en sus propiedades físicas y nutricionales, lo que repercutió negativamente en el establecimiento de las plántulas.

Interacción entre procedencia, tratamiento pre germinativo y sustrato

El mejor desempeño general se alcanzó con semillas de Napo tratadas mediante imbibición o escarificación + imbibición, en combinación con el sustrato S1. Las semillas de Sucumbíos mostraron menor respuesta global, aunque igualmente se beneficiaron de los mismos tratamientos y del sustrato S1. Estos resultados evidencian que la interacción de factores es clave para optimizar la propagación sexual de la especie.

3.5 Recomendaciones

Para viveros y programas de propagación

- Seleccionar preferentemente semillas de procedencias manejadas (como Napo), debido a su mayor vigor germinativo y porcentaje de emergencia.
- Aplicar tratamientos de imbibición en agua (24–48 h) o la combinación escarificación + imbibición, evitando el uso de escarificación aislada.
- Utilizar sustratos enriquecidos y bien estructurados, especialmente aquellos con características similares al S4, que aporten nutrientes y favorezcan la aireación.

Para futuras investigaciones

- Profundizar en el estudio de la fisiología de semillas recalcitrantes de *Pouteria lucuma*, en particular sobre la pérdida de viabilidad durante el almacenamiento y su tolerancia a distintos métodos de conservación.
- Evaluar el desempeño de las plántulas en campo a mediano y largo plazo, con el fin de determinar si las diferencias observadas en vivero se reflejan en el establecimiento y productividad final.
- Incorporar análisis genéticos que permitan identificar variabilidad intraespecífica y posibles ecotipos adaptados a diferentes condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana.

Para el manejo comunitario y la conservación de la especie

- Fomentar la implementación de bancos de semillas locales y viveros comunitarios que aseguren la recolección en condiciones óptimas y la siembra inmediata, minimizando la pérdida de viabilidad.

Difundir protocolos estandarizados de pre germinación y manejo de sustratos entre técnicos, productores y comunidades amazónicas, con el fin de fortalecer la propagación de la lúcuma como recurso frutal, económico y de restauración ecológica.

RECOMEDACIONES BIBLIOGRAFICAS

- Álava Moreira, G. M., & Vergara Reyes, M. M. (1990). *fectos de 4 tiempos de imbibición en agua destilada a la semilla de 4 variedades de café en su germinación*. Manabí: Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agrícola. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6295>
- Añazco. (2000). Producción de semillas forestales y manejo silvicultural. *Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agropecuarias*.
- Armijos, A. A. (2017). Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur del Ecuador. Obtenido de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/375/330>
- Barrena, M., Maicelo, J., Gamarra, O., & Cárdenas, R. (2009). Cinética de secado de lúcuma (*Pouteria lucuma* L.). *Aporte Santiaguino*, 2(2). Obtenido de https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/
- Bolaños, M. L. (2007). *Estudios en fisiología de semillas de Pouteria lucuma (R&P) Sapotacea "Mediacaro"*. Bogotá. Recuperado el 07 de 07 de 2023, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/55857/POUTERIA.pdf?sequence=1>
- Bonner, T. (1990). *Storage of seeds: potential and limitations for germoplasm conservation*. *For. Ecol. Manage* 35:35-43.
- Borbor, M. (2016). Huertos familiares en la diversificación del ingreso y en la conservación de lúcuma (*Pouteria lucuma*). *Revista de Economía Agrícola*. Obtenido de

https://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/huertos_familiares_en_la_diversificacion_del_ingreso.htm

Bravato, M. (1974). *Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela.* . Acta Bot. Venez. 9(1-4): 317-361.

CABI. (2022). Pouteria lúcuma. *Compendio CABI.* Obtenido de <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.43724>

Callisaya, D. (2021). *EFEECTO DE TRES METODOS DE ESCARIFICACION DE LA SEMILLA DE LUCUMO (Pouteria lúcuma (Ruiz & Pav.) Kuntze) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA.* La Paz- Bolivia. Obtenido de <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/100/91>

Calzada, J. (1980). *Fichas silviculturales: Pouteria lucuma.* Obtenido de <https://es.scribd.com/document/401936394/FichasSilviculturalesEspecies-pdf>

Díaz, S., Maguiña, N., Caycho, N., Vásquez, W., & Montesinos, E. (2017). Determinación del sustrato para la germinación de semillas de lúcuma (*lucuma obovata* hkb) patrón con fines de injertación en Cañasbamba, Yungay, Áncash. *Aporte Santiaguino*, 8(1), 25 - 32. doi:10.32911/as.2015.v8.n1.240

