



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA BIOTECNÓLOGA

**“Caracterización de parámetros morfológicos y germinativos de semillas de  
*Polylepis pauta* Hieron. en Bosques Andinos del Ecuador.”**

**Elaborado por:** Delgado Carrera, Indira Lizet  
**Directora:** Segovia Salcedo, María Claudia PhD.

**Sangolquí, 07 de marzo de 2023**



## CONTENIDO



- *Introducción*
- *Objetivos e Hipótesis*
- *Metodología*
- *Resultados y Discusión*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*

## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*

## Bosques Andinos y Páramos



Ecosistemas de alta biodiversidad, sobre los 2400 msnm



Gestión de recursos hídricos



Condiciones de vida extremas



**Amenazas:** factores antropogénicos y no antropogénicos

## Bosques de *Polylepis*



Parche de bosque de *Polylepis*

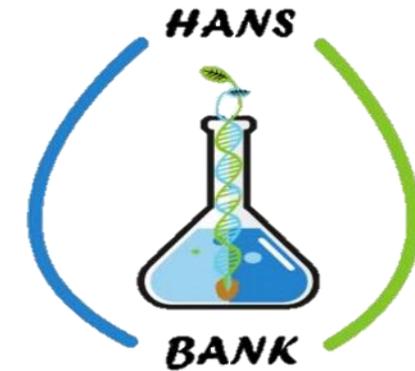
Regulación de los recursos hídricos, mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Actividad antihipertensiva y tratamiento de enfermedades respiratorias.

Amenazados por actividades humanas

En Ecuador se encuentran distribuidas 12 especies del género *Polylepis*

Creación de planes de conservación



## *Polylepis pauta* Hieron.



### Distribución

- Parches de bosque
- Pichincha, Napo, Imbabura y Cotopaxi

### Características morfológicas

- Hojas imparipinnadas
- Superficie del envés de las hojas lanada
- Frutos aquenios indehiscentes con espinas

## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*

## Objetivo General

Caracterizar parámetros morfológicos y germinativos de semillas de *Polylepis pauta* Hieron.  
en Bosques Andinos del Ecuador.



## Objetivos Específicos

- ✦ Recolectar de forma aleatoria muestras de semillas de la especie *Polylepis pauta* Hieron. en diferentes parches de Bosques Andinos del Ecuador.
- ✦ Identificar parámetros morfológicos cualitativos y cuantitativos de semillas de la especie *Polylepis pauta* Hieron. a partir de muestras recolectadas en Bosques Andinos del Ecuador.
- ✦ Analizar semillas de la especie *Polylepis pauta* Hieron. mediante la coloración del embrión con la prueba de Tetrazolio para establecer su viabilidad.
- ✦ Determinar los parámetros germinativos de las semillas de la especie *Polylepis pauta* Hieron. mediante el uso de diferentes tratamientos de germinación a nivel *in vitro*.



## Hipótesis

- ✦ Los parámetros morfológicos y los tratamientos germinativos aplicados producen un incremento estadísticamente significativo del porcentaje de germinación de las semillas de *Polylepis pauta* Hieron.



## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*

**Material vegetal**

Recolección

Transporte y  
almacenamiento

Identificación

Sitios



Fotografías



Recolección



Almacenamiento en un  
lugar seco



Flóramo  
v3.0.11

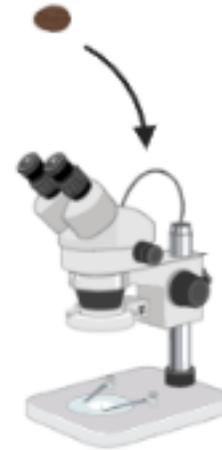
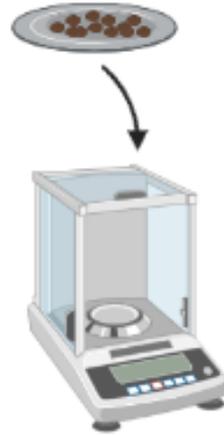
**Parámetros cuantitativos**

Número de semillas  
por fruto (n=50)

Peso (n=1000)

Dimensiones de fruto y  
semilla (n=100)

Contenido de  
humedad (n=100)



Previamente: remojo

107°C durante 14 horas



**ImageJ**

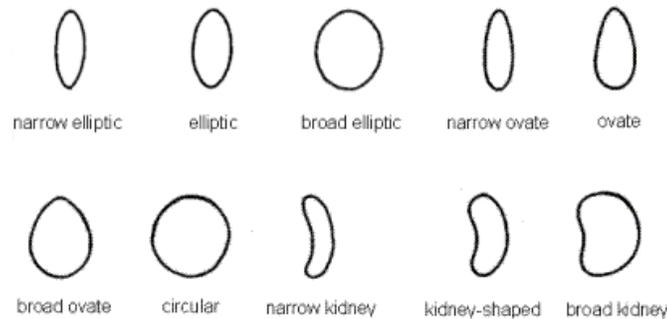
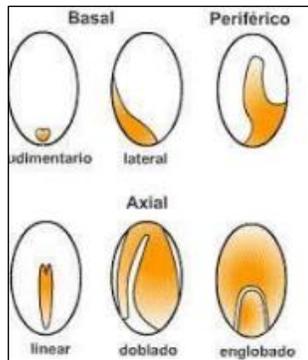
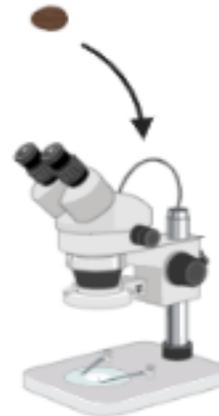
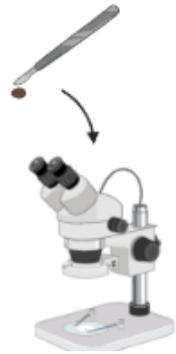
Image Processing & Analysis in Java

**Parámetros cualitativos**

Tipo de embrión (n=25)

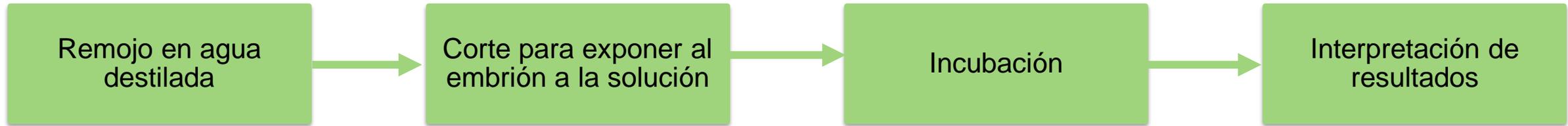
Forma (n=10)

