

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**



**MORFOMETRÍA DE FRUTOS, VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE  
*Phyllanthus niruri* (CHANCAPIEDRA) EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA,  
HUÁNUCO, PERÚ**

**Tesis para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**PRESENTADO POR:**

**VILLAVICENCIO SALAS, SHAKIRA DIOMAR**

**Tingo María – Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 087-2025-FRNR-UNAS**


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de febrero de 2025, a horas 3:00 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

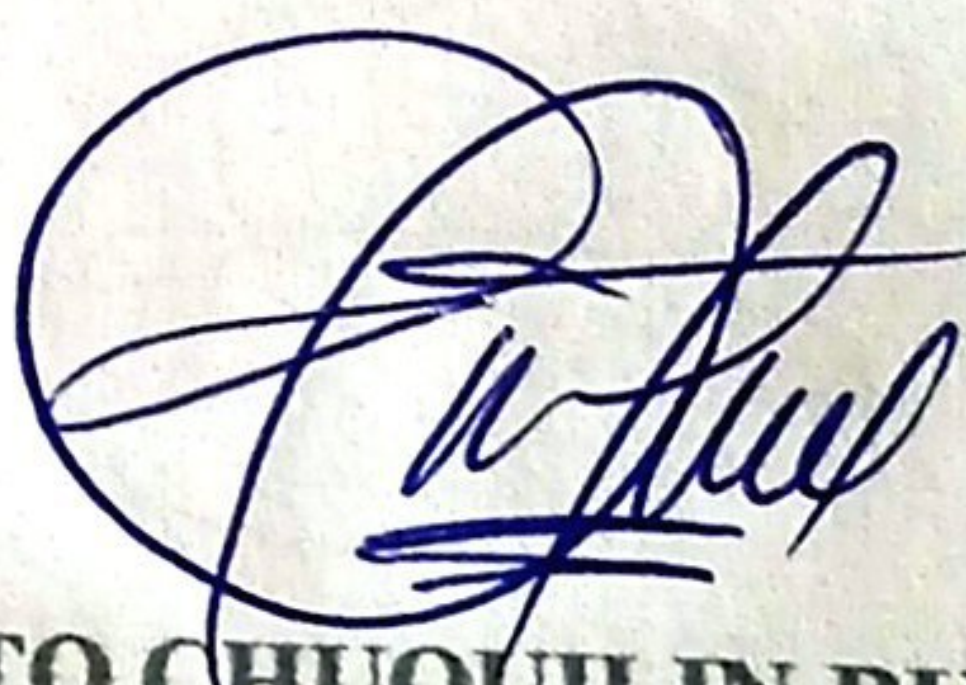
**“MORFOMETRÍA DE FRUTOS, VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE *Phyllanthus niruri* (CHANCAPIEDRA) EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ”**

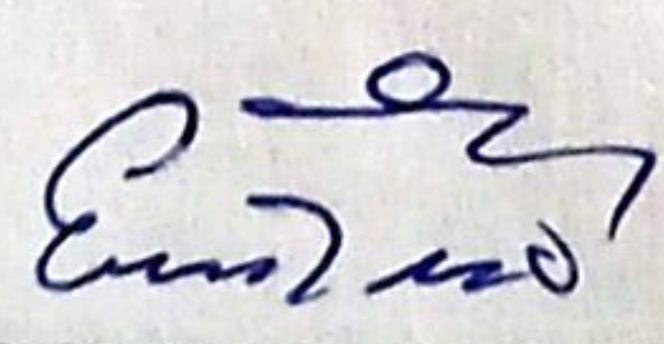
Presentado por el Bachiller: **VILLAVICENCIO SALAS, SHAKIRA DIOMAR**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

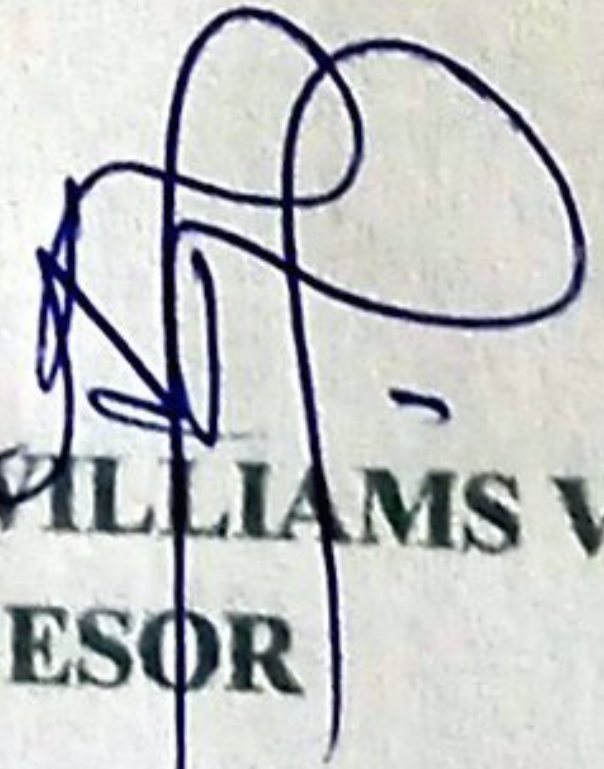
En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 04 de agosto de 2025

  
Ing. MSc. WARREN RÍOS GARCIA  
PRESIDENTE

  
Dr. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE  
MIEMBRO

  
Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA  
MIEMBRO

  
Ing. MSc. ANDY WILLIAMS VELA ZEVALLOS  
ASESOR





UNAS

VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE  
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE  
CIENTÍFICO  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 001 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un Índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

### Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

### Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
MORFOMETRÍA DE FRUTOS, VIABILIDAD Y VIGOR DE SEMILLAS DE <i>Phyllanthus niruri</i> (CHANCAPIEDRA) EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ	VILLAVICENCIO SALAS, SHAKIRA DIOMAR	08 % Ocho	Menor a 20 %

Tingo María, 07 de enero de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO  
  
ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES  
JEFE

C.C. Archivo



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

## VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

### DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

---

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

" Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo "

#### REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

<b>Universidad</b>	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
<b>Facultad</b>	: Recursos Naturales Renovables
<b>Escuela Profesional/ Departamento Académico</b>	: Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables/Departamento Académico de Ciencias de los Recursos Naturales
<b>Título de la Tesis</b>	: Morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de <i>Phyllanthus niruri</i> (Chancapiedra) en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco
<b>Objetivo General</b>	: Evaluar Morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de <i>Phyllanthus niruri</i> (chancapiedra) en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco
<b>Autor</b>	: Villavicencio Salas, Shakira Diomar
<b>DNI</b>	: 48663300
<b>Correo Electrónico</b>	: shakira.villavicencio@unas.edu.pe
<b>Asesores</b>	: Ing. M.Sc. Andy Williams vela Zevallos
<b>Área de Investigación</b>	: Valoración de la biodiversidad y recursos naturales
<b>Grupo de Investigación</b>	: Biodiversidad de plantas medicinales
<b>Línea de investigación</b>	: Biodiversidad de plantas medicinales
<b>Lugar de ejecución</b>	: Laboratorio de Certificación de semillas – Tingo María
<b>Fecha Inicio</b>	: 08/ 08/2023
<b>Fecha Termino</b>	: 08/12/2023
<b>Presupuesto</b>	: S/ 1800.00
<b>Financiamiento</b>	: <b>Propio ( x ) FEDU ( ) Externo ( )</b>

## DEDICATORIA

A mis padres, Simón Villavicencio Vega y Bernardina Salas Callapiña, con su esfuerzo, apoyo, consejos, valores, por la motivación constante me permitieron ser una persona de bien, pero más por su amor incondicional.

A mi hermano Ruben Villavicencio y hermana Itzel Alosilla, por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

Al papá de mi hija Luis Alberto Becerril Albornoz quien contribuyó en mi formación, con su ejemplo de vida me ayudó a afrontar los retos que se presentaron a lo largo de mi formación académica.

A mi adorada hija Kory Aracely Becerril Villavicencio, quien es la motivación para seguir adelante en mi formación profesional y de esta manera culminar satisfactoriamente la investigación

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater, por darme las condiciones para mi realización y formación profesional.
- A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, por brindarme la oportunidad de formarme en esta institución. Mi agradecimiento a los docentes, quienes, con sus conocimientos, experiencia y facilidades para el aprendizaje, contribuyeron a la culminación de mi carrera profesional. También agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, participaron en este proceso. Gracias a cada uno de ustedes, este logro se ve reflejado hoy en la culminación de mi paso por la universidad.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M.Sc. Warren Ríos García; Dr. Edilberto Chuquilin Bustamante; Ing. M.Sc. Edilberto Días Quintana, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.
- Al Ing. M.Sc. Vela Zevallos Andy Williams, asesor del presente trabajo de investigación, por su amistad, sus consejos y desinteresada asistencia en la presente tesis.
- A mi querida suegra Isabel Albornoz Rufino, por su apoyo incondicional en la trayectoria de mi formación académica y por la formación de una persona de bien para con su hijo.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Hipótesis .....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. La morfometría .....	3
2.1.2. Viabilidad y vigor de semillas .....	5
2.1.3. Características generales de <i>P. niruri</i> .....	9
2.2. Estado del arte.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15
3.1.1. Ubicación geográfica .....	15
3.1.2. Ubicación política .....	15
3.1.3. Características climáticas.....	15
3.1.4. Ecología .....	15
3.2. Materiales y métodos.....	16
3.2.1. Materiales.....	16
3.2.2. Métodos .....	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
4.1. Describir la morfometría de frutos de <i>P. niruri</i> .....	21
4.1.1. Colecta de muestras botánicas .....	21
4.1.2. Medición del peso y longitud de frutos .....	22
4.2. Determinación de la viabilidad de semillas de <i>P. niruri</i> .....	27
4.2.1. Porcentaje de germinación.....	27
4.2.2. Energía germinativa.....	29
4.3. Determinar el vigor de semillas de <i>P. niruri</i> .....	30
4.3.1. Evaluación visual del vigor.....	30
4.3.2. Porcentaje de emergencia .....	32
4.3.3. Medición de la longitud de parte aérea (LPA) y de la raíz (LR) .....	33

4.3.4. Medición del peso fresco (PF) y peso seco (PS) de <i>P. niruri</i> .....	36
4.4. Determinación de la relación entre las variables del fruto, longitud y peso de planta de <i>P. niruri</i> .....	41
V. CONCLUSIONES .....	43
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXO .....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas geográficas (UTM WGS 84) de los lugares de colecta. ....	15
2. Parámetros de dispersión y medidas de tendencia central para el peso de fruto (g) de <i>P. niruri</i> . ....	23
3. Prueba de <i>t</i> de student para muestras independientes en el peso de fruto de <i>P. niruri</i> . ....	24
4. Parámetros de dispersión y medidas de tendencia central para la longitud de fruto (mm) de <i>P. niruri</i> . ....	25
5. Prueba de T para muestras independientes en la longitud de fruto (mm) de <i>P. niruri</i> . ....	27
6. Poder germinativo de las semillas de <i>P. niruri</i> . ....	27
7. Energía germinativa de semillas de <i>P. niruri</i> en base a la germinación diaria media. ....	29
8. Evaluación del vigor mediante el porcentaje de plantas normales de <i>P. niruri</i> . ....	31
9. Evaluación del vigor mediante el porcentaje de emergencia de <i>P. niruri</i> . ....	32
10. Parámetros de dispersión y tendencia central para la longitud parte aérea y radicular en plantas de <i>P. niruri</i> . ....	34
11. Prueba de T para muestras independientes para la longitud de la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	35
12. Parámetros de dispersión y tendencia central para el peso fresco de plántula de <i>P. niruri</i> . ....	36
13. Prueba de T para muestras independientes para el peso fresco de la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	38
14. Parámetros de dispersión y tendencia central del peso seco en plántula de <i>P. niruri</i> . ....	39
15. Prueba de <i>t</i> para muestras independientes para el peso seco de la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	40
16. Matriz de correlación de Spearman para variables del fruto, longitud y peso de <i>P. niruri</i> . ....	41
17. Datos recolectados para el peso de fruto de <i>P. niruri</i> . ....	52
18. Datos recolectados para la longitud de fruto de <i>P. niruri</i> . ....	53

19.	Datos de germinación para las semillas de <i>P. niruri</i> recolectados en el campus de la UNAS. ....	55
20.	Datos de germinación para los frutos y semillas de <i>P. niruri</i> recolectados en las riberas del río Huallaga. ....	56
21.	Datos de germinación para los frutos y semillas de <i>P. niruri</i> recolectados en la Cooperativa Mapresa. ....	56
22.	Datos para el porcentaje de emergencia de semillas de <i>P. niruri</i> . ....	57
23.	Datos para el porcentaje de plantas normales de <i>P. niruri</i> . ....	59
24.	Datos para la longitud la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	61
25.	Datos para el peso fresco de la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	62
26.	Datos para el peso seco de la parte aérea y radicular de <i>P. niruri</i> . ....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Evaluación visual del vigor de semillas (INTA, 2005). .....	7
2.	Muestra botánica de <i>P. niruri</i> a) muestra botánica fresca, b y c) parte terminal mostrando los frutos, d) muestra botánica seca. ....	21
3.	Boxplot aplicado al peso de fruto de <i>P. niruri</i> . ....	23
4.	Valores máximos y mínimos para la longitud de fruto de <i>P. niruri</i> colectados de tres lugares. ....	25
5.	Poder germinativo de semillas de <i>P. niruri</i> por lugar de colecta. ....	28
6.	Energía germinativa de semillas de <i>P. niruri</i> por lugar de colecta. ....	30
7.	Plántulas anormales (a) y normales (b) de <i>P. niruri</i> clasificado según INTA (2005). ....	31
8.	Porcentaje de emergencia de semillas de <i>P. niruri</i> . ....	32
9.	Longitud de la parte aérea y radicular de las plantas de <i>P. niruri</i> . ....	34
10.	Peso fresco de la parte aérea y radicular en las plantas de <i>P. niruri</i> obtenidas de tres lugares de muestreo. ....	37
11.	Peso seco de la parte aérea y radicular de las plantas de <i>P. niruri</i> . ....	39
12.	Correlación del peso de fruto versus la longitud del fruto en las variables medidas de <i>P. niruri</i> . ....	42
13.	Selección de semillas de <i>P. niruri</i> . ....	64
14.	Siembra de semillas de <i>P. niruri</i> recolectado del campus de la UNAS. ....	64
15.	Semillas con impurezas, semilla biológica, semillas germinando de <i>P. niruri</i> . ....	65
16.	Peso del fruto y muestras del peso seco y seco de <i>P. niruri</i> . ....	65
17.	Muestras en fresco y seco de la planta de <i>P. niruri</i> . ....	66

## RESUMEN

El estudio se desarrolló en el entorno de la ciudad de Tingo María y en el Laboratorio de Certificación de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, Huánuco, Perú. El objetivo fue evaluar la morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de *Phyllanthus niruri* (Chancapiedra), se colectó plantas de *P. niruri* que crecían en forma natural en las zonas de Campus de la UNAS, riberas del río Huallaga y Ex Cooperativa Mapresa, realizando mediciones morfométricas del fruto, viabilidad de semillas, vigor de semillas y se relacionó las variables morfométricas con el vigor de las semillas. Los resultados muestran que hubo mayor peso y longitud del fruto en las riberas del río Huallaga con 0,0037 g y 1,939 mm respectivamente, así como su viabilidad representada por el mayor poder germinativo de 89,45% y energía germinativa para semillas germinadas del 97,77%. El vigor de las semillas fue del 78% en la Cooperativa Mapresa, con 93% de emergencia, longitud de la parte aérea y radicular de 33,24 cm y 7,15 cm, peso fresco de la parte aérea y radicular 1,85 g y 0,30 g respectivamente y un mayor valor de peso seco de 0,38 g y 0,07 respectivamente de las riberas del río Huallaga, además, se demuestra una relación positiva fuerte moderada entre la longitud de fruto versus el peso de fruto. En conclusión, las medidas para la morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de *P. niruri* resultan tener una alta viabilidad y alto vigor.

**Palabras clave:** Biomasa, frutos, herbáceas, medicinal, pureza, semillas.

## ABSTRACT

The study was carried out in the environment in the city of Tingo Maria and in the Universidad Nacional Agraria de la Selva's seed certification laboratory in Tingo Maria, Huánuco, Peru. The objective was to evaluate the morphometry of the fruit [and the] viability and vigor of the seeds from *Phyllanthus niruri* (stone breaker); *P. niruri* plants were collected that grew in a natural manner within the UNAS (acronym in Spanish) campus zones, on the banks of the Huallaga river and at the ex Mapresa cooperative, where morphometric measurements of the fruit were taken, the viability of the seeds [and the] vigor of the seeds [were evaluated], and the relationship between the morphometric variables and the vigor of the seeds was found. The results revealed that there was a greater weight and fruit length from the banks of the Huallaga river with 0.0037 g and 1.939 mm, respectively, as well as the viability being represented with the greatest germinative power at 89.45% and the germinative energy for the germinated seeds was 97.77%. The vigor of the seeds was 78% from the Mapresa cooperative, with 93% emergence, the lengths of the aerial and root parts were 33.24 cm and 7.15 cm, the fresh weights of the aerial and root parts were 1.85 g and 0.30 g, respectively, and a greater dry weight value was found from the banks of the Huallaga river, with 0.38 g and 0.07, respectively; moreover, a strongly positive and moderate relationship was demonstrated between the length of the fruit and the fruit weight. In conclusion, the measurements for the morphometry of the fruit [and the] viability and vigor of the *P. niruri* seeds resulted as having a high viability and a high vigor.

**Keywords:** biomass, fruit, herbaceous, medicinal, purity, seeds

## I. INTRODUCCIÓN

La abundancia de plantas medicinales, tanto en entornos urbanos como rurales, resalta la importancia de comprender y preservar la diversidad botánica, especialmente en regiones tropicales como la ciudad de Tingo María, en ese sentido *Phyllanthus niruri* (Chancapiedra) emerge como una especie de relevancia significativa, siendo reconocida ampliamente por sus propiedades terapéuticas tanto en la medicina tradicional como en conservar la diversidad biológica. Preservarlos y comprender a *P. niruri* y otras plantas medicinales en su hábitat natural se torna crucial no solo para el mantenimiento de la salud pública, sino también respecto a proteger la flora autóctona y promover las prácticas de darle utilidad sostenible sobre los recursos naturales.

El desafío central que impulsa este estudio radica en la carencia de investigaciones detalladas que analicen la morfometría de los frutos, así como su vigor y viabilidad de sus semillas en *P. niruri* para zonas tropicales donde esta especie se desarrolla, por tanto, se genera la siguiente pregunta ¿Cómo es la morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú? Esta brecha de conocimiento obstaculiza una visión completa de su ecología y biología para esta especie medicinal, y dificulta la formulación e implementación de estrategias eficaces para su conservación y aprovechamiento sostenible en esta parte del país que posee un clima particular, sobre todo de gran precipitación.

El estudio se fundamenta en que es necesario que se profundice el conocimiento científico de *P. niruri*, cuyas propiedades medicinales la convierten en un recurso invaluable para la salud de las personas y se conserve la diversidad biológica, por tanto, la comprensión detallada de la morfometría de sus frutos y la viabilidad y vigor de sus semillas no solo es crucial para su gestión y preservación, sino que también ofrece información esencial sobre su ciclo de vida y su papel en los ecosistemas tropicales como Tingo María, lo cual permite explorar su interacción con el medio ambiente local, enriqueciendo nuestro entendimiento de la interrelación de la planta medicinal con su entorno, y contribuyendo así a estrategias más efectivas para conservarlas y realizar un aprovechamiento sostenible de cada recurso natural.

La presente investigación abarca diversas actividades, que inicia en la recopilación y análisis de datos morfométricos de los frutos hasta la realización de pruebas exhaustivas para conocer el vigor y viabilidad para cada semilla en medios controlados, también, se busca contextualizar los resultados obtenidos dentro de un marco más amplio que comprenda la ecología de *P. niruri* y su relación con el entorno local de Tingo María, este enfoque integral

no solo contribuirá al entendimiento del aspecto biológico y ecológico de esta especie, sino que también podría proporcionar conocimientos valiosos para poder gestionar y conservar la flora autóctona en la región.