FAO. (2000). Tratamiento previo de la semilla. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.* Obtenido de <https://www.fao.org/4/ad232s/ad232s10.htm>

Fenollosa, E., Martínez-Fernández, J., & Traveset, A. (2021). Geographic patterns of seed trait variation in an invasive species. *Oecologia*, 187(4), 1051–1063. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8292299/>

- Gergoff, G., Ruscitti, M., & Gimenez, D. (2023). Introducción a la propagación vegetal de la fisiología a la práctica integrada. *Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/597602003.pdf>
- Gobierno Autonomo Descentralizado [GAD] Ibarra;. (2024). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ibarra. Obtenido de <https://www.ibarra.gob.ec/site/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-pdyot/>
- Gobierno Autonomo Descentralizado [GAD] La Bonita. (2024). *Actualización del plan de uso y gestion del suelo del Cantón La Bonita*. LA BONITA. Obtenido de <https://www.gadmsucumbios.gob.ec/web/pugs/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] San Francisco de Borja;. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quijos*. Quijos. Obtenido de <https://gadprborja.gob.ec/napo/pdot-admin-2023-2027/>
- Gómez, A. B. (2020). Lúcumá (Pouteria lucuma): Potencial bioactivo y agroindustrial del valle interandino peruano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*(326). Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/326>
- Gunn. (1984). *Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Faba-ceae)*. . Washington DC. : Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Faba-ceae). Technical BuAgricultural Research Service. Uni-ted States Departament of Agriculture .
- Gutiérrez, E. Y. (2011). *Potencial bioactivo de frutos, semillas y tubérculos andinos: lúcumá (Pouteria lucuma (Ruiz & Pav.) Kuntze*. Ciencias Agrícolas y Biológicas.

- Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/pouteria-lucuma#definition>
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (2003). Propagación de plantas. Principios y prácticas. *Instituto Forestal*, 340. Obtenido de <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1510>
- Inga, M., & Aguilar, A. C. (2021). Postharvest maturation of *Pouteria lucuma*: Effect of storage conditions on physicochemical components, metabolites and antioxidant and hypoglycemic capacity. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 411–419.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2013). *Anuario meteorológico*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/562003133/Anuario-Meteorolo-gico-2017>
- ISTA. (2016). International Rules for Seed Testing. Zurich: ISTA, PO Box 412. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990307875>
- Kingsleyi, T., & Ntsefong, N. G. (2022). Dormancia de las semillas: Inducción, mantenimiento y enfoques tecnológicos de semillas para romper la dormancia. *En IntechOpen*, 1-16. Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/82757>
- León, J., Vargas , R., & Monge , E. (2001). *Frutales y hortalizas subexplotadas de América*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Chile: IICA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/9250>
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H. (2019). Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Herbario QCA*. Obtenido de <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo>

- Lima, L., Sales de Araujo Franco, A. P., Scremin, E., Couto Soares, V., Carmo, R., & Damasceno Júnior, G. A. (2025). *La morfoanatomía de las semillas puede conferir restricciones contra la germinación de Pouteria glomerata (Sapotaceae) en un humedal neotropical* (Vol. 47). Ciencias Biológicas. Obtenido de <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/73332>
- Magnitskiy, S. V., & Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles. *Agronomía Colombiana*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- Mamani, D., & Tinco, E. (2021). Efecto de métodos de escarificación de la semilla de lúcumo (*Pouteria lúcuma* (Ruiz & Pav.) Kuntze). *Apthapi*, 7(2), 2158-2163. Obtenido de Recuperado de <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/100>
- Manotoa, S. (2012). *ESCARIFICACIÓN MECÁNICA Y QUÍMICA COMO TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE OLIVO (Olea europea)*. Recuperado el 07 de 07 de 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>
- Mérola, R., & Díaz, S. (2012). Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajera. *UDE-INIA*, 35. Obtenido de <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12563/1/Pasantia-Post-grado-Merola-Saulo-Diaz-2012.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP. (2021). Manual de Procedimientos "Identificación de Fuentes Semilleras y árboles Plus". Guayas.
- Moreno, E. (2015). Propagación de *Pouteria lucuma* O. Ktze [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. *ILibrary*. Obtenido de

<https://1library.co/article/propagación-de-pouteria-lucuma-o-ktze-edison-moreno.q59nm3jz>

Murley, M. (1951). Seeds of the Cruciferae of Northeastern North America. *American Midland Naturalist*, 1-81.