Color (n=50)

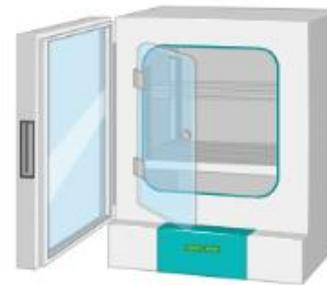
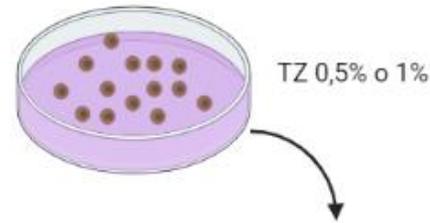
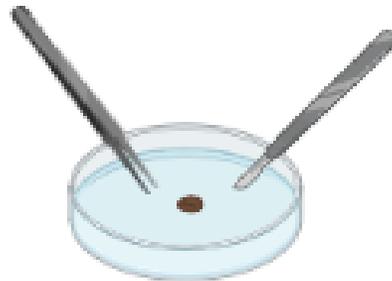


Comparación con la paleta  
Munsell

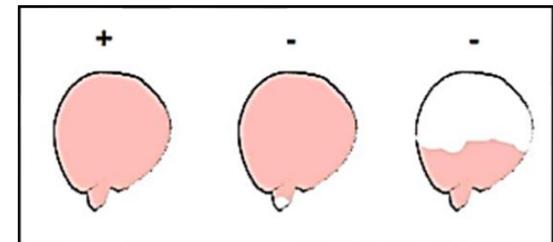
**Ensayo de viabilidad: Tetrazolio**



24 h

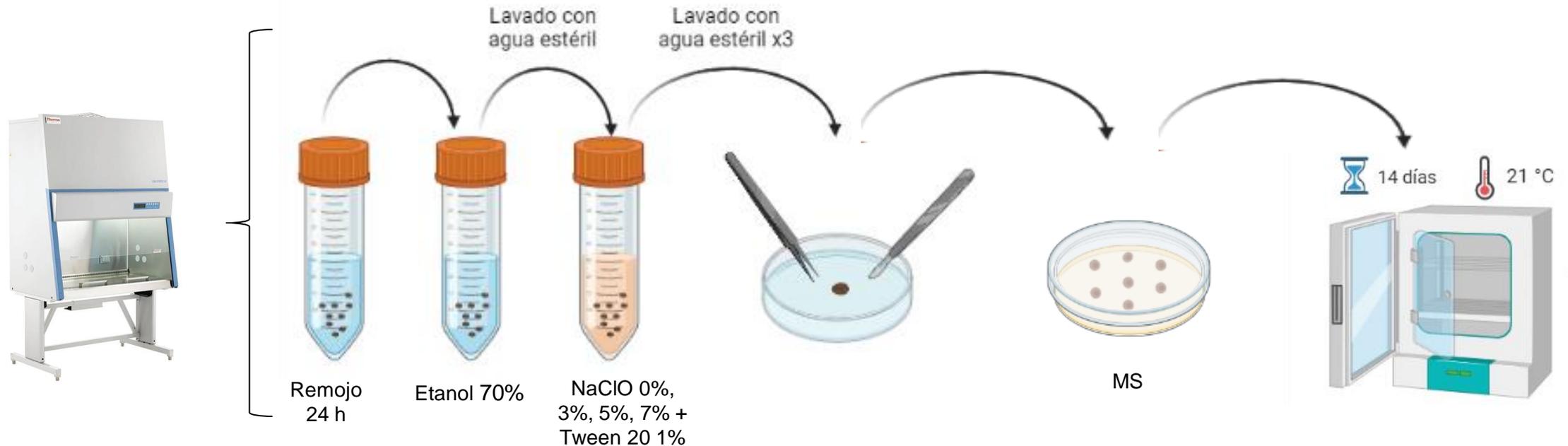


24/48 h 30 °C



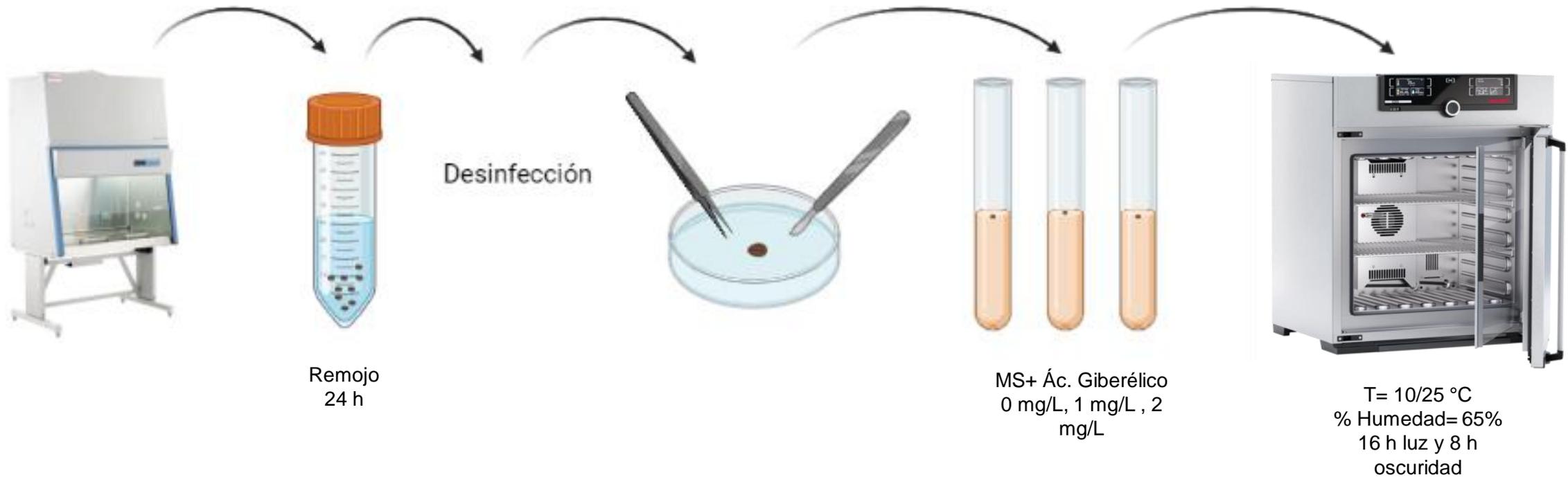
4 tratamientos  
3 repeticiones,  
n=15

**Ensayo de desinfección**



4 tratamientos  
3 repeticiones,  
n=15

**Ensayos de viabilidad: Germinación *in vitro***



6 tratamientos  
3 repeticiones,  
n=10

**Análisis Estadístico**



## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*



Material vegetal

Fotografía	Descripción General de la Especie
 <p data-bbox="198 776 351 801">Indira Delgado</p>	<p data-bbox="606 339 1065 364"><b>Nombre Científico:</b> <i>Polylepis pauta</i> Hieron.</p> <p data-bbox="606 372 930 396"><b>Nombre Común:</b> Árbol de papel</p> <p data-bbox="606 405 792 429"><b>Familia:</b> Rosaceae</p> <p data-bbox="606 438 919 462"><b>Altitud:</b> 2.600 – 4.500 m s.n.m.</p> <p data-bbox="606 471 823 495"><b>Forma de vida:</b> Árbol</p> <p data-bbox="644 504 1141 528"><b>Descripción Morfología y Fisiología de la Especie</b></p> <p data-bbox="606 536 901 561"><b>Altura:</b> De 2 hasta 12 metros.