### **1.1. Hipótesis**

La morfometría de los frutos de *P. niruri* variará significativamente en función de factores ambientales y características genéticas, asimismo, la viabilidad y vigor de las semillas estén influenciadas por condiciones específicas de Tingo María, como el clima y el suelo. Existe una correlación positiva entre la morfometría de los frutos y el vigor de las semillas, lo que sugiere una adaptación de la especie a su entorno local.

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar la morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de *Phyllanthus niruri* (Chancapiedra) en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Describir la morfometría de frutos de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
- Determinar la viabilidad de semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
- Determinar el vigor de semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
- Determinar la relación entre las variables morfométricas del fruto y el vigor de las semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. La morfometría

Es el estudio detallado de la estructura y la forma, que abarca tanto el contenido como la apariencia de los organismos. En el análisis del registro fósil, se aplica a través de los organismos y sus herramientas, ya que permite estudiar el impacto de cada cambio de forma en las algas, las variaciones en cada proceso de desarrollo, la relación del factor ambiental y las formas, y también la estimación de los parámetros genéticos cuantitativos relacionados con la forma. Pueden usarse para detectar una característica de la evolución, detectar cambios en la forma y a partir de esto inferir la ontogenia para cada organismo, su funcionalidad o las interrelaciones de la evolución. Probablemente uno de los objetivos sea avanzar en la hipótesis respecto a cada factor que afecte las formas (Mora et al., 2016).

Toro et al. (2010) mencionan que la morfometría viene a ser la investigación sobre la covariación de las formas respecto a los elementos fundamentales. Se ha expandido a las ciencias biológicas que tradicionalmente se dedicaron a la investigación descriptiva, Según Soto-Vivas et al. (2007), esta técnica se ha aplicado a una variedad de tipos de organismos vegetales e animales (vertebrados e invertebrados), especialmente para identificar especies de insectos de importancia médica. (Calle et al., 2008) para identificar variaciones entre los progenitores del campo y los sucesores en laboratorios (Jaramillo y Wolff, 2002), así como en investigaciones filogenéticas (Soto-Vivas et al., 2011).

Marani (2010), indica que la morfometría viene a ser la herramienta utilizada en el análisis detallado de las transformaciones sobre las formas y tamaños de cada objeto, con fines de analizar su patrón filogenético, distribucional, evolutivo y otro, según Abadie y Berretta (2001) la morfometría de las plantas implica la descripción sobre la variabilidad dentro de una colección de germoplasma, basada en características morfológicas y fenológicas con alta heredabilidad, es decir, aquellas cuyas expresiones son poco afectadas por el entorno, según lo indicado por Toro et al. (2010) La morfología se enfocó en describir cada estructura observada, como tejido, célula, órgano, dimensión, forma y relación entre ellos. Según Jäger et al. (2013) y Onamu et al. (2012), para planificar la producción a gran escala de un cultivo, es esencial comprender características de valor comercial, como la morfometría de frutos y semillas, ya que estas están directamente relacionadas con la producción y el rendimiento. Este conocimiento constituye el primer paso para futuras investigaciones orientadas a programas de conservación y mejoramiento de cultivos.

### **2.1.1.1. Morfometría de plantas frutos y semillas**

Actualmente, entender la morfometría, la relación morfométrica y su evolución de cada forma de árbol, fruto y semilla viene a ser fundamental en la mejora de cada practicas silvícola, especialmente al utilizar especies de flora nativa para la reforestación con objetivos económicos (Romana et al., 2009). está basado en símbolos cualitativos o cuantitativos, y los símbolos cuantitativos que contienen medidas se denominan morfométricos. (González, 2001).

El análisis morfométrico es un paso inicial fundamental para mejorar tanto los cultivos como los programas de conservación. Este enfoque se basa en el uso de características morfológicas para evaluar la diversidad de los genes, la identificación de las variedades que se cultivan, así como proteger a cada recurso genético (Onamu et al., 2012). Además, se emplea para estudiar la distribución y las interacciones de una especie en su entorno, calcular la variabilidad genética y diferenciar entre varios grupos. Mientras que el propósito principal de este análisis es definir las acciones a seguir, la evaluación tiene como objetivo determinar el valor agronómico de cada material estudiados. La diferencia de las dos actividades reside en cómo se aplican en la práctica (Enríquez, 2001).

Comprender la morfometría de los frutos, los métodos de dispersión y las características biométricas proporciona herramientas esenciales para distinguir entre cada especie pionera y no pionera dentro de los ecosistemas de los trópicos (Cruz et al., 2001). Este conocimiento es esencial para la identificación de especies en el terreno, incluso en sus primeras fases de desarrollo, y juega un papel fundamental en los estudios de rehabilitación de zonas deterioradas, ya que posibilita una identificación rápida y confiable en el lugar (Barreto y Ferreira, 2011). Además, se puede afirmar que este conocimiento, proporciona datos cruciales que sirven para incorporar especies en proyectos futuros de reforestación, tanto con fines económicos como para la restauración ecológica (Raven et al., 2001).

De acuerdo con Souto et al., (2008), las propiedades morfométricas de los frutos y semillas de una especie ofrecen datos fundamentales sobre las diferencias en las características entre los individuos. Dado que el tamaño de estas estructuras es clave para comprender mejor una especie determinada, diversos factores afectan la variabilidad en las formas, así como los tamaños de cada fruto y semilla en su hábitat natural. Las características clave para su clasificación incluyen los tamaños, las formas y los tipos de dehiscencias de los frutos (Barroso et al., 1999).

Los estudios morfométricos suelen implicar la medición de las longitudes, los anchos, los pesos, los grosores, el peso de los epicarpios y los pesos totales de

los frutos, e incluso el porcentaje de humedad en algunos casos (Rodríguez et al., 2001). Después de registrar cada variable o descriptor al estudiar morfológicamente, se utilizan técnicas estadísticas adecuadas para analizar los datos obtenidos. Estos métodos incluyen tanto gráficos como estadísticos de dispersión y tendencia central, así como análisis multivariantes (Hidalgo, 2003).

El análisis de las fases óptimas de maduración implica investigaciones en relación al crecimiento de los frutos, se enfoca principalmente en el incremento no reversible del peso seco y tamaño, así como en su desarrollo, con énfasis particular en cada cambio gradual de los tamaños, estructuras y funciones (Aristizabal, 2003). Esto incluye evaluar el comportamiento del crecimiento a lo largo del tiempo, estimar los tamaños y pesos en los frutos (Avanza et al., 2008), durante las cosechas, lo cual permite proponer estrategias para el manejo adecuado del cultivo (Rojas et al., 2008). El objetivo final es establecer las fases de su fenología y el análisis de su formación así como su desarrollo correspondiente a la estructura de los frutos (Mazorra et al., 2006).

En la naturaleza se encuentran diversas variedades de tamaños y formas para los frutos (Paoli y Bianconi, 2008). En términos genéricos, las semillas muestran una menor variabilidad en su tamaño en comparación con el fruto (Macedo et al., 2009). Aun cuando cada elemento principal de la semilla, como el embrión, tejido de reserva así como la capa externa, se mantienen constantes en la naturaleza, diversos factores influyen en el desarrollo de estos componentes, lo cual varía tanto entre especies como dentro de una misma especie, afectando aspectos como la coloración y las formas (Abud et al., 2010).

Las semillas poseen características clave para identificar familias, géneros o incluso especies, así como para producir cada plántula destinada a restaurar un terreno degradado y al fomento de la biodiversidad (Olivera et al., 2006). Además, proporciona datos importantes respecto a la germinación, su latencia de la semilla y el procedimiento para la siembra (Castellani et al., 2008).

## **2.1.2. Viabilidad y vigor de semillas**

### **2.1.2.1. La viabilidad de semillas**

Su capacidad que contiene un grupo de semillas sin dormancia para germinar y producir plántulas normales se conoce como su viabilidad (Pérez y Pita, 2001). Viene a ser la habilidad de germinar y que produzca una nueva planta. La semilla puede sobrevivir durante muchos años, desde uno hasta diez. Un lote de semillas no desaparece de inmediato. La cantidad de semillas capaces de germinar disminuye gradualmente con el tiempo (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

De acuerdo con lo que manifiesta De la Cuadra (1992), la viabilidad en la semilla está referida a su capacidad del embrión dentro de la semilla con la cual permanece vivo por tiempo prolongado. El poder germinativo, también conocido como facultad germinativa, se puede mantener durante un período prolongado de tiempo. La duración durante la cual las semillas mantienen el poder germinativo y viabilidad varía según las especies y de acuerdo a la condición sometida al conservarlas.

Según Rodríguez et al. (2007) desde una perspectiva silvicultural, la semilla es considerada como germinada al dar origen a una planta adulta que puede llegar a la etapa reproductiva, con la cual origina la producción de semillas nuevas. Según Pérez y Pita (2001), algunas de las pruebas utilizadas para evaluar y medir la viabilidad incluyen los experimentos para germinar, las pruebas aplicando tetrazolio y las radiografías mediante el uso de rayos X. Las pruebas de germinar, los ensayos de tetrazolio y las radiografías con rayos X son algunos de los muchos tipos de pruebas que se pueden realizar cuya finalidad es que se evalúen y cuantifiquen la viabilidad de las semillas.

#### **a. Ensayos de germinación**

Considerando con la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA, 2005), las pruebas de germinación, también conocidas como ensayos de germinación, permiten que se evalúen su capacidad máxima para germinar un conjunto de semillas, con el fin de evaluar su viabilidad para ser sembradas en el campo. Por otra parte, Rodríguez et al. (2007) señalan que dichas pruebas aplicadas dentro de los laboratorios proporcionan una evaluación preliminar de su calidad contenidas por las semillas. Pero, es importante destacar que la información hallada del campo suele diferir de los obtenidos bajo la condición controlada en los laboratorios.

Cuando se coloca una semilla en condición adecuada de temperatura, luz y humedad, germinará si es viable y no dorme. Por lo tanto, es aceptable al indicar que su capacidad germinativa de un grupo de semillas refleja su viabilidad. El criterio más común que determina si la semilla germinó es la emergencia de la radícula, que se expresa mediante el valor porcentual de viabilidad o semillas germinadas (Pérez y Pita, 2001).

Según Peretti (1994), el porcentaje de plántulas normales que se obtiene después de un análisis de germinación se registra en la prueba de germinación estándar. Esta prueba suele informar de cada semilla que reanudó el crecimiento y su actividad metabólica propio al germinar más rápidamente. Pérez y Pita (2001) mencionan que para llevar a cabo este ensayo, cada semilla es colocada en papel de filtro que se humedece utilizando agua

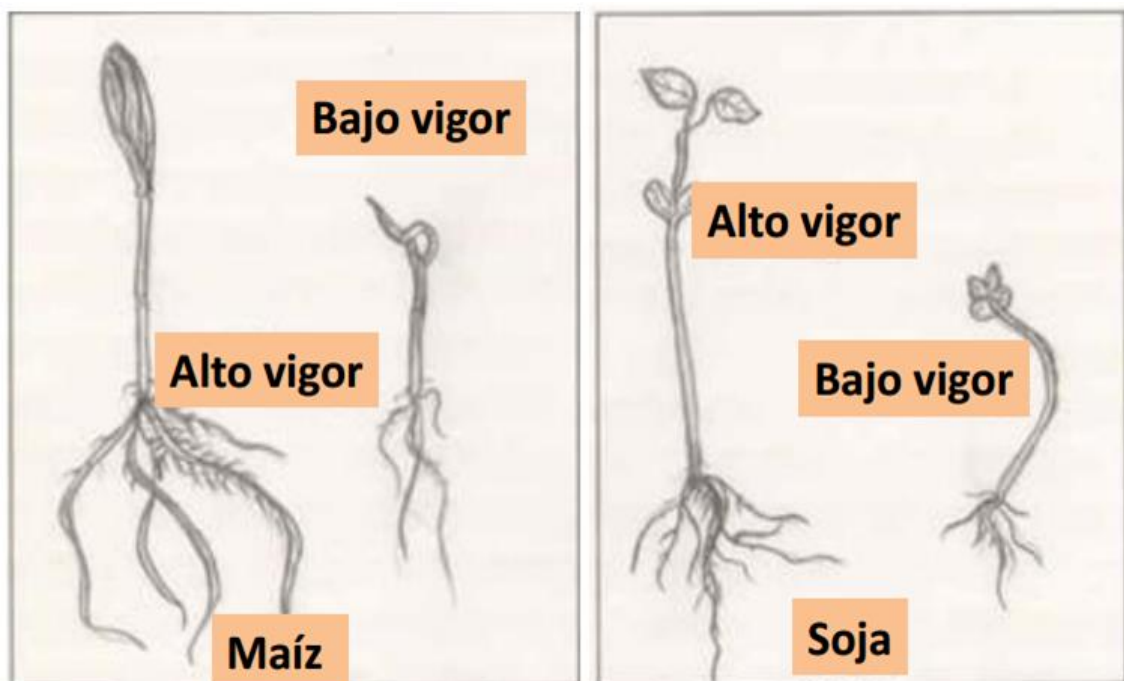
destilada lo cual se ubica en bandeja o placa Petri. Luego, se incuban en una cámara de germinación donde se tiene controlado la temperatura e iluminación.

Peretti (1994) dice también que consiste principalmente en utilizar sustratos adecuados, luego se coloca cada semilla, se le humedece y monitorea cada condición de incubación durante un tiempo determinado. En este período de tiempo, suelen realizarse el conteo de la germinación para determinar la cantidad de semillas que han germinado, además Côme (1970) que lo citan Rodríguez et al. (2007), proyecta que el porcentaje de semillas que germinan en las condiciones más favorables viene a ser una manera muy común para que se exprese el resultado del ensayo de germinación (poder germinativo).

### 2.1.2.2. El vigor de las semillas

Tanto las características del nivel de actividad y capacidad de cada semilla al germinar y emerger la plántula se conocen como vigor. Las semillas que tienen un buen comportamiento poseen un vigor alto (Pérez y Pita, 2001). Este potencial biológico en las semillas es favorable para que se establezca rápido de manera uniforme en condición desfavorable de campo (Gonzales et al., 2008). Una semilla posee más vigor y potencial germinativo al alcanzar su madurez fisiológica.

El vigor se refiere a la capacidad o potencial de las semillas en el proceso de germinar y emerger las plántulas. Una semilla vigorosa tiene una vida útil más prolongada, germinan más rápidamente y son más resistentes a condiciones de germinación adversas (Rodríguez et al., 2007).



**Figura 1.** Evaluación visual del vigor de semillas (INTA, 2005).

En varias especies, la evaluación del vigor se ha propuesto como una opción, particularmente cuando se emplean pruebas que replican las condiciones estresantes a las que las semillas pueden estar expuestas antes o durante su germinación (Ilbi et al., 2009).

Según Pérez y Pita (2001), la cantidad y rasgos de la plántula generada, dentro de los cuales se cita a la malformación, apariencia y rapidez en crecer, es usado para determinar el vigor de las semillas. Un conjunto de semillas que tenga elevado vigor va producir mayor cantidad de plántulas normales que se caracterizan por presentar mayor tasa de crecimiento. Entre los ensayos para el vigor más comunes se incluyen: a) ensayo de crecimiento y evaluación de plántula; b) ensayo de frío; c) ensayo de conductividad eléctrica; d) ensayo de envejecimiento acelerado.

#### **a. Ensayos de crecimiento y evaluación de plántula**

Pérez y Pita (2001) indica que esta prueba suele medir sus longitudes en diferentes puntos de una plántula pasado un tiempo de desarrollo específico. Razón por la cual, es ideal para cada especie que contenga plántula de estrecho y recto vástago. Según Gonzales et al. (2008) una plántula saludable es cuando desarrolla la totalidad de su estructura fundamental bajo condición controlada (temperatura, luz y agua), y también posee su capacidad de que genere una planta vigorosa.

- Sistema de raíces bien desarrollados, raíces seminales y raíz primaria.
- Hipocótilo bien desarrollado carente de daño en sus tejidos.
- Plúmula bien crecida, presencia de hojas muy desarrolladas.
- Un cotiledón si es monocotiledónea y dos cotiledones en caso de ser dicotiledónea.

Este test se es utilizada para la prueba vigor y consiste en que se evalúe la plántula obtenida al final del periodo de ensayo (8 días) o en etapas previas (4-5 días), comparando el desarrollo de sus diferentes estructuras. Este ensayo posibilita observar y medir directamente las plántulas que han crecido en estructuras completas y equilibradas, así como identificar aquellas que presentan defectos de diversa índole, clasificándolas en niveles para el vigor muy bajos (Craviotto et ál., 2010).

La fuerza de la plántula se evalúa mediante la producción del peso seco en las partes aéreas, su dimensión del coleóptilo, así como de las dimensiones de la lámina y la vaina de la primera hoja, y su diámetro del tallo de la plántula. También es considerada la proporción de la biomasa en los distintos tratamientos (Ruiz et al., 1993).

### 2.1.3. Características generales de *P. niruri*

La especie *P. niruri* es una planta medicinal, nativa de América, (Castillo et al., 2011). Crece entre los 500 a 3,000 msnm. Se la encuentra mayormente en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Loreto y San Martín (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], 2014).

Esta planta es conocida bajo varios nombres, tales como Riñoncillo, Quebra-pedra, Erva-pombinha, Bahupatra, Bhuiamla, Bhuy amalaki, Niruri y Stone Breaker. Forma parte de la familia Euphorbiaceae y se emplea frecuentemente en la medicina tradicional para facilitar la eliminación de cálculos renales o biliares, aliviar problemas en la vejiga, tratar la retención urinaria, la diabetes, trastornos hepáticos y como diurético, entre otros beneficios (Melillo, 1999). Según Missouri Botanical Garden (2025) la clasificación taxonómica de la especie es de la siguiente manera:

Reino	: Plantae (Haeckel, 1886)
División	: Magnoliophyta (Cronquist, 1981)
Clase	: Magnoliopsida
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Malpighiales
Familia	: Phyllanthaceae
Género	: Phyllanthus

Nombre binomial: *Phyllanthus niruri* L.

Esta planta herbácea anual y silvestre, con tallo erguido, alcanza una altura de 30 a 40 cm y un diámetro de 1 a 2.5 mm (Castillo et al., 2011; Taylor, 2000). Su ramificación es escasa, con cada rama horizontal que mide entre 5 hasta 10 cm. Posee numerosas hojas, enteras, lisas, de color pálido en el reverso, con un ápice robusto y un pecíolo corto que varía entre 7 y 12 mm. Están dispuestas de manera alterna a lo largo del tallo, con una hoja a cada lado (Taylor, 2000). Las flores, de tamaño diametral entre 3 hasta 4 mm, son imperfectas y emerge de la axila de cada hoja (Castillo et al., 2011), sin pétalos, monoicas, con sépalos de color blanco o amarillento y una franja verde a lo largo (Taylor, 2000). En regiones tropicales, florece y produce frutos durante todo el año (Stevens et al., 2001).

Los frutos crecen en la sección inferior del raquis y tienen capsulas pequeñas y aplanadas, con un diámetro aproximado de 3.5 mm. Dentro de cada capsula se

encuentran seis semillas enrolladas a lo largo, con finas líneas transversales, dos caras y una convexa. Las semillas tienen un diámetro de entre 0.8 y 1.0 mm. (Correa et al., 1991; como se cita en Jiménez, 2002), también Cauper (2019) menciona que Las cápsulas globosas, achatadas y las semillas triangulares y verrugosas son los frutos.

Es muy común en áreas húmedas y se encuentra especialmente prevalente en las planicies costeras. Es considerada una planta espontánea y baldía que crece mejor en terrenos sombreados (Melillo, 1999 y Bachaul, 2001). Las plantas espontáneas aparecen en las carreteras pavimentadas o se pueden observar en terrenos baldíos. La mayoría de las plantas de este tipo son útiles para la fitoterapia en Brasil. Algunas de estas plantas son medicinales como la quebra-pedra (*P. niruri*).