Ojeda Ramos, M. (7 de junio de 2021). Caracterización, conservación y uso de Maco [Pouteria lucuma (Ruiz & Pav.) Kuntze] en las comunidades indígenas Inga y Kamëntšá del Alto Putumayo en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Dentro i codic della Natura: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84118>

Ojeda, M. A. (7 de junio de 2022). Caracterización, conservación y uso de Maco [Pouteria lucuma (Ruiz & Pav.) Kuntze] en las comunidades indígenas Inga y Kamëntšá del Alto Putumayo en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Dentro i codic della Natura: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84118>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). Una guía para el manejo de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7496057d-a043-4ebe-a0b3->

Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. México: Rectoría de la Unidad Xochimilco. doi:978-607-28-1054-9

Parrotta, J., & Francis, J. K. (1993). *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma. En *Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*. USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. Obtenido de

https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/pouteria-multiflora?utm_source=chatgpt.com

Pérez Barcena, J. (2021). Condiciones de germinación y desarrollo de plantas de *Pouteria campechiana* (Sapotaceae). *Fisiología*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982021000200377#B35

Pérez, J., Cruz, J., De Jesús, A., Jiménez, R., & Evangelista, S. (2021). Condiciones de germinación y desarrollo de plantas de *Pouteria campechiana* (Sapotaceae). *Botanical Sciences*, 99(2), 377-387. doi:10.17129/botsci.2796

Pugnaire, F., & Valladares, F. (1996). Seed color in Mediterranean plants: . *Ecology*, 1365-1376.

Ramírez, A., & Rosero, C. (2013). *Manual hidrológico de las cuencas hidrográficas de las vertientes del Amazonas*. Escuela Politécnica Nacional,. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7055>

Ramírez, J., Añazco, M. V., & Estrada, K. (2025). Assessment of Three Provenances of *Juglans neotropica* Diels to Identify Optimal Seed Sources in the Northern Ecuadorian Andes. *International Journal of Plant Biology*, 16(3).

Santillán, G. W. (2024). Aplicación del ultrasonido en el almidón de la semilla de lúcuma (*Pouteria lúcuma*) y evaluación de su efecto en el bioplástico. *Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. Repositorio Institucional UNHE.

Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2008). *Manual para el manejo de semillas de árboles tropicales*. Colombia: CATIE. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/258627099_BIOLOGIA_Y_GERMINACION_DE_SEMILLAS

Suchini, E. (1999). Tratamientos para acelerar la germinación y mejorar la conformación de plántula de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.). *Moore & Stearn Repositorio Digital*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b2a0996a-f58a-41a2-a>

Taceó, M., & Magariños, A. (2024). *Protocolo para la recolección y almacenamiento de semillas de especies nativas con fines de restauración*. Instituto de Investigaciones Forestales y Fundación para la conservación del Bosque Chiquitano. Santa Cruz, Bolivia.

Vargas, S. (2015). Propagación sexual de cinco especies forestales comerciales, en vivero. Pucallpa, Ucayali, Perú. *UNAPIquitos-Institucional*, 20. Obtenido de http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/LITER_CIIDIROAX/6/CERQUEDA%20REYES%20H%2c%202010.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villota, F., Palacios, E., Bernaola, R., & Sulbarán, B. (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*, 15(6). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/f15060987>

Widjaya, A., Latifah, D., Primananda, E., Zulkarnaen, R., & Rahayu, A. (2024). Seed viability assessment of Campolay fruits (*Lucuma campechiana*) across varying weights and storage periods. *Nusantara Bioscience*, 16(1), 23–28. Obtenido de <https://smujo.id/nb/article/view/15943>

Zapata, D. (2022). Cultivo de lúcuma (Pouteria lúcuma) Material de curso. *Universidad Nacional de Piura*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/561890642/CULTIVO-DE-LUCUMA-Pouteria>

ANEXOS

	
<p>Figura 1: Identificación de los árboles semilleros</p>	<p>Figura 2: Recolección de frutos</p>
	
<p>Figura 3: Frutos colectados en la provincia de Sucumbíos y Napo.</p>	<p>Figura 4: Pesaje de los frutos colectados</p>
	
<p>Figura 5: Maduración de los frutos</p>	<p>Figura 6: Obtención de las semillas de <i>Pouteria lucuma</i></p>



Figura 7: Aplicación de normas ISTA (Peso de la semilla de lúcuma)



Figura 8: Aplicación de normas ISTA (Tamaño de la semilla de lúcuma)



Figura 9: Instalación de Invernadero



Figura 10: Instalación de Invernadero



Figura 11: Siembra se las semillas de *Pouteria lucuma*



Figura 12: Semillas germinadas de *Pouteria lucuma*