</p> <p data-bbox="606 569 1133 594"><b>Tallo:</b> Retorcidos, corteza rojiza exfoliante y delgada.</p> <p data-bbox="606 602 1169 705"><b>Hojas:</b> Imparipinnadas con 4 a 6 pares de folíolos, superficie superior lampiña, superficie inferior con pelos blanquecinos.</p> <p data-bbox="606 714 1029 738"><b>Inflorescencia:</b> racimos simples colgantes.</p> <p data-bbox="606 746 932 771"><b>Flores:</b> 4 sépalos ovados verdes.</p> <p data-bbox="606 779 1054 841"><b>Fruto:</b> Aquenio con varias espinas aplanadas densamente seríceas</p>
Datos Adicionales	Distribución en Ecuador
<p data-bbox="198 972 524 1062"><b>Propiedades:</b> Antimicrobiana, medicinales para enfermedades renales y respiratorias</p> <p data-bbox="198 1071 537 1132"><b>Nota Ecológica:</b> Clasificado por la UICN como vulnerable</p>	 <p data-bbox="963 953 1169 1051">Provincias de: Cotopaxi, Imbabura, Napo y Pichincha</p>

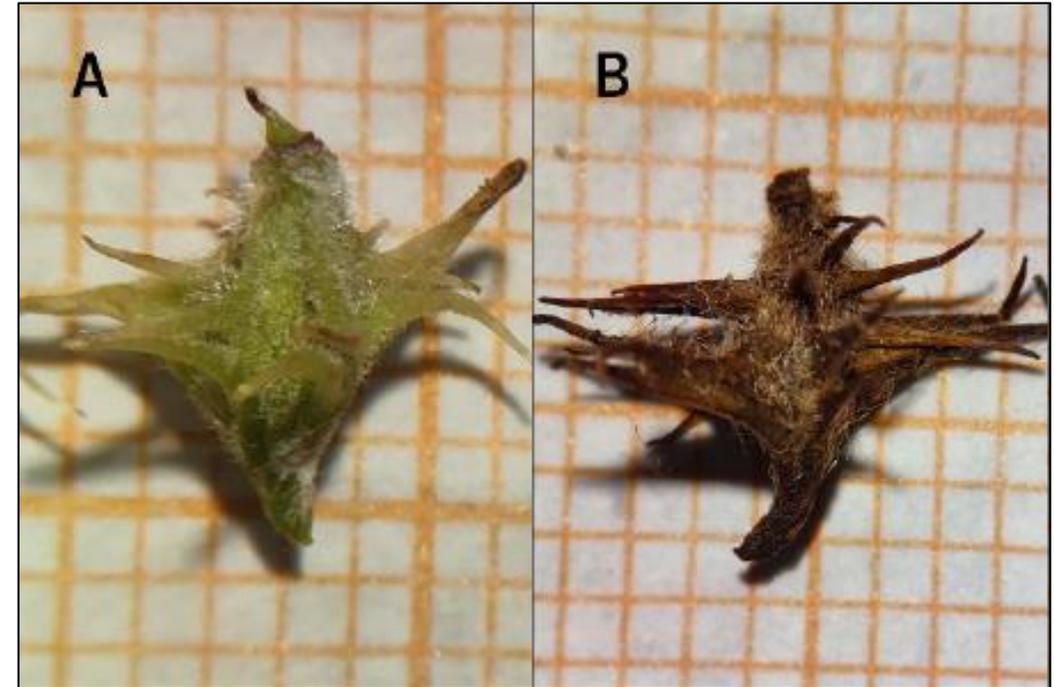


Figura 1. Frutos de *P. pauta*. A) Inmaduro y B) Maduro.

Producción constante de flores y frutos

Parámetros cualitativos

Parámetro	Resultado
Tipo de embrión	Axial espatulado completamente desarrollado
Forma	Elíptica
Color	Marrón amarillento oscuro

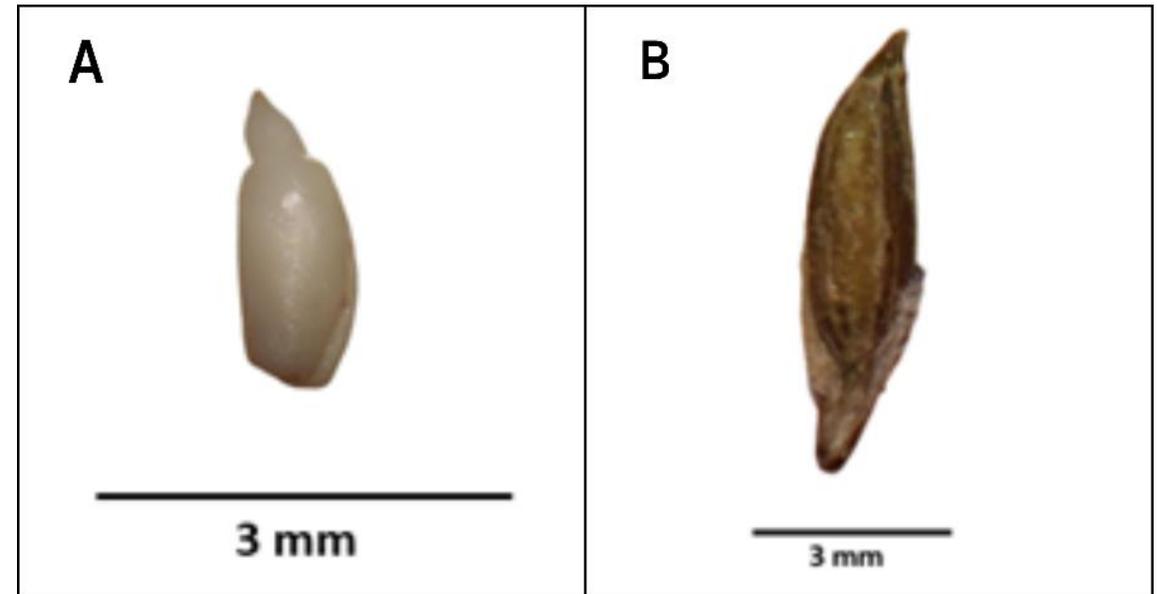
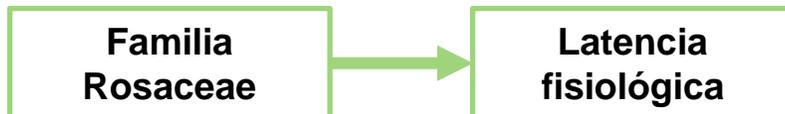