Esta planta posee distintas utilidades y tiene elevado potencial medicinal y económico (Jiménez, 2002), sugiere utilizarlo no solo para efectos líticos o preventivos de la formación de cálculos urinario, sino también para tratar pacientes con hiperuricemia e insuficiencia renal. (Melillo, 1999), Castillo et al. (2011) refieren que es muy popular para eliminar cálculos renales y facilitar la eliminación de ácido úrico, Jiménez (2002) menciona que se le conoce como Chanca Piedra debido a que fue utilizado por muchos pobladores indígenas de la Amazonía durante generaciones al tratar de manera efectiva la eliminación del cálculo biliar y renal, así como para tratar diversos problemas relacionados. Además, esta especie es empleada para abordar una amplia gama de afecciones que incluyen diabetes, cólicos, fiebre, disentería, gripe, dispepsia, tumores e ictericia.

Jiménez (2002) argumenta que la especie *P. niruri* no requiere una gran cantidad de nutrientes del suelo, lo que puede ser muy interesante para los productores que tengan el interés de cultivarlas. Según Moreira-González (2014), se puede prever que si no se brindan las condiciones óptimas para las especies, se presentarán problemas en los procesos de domesticación, de acuerdo con las características climáticas de las diferentes áreas donde se desarrollan.

## **2.2. Estado del arte**

López & Macías (2017) describieron la morfología de los frutos, semillas, plántulas, así como su capacidad para germinar de *Amphilophium paniculatum* (Batero). Los ejemplares fueron recolectados en los bosques andinos perteneciente al municipio de La Sierra, en Cauca, donde se desarrollan investigaciones sobre floración y restauración ecológica. Con fines de describir morfológicamente, se utilizaron 20 semillas y 20 frutos, registrando sus medidas morfométricas correspondiente a la longitud, ancho y grosor. Se observaron y detallaron las etapas de la germinación a través del sembrío en vivero, con cuatro réplicas que

abarcó grupos de 128 semillas. Además, evaluaron sus capacidades de las plántulas para establecerse tras ser trasplantadas, con observaciones periódicas cada tres días durante un período determinado para evaluar la supervivencia de las plántulas. Se determinó que los frutos de *A. paniculatum* son cápsulas secas, mientras que sus semillas suelen ser delgadas y estrechas. Presenta germinación hipógea criptocotilar, con un periodo de tiempo promedio que varía entre 7 y 25 días, y una tasa de supervivencia del 90% tras el trasplante, luego de la aparición de los primeros metafílos.

Camacho et al. (2017) analizaron sus rasgos físicos y su capacidad de germinación de las semillas de *Anacardium excelsum* y *Bombacopsis quinata*. La investigación fue realizada cinco repoblaciones comerciales distribuidos en el Departamento de Córdoba - Colombia. Hicieron la selección aleatoriamente de cinco individuos por cada especie, luego recolectaron cinco grupos con 100 semillas cada una por árbol. Con fines de describir morfológicamente la semilla, se utilizó diez semillas de cada especie; se hizo el ensayo con tetrazolio mediante un diseño completo aleatorio abarcando seis diferentes tratamientos: concentración de tetrazolio al 0,50, 1,00 y 1,50 %, y tiempo de inmersión: 2,0 y 3,0 horas, respectivamente. Además, se realizaron cuatro réplicas con 25 semillas por grupo. Su viabilidad que se obtuvo a través del ensayo con tetrazolio fue comparado a los resultados del ensayo convencional sobre germinación bajo condiciones de laboratorio. La semillas de *B. quinata* presentaron menor variabilidad en sus características externas en comparación con *A. excelsum*, especialmente en cuanto al peso. Se identificaron tres patrones topológicos en la semilla para ambas especies. El tetrazolio al 1,0% sumergido durante 3,0 horas fue más eficaz con fines de evaluar la viabilidad de la semilla para ambas especies estudiadas.

De Viana et al. (2014) llevaron a cabo una evaluación detallada de accesiones de cuatro especies forestales nativos, enfocándose a las descripciones morfológicas del fruto y semilla, además de estudiar la resistencia a la desecación. Para *Cercidium praecox* y *Bulnesia sarmientoi* se centraron solo en el peso de las semillas. En cambio, para *Choroleucon* y *Prosopis alba*, se registraron tanto el peso del fruto como el de su semilla, además de realizar un conteo de las semillas viables, dañadas y no desarrolladas, por cada árbol y fruto. También utilizaron pruebas de germinación para semilla fresca y desecada (con un contenido de humedad de 3-5%), evaluando su tolerancia a la desecación y el nivel de humedad. Las semillas de *Bulnesia sarmientoi* presentaron un peso promedio de  $0,08 \pm 0,001$  g, con una distribución asimétrica positiva y leptocúrtica, mientras que semillas de *C. praecox* pesan  $0,06 \pm 0,0005$  g con una distribución gaussiana. El fruto de *C. tenuiflorum* pesa  $4,8 \pm 0,1$  g y la semilla  $0,06 \pm 0,0003$  g, mostrando una distribución asimétrica positiva y platicúrtica en el peso del fruto y semilla a

escala poblacional, con una considerable variabilidad entre plantas. El fruto de *P. alba* pesa  $5,9 \pm 0,13$  g y las semillas  $0,03 \pm 0,0001$  g, con una distribución normal para los frutos y una distribución asimétrica y leptocúrtica para las semillas. En *C. tenuiflorum* y *P. alba*, más del 60% de las semillas por fruto fueron viables, mientras que las semillas abortadas representaron un 14% y un 33%, respectivamente. La semilla de cada especie estudiada parece ser ortodoxa, debido a que toleraron la desecación hasta valores entre los 3 % hasta 5 % de humedad y mantienen una viabilidad superior al 93%. Para asegurar que el germoplasma refleje la diversidad potencial de la especie, es fundamental continuar recolectando accesiones de las especies estudiadas en diferentes hábitats dentro de su distribución geográfica.

Ramírez y Orozco (2010) estudiaron la variabilidad morfométrica y el estado de maduración de la semilla de *Genipa americana* provenientes de seis poblaciones en la región del departamento de Quindío. Para la evaluación morfométrica, se recolectaron 60 frutos maduros, que contenían un total de 600 semillas. El estudio se realizó en ambientes del Centro de Estudios e Investigaciones de Biodiversidad y Biotecnología de la Universidad del Quindío (CIBUQ). Se empleó la metodología propuesta por Iglesias para analizar las características organolépticas y morfométricas de los frutos, así como aspectos como el peso, largo, ancho, espesor, la relación largo/ancho, el volumen y la forma de la semilla, con algunas modificaciones de Mora y Casas (2005). El análisis de componentes principales y el cálculo del coeficiente y factor de variación se realizaron utilizando el programa Matlab (Versión 7.0). Los resultados mostraron un elevado coeficiente y factor de variación respecto a la forma de la semilla, con una variación del 38,0% para el primer componente principal, y una considerable variabilidad intrapoblacional en el volumen, peso y largo de la semilla. Las medidas del fruto fuer mayor que las reportadas por otros estudios. Aunque la variabilidad es principalmente atribuida a factores ambientales, que también afectan la supervivencia, crecimiento y reproducción, se sugiere que los factores genéticos también ejercen un rol de importancia sobre el tamaño, peso y la forma de los frutos.

Delgado-Paredes et al. (2014) realizaron un germoplasma para las cucurbitáceas que se recolectó en el norte peruano, abarcando zonas como Piura, Tumbes, Cajamarca y Lambayeque registrando hasta ocho géneros que se distribuyó en 14 especies y 202 accesiones, Realizaron mediciones morfométricas del fruto y semilla para *Cucurbita moschata*, *C. ficifolia*, *C. maxima* y *Curcubita sp.*, incluyendo la variedad loche y *Lagenaria siceraria*. Se observó una gran variabilidad en las formas, tamaños y colores de frutos, así como sus formas y tamaños de las semillas en las cucurbitáceas. Esta variabilidad en las formas y tamaños de los frutos fue especialmente notable para las accesiones de *L. siceraria*, donde se identificaron variedades

como calabazos, checos y mates, de múltiples formas intermedias. Es posible que existan subespecies de *C. moschata*. En el genotipo loche y chuyán, tradicionalmente conocidos mediante *C. moschata*. Concluyeron que la costa norte peruana presenta una gran diversidad morfológica para *L. siceraria* y *C. moschata*, mientras que en los departamentos de Piura y Cajamarca destaca por su diversidad en *C. ficifolia*.

Martínez et al. (2006) evaluaron las características de la morfología del fruto y semilla en 23 colecciones de *Byrsonima crassifolia* (nanche) que se encuentran en el estado de Tabasco-México. Con fines de describir emplearon 22 caracteres digitalizados y medidos a través de un analizador de imágenes. Los programas SAS y NTSYS se utilizaron para analizar los datos obtenidos. El 84,16% de la variabilidad total se debió a tres factores principales. Se identificaron cinco grupos en el dendrograma, donde la distancia euclidiana fue 5,58. El grupo I fue distinguido por presentar los valores más altos en Brix y valor porcentual de la pulpa. Por otro lado, el grupo III se caracteriza por que el fruto es de mayor valor en área, perímetro, dimensión del eje menor, dimensión del eje mayor, diámetro de la hoja, peso, espesor de la pulpa, peso de la pulpa y otras variables que se relacionan al peso en seco de la semilla. El grupo IV se destaca por los mayores valores de croma y luminosidad. Finalmente, el grupo V tiene el más volumen en 25 frutos. El resultado refleja su diversidad del Nanche en Tabasco y ofrecen información valiosa para la selección de germoplasma.

En un estudio realizado por Núñez et al. (2011) sobre *Artocarpus camansi* (frutopan), se llevó a cabo una evaluación detallada de su morfometría, coloración y compuestos químicos tanto de los frutos como de las semillas. Los resultados revelaron que las características físicas de estos variaban según la región, destacándose los lugares de Cata y Cumboto, donde los frutos fueron más grandes en términos de peso, diámetro y cantidad de semillas. Las semillas recolectadas en Cata fueron las más pesadas, anchas y gruesas, representando el 51,7% del peso total del fruto. En cuanto al color, se observó una diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ), pero solo en los frutos, los cuales mostraron una tonalidad intermedia, con predominancia de verdes y amarillos. Las semillas, por su parte, tenían un color oscuro que cambiaba hacia tonos rojizos y amarillos. En los análisis químicos, no se encontraron diferencias significativas en parámetros como pH, acidez titulable, fibra, azúcares totales y reductores. Sin embargo, sí se detectaron variaciones significativas ( $P \leq 0,05$ ) en los niveles de humedad, proteínas, cenizas y grasas. Los frutos y semillas provenientes de las tres localidades sugieren que las semillas de frutopan presentan una gran diversidad, lo que podría convertirlas en una excelente fuente de materia prima para el procesamiento de alimentos, tanto a nivel artesanal como industrial.

En un estudio realizado por Rodríguez et al. (2001), se evaluó el potencial y la eficiencia en la producción de semillas de *Cedrela odorata* en un rodal natural en La Antigua, un municipio homónimo. Para ello, se seleccionaron de manera aleatoria 10 árboles, de los cuales se recolectaron 30 frutos por árbol, totalizando 300 frutos. Analizaron variables como el peso, la longitud y el ancho de los frutos, así como el potencial de producción de semillas (PPS) y la eficiencia de producción de semillas (EPS), con el fin de entender la relación entre ellas. Los resultados mostraron que el potencial promedio de producción de semillas por fruto fue de 43, la eficiencia de producción del 53%. Las asociaciones más significativas se encontraron entre las variables de ancho-peso y ancho-largo, mientras que el tamaño del fruto no mostró un impacto relevante en la cantidad de semillas producidas.

Mendizábal-Hernández et al. (2013) compararon el tamaño de los frutos y el potencial de producción de semillas entre una generación parental de *C. odorata* (colectada en 1999) y su descendencia (colectada en 2011 y 2013). Se midió el ancho y largo de los frutos, así como el PPS. Los resultados fueron significativos en estas variables, proporcionando información valiosa para la conservación y aprovechamiento genético de la especie.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de los lugares de colecta fue dispersa en el entorno de la ciudad de Tingo María, pero la investigación propiamente dicha se llevó a cabo en el laboratorio de certificación de semillas, siendo las coordenadas geográficas:

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas (UTM WGS 84) de los lugares de colecta.

Lugar	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)
Lab. certificación semillas	390 312	8 970 774	665
Campus UNAS	390 553	8 970 367	678
Riberas del río Huallaga	389 154	8 970 391	655
Cooperativa Mapresa	391 369	8 978 134	622

##### 3.1.2. Ubicación política

El trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Certificación de Semillas de la facultad de Recursos Naturales Renovables; de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en la ciudad de Tingo María, ubicado en el distrito de Rupa – Rupa, provincia de Leoncio Prado en la región Huánuco.

##### 3.1.3. Características climáticas

La ciudad de Tingo María tiene un clima con una temperatura media anual de 24,5 °C, con una temperatura máxima promedio de 28 °C y mínima de 19,2 °C. Durante el día, el calor es intenso, pero disminuye por la noche. La humedad relativa es del 87%, y la altitud es de 660 metros sobre el nivel del mar. La precipitación anual promedio es de 3.300 mm, lo que convierte a Tingo María en una de las áreas con mayor precipitación en el país. Los meses de mayor frecuencia de lluvias corresponden a los de diciembre a abril (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2020).

##### 3.1.4. Ecología

Según el Mapa Ecológico del Perú, Tingo María se encuentra en una zona clasificada como Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT), como se describe en el informe del Gobierno Regional de Huánuco (GOREHCO, 2016). Esta región destaca por sus condiciones de alta humedad y su flora característica, propia de las áreas tropicales ubicadas en las laderas de las montañas.

## **3.2. Materiales y métodos**

### **3.2.1. Materiales**

#### **3.2.1.1. Material biológico**

Fueron todas las plantas, los frutos y semillas de la especie *P. niruri* colectadas en las ubicaciones según las coordenadas geográficas del Campus de la UNAS, riberas del río Huallaga y alrededores de la Ex Cooperativa MAPRESA (**Tabla 1**).

#### **3.2.1.2. Materiales, herramientas y equipos**

Se emplearon diversos equipos y herramientas para el estudio, tales como una balanza analítica de la serie Phoenix, modelo GH 120, marca A&D Weighing (con una precisión de 0,001 g), así como una balanza manual de la marca Henkell. Además, se utilizó un GPS Map 62S, una cámara fotográfica Sony, tijeras de podar, una secadora de muestras de dimensiones 0,8 x 1,8 m, una prensa botánica, una regla metálica graduada de 30 cm, sujetadores metálicos para la prensa botánica, marcadores indelebles, papel Kraft, alcohol al 96° y bolsas plásticas para el manejo y almacenamiento de las muestras.

#### **3.2.1.3. Criterios de la investigación**

##### **a) Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue de campo y aplicada; porque se recurrió a la ciencia biológica y sus relaciones para investigar la morfometría de frutos, semillas y la germinación de *P. niruri*.

##### **b) Nivel de investigación**

Considerando el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, fue descriptivo debido a que la presente investigación planteó la descripción morfológica de los frutos, semillas y plántulas de *P. niruri*.

##### **c) Diseño de investigación**

Fue no experimental, consistió en describir y graficar láminas con la especie identificada, cuadros descriptivos de los frutos y semillas. Para ello se eligieron zonas en la provincia de Leoncio Prado y se colectará frutos, semillas de la especie *P. niruri*.

##### **d) Técnicas estadísticas**

El análisis de los datos obtenidos de la evaluación de las características estudiadas se realizó de forma descriptiva, utilizando estimadores de tendencia central y dispersión, incluyendo los valores mínimos y máximos.

##### **e) Población y muestra**

Estuvo constituida por las plantas de *P. niruri* que se encuentran creciendo en forma natural en las zonas de Campus de la UNAS, Riberas del río Huallaga y Ex

Cooperativa Mapresa, en Tingo María, región Huánuco, como no se conoce la población, no tiene marco muestral porque no se dispone de un listado de las unidades de estudio, de manera que no es posible conocer con precisión la cantidad exacta plantas de *P. niruri* que conforma la población (Supo, 2020).

Como no se conoce la población y se tiene que establecer un tamaño de muestra y forma de elegir las unidades de estudio, la cual no siendo probabilística se estableció considerando las plantas que se encuentran creciendo de forma natural en la ciudad de Tingo María y alrededores, plantas de *P. niruri* que constituyeron la muestra, es decir una porción de la población y a partir de ella se dedujo las conclusiones.

#### **f) Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La toma de datos se procedió en base a protocolos establecidos para la recolección de frutos, las mediciones de peso y longitud fueron con equipos calibrados del laboratorio de certificación de semillas de la facultad de Recursos Naturales Renovables.

#### **g) Análisis de datos**

La interpretación de los datos se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos en la investigación. Este proceso implicó hacer inferencias basadas en el análisis de la estadística descriptiva.

### **3.2.2. Métodos**

#### **3.2.2.1. Descripción de la morfometría de frutos de *P. niruri***

##### **a. Recopilación de información**

Se recopiló toda la información relevante sobre fenología de la especie, la morfometría, las variaciones en los frutos según las diferentes zonas y otros aspectos importantes. Estos datos facilitaron la identificación de los ejemplares más destacados de la especie. Además, se creó un mapa base para localizar el material botánico a recolectar, teniendo en cuenta que estos ejemplares están alejados de las principales vías de acceso y se encuentran dentro de parcelas agrícolas asociadas con cultivos de cacao, plátano y papaya.

##### **b. Elección del material biológico**

Los individuos fueron elegidos de acuerdo con las condiciones fitosanitarias deseables, porte erecto, condición sana, es decir libre de enfermedades y plagas, ramas productivas y de la parte céntrica del conglomerado, ya que esta herbácea es gregaria, formando grupos bien densos.

##### **c. Colecta de frutos**

La recolección de los frutos se llevó a cabo según el periodo fenológico de la especie. Una ventaja de *P. niuri* es que, según Stevens et al. (2001), florece y

produce durante todo el año. De cada uno de los individuos seleccionados, se recolectaron la mayor cantidad de frutos con coloración gris o aquellos en los que al menos el 10% presentaran signos de madurez total.

#### **d. Selección de frutos**

Tras la recolección, se seleccionó al azar una muestra de 100 frutos por cada zona, asegurando que las características de los frutos representaran adecuadamente al total de los recolectados en cada área. Este enfoque garantizó una mayor diversidad en cuanto a pesos, tamaños y eficiencia en la producción de semillas. Los frutos fueron evaluados a medida que se sacaban de forma natural al aire.

#### **e. Colecta de muestras botánicas**

La recolección de las muestras botánicas se realizó como parte de un registro adicional, en el que se anotaron todos los datos pertinentes de la especie *P. niruri* en una ficha, siguiendo las directrices de OSINFOR (2013). Las muestras fueron fotografiadas tanto en su estado fresco como después de ser secadas. Se tomaron tres ejemplares completos, que incluían tanto los órganos vegetativos como reproductivos, junto con flores y frutos, para proceder con su secado.

#### **f. Medición del peso y longitud de frutos**

Los frutos recolectados y seleccionados fueron dejados a secar a temperatura ambiente hasta que las valvas mostraran señales de apertura, sin que las semillas se desprendieran. Luego, cada fruto fue pesado individualmente (PS) utilizando una balanza analítica de alta precisión con una exactitud de 0,001g, registrando cuatro dígitos decimales para mayor precisión.

Para medir la longitud del fruto (LF), se midió de un extremo a otro, comenzando desde el pedúnculo, utilizando un estereoscopio de la marca Zeiss, modelo Stemi DV4, que cuenta con el software Axion Vision Rel. 4,8 para realizar mediciones de objetos de tamaño pequeño.

### **3.2.2.2. Determinación de la viabilidad de semillas de *P. niruri***

La viabilidad de semillas se determinó mediante las fórmulas recomendadas por Willan (1991).