Figura 2. Embrión y semilla de *P. pauta* vistos en el estereomicroscopio. A) embrión de la semilla de *P. pauta*. B) semilla de *P. pauta* después de retirar la mayor parte del pericarpio del fruto.

Parámetros cuantitativos

Parámetro	Promedio y desviación estándar
Número de semillas por fruto	1,02 ± 0,14
Largo del fruto (mm)	4,366 ± 0,649
Ancho del fruto (mm)	2,162 ± 0,316
Largo de la semilla (mm)	3,846 ± 0,604
Ancho de la semilla (mm)	1,352 ± 0,281
Peso de la semilla (mg)	2,968 ± 0,372
Porcentaje de humedad (%)	6,258 ± 2,498

Semillas ortodoxas

Largo y ancho < 17 x 13 mm  
Peso < 1 g  
% de Humedad entre 5 y 10%

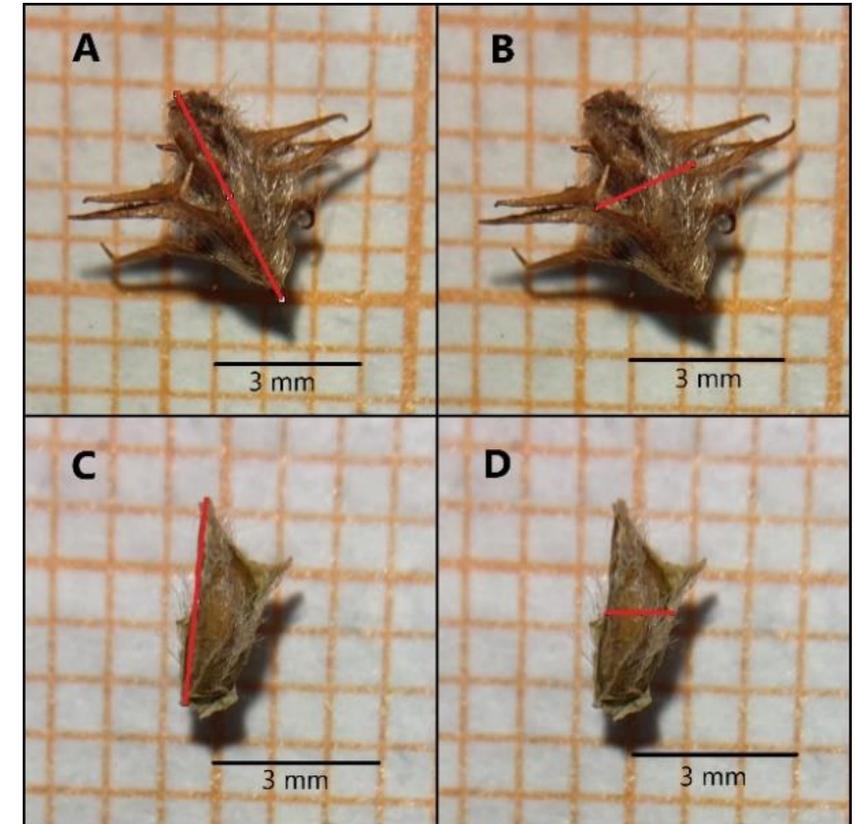
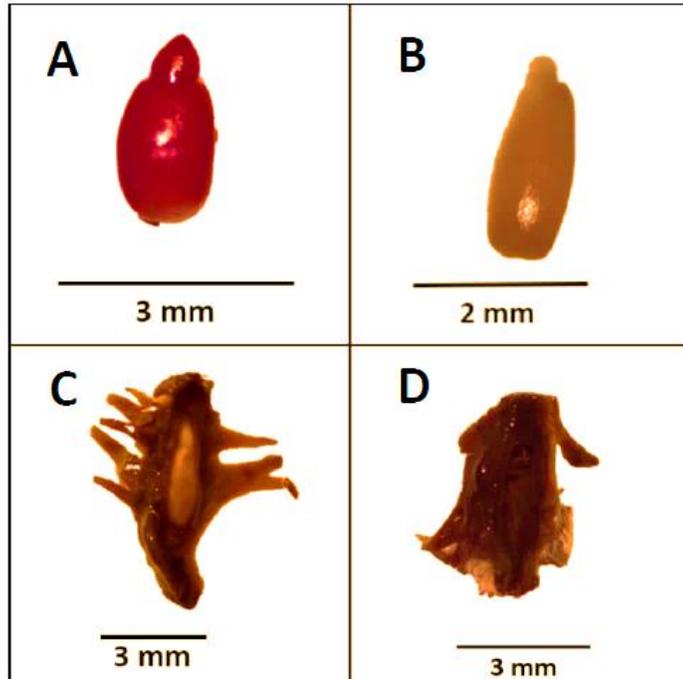
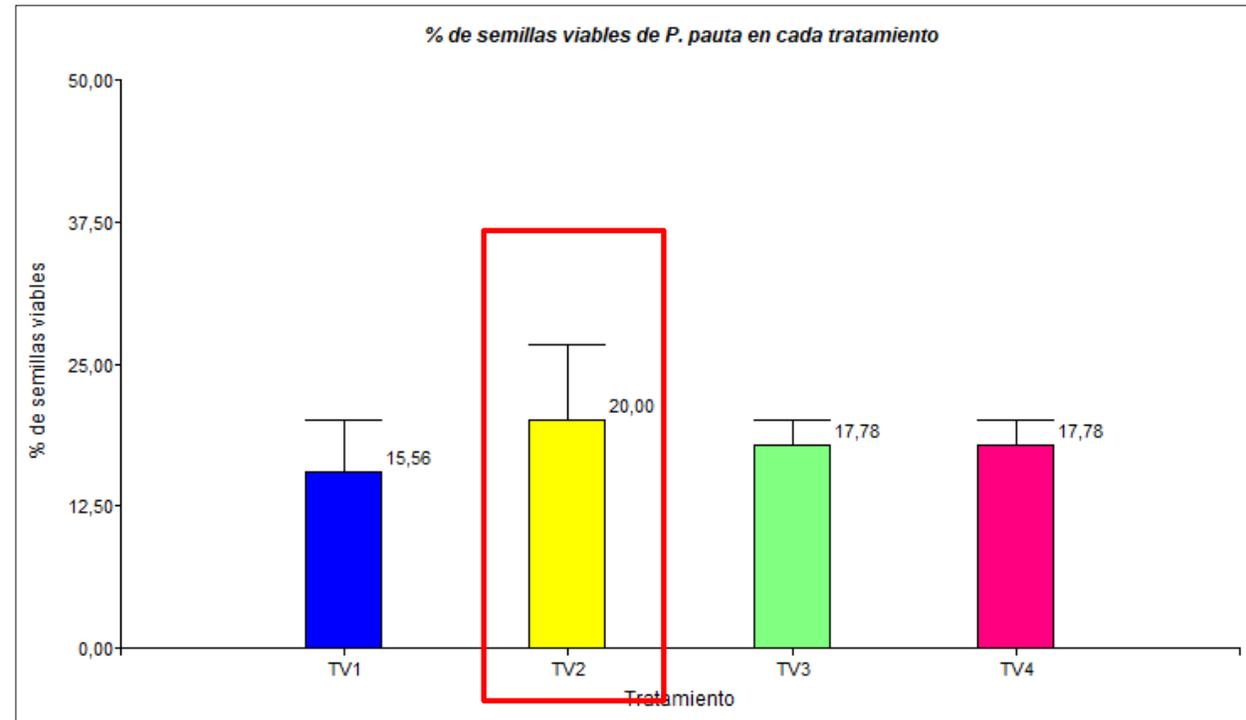


Figura 3. Fruto y semilla de *P. pauta* observadas en el estereomicroscopio. A) Largo del fruto. B) Ancho del fruto. C) Largo de la semilla. D) Ancho de la semilla.

### Ensayo de viabilidad: Tetrazolio



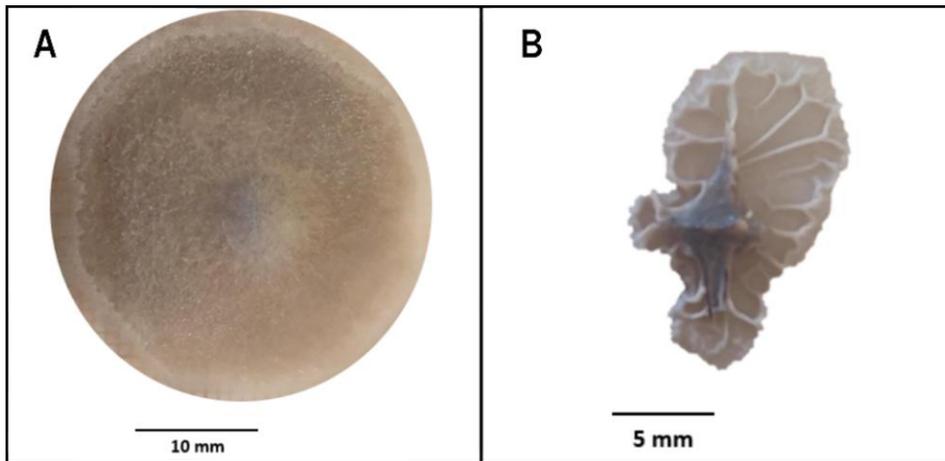
**Figura 4.** Semillas de *P. pauta*. A) Embrión viable completamente teñido. B y C) Embriones no viables- no teñido. D) Embrión no viable debido a que se encuentra necrosado.



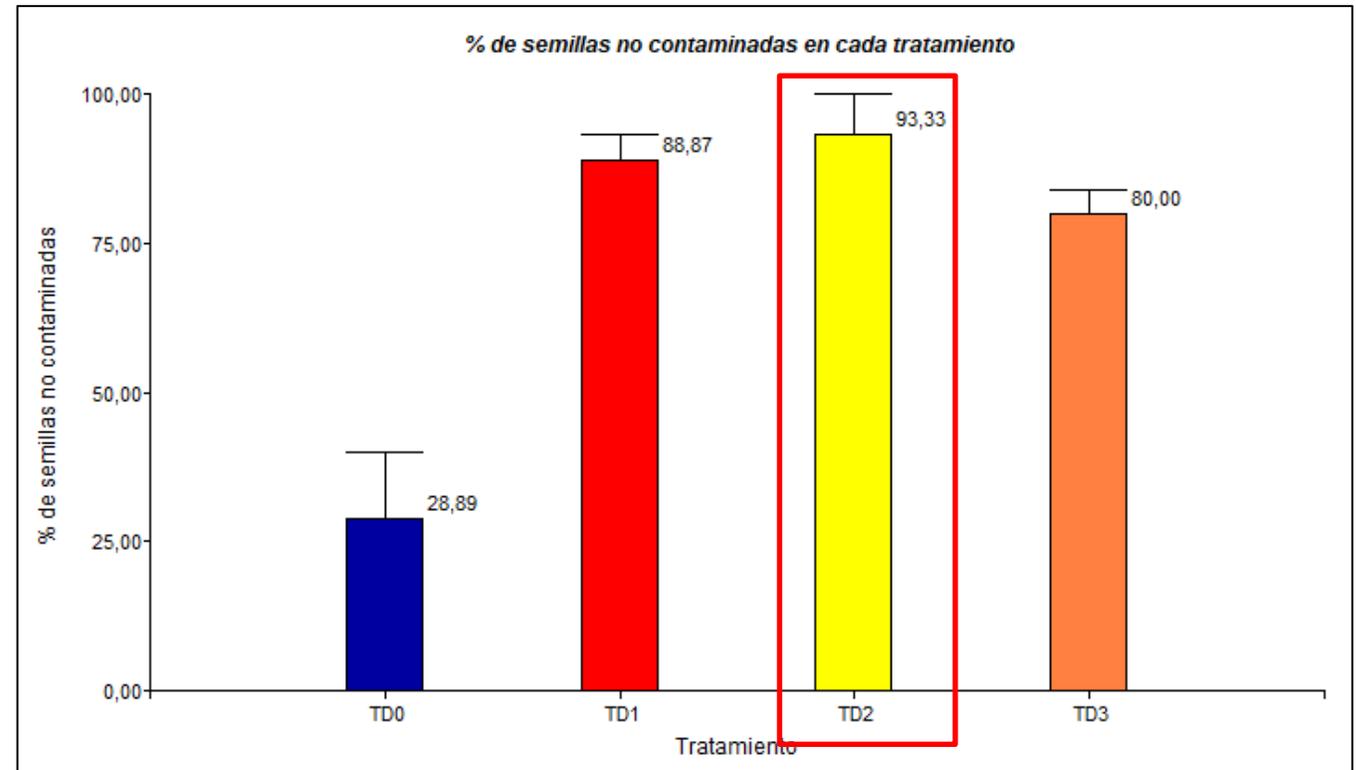
**Figura 5.** Porcentaje de semillas de *P. pauta* viables. TV1: 0,5% tetrazolio-24 horas. TV2: 1% tetrazolio-24 horas. TV3: 0,5% tetrazolio-48 horas. TV4: 1% tetrazolio-48 horas.