#### **a. Porcentaje de germinación**

Se determinó el porcentaje de germinación con la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación (PG)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ semillas sembradas}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

El porcentaje de viabilidad se determinó mediante el enunciado siguiente:

$$\text{Porcentaje de viabilidad} = \text{PG} + \text{SNGV}$$

Donde:

PG : Porcentaje de germinación

SNGV: Semillas no germinadas pero viables

### **b. Energía germinativa**

Se determinó la energía germinativa con las siguientes fórmulas:

Para semillas viables

$$(EG) = \frac{\text{Total acumulado del máximo porcentaje de germinación diaria media}}{\text{Número total de semillas germinadas}} \times 100 \dots (2)$$

Para el total de semillas sembradas

$$(EG) = \frac{\text{Total acumulado del máximo porcentaje de germinación diaria media}}{\text{Número total de semillas sembradas}} \times 100 \dots (3)$$

### **3.2.2.3. Determinación del vigor de semillas de *P. niruri***

Se determinó el vigor de las semillas teniendo los siguientes indicadores:

#### **a. Evaluación visual del vigor**

Se determinó mediante la observación visual del vigor de semillas propuesta por el INTA (2005), ver **Figura 1**. Se efectuó el conteo de plantas normales, anormales y semillas sin germinar.

#### **b. Porcentaje de emergencia**

Para el porcentaje de emergencia (PE): INTA (2005), al finalizar la prueba, se calculó la proporción de plantas emergidas dividiendo el número total de plantas emergidas por el número total de semillas.

$$\text{Porcentaje emergencia (PE)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total plantas emergidas}}{\text{N}^\circ \text{ total semillas sembradas}} \times 100 \quad (4)$$

#### **c. Longitud de parte aérea (LPA), longitud de raíz (LR)**

Longitud de la parte aérea (LPA): Se eligió aleatoriamente el 30% de las plantas de cada repetición y se midió en centímetros la longitud de la parte aérea, comenzando desde la base de la raíz hasta la punta de la hoja más distante.

Longitud de raíz (LR). Se midió en centímetros la longitud de la raíz del 30% de las plantas seleccionadas aleatoriamente en cada repetición, desde el cuello de la raíz hasta la punta.

**d. Medición del peso fresco (PF) y peso seco de plantas (PS)**

Para el peso fresco de planta (PF): Se emplearon las mismas plantas utilizadas para medir la longitud, las cuales se pesaron en una balanza analítica para determinar su peso fresco en gramos.

Para el peso seco de plántula (PS). Las mismas plantas utilizadas para la medición de la longitud fueron sometidas a un proceso de secado en una estufa a 80 °C durante 72 horas. Al finalizar este tiempo, se pesaron en una balanza analítica para obtener su peso seco en gramos.

**3.2.2.4. Determinación de la relación entre las variables morfométricas del fruto y el vigor de las semillas de *P. niruri***

Se determinó la relación de acuerdo con los tipos de datos obtenidos basadas en los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman, sean estas paramétricas o no paramétricas.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la morfometría de frutos y la evaluación de viabilidad y vigor de semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, ofrecen una visión detallada de las características reproductivas de esta especie, cuyos hallazgos se presentan de manera concisa de los principales resultados obtenidos, destacando su relevancia para la conservación de la biodiversidad vegetal y el aprovechamiento sostenible de esta especie en su hábitat natural.

##### 4.1. Descripción de la morfometría de frutos de *P. niruri*

Los resultados de la morfometría de frutos de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, arrojan datos significativos sobre la variabilidad y características de los frutos de esta especie.

##### 4.1.1. Colecta de muestras botánicas

En el marco del estudio sobre morfometría de frutos, viabilidad y vigor de semillas de *P. niruri* en la ciudad de Tingo María, se recolectaron frutos y muestras botánicas representativas de la especie en tres diferentes lugares, los cuales fueron el campus de la UNAS, las riberas del río Huallaga y la zona periférica a la Cooperativa Mapresa y sus alrededores garantizando la representatividad genética y morfológica de la especie *P. niruri* en el área de estudio.



**Figura 2.** Muestra botánica de *P. niruri* a) muestra botánica fresca, b y c) parte terminal mostrando los frutos, d) muestra botánica seca.

Esta especie se caracteriza por su hábito de crecimiento pequeño, alcanzando alturas que oscilan desde los 29 cm hasta los 41 cm, similar a los reportes encontrados por parte de Castillo et al. (2011) y Taylor (2000) cuando afirman que, esta planta herbácea suele tener su tallo erguido de ciclo anual cuyas dimensiones son de 30 hasta 40 cm de altura. Sus tallos son delgados y erectos, con hojas alternas dispuestas en forma de espiral a lo largo de los tallos. Las hojas de *P. niruri* son simples, pequeñas y de forma oblonga, con márgenes enteros. Las flores son pequeñas y verdosas, dispuestas en racimos axilares o terminales, similar a lo que afirma Taylor (2000). Los frutos son cápsulas pequeñas (6 divisiones) y redondeadas que contienen semillas de color verdoso a marrón oscuro que coincide con lo que afirma Jiménez (2002) al decir que tiene seis semillas retorcidas en sentido longitudinal, entonces podemos decir que los valores y características encontradas coincide con la especie *P. niruri*.

#### **4.1.2. Medición del peso y longitud de los frutos**

Los resultados sobre estas dos variables cuantitativas revelaron patrones repetitivos en relación con el peso y la longitud de los frutos de la especie en estudio, el trabajo meticuloso de estos parámetros nos proporcionó una visión detallada respecto a la variabilidad morfológica de los frutos de *P. niruri* que crecen bajo condiciones del trópico en la ciudad de Tingo María.

##### **4.1.2.1. Peso de fruto (g) de *P. niruri***

Los resultados obtenidos (**Tabla 2**), para el peso de fruto de *P. niruri* muestran que el mayor peso de fruto presenta la de las riberas del río Huallaga con un valor de 0,0037 g, seguido de las muestras que fueron obtenidas de los alrededores de la Cooperativa Mapresa con un valor de 0,0032 g y en último lugar con referente al peso del fruto recolectados del Campus de la UNAS que logró alcanzar un valor máximo de 0,0031 g, así mismo, el mayor valor promedio lo presentó las muestras colectadas de la ubicación en las riberas del río Huallaga con 0,0034 g, seguido de Cooperativa Mapresa con un valor de 0,0030 g, el menor coeficiente de variación se encontró en la ubicación de la Cooperativa Mapresa con un valor de 4,09%.

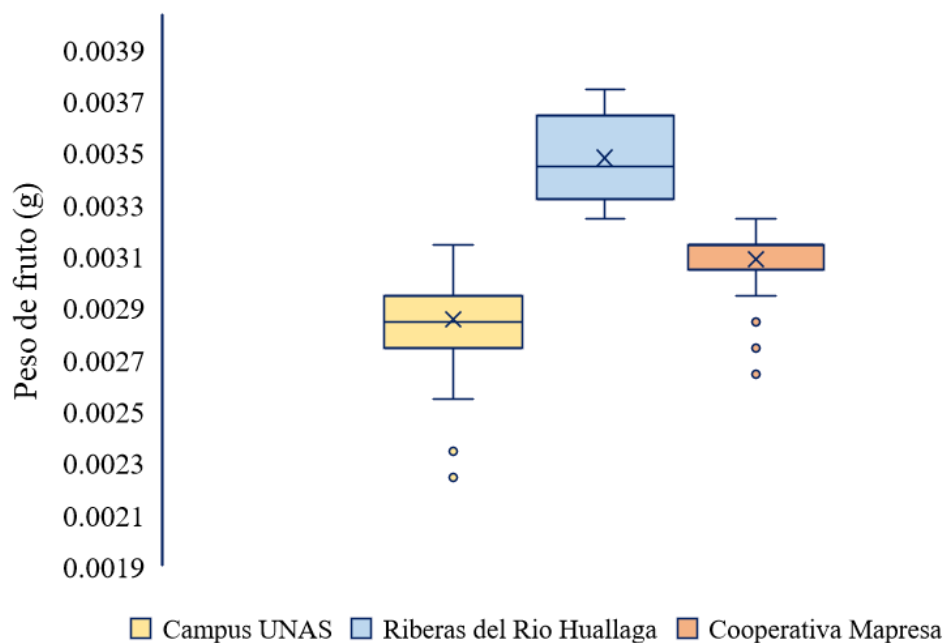
Al respecto podemos decir que las condiciones de sitio y la fertilidad del suelo permiten que el peso de fruto de *P. niruri* que crece en las riberas del río Huallaga permiten que el fruto sea más pesado y por ende el mejor en estas condiciones de trópico en la ciudad de Tingo María, un peso promedio de 0,0034 g, con un coeficiente de variación de 5,69 %, es decir el peso promedio deriva de un grupo homogéneo de los frutos analizados.

**Tabla 2.** Parámetros de dispersión y medidas de tendencia central para el peso de fruto (g) de *P. niruri*.

Parámetro	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
Máximo	0,0031	0,0037	0,0032
Mínimo	0,0022	0,0032	0,0026
Promedio	0,0028	0,0034	0,0030
DS	0,0002	0,0002	0,0001
CV	5,8960	5,6922	4,0989
Mediana	0,0028	0,0034	0,0031
Moda	0,0029	0,0032	0,0031

DS: desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

Los resultados muestran (**Figura 3**) que los pesos de fruto (g) son mayores de las riberas del Río Huallaga, teniendo que un 50% de los valores se encuentran entre 0,0032 g y 0,0034 g, y un 75% de los valores de peso del fruto se encuentran entre 0,0032 g y 0,0036 g siendo los valores en peso más altos obtenidos en la investigación, en tal sentido a pesar de ser frutos en forma de capsulas globosas pequeñas según lo afirma Cauper (2019) podemos decir que en esta parte de Tingo María las condiciones del lugar en cuanto a suelo resultan más favorables que las otras ubicaciones donde se recolectaron los frutos.



**Figura 3.** Boxplot aplicado al peso de fruto de *P. niruri*.

Observamos que, mediante la prueba de *t* de Student realizado a un nivel de Alpha 0,05, al comparar entre dos ubicaciones encontramos que los valores en peso de fruto de *P. niruri* son mayores significativamente en las riberas del río Huallaga comparado con el Campus UNAS, en el grupo donde comparamos lo del Campus UNAS con la cooperativa Mapresa vemos que esta última tiene un valor promedio mayor, siendo mejor que la primera ubicación y por último al comparar el tercer grupo observamos que los pesos del fruto de las riberas del río Huallaga tienen el mayor peso con respecto a los pesos de fruto de la cooperativa Mapresa, por tanto podemos decir a un nivel de significancia del 5% tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ya que el *p valor* es menor al 5%, es decir los promedios son diferentes, siendo el mejor peso de fruto el obtenido en las riberas del río Huallaga (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Prueba de *t* de student para muestras independientes en el peso de fruto de *P. niruri*.

Lugar	Media	P. HomVar	GL	T	<i>p valor</i>
<b>Campus UNAS</b>	0,0028	0,2505	98	17,22	0,0001
<b>Riberas del río Huallaga</b>	0,0034	0,2505	98	17,22	0,0001
<b>Campus UNAS</b>	0,0028	0,0492	98	7,91	0,0001
<b>Cooperativa Mapresa</b>	0,0030	0,0492	98	7,91	0,0001
<b>Riberas del río Huallaga</b>	0,0034	0,0021	98	11,96	0,0001
<b>Cooperativa Mapresa</b>	0,0030	0,0021	98	11,96	0,0001

P.Hom.Var: prueba de homogeneidad de varianza; GL: grados de libertad; T: es la prueba de *t* de student

#### 4.1.2.2. Longitud de fruto de *P. niruri*

Los resultados obtenidos para la longitud de fruto de *P. niruri* (**Tabla 4**) detallan que el mayor valor lo presenta las muestras de las riberas del río Huallaga con un promedio de 1,939 mm, seguido de la Cooperativa Mapresa con un valor de 1,650 mm y en última ubicación del Campus de la UNAS con un valor promedio de 1,601 mm, así mismo, el máximo valor lo presento la ubicación de las riberas del Río Huallaga con 2,150 mm, seguido de Cooperativa Mapresa con un valor 1,840 mm, siendo el coeficiente de variación 4,535% y 4,965% respectivamente de las ubicaciones antes mencionadas, teniendo así que los frutos medidos guardaron homogeneidad a la hora de ser evaluados, por tanto, los resultados obtenidos son fiables y validadas estadísticamente.

Estos resultados corroboran que las muestras obtenidas de las riberas del río Huallaga presentan condiciones ambientales favorables, pero no óptimas para

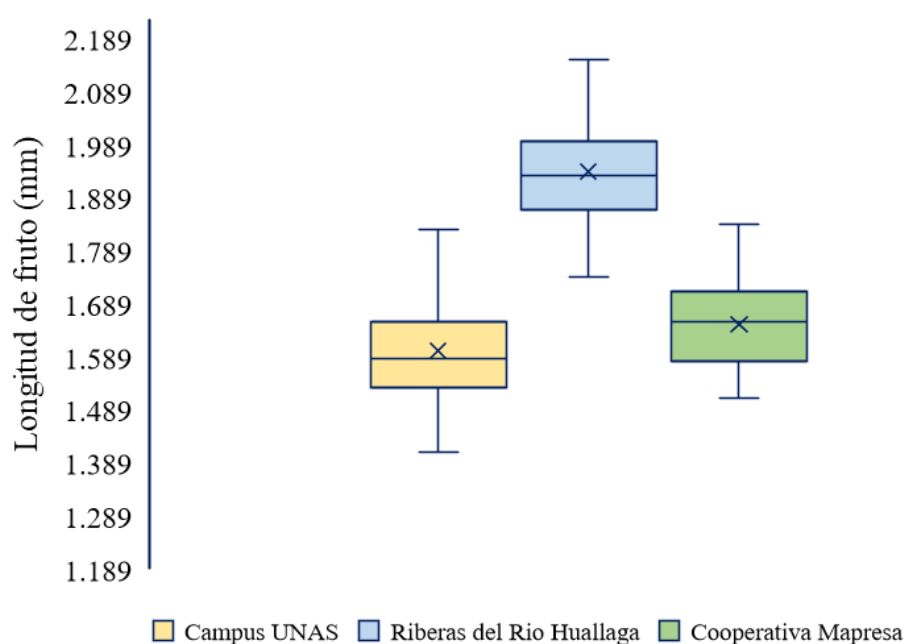
que se obtengan mayor longitud de los frutos de la especie *P. niruri*, según Jiménez (2002), los frutos de esta especie suelen desarrollarse en cápsulas muy pequeñas con 3,5 mm de longitud, lo cual difiere de los valores obtenidos en la presente investigación, un aspecto adicional observado es que los frutos tienden a ser un poco más grandes cuando las plantas alcanzan un mayor tamaño y cuando los suelos presentan los nutrientes necesarios para su adecuado desarrollo.

**Tabla 4.** Parámetros de dispersión y medidas de tendencia central para la longitud de fruto (mm) de *P. niruri*.

Parámetro	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
Máximo	1,8300	2,150	1,840
Mínimo	1,4100	1,740	1,510
Promedio	1,6010	1,939	1,650
Mediana	1,5850	1,930	1,655
Moda	1,5600	1,860	1,670
DS	0,0977	0,088	0,082
CV (%)	6,1020	4,535	4,965

DS: desviación estándar

CV: Coeficiente de variación.



**Figura 4.** Valores máximos y mínimos para la longitud de fruto de *P. niruri* colectados de tres lugares.

Podemos observar (**Figura 4**) que nuevamente la longitud de fruto (mm) de aquellos individuos que se recolectaron en las riberas del río Huallaga presentan una mayor longitud con respecto a las otras ubicaciones, teniendo un valor promedio de 1,939 mm, según manifiesta Bachaul (2001), esta especie es bastante común en terrenos húmedos y es particularmente frecuente en la planicie litoral, terrenos baldíos y espontánea común en terrenos sombreados en donde alcanza el mayor desarrollo, por tanto, se considera que las condiciones de sitio que brinda las riberas del río Huallaga suele permitir que los frutos tengan mayores longitudes en estas condiciones de trópico en la que se encuentra la ciudad de Tingo María, además el coeficiente de variación calculada fue de 4,535%, el cual nos expresa que se encuentra dentro de los rangos normales, por tanto, el resultado obtenido en el presente estudio es valedero y guarda relación tanto estadísticamente y de acuerdo a lo observado en esta ubicación.

Según observamos que los mayores valores correspondientes a la longitud de los frutos se encuentran de las muestras obtenidas de la riberas del río Huallaga, donde un 50% de los valores obtenidos con respecto a la variable evaluada se encuentra entre rangos de 1,8675 mm y 1,995 mm, además un 75,0 % de los datos de longitud de frutos está entre 1,74 mm y 1,995 mm, por tanto la diferencia de valores máximos y mínimos entre cuartiles no es grande, podemos decir entonces que, los valores son usuales, ya que esta especie en estudio según Melillo (1999) es espontánea, común y sus longitudes casi similares al ser colectadas de distintas ubicaciones (**Figura 4**).

Realizada la prueba de t de Student para muestras independientes a un nivel de Alpha 0,05, al analizar dos ubicaciones observamos que los valores en longitud de fruto son mayores significativamente en las muestras colectadas de las riberas del río Huallaga con un valor de 1,94 mm comparado con los frutos obtenidos del Campus de la UNAS con un valor de 1,60 mm, además, en el grupo de comparación entre la muestra del Campus de la UNAS con lo que se colectó en los alrededores de la cooperativa Mapresa vemos que la última ubicación con 1,65 mm tiene un valor promedio muy superior que la primera ubicación con solamente 1,60 mm y por último en el tercer grupo observamos que la longitud del fruto de las muestras colectadas en las riberas del río Huallaga con 1,94 mm tienen la mayor longitud de fruto con respecto al valor de longitud de fruto obtenido en la cooperativa Mapresa con 1,65 mm (**Tabla 5**), por tanto podemos decir a un nivel de significancia del 5% tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ya que el *p valor* es menor al 5%, es decir los promedios son diferentes, siendo el mejor peso de fruto el obtenido en las riberas del río Huallaga con un valor de 1,94 mm.

**Tabla 5.** Prueba de T para muestras independientes en la longitud de fruto (mm) de *P. niruri*.

Lugar	Media	P. HomVar	gl	T	p valor
Campus UNAS	1,60	0,4635	98	18,16	0,0001
Riberas del río Huallaga	1,94	0,4635	98	18,16	0,0001
Campus UNAS	1,60	0,2219	98	7,91	0,0073
Cooperativa Mapresa	1,65	0,2219	98	7,91	0,0073
Riberas del río Huallaga	1,94	0,6236	98	16,96	0,0001
Cooperativa Mapresa	1,65	0,6236	98	16,96	0,0001

#### 4.2. Determinación de la viabilidad de semillas de *P. niruri*

La evaluación de la viabilidad de las semillas de *P. niruri* resulta de gran importancia para comprender el ciclo de vida, su capacidad reproductiva y su potencial para plantear estrategias de conservación y manejo del cultivo.

##### 4.2.1. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación es un reflejo de la eficacia con la que las semillas pueden convertirse en plántulas viables bajo condiciones controladas.