Los datos siguen una distribución normal, pero no hay una diferencia significativa en los tratamientos

### Ensayo de desinfección

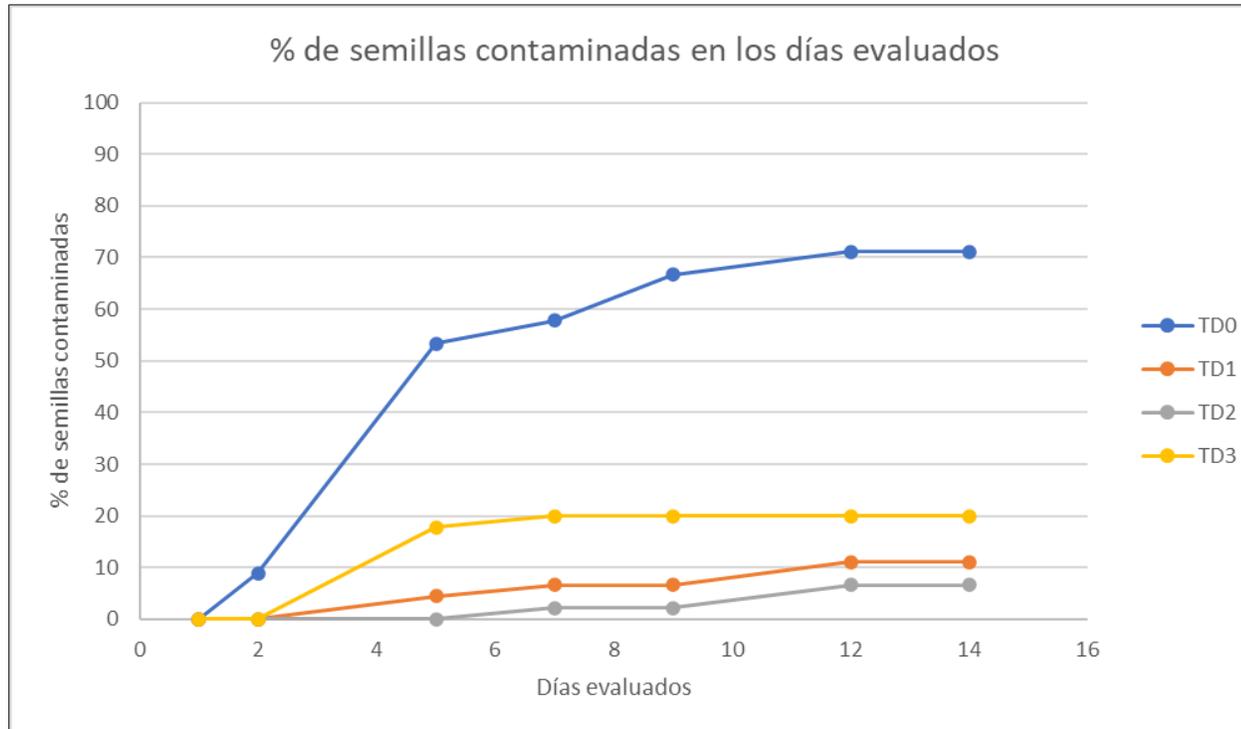


**Figura 6.** Semillas de *P. pauta* contaminadas. A) Semilla con contaminación por hongos. B) Semilla con contaminación por bacterias.



**Figura 7.** Porcentaje de semillas de *P. pauta* no contaminadas a los 14 días. TD0: 0% NaClO. TD1: 3% NaClO. TD2: 5% NaClO. TD3: 7% NaClO.

## Ensayo de desinfección



Los datos no siguen una distribución normal. Hay una diferencia significativa entre los tratamientos

El mejor tratamiento de desinfección para semillas de *P. pauta* es el TD2 con NaClO 5%. Porcentaje de semillas no contaminadas 93,33%

**Figura 8.** Progresión del porcentaje de semillas contaminadas. TD0: 0% NaClO. TD1: 3% NaClO. TD2: 5% NaClO. TD3: 7% NaClO.

### Ensayos de viabilidad: Germinación *in vitro*

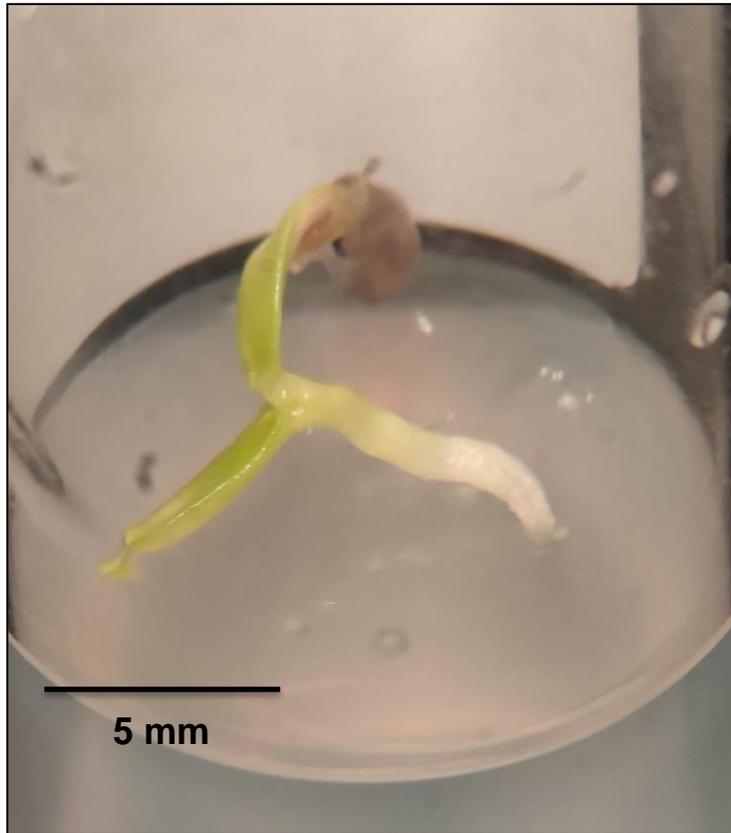


Figura 9. Plántula de *P. pauta*.

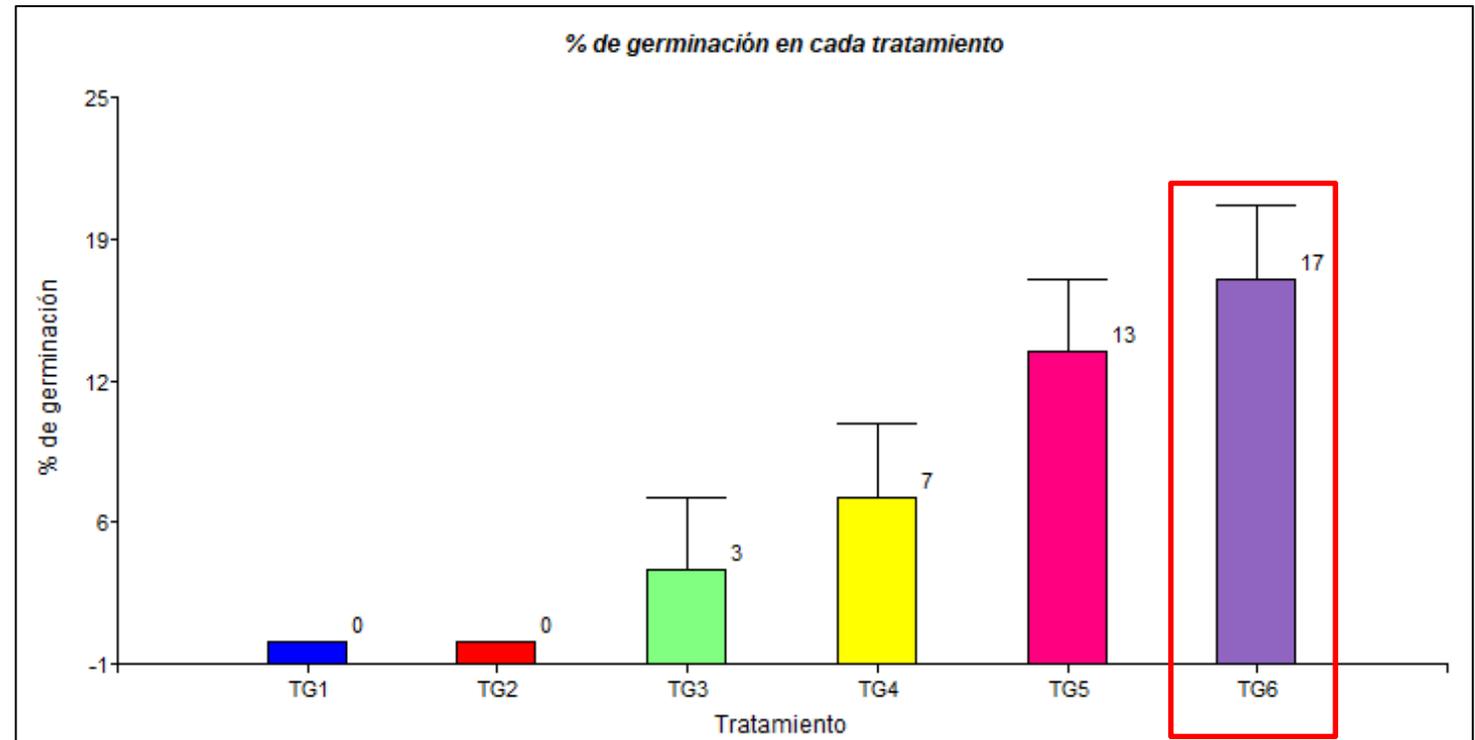


Figura 10. Porcentaje de germinación de semillas de *P. pauta*. TG1: 10°C y [0 mg/L] GA<sub>3</sub>. TG2: 25°C y [0 mg/L] GA<sub>3</sub>. TG3: 10°C y [1 mg/L] GA<sub>3</sub>. TG4: 25°C y [1 mg/L] GA<sub>3</sub>. TG5: 10°C y [2 mg/L] GA<sub>3</sub>. TG6: 25°C y [2 mg/L] GA<sub>3</sub>.