**Tabla 6.** Poder germinativo de las semillas de *P. niruri*.

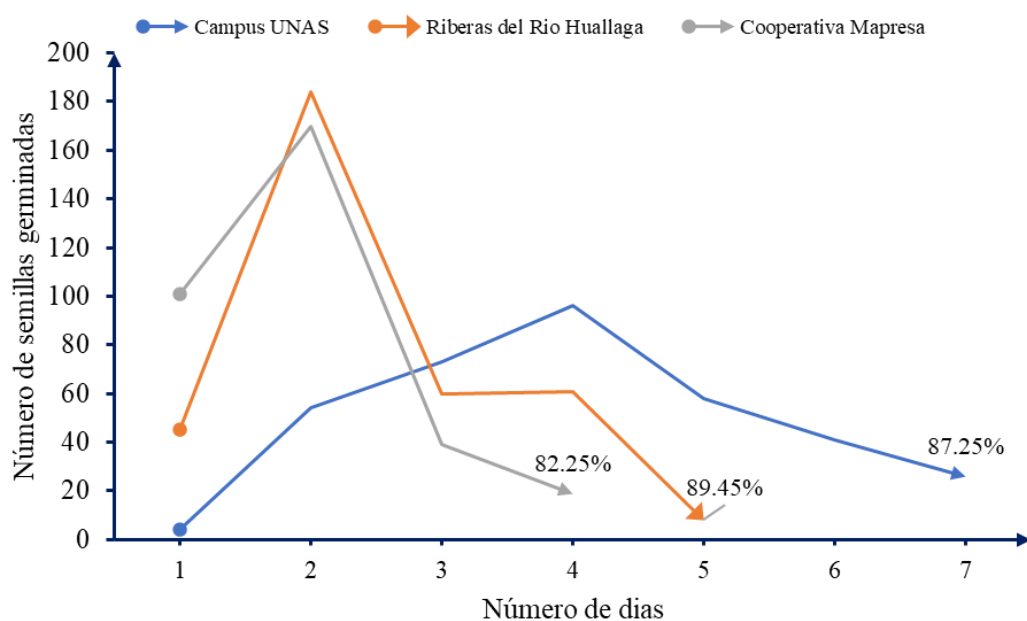
Fechas	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
24/10/2023	...	...	...
27/10/2023	...	...	101
28/10/2023	4	45	170
29/10/2023	54	184	39
30/10/2023	73	60	19
31/10/2023	96	61	...
01/11/2023	58	8	...
02/11/2023	41	...	...
03/11/2023	26	...	...
Totales	349	358	329
PG%	87,25	89,45	82,25

PG: Poder germinativo

Observamos los resultados (**Tabla 6** y **Figura 5**) del poder germinativo de *P. niruri*, donde las semillas colectadas de las riberas del río Huallaga se obtuvo el mayor

porcentaje con 89,45% seguido del Campus de la UNAS con 87,25% y por último con un porcentaje de germinación de 82,25% en las muestras de la Cooperativa Mapresa, además podemos observar que la germinación se inició 4 días después en dos ubicaciones, la de campus UNAS y riberas del río Huallaga y tres días de la Cooperativa Mapresa, donde la del campus de la UNAS tuvo una germinación con una curva regular ascendente comparado con las otra dos ubicaciones, en el que la Cooperativa Mapresa inició su germinación con un número alto de semillas germinadas, siendo al final la ubicación de las riberas del río Huallaga el de crecimiento más sostenido y de mayor porcentaje de germinación.

De acuerdo con los resultados obtenidos De la Cuadra (1992) menciona que la facultad de germinar, llamada poder germinativo, se puede conservar también durante un período prolongado, en nuestro caso las semillas fueron colectados en un periodo de 8 días, siendo las semillas del Campus UNAS las primeras que fueron recolectadas, luego las semillas de la las riberas del río Huallaga y por último las semillas de la cooperativa Mapresa, resultado que quizás pueda explicar la forma de las curvas formadas en el gráfico (**Figura 5**), el mismo autor refiere que el período durante el cual una semilla conserva su viabilidad y su poder germinativo es variable, dependiendo de la especie y de las condiciones en que se conservan las semillas, este resultado es concluyente cuando se pretende trabajar con cualquier tipo de semillas y para nuestro caso lo es, ya que según Rodríguez et al. (2007) dice que, el resultado de un ensayo de germinación generalmente se expresa en porcentaje de semillas que germina en las condiciones más favorables (poder germinativo).



**Figura 5.** Poder germinativo de semillas de *P. niruri* por lugar de colecta.

#### 4.2.2. Energía germinativa

Muchos autores refieren que la energía germinativa es aquella energía esencial para activar los procesos metabólicos y fisiológicos que permiten que una semilla se convierta en una nueva planta, en nuestro caso *P. niruri*, que presenta de acuerdo a los resultados obtenidos una fuerte energía de germinación por los porcentajes altos obtenidos (**Tabla 7**), donde observamos que la mayor energía germinativa se presenta de las riberas del río Huallaga con 97,77% seguido del campus UNAS con 92,61% y en último lugar la Cooperativa Mapresa, iniciando según resultados con un gran número de semillas germinadas de la Cooperativa Mapresa con 101 semillas germinadas en un solo día, esto resulta normal en semillas de porte pequeño y cuando las condiciones de madurez y de germinación son ideales según manifiesta Pérez y Pita (2001) cuando afirman que, si una semilla es viable, y no presenta dormición, germinará cuando se la ponga en las condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura.

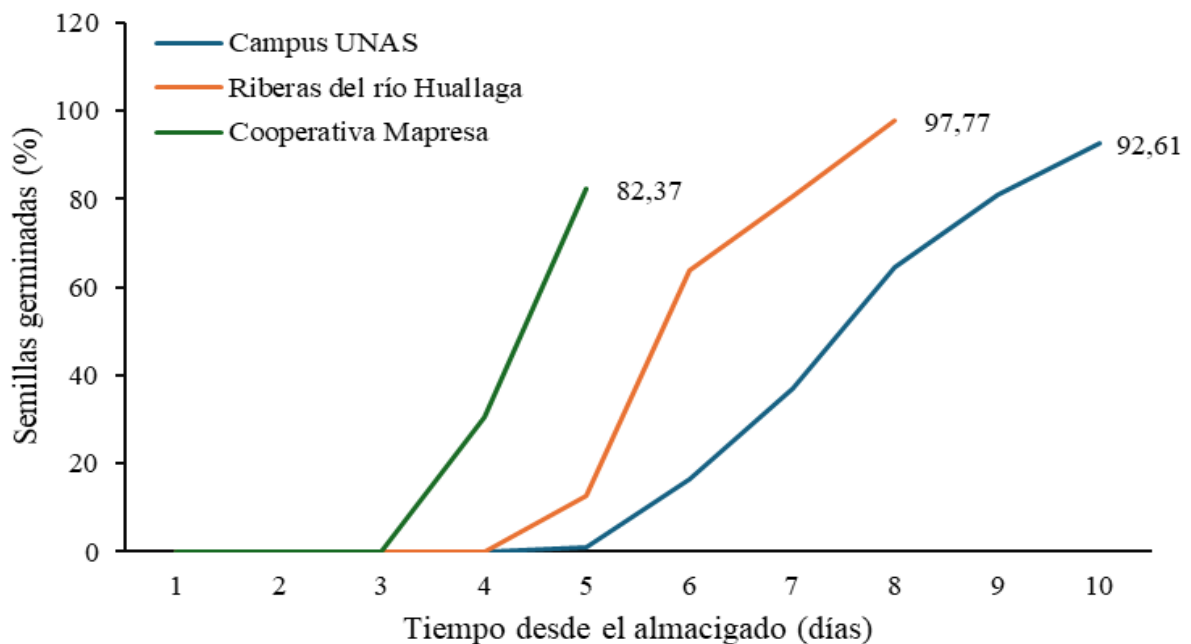
**Tabla 7.** Energía germinativa de semillas de *P. niruri* en base a la germinación diaria media.

Fechas	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
27/10/2023	...	...	101
28/10/2023	4	45	170
29/10/2023	54	184	39
30/10/2023	73	60	19
31/10/2023	96	61	...
01/11/2023	58	8	...
02/11/2023	41		
03/11/2023	26		
Totales	352	358	329
EG%	92,61* y 81,50**	97,77* y 87,50**	82,37* y 67,75**

EG: Energía germinativa; \*: Semillas germinadas; \*\*: Semillas sembradas

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos manifestar también que, existe una divergencia en el pronunciamiento de las pendientes de la curva formada por cada ubicación donde se recolectó y se puso a germinar las semillas, los resultados determinan el comportamiento intrínseco de cada lugar donde fue recolectada, ya que los procesos de germinación según manifiesta Peretti (1994) implican básicamente en colocar las semillas sobre un sustrato adecuado, humedecerlas, y controlar las condiciones de incubación durante un cierto

período de tiempo, durante el cual se realizan conteos de germinación, observando el número de semillas que han germinado, por tanto lo observado en el gráfico (**Figura 6**), es una muestra de las condiciones de recolección, tiempo y características intrínsecas de la semilla, por lo que podemos afirmar que a pesar de tener menos porcentaje de energía germinativa las semillas recolectadas en la cooperativa Mapresa tienen una mayor energía de germinación, ya que según Rodríguez et al. (2007) los resultados favorables expresan la energía germinativa y por tanto la calidad de las semillas.



**Figura 6.** Energía germinativa de semillas de *P. niruri* por lugar de colecta.

### 4.3. Determinación del vigor de semillas de *P. niruri*

Los resultados obtenidos muestran un alto vigor en las semillas de *P. niruri*, entendiendo que el vigor de las semillas según Pérez y Pita (2001), es un conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas, por tanto, queda reflejado que esta especie posee un alto vigor.

#### 4.3.1. Evaluación visual del vigor

La evaluación visual del vigor de las semillas nos proporciona una opción para evaluar el vigor de las semillas, en este caso de *P. niruri* quien de 100 semillas sembradas por cada lugar nos presenta resultados diferentes pero en valores casi cercanos, del cual observamos que en la Cooperativa Mapresa presenta un 78% de plantas normales, seguido de las riberas del río Huallaga un 73%, en último lugar la del campus de la UNAS (**Tabla 8** y

**Figura 7)**, este resultado pudiera explicarse por las condiciones en que se encuentran las plantas de donde se recolectaron los frutos, ya que en el Campus de la UNAS los individuos se encuentran en presión con otras especies de plantas, el cual resulta diferente en las riberas del río Huallaga por encontrarse este en manchales de la misma especie, y en el caso de la Cooperativa Mapresa esta tiene menos presión con respecto al Campus de la UNAS, es decir, uno de los factores que podría determinar el porcentaje de plantas normales, el cual se refleja a la hora de sembrarlas.

**Tabla 8.** Evaluación del vigor mediante el porcentaje de plantas normales de *P. niruri*.

Variables	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
Sembradas	100	100	100
Plantas normales	68	73	78
Plantas anormales	32	27	22
% Plantas normales	68	73	78



**Figura 7.** Plántulas anormales (a) y normales (b) de *P. niruri* clasificado según INTA (2005).

Otra explicación podría formularse por la densidad de individuos en la bandeja donde se depositó las semillas el cual por competencia de espacio y nutrientes podría estar influenciando en el porcentaje de plantas normales, en ese sentido Ilbi *et al.* (2009) mencionan que las pruebas de vigor son necesarias ya que expresan las condiciones de agobio

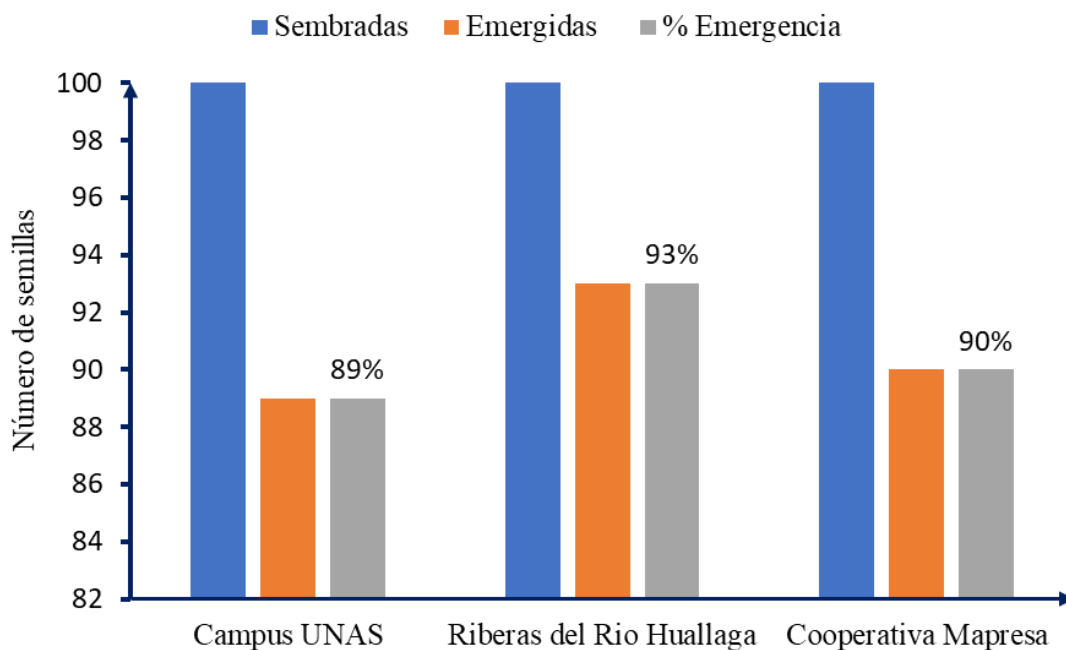
al que pueden someterse las semillas, antes o durante su germinación, también con el resultado de la Cooperativa Mapresa de 78% de plantas normales Pérez y Pita (2001) mencionan que, dado que un lote de semillas de alto vigor producirá más plántulas normales y con tasas elevadas de crecimiento, añade también que los ensayos que se utilizan para evaluar el vigor de las semillas consideran el número y las características de las plántulas obtenidas, como son su apariencia, malformaciones y velocidad de crecimiento.

#### 4.3.2. Porcentaje de emergencia

De acuerdo con los resultados obtenidos (**Tabla 9**), observamos que las semillas de las riberas del río Huallaga presenta el mayor valor con un 93% de emergencia de semillas, seguido de la Cooperativa Mapresa que muestra un porcentaje de 90% y muy cerca a la del Campus de la UNAS con 89%, mostrando que las semillas muestran un porcentaje casi óptimo, o esperado, sabiendo que, el porcentaje de emergencia es una medida de la capacidad de las semillas para germinar y crecer en condiciones específicas de siembra y como herramienta para la evaluación y mejora de los procesos de siembra y la calidad de las semillas.

**Tabla 9.** Evaluación del vigor mediante el porcentaje de emergencia de *P. niruri*.

Variables	Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
Sembradas	100	100	100
Emergidas	89	93	90
% Emergencia	89	93	90



**Figura 8.** Porcentaje de emergencia de semillas de *P. niruri*.

Las condiciones de cómo se recolectan los frutos de cualquier especie vegetal es un factor importante porque el grado de manipulación óptima o desfavorable incide definitivamente en los resultados obtenidos, en nuestro caso la recolección de frutos de *P. niruri* fue considerando todas aquellas variables que nos permitan una leve manipulación en cuanto a madurez, características fenotípicas y fitosanitarias óptimas, de tal manera que no influyan en las características intrínsecas del fruto y por ende de la especie, es decir cuidando que la manipulación sea lo más breve y leve posible los resultados encontrados serán propios de la especie, porque según afirman Gonzales et al. (2008) el vigor en las semillas es el potencial biológico de esta que favorece el establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones, incluso desfavorables de campo.

El total de semillas sembradas se derivan los respectivos porcentajes que indican que la especie vegetal *P. niruri* en el cual presenta porcentajes de emergencia altos sobre todo de las riberas del río Huallaga con un 93 % de porcentaje de emergencia y, valor relativamente alto que nos permite concluir que es una especie que presenta semillas con alto vigor, ya que según afirman Rodríguez et al. (2007), las semillas de alto vigor se conservan más tiempo, germinan más rápido y resisten condiciones adversas de germinación (**Figura 8**).

#### **4.3.3. Medición de la longitud de parte aérea (LPA) y de la raíz (LR)**

Respecto a las variables longitud de la parte aérea y radicular observamos (**Tabla 10**) que, las muestras de las riberas del río Huallaga presenta el mayor valor de longitud de la parte aérea y radicular con 33,24 cm y 7,15 cm respectivamente, seguido del Campus de la UNAS con 27,45 cm y 5,60 cm respectivamente y en último lugar la cooperativa Mapresa con 23,71 cm y 4,75 cm respectivamente, esta forma de medir el vigor de una planta es un indicador de la calidad de semilla a partir de plantas también de calidad, porque según Pérez y Pita (2001) medir la longitud de diversas partes de la planta al cabo de un determinado periodo de desarrollo permite conocer las condiciones de vigor de las semillas, ya que las medidas se realizan en plantas que tienen un vástago recto y estrecho.

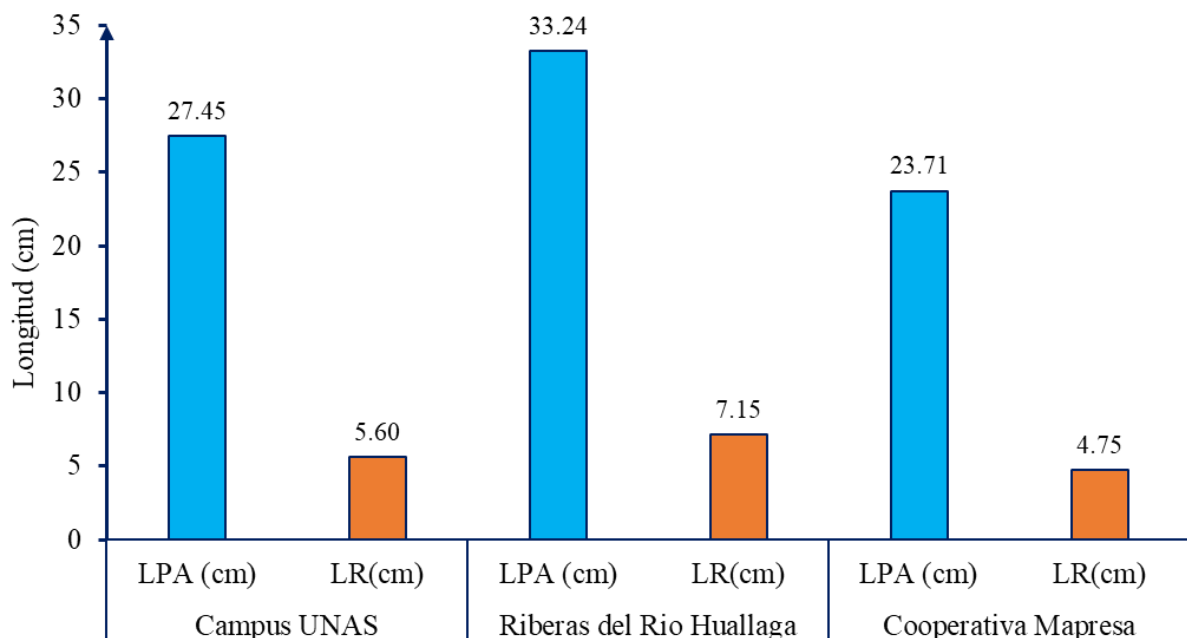
Los resultados (**Figura 9**) muestran que los mayores valores lo presentan las muestras de las riberas del río Huallaga con un valor promedio de 33,24 cm de longitud de la parte aérea y 7,15 cm de longitud de la parte radicular, en el cual los coeficientes de variación se encuentran bajos para la longitud de la parte aérea con 7,67% indicando que las longitudes del tallo no se dispersan mucho de las 30 plantas tomadas, siendo mayor en la longitud radicular con un 20,80% indicando una mayor dispersión o diferencia de tamaño entre las raíces de esta planta, en este caso de las riberas del río Huallaga, así mismo podemos observar que el valor máximo obtenido en la longitud de la parte aérea es de 37,10 cm y de 9,60 en la parte radicular,

como valores mínimos de los dos indicadores 29,40 cm y 4,90 cm respectivamente, observando que los valores mínimos son parecidos a otros puntos de muestreos, explicando entonces que a pesar de ser mayor en la ubicación antes mencionada son valores normales del tamaño de la especie en cualquier lugar muestreado.

**Tabla 10.** Parámetros de dispersión y tendencia central para la longitud parte aérea y radicular en plantas de *P. niruri*.

Parámetro	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)
Máximo	33,40	6,80	37,10	9,60	27,60	6,10
Minino	21,60	4,10	29,40	4,90	21,40	3,80
Promedio	27,45	5,60	33,24	7,15	23,71	4,75
DS	2,96	0,78	2,55	1,49	1,74	0,53
CV%	10,80	13,87	7,67	20,80	7,32	11,10
Mediana	27,50	5,70	33,65	6,85	23,45	4,70
Moda	24,60	5,70	33,80	7,40	21,40	4,60

DS: desviación estándar; CV: Coeficiente de variación LPA: longitud de la parte aérea; LR: longitud de raíz.



**Figura 9.** Longitud de la parte aérea y radicular de las plantas de *P. niruri*.

De acuerdo con lo anterior Gonzales et al. (2008) las plantas normales son aquellas que desarrollan todas sus estructuras esenciales en condiciones controladas (agua, luz

y temperatura), que tienen la capacidad de generar plantas de buen porte, sistema radicular bien desarrollado, raíz primaria y raíces seminales, hipocótilo con buen desarrollo sin daños en el tejido, plúmula con buen crecimiento, con hojas bien desarrolladas y un cotiledón en monocotiledóneas y dos cotiledones en dicotiledóneas, en el caso de *P. niruri* las plantas normales tienen un alto porcentaje y de acuerdo a Jiménez (2002) argumenta que la especie *P. niruri* no presenta muchas exigencias en nutrientes de suelo, por lo cual podría ser de gran interés para agricultores que deseen cultivarla.

Mediante la prueba de t de Student para muestras independientes a un nivel de Alpha 0,05, al analizar dos ubicaciones observamos que (**Tabla 11**), los valores en longitud de la parte aérea y radicular son mayores significativamente en las riberas del río Huallaga con 33,24 cm y 7,15 cm versus la del Campus UNAS con 27,45 cm y 5,60 cm respectivamente, siendo el mejor el primero mencionado, observamos también en el segundo grupo de comparación Campus UNAS versus la cooperativa Mapresa se ve que en el Campus de la UNAS presenta los mayores valores con 27,45 cm y 5,60 cm, siendo el primero que tiene un valor promedio mayor que la segunda ubicación y por último en el tercer grupo observamos que la longitud del fruto de las riberas del río Huallaga presenta una longitud de la parte aérea y radicular con la mayor longitud de 33,24 cm y 7,15 cm, con respecto al valor de longitud la parte aérea y radicular de la cooperativa Mapresa con 23,71 cm y 4,75 respectivamente, por tanto podemos decir a un nivel de significancia del 5% tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula ya que el p-valor es menor al 5%, es decir los promedios son diferentes, siendo el que presenta mayor valor de longitud de la parte aérea y radicular el obtenido en las riberas del río Huallaga con un valor de 33,24 cm y 7,15 cm respectivamente.

**Tabla 11.** Prueba de T para muestras independientes para la longitud de la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

Lugar	Media (cm)		P. HomVar		gl	T		p valor	
	LPA	LR	LPA	LR		LPA	LR	LPA	LR
Campus UNAS	27,45	5,60	0,4224	0,0008	58	8,10	5,07	0,0001	0,0001
Riberas del río Huallaga	33,24	7,15	0,4224	0,0008	58	8,10	5,07	0,0001	0,0001
Campus UNAS	27,45	5,60	0,0052	0,0412	58	5,96	4,94	0,0001	0,0001
Cooperativa Mapresa	23,71	4,75	0,0052	0,0412	58	5,96	4,94	0,0001	0,0001
Riberas del río Huallaga	33,24	7,15	0,0425	0,0001	58	16,91	8,33	0,0001	0,0001
Cooperativa Mapresa	23,71	4,75	0,0425	0,0001	58	16,91	8,33	0,0001	0,0001

LPA: longitud de la parte aérea; LR: longitud de la parte radicular.

#### 4.3.4. Medición del peso fresco (PF) y peso seco (PS) de *P. niruri*

La medición de características como el peso seco y fresco de plantas de *P. niruri* es una práctica común en la investigación científica, estas mediciones proporcionan información importante sobre la composición y el contenido de agua de la planta, lo que puede resultar relevante para diversos estudios y aplicaciones.

##### 4.3.4.1. Peso fresco de planta de *P. niruri*

Los valores obtenidos para el peso fresco de la planta (**Tabla 12**) muestran que, el peso fresco de la parte aérea y radicular de las riberas del río Huallaga presenta los mayores valores en esta variable con 1,85 g y 0,30 g respectivamente, seguido de la ubicación en la Cooperativa Mapresa con 1,73 g y 0,30 g respectivamente y por último las muestras del Campus UNAS con 1,68 g y 0,26 g respectivamente, estos resultados sugieren que las condiciones ambientales resultan favorables para algunos y menos favorables para otros en el crecimiento óptimo de la especie, dichos valores son importantes para comprender la distribución y la adaptación de *P. niruri* en la zona de Tingo María, así como para identificar posibles factores ambientales que podrían influir en su desarrollo.

**Tabla 12.** Parámetros de dispersión y tendencia central para el peso fresco de plántula de *P. niruri*.

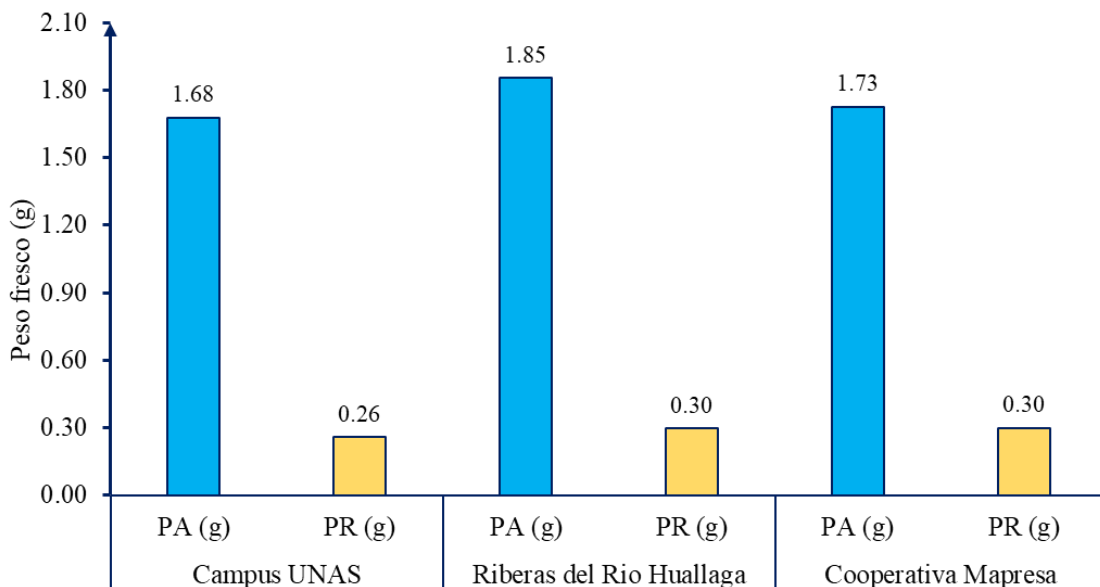
Parámetro	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	PA (g)	PR (g)	PA (g)	PR (g)	PA (g)	PR (g)
Máximo	3,99	0,42	2,34	0,63	2,43	0,47
Minino	0,76	0,12	1,10	0,18	1,08	0,19
Promedio	1,68	0,26	1,85	0,30	1,73	0,30
DS	0,72	0,09	0,36	0,10	0,44	0,08
CV	42,64	33,39	19,40	33,09	25,68	25,12
Mediana	1,54	0,26	1,97	0,29	1,83	0,30
Moda	1,23	0,21	2,23	0,32	2,34	0,32

DS: desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; PA: Parte aérea; PR: Parte radicular

Los resultados (**Figura 10**) detallan que los mejores valores se encuentran de las riberas del río Huallaga con un valor promedio de 1,85 g de peso de la parte aérea y 0,30 g de la parte radicular, en el cual los coeficientes de variación se encuentran dentro de los límites permisibles con 19,40% indicando que los pesos frescos de la parte aérea se encuentra muy dispersas, siendo mucho mayor en el peso de la parte radicular con 33,09%,

indicando una mayor dispersión o diferencia de peso fresco entre la parte radicular de esta especie, así mismo podemos observar para esta ubicación, que el valor máximo obtenido en el peso fresco de la parte aérea es de 2,34 g y de 0,63 g de peso fresco en la parte radicular, también se muestra como valores mínimos de 1,10 g y 0,18 g respectivamente para los indicadores de peso fresco de la parte aérea y radicular.

Estos resultados destacan la importancia de la ubicación de las riberas del río Huallaga como un ambiente propicio para el desarrollo de *P. niruri*, al tiempo que resaltan las variaciones significativas en los pesos frescos tanto de la parte aérea como de la parte radicular, lo que puede estar influenciado por una serie de factores ambientales y biológicos, por lo que ensayos y mediciones de este tipo son importantes según refiere Craviotto et ál. (2010) cuando afirma que este ensayo nos posibilita realizar una observación directa y la cuantificación de las plántulas que han evolucionado mostrando estructuras intactas y equilibradas y al mismo tiempo nos permite cuantificar a las plántulas con defectos de distintas naturalezas y que pueden agruparse en un nivel de vigor más bajo.



**Figura 10.** Peso fresco de la parte aérea y radicular en las plantas de *P. niruri* obtenidas de tres lugares de muestreo.

Realizada la prueba de t de Student para muestras independientes a un nivel de Alpha 0,05, observamos que (**Tabla 13**), los valores en peso fresco de la parte aérea y radicular son mayores significativamente en las riberas del río Huallaga con 1,85 g y 0,30 g versus la del Campus de la UNAS con 1,68 g y 0,26 g respectivamente, siendo el mejor

la primera ubicación mencionada, también en el segundo grupo observamos que las muestras de la Cooperativa Mapresa presenta los mayores valores con 1,73 g y 0,30 g con respecto a la ubicación del Campus de la UNAS quien presenta menores valores con 1,68 g y 0,26 g, y por último en el tercer grupo observamos que el peso fresco en las riberas del río Huallaga presenta un mayor peso fresco de la parte aérea y radicular con 1,85 g y 0,30 g, con respecto al peso fresco de la parte aérea y radicular de la cooperativa Mapresa con 1,73 g y 0,30 g respectivamente, por tanto podemos decir a un nivel de significancia del 5% existe evidencias estadísticas para afirmar que en el primer grupo las ubicaciones son diferentes, en los dos grupos siguientes existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula ya que el *p valor* es menor al 5%, es decir los promedios son iguales.

**Tabla 13.** Prueba de T para muestras independientes para el peso fresco de la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

Lugar	Media (g)		P. HomVar		gl	T		<i>p valor</i>	
	PA	PR	PA	PR		PA	PR	PA	PR
Campus UNAS	1,68	0,26	0,0004	0,4973	58	1,21	1,58	0,2320	0,1186
Riberas del río Huallaga	1,85	0,30	0,0004	0,4973	58	1,21	1,58	0,2320	0,1186
Campus UNAS	1,68	0,26	0,0121	0,4554	58	0,32	1,93	0,7525	0,0589
Cooperativa Mapresa	1,73	0,30	0,0052	0,4554	58	0,32	1,93	0,7525	0,0589
Riberas del río Huallaga	1,85	0,30	0,2672	0,1559	58	1,23	0,11	0,2227	0,9137
Cooperativa Mapresa	1,73	0,30	0,2672	0,1559	58	1,23	0,11	0,2227	0,9137

PA: parte aérea; PR: parte radicular

#### 4.3.4.2. Peso seco de planta de *P. niruri*

Los resultados obtenidos para el peso seco de las plantas de *P. niruri* (Tabla 14) detallan que, los valores para el peso seco correspondiente a la parte aérea y radicular de las riberas del río Huallaga presentan los mejores valores con 0,38 g y 0,07 g respectivamente, seguido de la del Campus de la UNAS con 0,22 g y 0,06 g respectivamente y por último las muestras de la Cooperativa Mapresa con 0,18 g y 0,05 g respectivamente, los resultados del peso seco de las muestras de *P. niruri* revelan una notable variación entre las ubicaciones estudiadas, particularmente en las riberas del río Huallaga, por tanto, se subraya el potencial de las riberas del Huallaga como hábitat propicio para el crecimiento de *P. niruri* y resaltan la relevancia de conservar y comprender los ecosistemas ribereños en la región de Tingo María.

**Tabla 14.** Parámetros de dispersión y tendencia central del peso seco en plántula de *P. niruri*.

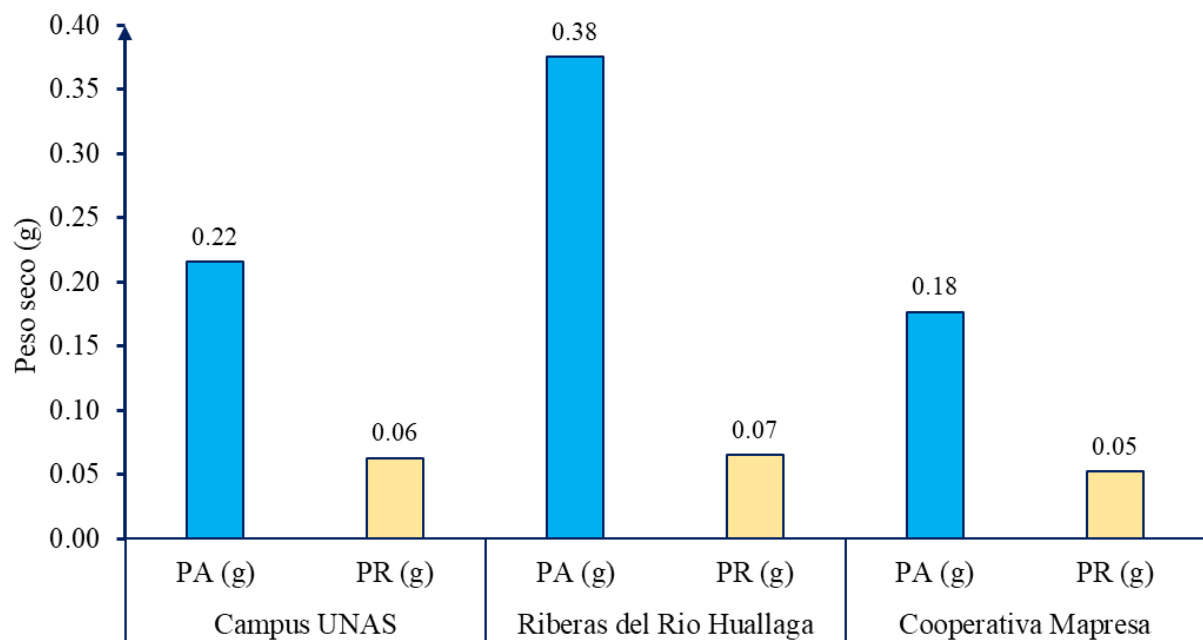
Parámetro	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	PA (g)	PR (g)	PA (g)	PR (g)	PA (g)	PR (g)
Máximo	0,29	0,07	0,51	0,09	0,29	0,07
Minino	0,02	0,05	0,21	0,04	0,06	0,03
Promedio	0,21	0,06	0,38	0,07	0,18	0,05
DS	0,06	0,01	0,07	0,01	0,04	0,01
CV	28,37	9,48	17,69	17,39	24,15	23,46
Mediana	0,20	0,06	0,38	0,06	0,17	0,05
Moda	0,19	0,06	0,39	0,05	0,16	0,05

DS: desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

PA: Parte aérea

PR: Parte radicular.

**Figura 11.** Peso seco de la parte aérea y radicular de las plantas de *P. niruri*.

Los resultados obtenidos (**Figura 11**) detallan que, los mejores valores se encuentran de las riberas del río Huallaga mostrando un valor promedio de 0,38 g de peso seco de la parte aérea y 0,07 g de la parte radicular, donde los valores obtenidos deducen los coeficientes de variación para los indicadores, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles con 17,69% en el peso seco de la parte aérea y 17,39% de la parte radicular, indicando una mediana dispersión o diferencia de peso seco entre las dos variables medidas

para esta especie, así mismo podemos observar que de esta ubicación, el valor máximo obtenido en el peso seco de la parte aérea es de 0,51 g y 0,08 g de peso seco en la parte radicular, también se puede observar como valores mínimos de 0,21 g y 0,04 g respectivamente para los indicadores de peso seco de la parte aérea y radicular, en ese sentido de acuerdo con literatura consultada, el vigor de las semillas expresados en materia seca es práctica común según Ruiz et al. (1993) se evalúa el vigor de plántula medido por la producción de biomasa del sector aéreo, sobre longitudes del coleóptilo, lámina y vaina de la primera hoja, y sobre el diámetro de la plántula.

Ante la prueba de *t* de Student para muestras independientes a un nivel de Alpha 0,05, observamos que (**Tabla 15**), los valores en peso seco de la parte aérea y radicular son mejores significativamente de las riberas del río Huallaga con 0,38 g y 0,07 g en comparación con las muestras recolectadas del Campus de la UNAS con 0,21 g y 0,06 g respectivamente, también en el segundo grupo de plantas recolectadas del Campus de la UNAS presenta los mejores valores con 0,21 g y 0,06 g con respecto a la Cooperativa Mapresa quien presenta menores valores con 0,18 g y 0,05 g, y por último en el tercer grupo observamos que el peso seco en las riberas del río Huallaga presenta un mayor peso seco de la parte aérea y radicular con 0,38 g y 0,07 g, con respecto al peso seco de la parte aérea y radicular de la cooperativa Mapresa con 0,18 g y 0,05 g respectivamente, por tanto, podemos decir a un nivel de significancia del 5% existe evidencias estadísticas para afirmar que en los dos primeros grupos las ubicaciones son diferentes, en el tercer grupo siguientes existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula ya que el *p* valor es menor al 5%, es decir los promedios de peso seco son iguales.

**Tabla 15.** Prueba de *t* para muestras independientes para el peso seco de la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

Lugar	Media (g)		P. HomVar		gl	T		P valor	
	PA	PR	PA	PR		PA	PR	PA	PR
Campus UNAS	0,21	0,06	0,5587	0,0410	58	10,17	4,16	0,0001	0,0001
Riberas del río Huallaga	0,38	0,05	0,5587	0,0410	58	10,17	4,16	0,0001	0,0001
Campus UNAS	0,21	0,06	0,0780	0,0002	58	2,48	4,36	0,0159	0,0001
Cooperativa Mapresa	0,18	0,05	0,0780	0,0002	58	2,48	4,36	0,0159	0,0001
Riberas del río Huallaga	0,38	0,05	0,0200	0,0806	58	13,80	1,00	0,0001	0,3203
Cooperativa Mapresa	0,18	0,05	0,0200	0,0806	58	13,80	1,00	0,0001	0,3203

PA: parte aérea; PR: parte radicular.

#### 4.4. Determinación de la relación entre las variables del fruto, longitud y peso de planta de *P. niruri*

El análisis de correlación de variables de *P. niruri* busca comprender la asociación entre las características del fruto e indicadores de la planta, lo que puede proporcionar información relevante sobre su desarrollo, maduración y posiblemente su calidad, por tanto, el presente cuadro (**Tabla 16**) muestra la relación de las variables del fruto y la longitud y peso de la planta analizadas mediante la correlación de Spearman por tener variables como la longitud de fruto que no cumple la distribución normal, por tanto se utilizó esta prueba, donde indica que las dos únicas variables que tienen relación en un 65% son la longitud de fruto versus el peso de fruto de *P. niruri*, de acuerdo, algo que puede estar relacionado con la germinación de la especie y de acuerdo con Moreira-González (2014) acuerdo con las características climáticas de las diferentes zonas donde se desarrollan.

**Tabla 16.** Matriz de correlación de Spearman para variables del fruto, longitud y peso de *P. niruri*.

Variablen	PF (g)	LF (cm)	LP (cm)	PFP (g)	PSP (g)
PF (g)	1	0,65*	0,06	-0,04	-0,02
LF (cm)	0,65*	1	-0,16	-0,23	0,07
LP (cm)	0,06	-0,16	1	0,31	0,08
PFP (g)	-0,04	-0,23	0,31	1	-0,33
PSP (g)	-0,02	0,07	0,08	-0,33	1

PF: peso fruto

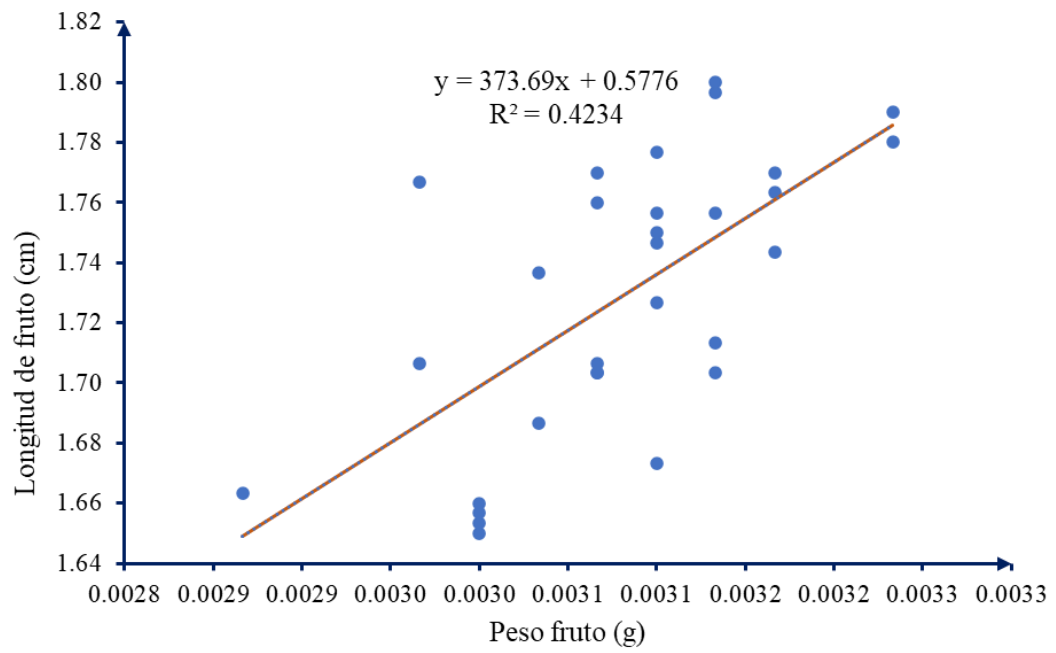
LF: longitud de fruto

LP: longitud de planta

PFP: peso fresco de planta

PSP: peso seco de planta.

Mediante el análisis de correlación de Spearman se encontró una relación lineal positiva estadísticamente significativa, fuerte moderada (p-valor 0,0001), entre la longitud de fruto versus el peso de fruto de la especie *P. niruri* (**Figura 12**), con un valor de 0,65, es decir una correlación del 65%, este resultado sugiere una tendencia positiva, lo que implica que, a medida que la longitud del fruto aumenta, también lo hace su peso, corroborado por el p-valor de 0,0001, el cual indica una alta certeza en la significancia de esta relación. Es importante destacar que este análisis proporciona una comprensión cuantitativa precisa de la relación entre estas dos variables relacionadas al fruto de la especie estudiada, *P. niruri*.



**Figura 12.** Correlación del peso de fruto versus la longitud del fruto en las variables medidas de *P. niruri*.

## V. CONCLUSIONES

1. La especie *P. niruri* es una herbácea pequeña que presentó morfológicamente un mayor peso y longitud de fruto de las riberas del río Huallaga con 0,0037 g y 1,939 mm respectivamente colectados en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
2. La viabilidad de semillas para la especie *P. niruri* estuvo representado mediante un mayor poder germinativo de 89,45% y una energía germinativa para semillas germinadas de 97,77% de las riberas del río Huallaga en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
3. El vigor de las semillas evaluadas en la especie *P. niruri* presentó como los mejores valores, un 78% de plantas normales en la Cooperativa Mapresa, un 93% de porcentaje de emergencia, longitud de la parte aérea y radicular de 33,24 cm y 7,15 cm, peso fresco de la parte aérea y radicular 1,85 g y 0,30 g respectivamente y un mayor valor de peso seco de 0,38 g y 0,07 respectivamente de las riberas del río Huallaga, colectados en la ciudad de Tingo María, Huánuco, Perú.
4. Existe una relación lineal positiva estadísticamente significativa, fuerte moderada (p-valor 0,0001), entre la longitud de fruto versus el peso de fruto de la especie *P. niruri* con un valor de 0,65, es decir una correlación del 65%.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar estudios sobre la fertilización, el riego, la poda y otros aspectos del manejo agronómico que puedan influir en el rendimiento de *P. niruri*.
2. Realizar estudios sobre las interacciones ecológicas entre *P. niruri* y otras especies de plantas que crecen alrededor de ella, así como con microorganismos del suelo para comprender cómo estas interacciones afectan el crecimiento, la reproducción y la salud de la especie.
3. Realizar investigaciones más profundas sobre los diferentes factores ambientales, como la temperatura, humedad y luminosidad, pueden influir en la morfometría de los frutos, la viabilidad y el vigor de las semillas de *P. niruri*.
4. Realizar estudios sobre la variabilidad genética en diferentes poblaciones de *P. niruri* para entender mejor la diversidad genética y su relación con la morfometría de los frutos, la viabilidad y el vigor de las semillas.
5. Realizar estudios anexos como son las propiedades medicinales y nutricionales de *P. niruri*, así como sus posibles aplicaciones en la medicina tradicional y la alimentación humana, para identificar compuestos activos y evaluar su potencial terapéutico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie, T., y Berretta, A. (2001). *Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos*. Trad. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur. IICA.
- Abud, F., Gonçalves, R., Reis, E., Gallão, I., & Innecco, R. (2010). Morfología de semillas e plântulas de cártamos. *Rev. Cien. Agr.* 41(2), 259-265. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000200013>.
- Aristizábal, M. (2003). *Fisiología vegetal*. Universidad de Caldas.
- Asociación Internacional de Ensayos de Semillas [ISTA]. (2005). *Normas internacionales para análisis de semillas*. ISTA.
- Avanza, M., Bramardi, S., y Mazza, M. (2008). Estadística. Modelos para describir el patrón de crecimiento del fruto. *J. Agric.* 6(4), 577-585. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5560521.pdf>.
- Barretto, B., & Ferreira, A. (2011). Aspectos morfológicos de frutos, semillas, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. *Rev. Bras.Sem.* 33(2), 223-232. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000200004>
- Barroso, M., Morin, M., Peixoto, L., e Ichaso, C. (1999). *Frutos y semillas: morfología que se aplica a la sistemática de dicotiledóneas*. Ed. UFV.
- Beltrati, M. (1995). *Morfología e anatomía de semillas*. Dep. Bot., Int. Biociências, UNESP.
- Buchaul, R. (2001). *Phyllanthus niruri* – Euphorbiaceae. Saúde com as plantas medicinais. *Ciência e Sabedoria Popular se afinam na Fitoterapia*. [http://www.geocities.com/buchaul/plest\\_phyllanthus.htm](http://www.geocities.com/buchaul/plest_phyllanthus.htm).
- Calle, A., Quiñónez, M., Erazo, H., y Jaramillo, N. (2008). Discriminación por morfometría geométrica de once especies de Anopheles (Nyssorhynchus) presentes en Colombia. *Rev. Biomedica*, 28(3), 371-385.
- Camacho, M., Cardona, C., y Araméndiz, H. (2017). Morfología y viabilidad de semillas de *Bombacopsis quinata* y *Anacardium excelsum*. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 75-83. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193254602009.pdf>.
- Casierra, F., y Cardozo, M. (2009). Análisis básico del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill, cv. 'quindío') cultivados a campo abierto. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, (62), 4815-4822. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-2847200900010009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-2847200900010009&lng=en&tlng=es).

- Castellani, D., Damião Filho, F., Aguiar, B., Paula, C. (2008). Morfología de frutos e sementes de espécies arbóreas do gênero *Solanum* L. *Rev. Bras. Sem.* 30(1), 102-113, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000100014>.
- Castillo, S., Castillo, E., y Reyes, C. (2011). Efecto diurético de *Phyllanthus niruri* “chanca piedra” y niveles de excreción de sodio en *Rattus rattus* var. *Albinus*. *UCV - Scientia* 3(1), 11-17. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6181485.pdf>.
- Cauper, S. (2019). *Etnobotánica de plantas medicinales de las comunidades nativas Shipibo - Konibo De Ucayali* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4211/UNU\\_AGRONOMIA\\_2020\\_T\\_SAMUEL-CAUPER.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4211/UNU_AGRONOMIA_2020_T_SAMUEL-CAUPER.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Craviotto, R. M., Arango P. M., y Gallo, C. (2010). *Grupo de Calidad de Simiente: ¿Porqué evaluar vigor?* Tecnología de Semillas, EEA Oliveros INTA. Guía técnica.
- Cronquist, A. (1981). *Un sistema integrado de clasificación de las Angiospermas*. Ed. Columbia University Press.
- Cruz, F., Martins, P., & Carvalho, J. (2001). Biometria de frutos e sementes e germinação de Jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae- Caesalpinioideae). *Rev. Bras. Bot.* 24(2), 5-1615.
- De La Cuadra, C. (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. Dormición en las avenas locas. MAPyA. *Hojas divulgadoras*, 3(92), 1-24. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf).
- De Viana, M., Morandini, M., Urtasun, M., y Giamminola, E. (2014). Caracterización de frutos y semillas de cuatro especies arbóreas nativas del Noroeste Argentino para su conservación ex situ. *Instituto de Ecología y Ambiente humano*, 3(3), 41-48. [https://www.researchgate.net/publication/339913049\\_Caracterizacion\\_de\\_frutos\\_y\\_semillas\\_de\\_cuatro\\_especies\\_arboreas\\_nativas\\_del\\_Noroeste\\_Argentino\\_para\\_su\\_conservacion\\_ex\\_situ](https://www.researchgate.net/publication/339913049_Caracterizacion_de_frutos_y_semillas_de_cuatro_especies_arboreas_nativas_del_Noroeste_Argentino_para_su_conservacion_ex_situ).
- Delgado-Paredes, G., Rojas-Idrogo, C., Sencie-Tarazona, A., y Vásquez-Núñez, L. (2014). Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú. *Rev. Fitotec. Mex.*, 37(1), 7-20. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v37n1/v37n1a4.pdf>.
- Enríquez, G. (2001). *Descripción y evaluación de los recursos genéticos*. Trad. Castillo, R. y Estrella, J. Ed. El Porvenir.
- González, F. (2001). *La caracterización morfológica*. Trad. González-Andrés F, Pita-Villamil J.M (Eds.). Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. I.N.E.A.

- González, G., Mendoza, F. M., Covarrubias, J., Morán, N., y Acosta, J. A. (2008). Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajo. *Agricultura Técnica en México*, 34(4), 421-430.
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Hidalgo, R. (2003). Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. *Bol. Tec.* 8, 1-89.
- HORTURBA. (2016). *Conservación de la semilla*. Boletín electrónico. [http://www.horturba.com/castellano/cultivar/ficha\\_manejo.php?ID=15](http://www.horturba.com/castellano/cultivar/ficha_manejo.php?ID=15).
- Ilbi, H., Kavak, S., y Eser, B. (2009). Germinación fresca: prueba de lata es una prueba de vigor alternativa para el maíz. *Rev. la Ciencia y la Semilla*, 37(2), 516-519.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI]. (2014). *Boletín de la comisión nacional contra la biopiratería*. INDECOPI [https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/boletin\\_intro\\_chancapiedra.pdf](https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/boletin_intro_chancapiedra.pdf).
- Jäger, M., Jiménez, A., y Amaya, K. (Eds.). (2013). *Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Perú*. Compilación de los estudios realizados dentro del marco del proyecto “Rescate y promoción de ajíes nativos en su centro de origen” para Perú. Bioversity International. [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Las\\_cadenas\\_de\\_valor\\_de\\_los\\_aj%C3%ADes\\_nativos\\_de\\_Peru\\_1730.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Las_cadenas_de_valor_de_los_aj%C3%ADes_nativos_de_Peru_1730.pdf).
- Jiménez, M. (2002). *Establecimiento del protocolo de micropropagación para la planta medicinal Phyllanthus niruri (Euphorbiaceae)* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/35/BJFIB200331.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lobos, J., Miranda, H., & Mera, M. (2008). *Weight and volume gain by hydrated grains of bitter albus lupins grown in Chile*. In: J.A. Palta y J.B. Berger (eds.). *Lupins for Health and Wealth*. International Lupin Association. Canterbury, New Zealand, pp. 105-107. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=676329&pid=S1316-3361201300020000300020&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=676329&pid=S1316-3361201300020000300020&lng=es).
- López, V. L., y Macías, P. D. (2017). Frutos, semillas, germinación y desarrollo de plántulas de *Amphilophium paniculatum* (L.) Kunth. (Bignoniaceae). *Colombia Forestal*, 20(1), 45-54.

- Macedo, C., Scalon, Q., Sari, P., Scalon Filho, H., Rosa, J., & Robaina, D. (2009). Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* st.hil (sapindaceae). *Rev. Bras. Sem.* 31(2), 202-211.
- Marani, H. (2010). Morfometría geométrica: características generales y su aplicación en arqueología. *Rev. Newsletter*, 3(2), 15-18.
- Martínez, E., Corona, T., Avitia, E., Castillo, A., Terrazas, T., y Colinas, T. (2006). Caracterización morfométrica de frutos y semillas de Nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) E. *Rev. Chap. Ser. Hort.* 12(1), 11-17.
- Mazorra, M., Quintana, A., Miranda, D., Fisher, G., y Chaparro, M. (2006). Aspectos anatómicos de la formación y crecimiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* (Solanaceae). *Acta Biol. Colomb.* 11(1), 69-81.
- Melillo, P. (1999). Agrotecnología para el cultivo de Quebra-pedra o erva-pombinha. *Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas.* 334-340.
- Mendizábal-Hernández, L., Hernandez, J., y Alba-Landa, J. (2013). Estudio de frutos y semillas de *Cedrela odorata* L. en una generación parental y una generación filial, Veracruz, México. *Rev. Foresta Veracruzana*, 15(1), 45-51.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2018). *Documentar la colección de germoplasma de algodón de la Universidad Nacional de Piura.* MINAM. [https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/ldb\\_algodon\\_germoplasmaunp\\_12.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/ldb_algodon_germoplasmaunp_12.pdf)
- Missouri Botanical Garden. (2025). *Phyllanthus niruri* L. Tropicos.org. <https://www.tropicos.org/name/50203163>
- Monteiro, L., Oliveira, C., Silva, S., Môro, V., & Carvalho, A. (2012). Caracterização morfológica de frutos, de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. *Rev. Ciên. Rur.* 42(1), 90-97.
- Mora, L., Bonifaz, R., y López-Martínez, R. (2016). Unidades geomorfológicas de la cuenca del Río Grande de Comitán, Lagos de Montebello, Chiapas-México. *Bol. Soc. Geo. Mexicana*, 68(3), 377-394.
- Moreira-González, I., Arnáez-Serrano, E., Murillo-Masís, R., Quesada-Mora, S., Castro-Araya, V., Zamora-Ramírez, W., Cordero-Hernández, M., Loaiza-Cárdenas, J., y Navarro-Hoyos, M. (2014). Estudio de cuatro plantas con uso medicinal tradicional cultivadas en las regiones Huetar Norte y Atlántica de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(4), 2-9. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v27n4/a08v27n4.pdf>

- Núñez, J., Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., Ramírez, A., y Trujillo, A. (2011). Caracterización del fruto y semilla de frutopan (*Artocarpus camansi* Blanco). *Bioagro*, 23(1), 51-56. <https://core.ac.uk/download/pdf/71504911.pdf>.
- Oliveira, M., Schleder, E., & Favero, S. (2006). Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. *Rev. Árvore, Viçosa*, 30(1), 25-32.
- Onamu, R., Legaria Solano, J., Sahagún Castellanos, J., Rodríguez de la O, J., y Pérez Nieto, J. (2012). Análisis de marcadores morfológicos y moleculares en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(4), 267-277. <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/35-4/1a.pdf>
- Paoli, S., & Bianconi, A. (2008). Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 146-155.
- Peretti, A. (1994). *Manual para análisis de semillas*. Ed. Hemisferio Sur.
- Pérez, F.G., y Pita, V. J. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Hojas Divulgadoras. 2112-HD.
- Ramírez, S., y Orozco, A. (2010). Maduración del fruto y morfometría de semillas de *Genipa americana* L. en el departamento del Quindío. *Rev. Invest. Univ. Quindío*, (21), 73-81.
- Raven, P. H., Evert, R. F., y Eichhorn, S. E. (2001). *Biología vegetal* (6ª ed.). Guanabara Koogan S.A.
- Rodríguez, G., Márquez, J., y Rebolledo, V. (2001). Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en *Cedrela odorata* L. y su relación con caracteres morfométricos de frutos. *Rev. Foresta Veracruzana*, 3(1), 23-26.
- Rodríguez, I., Guilles, A., y Duran, J. (2007). *Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas*. Universidad Politécnica de Madrid. Reporte técnico. [https://www.researchgate.net/publication/275328970\\_Ensayos\\_de\\_germinacion\\_y\\_analisis\\_de\\_viabilidad\\_y\\_vigor\\_en\\_semillas](https://www.researchgate.net/publication/275328970_Ensayos_de_germinacion_y_analisis_de_viabilidad_y_vigor_en_semillas).
- Rojas, P., Pérez, M., Colinas, M., Sahagún, J., y Avitia, E. (2008). Modelos matemáticos para estimar el crecimiento de chile manzano. *Rev. Chapingo, serie Horticultura*, 14(3), 289-294.
- Romana, M., Bressan, D., y Durlo, M. (2009). Variables morfométricas y relaciones interdimensionales de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud.). Santa María, Brasil. *Rev. Cie. For.* 19(4), 473-480.

- Romero, J. (2016). *Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional UPM. [https://oa.upm.es/39532/1/JOSE\\_MIGUEL\\_ROMERO\\_SARITAMA.pdf](https://oa.upm.es/39532/1/JOSE_MIGUEL_ROMERO_SARITAMA.pdf).
- Ruiz, M. A., Covas, G. F., Babinec, F. J., y Giménez, H. D. (1993). Peso de grano y vigor de plántula en centenos diploide y tetraploide. *Rev. Fac. Agro. UNLPam.*, 7(1), 1-17.
- Sartori, A., & Bianconi, A. (2008). Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (SAPINDACEAE). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 146-155. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200018>
- Soto-Vivas, A., Liria, J., y De Luna, E. (2011). Morfometría geométrica y filogenia en Rhodniini (Hemiptera, Reduviidae) de Venezuela. *Acta Zool. Mex.*, 27(3), 87-102.
- Soto-Vivas, A., Rodríguez, C., Bonfante, R., y Aldana, E. (2007). Morfometría geométrica de *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) de ambientes doméstico y peridoméstico. Lara, Venezuela. *Bol. Mal. Salud. Amb.*, 47(2), 231-235.
- Souto, C., Sales, V., Souto, S., Santos, V., & Sousa, A. (2008). Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. no semiárido da Paraíba. *Rev. Verd.*, 3(1), 108-113.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., y Montiel, O. M. (eds.). (2001). *Flora de Nicaragua*. Vol. 85, Tomos I, II y III. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
- Supo, J. (2020). *Metodología de la investigación científica* (3ª ed.). Bioestadístico EEDU EIRI.
- Toro, I. M. V., Manriquez, S. G., y Suazo, G. I. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Int. J. Morphol.*, 28(4), 977-990.
- Willan, R. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos*. FAO.

## **ANEXO**

**Anexo A. Datos recolectados en la investigación**

**Tabla 17.** Datos recolectados para el peso de fruto de *P. niruri*.

<b>Campus UNAS</b>	<b>Riberas del río Huallaga</b>	<b>Cooperativa Mapresa</b>
0,0028	0,0032	0,0032
0,0027	0,0032	0,0031
0,0029	0,0032	0,0031
0,0027	0,0034	0,0030
0,0029	0,0036	0,0032
0,0023	0,0033	0,0030
0,0029	0,0032	0,0028
0,0028	0,0032	0,0031
0,0028	0,0034	0,0031
0,0027	0,0034	0,0032
0,0029	0,0033	0,0032
0,0027	0,0037	0,0031
0,0022	0,0036	0,0031
0,0030	0,0032	0,0030
0,0028	0,0036	0,0030
0,0027	0,0037	0,0031
0,0027	0,0037	0,0031
0,0028	0,0034	0,0031
0,0029	0,0034	0,0031
0,0028	0,0036	0,0028
0,0029	0,0033	0,0032
0,0028	0,0034	0,0031
0,0027	0,0032	0,0031
0,0030	0,0033	0,0031
0,0028	0,0033	0,0031
0,0027	0,0033	0,0030
0,0030	0,0033	0,0030
0,0027	0,0033	0,0030
0,0029	0,0033	0,0031

<b>Campus UNAS</b>	<b>Riberas del río Huallaga</b>	<b>Cooperativa Mapresa</b>
0,0030	0,0037	0,0030
0,0027	0,0037	0,0031
0,0029	0,0032	0,0028
0,0025	0,0037	0,0031
0,0027	0,0032	0,0031
0,0029	0,0036	0,0031
0,0029	0,0037	0,0030
0,0028	0,0033	0,0026
0,0027	0,0036	0,0030
0,0030	0,0037	0,0031
0,0031	0,0032	0,0030
0,0029	0,0032	0,0031
0,0028	0,0032	0,0029
0,0030	0,0036	0,0030
0,0029	0,0037	0,0032
0,0029	0,0036	0,0030
0,0027	0,0034	0,0031
0,0028	0,0037	0,0030
0,0029	0,0036	0,0031
0,0029	0,0037	0,0027
0,0030	0,0034	0,0030

**Tabla 18.** Datos recolectados para la longitud de fruto de *P. niruri*.

<b>Campus UNAS</b>	<b>Riberas del río Huallaga</b>	<b>Cooperativa Mapresa</b>
1,62	1,85	1,81
1,51	1,84	1,63
1,65	1,83	1,64
1,54	1,95	1,57
1,64	1,96	1,74
1,48	1,92	1,59
1,71	1,86	1,73
1,62	1,86	1,73

<b>Campus UNAS</b>	<b>Riberas del río Huallaga</b>	<b>Cooperativa Mapresa</b>
1,61	1,93	1,71
1,56	1,93	1,84
1,64	1,89	1,74
1,54	2,03	1,72
1,48	1,97	1,67
1,74	1,86	1,51
1,62	1,96	1,53
1,56	2,03	1,72
1,56	2,03	1,64
1,44	1,93	1,65
1,53	1,94	1,67
1,59	1,97	1,75
1,71	1,87	1,82
1,63	1,93	1,62
1,44	1,86	1,66
1,83	1,91	1,65
1,57	1,87	1,67
1,5	1,88	1,57
1,75	1,92	1,57
1,52	1,87	1,58
1,71	1,89	1,67
1,75	2,09	1,53
1,52	2,08	1,67
1,62	1,83	1,76
1,49	2,11	1,66
1,41	1,83	1,67
1,67	1,99	1,67
1,57	2,02	1,58
1,58	1,87	1,51
1,56	1,96	1,59
1,74	2,04	1,67
1,53	1,86	1,53
1,71	1,74	1,64

Campus UNAS	Riberas del río Huallaga	Cooperativa Mapresa
1,53	1,83	1,59
1,81	1,96	1,57
1,65	2,04	1,76
1,51	1,97	1,58
1,56	1,94	1,65
1,63	2,15	1,58
1,64	2,01	1,67
1,73	2,12	1,71
1,54	1,95	1,53

**Tabla 19.** Datos de germinación para las semillas de *P. niruri* recolectados en el campus de la UNAS.

Especie: *Phyllanthus niruri* sp.

Ensayo No.1

Lote de semilla No. 1/4

Lugar: Campus de la UNAS

Fecha de siembra: 24/10/2023

Porcentaje de germinación: 87,25%

Fecha de terminación: 06/11/2023

N° de días	Fechas	Placas				TD	TA	TA%S	%GDM	TD%SG	TA%SG
		A	B	C	D						
1	24/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
2	25/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
3	26/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
4	27/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
5	28/10/2023	0	4	0	0	4	4	1,00	0,20	1	1
6	29/10/2023	12	21	5	16	54	58	14,38	2,40	15	16
7	30/10/2023	9	11	14	39	73	130	32,50	4,64	21	37
8	31/10/2023	23	23	40	10	96	226	56,38	7,05	27	65
9	1/11/2023	17	16	17	8	58	283	70,75	7,86	16	81
10	2/11/2023	8	11	10	12	41	324	80,88	8,09	12	93
11	3/11/2023	4	7	5	10	26	349	87,25	7,93	7	100
12	4/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
13	5/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
14	6/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
<b>Totales</b>		<b>73</b>	<b>93</b>	<b>88</b>	<b>95</b>					<b>100</b>	

TD: Total, diario, TA: Total acumulado, TA%S: Total acumulado % del total de semillas, %GDM: Porcentaje de germinación diaria media, TD%SG: Total diario como % de semillas germinables, TA%SG: total acumulado como % de semillas germinables.

**Tabla 20.** Datos de germinación para los frutos y semillas de *P. niruri* recolectados en las riberas del río Huallaga.

Especie: *Phyllanthus niruri* sp.

Ensayo No. 2

Lote de semilla No. 2/4

Lugar: Riberas del río Huallaga

Fecha de siembra: 24/10/2023

Porcentaje de germinación: 89,45%

Fecha de terminación: 04/11/2023

N° de días	Fechas	Placas				TD	TA	TA%S	%GDM	TD%SG	TA%SG
		A	B	C	D						
1	24/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
2	25/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
3	26/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
4	27/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
5	28/10/2023	3	14	17	10	45	45	11,20	1,87	13	13
6	29/10/2023	41	29	54	60	184	229	57,20	8,17	51	64
7	30/10/2023	17	22	8	12	60	289	72,15	9,02	17	81
8	31/10/2023	27	10	16	7	61	349	87,35	9,71	17	98
9	1/11/2023	1	7	0	0	8	358	89,45	8,95	2	100
10	2/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
11	3/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
12	4/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
<b>Totales</b>		<b>89</b>	<b>83</b>	<b>95</b>	<b>90</b>					<b>100</b>	

TD: Total, diario, TA: Total acumulado, TA%S: Total acumulado % del total de semillas, %GDM: Porcentaje de germinación diaria media, TD%SG: Total diario como % de semillas germinables, TA%SG: total acumulado como % de semillas germinables.

**Tabla 21.** Datos de germinación para los frutos y semillas de *P. niruri* recolectados en la Cooperativa Mapresa.

Especie: *Phyllanthus niruri* sp.

Ensayo No. 3

Lote de semilla No. 3/4

Lugar: Ex Cooperativa Mapresa

Fecha de siembra: 24/10/2023

Porcentaje de germinación: 82,25%

Fecha de terminación: 02/11/2023

N° de días	Fechas	Placas				TD	TA	TA%S	%GDM	TD%SG	TA%SG
		A	B	C	D						
1	24/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
2	25/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
3	26/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
4	27/10/2023	35	28	17	21	101	101	25,25	5,05	31	31
5	28/10/2023	36	53	39	42	170	271	67,75	11,29	52	82
6	29/10/2023	5	11	17	6	39	310	77,50	11,07	12	94
7	30/10/2023	11	2	4	2	19	329	82,25	10,28	6	100
8	31/10/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
9	1/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
10	2/11/2023	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
<b>Totales</b>		<b>87</b>	<b>94</b>	<b>77</b>	<b>71</b>					<b>100</b>	

TD: Total, diario, TA: Total acumulado, TA%S: Total acumulado % del total de semillas, %GDM: Porcentaje de germinación diaria media, TD%SG: Total diario como % de semillas germinables, TA%SG: total acumulado como % de semillas germinables.

**Tabla 22.** Datos para el porcentaje de emergencia de semillas de *P. niruri*.

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	
4	1		1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1		1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	
21	1		1		1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1		1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1		1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas
45	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
50	1		1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1
52	1		1		1	
53	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	
59	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	
65	1	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1	1
67	1		1	1	1	1
68	1	1	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1
74	1		1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	
81	1	1	1	1	1	1
82	1		1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1
86	1		1		1	1
87	1	1	1		1	1
88	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas	Sembradas	Emergidas
90	1		1	1	1	1
91	1	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1	
95	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1
97	1		1	1	1	1
98	1	1	1	1	1	1
99	1	1	1		1	1
100	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>90</b>

**Tabla 23.** Datos para el porcentaje de plantas normales de *P. niruri*.

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación
1	1	1	1	1	1	1
2	1		1		1	1
3	1		1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1		1	1	1	
6	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	
8	1	1	1		1	
9	1	1	1		1	1
10	1	1	1		1	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1		1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1
17	1		1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1
19	1		1	1	1	
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1		1	1
24	1	1	1		1	1
25	1		1		1	
26	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación
29	1	1	1	1	1	
30	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1
32	1		1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1		1	1
36	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1		1	1
39	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	1		1	1	1	1
44	1		1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1
46	1		1	1	1	
47	1	1	1	1	1	1
48	1		1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1		1	1
52	1	1	1		1	1
53	1	1	1	1	1	1
54	1		1		1	1
55	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1
59	1		1	1	1	
60	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1		1	1
63	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1		1	1
65	1	1	1		1	1
66	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1		1	1
68	1	1	1	1	1	1
69	1		1		1	1
70	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación	Sembradas	calificación
74	1		1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1		1	1
77	1	1	1	1	1	1
78	1		1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	
80	1		1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	
84	1	1	1	1	1	1
85	1		1	1	1	1
86	1		1	1	1	
87	1		1	1	1	1
88	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1		1	1
90	<b>89</b>	<b>68</b>	1	1	1	1
91			1	1	<b>90</b>	<b>78</b>
92			1			
93			1	1		
			<b>93</b>	<b>73</b>		

**Tabla 24.** Datos para la longitud la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)
1	30,4	6,4	36,8	7,4	27,6	4,6
2	33,4	4,8	34,9	7,4	22,6	4,8
3	30,1	5,7	35,4	9,6	23,2	4,3
4	24,6	5,7	33,8	4,9	22,3	4,5
5	31,2	6,8	30,13	5,8	21,4	4,3
6	27,4	5,1	29,8	5,5	26,3	4,7
7	24,1	4,6	30,42	6,1	23,5	5,2
8	21,7	5,3	29,4	5,9	23,8	6,1
9	28,2	4,1	33,7	8,6	23,9	5,3
10	28,4	5,6	32,6	7,6	22,7	3,9
11	31,4	6,3	35,6	6,4	23,4	5,1
12	22,6	5,7	36,4	9,2	23,6	5,2
13	25,6	6,2	37,1	9,5	25,6	5,1
14	29,4	6,1	33,8	8,4	27,5	4,3
15	25,9	4,1	31,62	5,3	23,8	5,5
16	31,3	4,9	36,7	8,3	22,7	4,6
17	24,5	5,6	33,1	5,4	24,3	4,7
18	26,7	6,6	35,2	8,4	22,3	4,3

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)	LPA (cm)	LR (cm)
19	29,6	4,7	32,3	7,4	23,3	4,9
20	26,2	6,8	34,6	9,4	26,4	4,2
21	26,9	5,4	33,6	6,8	21,4	4,1
22	27,6	5,6	36,4	9,5	21,4	4,2
23	30,2	6,6	35,8	8,6	22,4	4,6
24	27,4	6,3	29,92	5,4	24,3	5,6
25	26,7	6,4	31,5	6,7	22,7	5,1
26	28,1	5,7	34,7	6,9	24,6	5,2
27	24,6	4,6	29,7	5,7	21,7	3,8
28	28,1	4,7	29,7	6,4	26,3	4,8
29	21,6	5,8	32,8	6,6	22,5	4,6
30	29,7	5,7	29,6	5,4	23,9	4,9

LPA: longitud de la parte aérea; LR: longitud de la parte radicular.

**Tabla 25.** Datos para el peso fresco de la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	PA	PR	PA	PR	PA	PR
1	0,8975	0,1587	1,3512	0,3421	2,1654	0,3320
2	2,5522	0,2988	1,6125	0,3071	2,4340	0,2443
3	1,4321	0,3214	1,3456	0,3541	2,2016	0,2500
4	1,2456	0,2541	2,1345	0,5411	1,8674	0,3013
5	2,3011	0,2936	2,1632	0,6297	1,1182	0,2502
6	1,7824	0,2145	1,6814	0,2145	2,2527	0,3802
7	1,1345	0,3189	2,1036	0,2432	1,4436	0,4109
8	0,7620	0,1705	1,2130	0,2955	1,0781	0,3103
9	1,1892	0,1864	1,8605	0,2981	1,9366	0,3257
10	0,9177	0,1408	2,0314	0,2182	1,1827	0,3042
11	2,4456	0,2734	2,2456	0,2834	1,7389	0,2166
12	2,7360	0,2975	2,3360	0,2875	1,3092	0,2532
13	2,1036	0,1732	2,0435	0,3123	1,1415	0,3691
14	1,8435	0,4123	1,9345	0,3234	2,1716	0,2634
15	0,8605	0,1381	1,7320	0,2134	1,1032	0,1859
16	2,0256	0,1864	1,8112	0,2187	2,3316	0,2704
17	1,5125	0,3871	2,0034	0,2014	1,2366	0,4694
18	0,8806	0,1790	2,1547	0,3234	1,3492	0,2045
19	1,6547	0,4234	2,0856	0,2130	1,2151	0,2978
20	1,5463	0,2145	1,1011	0,1836	1,8856	0,3466
21	1,2687	0,2134	1,8787	0,3434	1,1294	0,2750
22	2,5463	0,3513	2,1463	0,2631	1,6193	0,4103
23	1,5432	0,1153	1,1806	0,3219	2,1414	0,3443
24	1,2345	0,3871	2,2345	0,3671	2,2323	0,3501

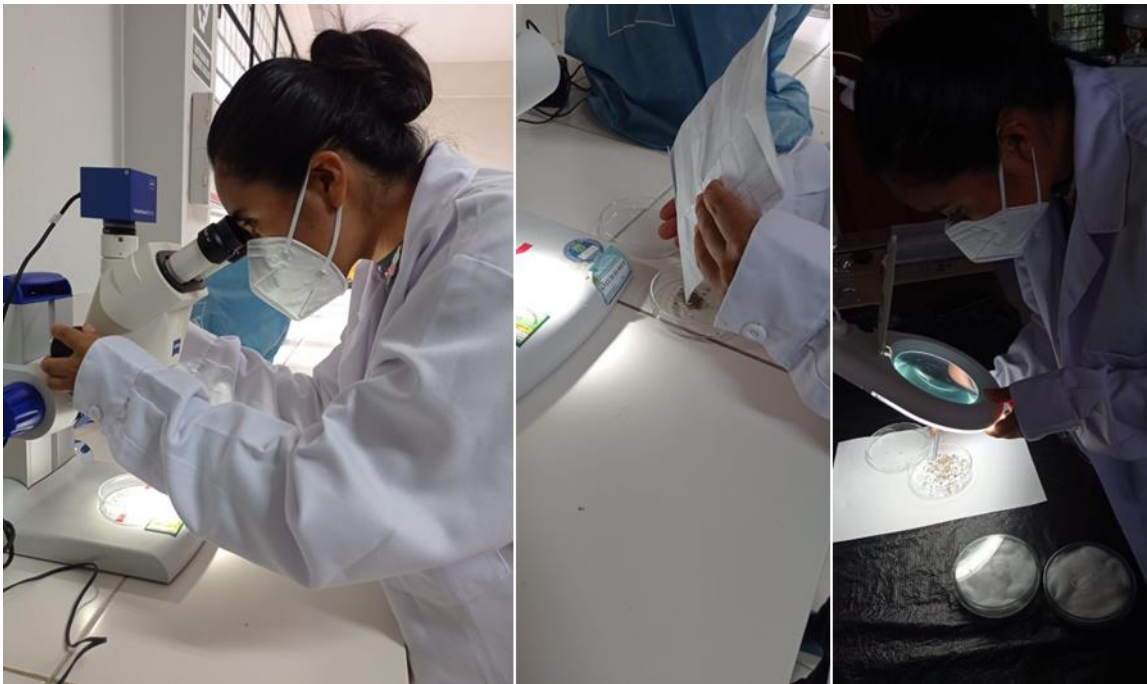
N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	PA	PR	PA	PR	PA	PR
25	1,2345	0,2871	1,9921	0,2233	1,8181	0,2219
26	2,1324	0,2532	2,2309	0,2782	2,0273	0,3558
27	1,9832	0,1984	1,9413	0,2688	1,6883	0,2177
28	3,9930	0,3455	1,8381	0,4214	1,8402	0,4237
29	1,5632	0,3247	1,2112	0,1964	2,0154	0,2014
30	0,9921	0,2645	2,0322	0,2332	2,1014	0,2082

PA: parte aérea; PR: parte radicular.

**Tabla 26.** Datos para el peso seco de la parte aérea y radicular de *P. niruri*.

N°	Campus UNAS		Riberas del río Huallaga		Cooperativa Mapresa	
	PA	PR	PA	PR	PA	PR
1	0,2580	0,0630	0,3860	0,0770	0,1640	0,0410
2	0,1950	0,0560	0,4358	0,0552	0,1630	0,0480
3	0,2130	0,0640	0,3820	0,0750	0,1430	0,0340
4	0,2040	0,0710	0,2130	0,0630	0,1450	0,0450
5	0,2830	0,0530	0,4930	0,0530	0,1810	0,0730
6	0,1960	0,0650	0,3910	0,0540	0,1560	0,0390
7	0,1960	0,0610	0,3780	0,0610	0,2850	0,0670
8	0,2540	0,0650	0,3780	0,0710	0,1710	0,0590
9	0,2730	0,0690	0,3850	0,0639	0,1460	0,0570
10	0,2230	0,0740	0,4460	0,0790	0,1780	0,0650
11	0,1933	0,0680	0,3120	0,0520	0,1580	0,0470
12	0,1940	0,0640	0,3410	0,0570	0,1760	0,0640
13	0,1970	0,0570	0,5110	0,0660	0,1860	0,0570
14	0,1950	0,0540	0,3940	0,0540	0,2470	0,0490
15	0,1940	0,0620	0,4120	0,0530	0,1930	0,0518
16	0,1930	0,0540	0,3620	0,0430	0,1560	0,0430
17	0,2460	0,0647	0,3860	0,0530	0,2510	0,0530
18	0,2240	0,0683	0,3790	0,0790	0,2440	0,0380
19	0,1990	0,0620	0,4820	0,0710	0,1730	0,0610
20	0,2370	0,0640	0,4092	0,0755	0,1670	0,0680
21	0,2440	0,0530	0,3610	0,0750	0,1610	0,0460
22	0,1940	0,0610	0,2680	0,0520	0,1590	0,0450
23	0,2630	0,0670	0,3940	0,0890	0,1910	0,0630
24	0,1930	0,0530	0,3760	0,0560	0,1740	0,0710
25	0,2310	0,0690	0,2220	0,0730	0,1650	0,0670
26	0,2012	0,0730	0,3640	0,0730	0,2420	0,0302
27	0,2860	0,0670	0,3760	0,0590	0,1520	0,0310
28	0,2680	0,0650	0,3510	0,0810	0,1620	0,0620
29	0,0246	0,0630	0,3220	0,0710	0,1460	0,0420
30	0,1970	0,0509	0,3430	0,0670	0,0590	0,0470

PA: parte aérea; PR: parte radicular.

**Anexo B. Panel fotográfico**

**Figura 13.** Selección de semillas de *P. niruri*.



**Figura 14.** Siembra de semillas de *P. niruri* recolectado del campus de la UNAS.



**Figura 15.** Semillas con impurezas, semilla biológica, semillas germinando de *P. niruri*.



**Figura 16.** Peso del fruto y muestras del peso seco y seco de *P. niruri*.



**Figura 17.** Muestras en fresco y seco de la planta de *P. niruri*.