### Ensayos de viabilidad: Germinación *in vitro*

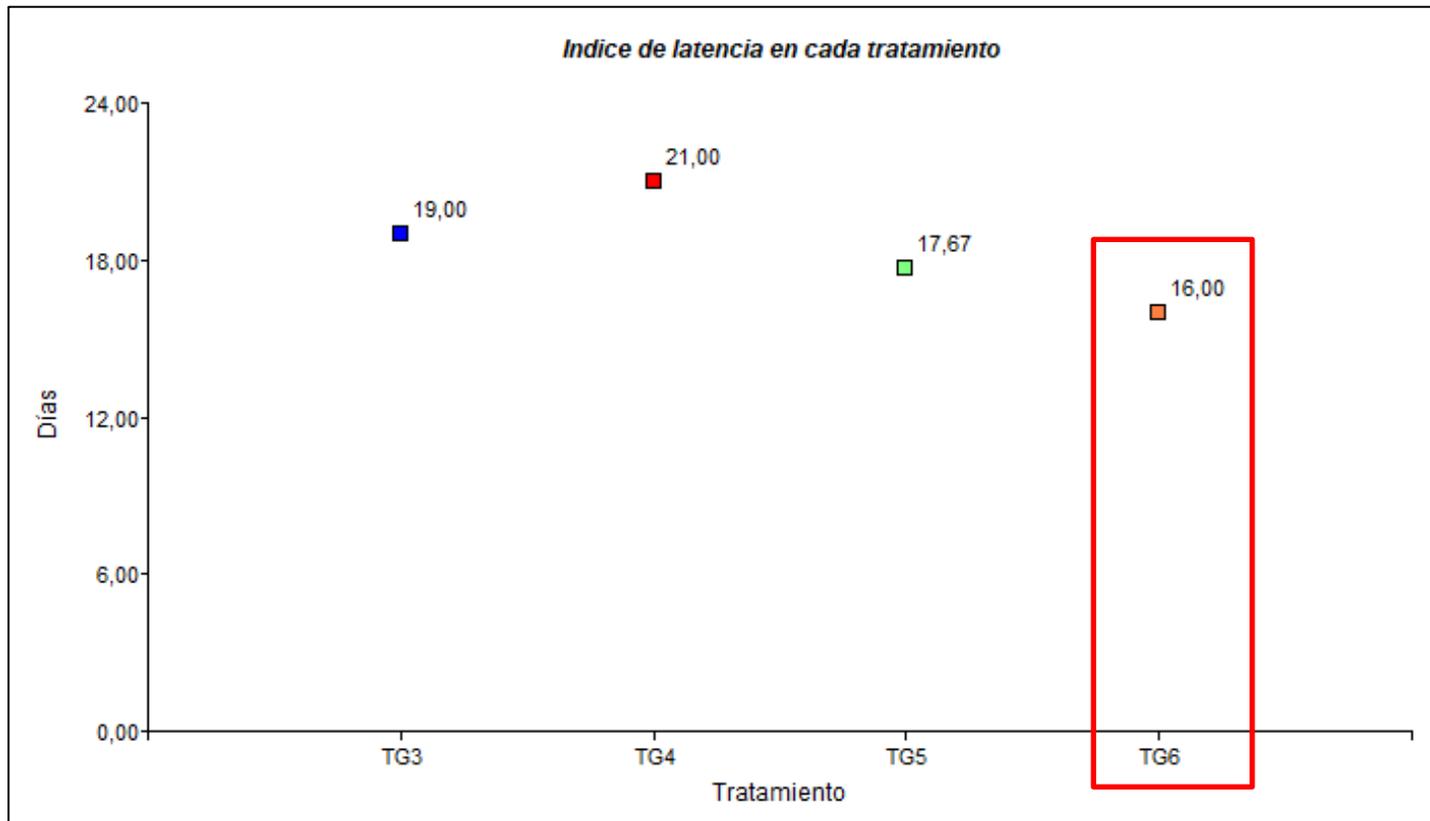


Figura 11. Tiempo de latencia de las semillas de *P. pauta* en los diferentes tratamientos..

Los datos no siguen una distribución normal. Hay una diferencia significativa entre los tratamientos

El mejor tratamiento es TG6 con parámetros  $T=25^{\circ}\text{C}$  y  $\text{GA}_3 = 2 \text{ mg/L}$ . Debido al mayor porcentaje de germinación (17%) y menor índice de latencia (16 días)

$\text{GA}_3$

Ruptura de latencia

Temperatura

Actividad enzimática

## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*



## Conclusiones

- La **recolección de material vegetal** de *Polylepis pauta* en diferentes parches de bosques andinos permite **recopilar información** como la forma de vida, características morfológicas de la planta, distribución y rango altitudinal para **establecer una base de datos** en el banco de semillas.
- Los frutos de *Polylepis pauta* miden  $4,366 \pm 0,649$  mm de largo y  $2,162 \pm 0,316$  mm de ancho. Mientras que las semillas poseen un tamaño promedio de  $3,846 \pm 0,604$  mm de largo y  $1,352 \pm 0,281$  mm de ancho y pesan  $2,968 \pm 0,372$  mg. Además, tienen un contenido de humedad de  $6,258 \pm 2,498$  %. Estos valores indican que las semillas tienen un **comportamiento ortodoxo**.



- Las semillas de *Polylepis pauta* poseen **forma elíptica** y un **embrión de tipo axial espatulado** que posee **latencia de tipo fisiológica**. Además, al ser aquenios la forma y color de frutos son indispensables en el análisis de las relaciones ecológicas en la reproducción sexual de esta especie.
- En la evaluación de viabilidad mediante el método del tetrazolio, el **mayor porcentaje de semillas viables (20%)** se obtuvo con el tratamiento TV2 en el que se aplicó la solución de **tetrazolio al 1% y 24 horas de inmersión**, sin embargo, a comparación de los otros tratamientos no hubo una diferencia estadísticamente significativa.

- En la desinfección de *P. pauta* se obtuvo un **mayor porcentaje de semillas no contaminadas** (93,33%) utilizando una **concentración de hipoclorito de sodio al 5%** en el tratamiento TD3, mientras que el mayor porcentaje de semillas contaminadas se obtuvo al utilizar una concentración del 0% de NaClO.
- El **porcentaje máximo de germinación** de semillas de *P. pauta* fue del **16,67%**, el cual se obtuvo al exponer a las semillas a condiciones de **temperatura de 25°C** y una concentración de **ácido giberélico de 2 mg/L**. De igual manera el índice de latencia más bajo se dio a las condiciones mencionadas.



- Los parámetros morfológicos y los tratamientos germinativos aplicados produjeron un **incremento significativo en el porcentaje de germinación** de las semillas de *P. pauta*.
- Los diferentes análisis permitieron determinar que las semillas de *P. pauta* son **aptas para su almacenamiento** en el banco de germoplasma HANS-BANK y su posterior uso en planes de reforestación.



## CONTENIDO



*Introducción*

*Objetivos e Hipótesis*

*Metodología*

*Resultados y Discusión*

*Conclusiones*

*Recomendaciones*

## Recomendaciones

- Se recomienda extender el tiempo de análisis de la germinación *in vitro* de las semillas de *P. pauta* y tener un tamaño muestral más amplio para que los datos estadísticos sean más representativos.
- En la germinación *in vitro* se recomienda probar con otro tipo de giberelinas o con concentraciones de ácido giberélico más altas para evaluar las variaciones en el proceso de germinación.
- Trabajar con la siembra de embriones a nivel *in vitro* para promover la germinación y de esta manera evitar el uso de semillas vacías.



## Agradecimientos



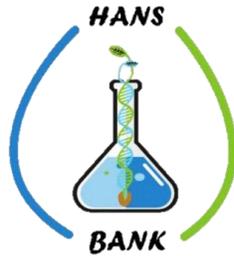
**Claudia Segovia, Ph.D.**  
Directora del Proyecto de  
Investigación

**Karina Proaño, Ph.D.**  
Colaboradora científica

**Ing. Gabriela Miño, Mg.**  
Técnica del Laboratorio de  
Biotecnología vegetal

**Ing. Gabriela Pazmiño.**  
Técnica del Laboratorio de  
Genética evolutiva y conservación.

Familia y Amigos



Gracias por su  
atención



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA