



**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 INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA

**“Caracterización de parámetros morfológicos y germinativos de semillas de  
*Polylepis incana* Kunth en Bosques Andinos del Ecuador”**

**Elaborado por:** Ayo Sani, Grace Alejandra  
**Directora:** Segovia Salcedo, María Claudia PhD.  
**Sangolquí, 07 de marzo del 2023**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

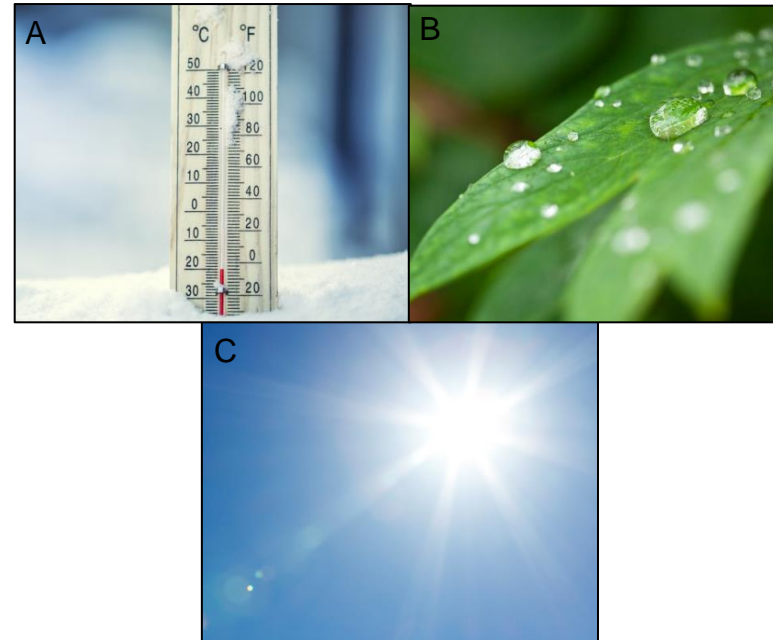
## INTRODUCCIÓN

### Bosques Andinos del Ecuador

Generalidades e importancia:



Rango altitudinal desde 1800 a 4800 m.s.n.m.



Características de los bosques andinos:  
A) Baja temperatura, B) Humedad alta,  
C) Radiación UV intensa

Reservorios de biodiversidad

Servicios ecosistémicos

Regulación de recursos hídricos

Mitigación de los GEI



## INTRODUCCIÓN

### Bosques de *Polylepis*

10 especies nativas en Ecuador

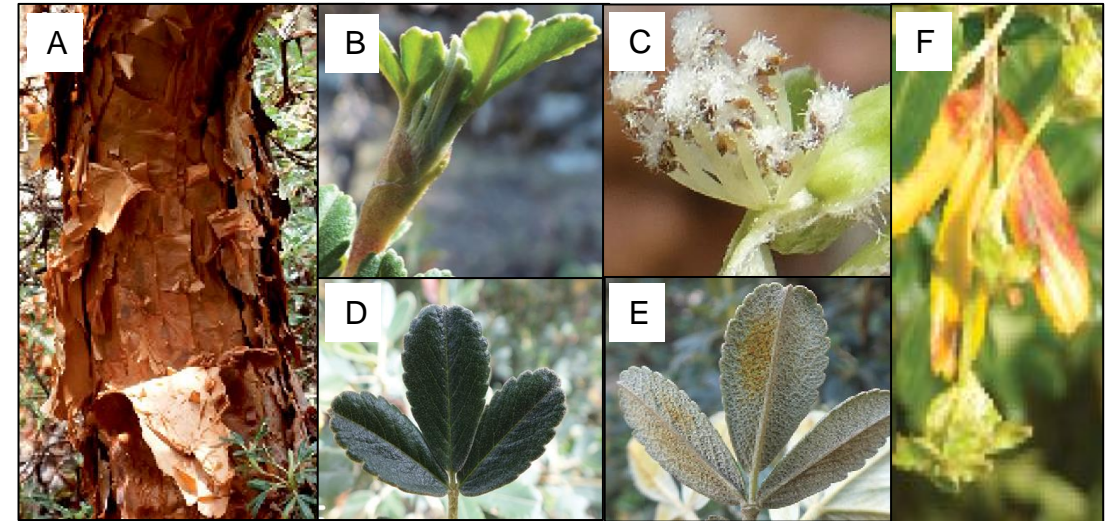
Captura de CO<sub>2</sub>

Control de erosión de suelos

Regulación de fuentes hídricas



Árboles de *Polylepis*



Morfología de *P. incana*: A) Corteza, B) Vainas estipuladas, C) Flores, D) Hojas (Haz), E) Hojas (Envés), F) Frutos

*Polylepis incana*  
Kunth



2150 a 4800 msnm  
en Ecuador



612 Km<sup>2</sup> en los  
Andes



Reforestación y  
leña



Incendios forestales  
y pastoreo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

## OBJETIVOS



### Objetivo General

Caracterizar parámetros morfológicos y germinativos de semillas de *Polylepis incana* Kunth en Bosques Andinos del Ecuador.



## OBJETIVOS



### Objetivos Específicos

-  Recolectar de forma aleatoria muestras de semillas de la especie *Polylepis incana* Kunth en diferentes parches de Bosques Andinos del Ecuador.
-  Identificar parámetros morfológicos cuantitativos y cualitativos de semillas de la especie *Polylepis incana* Kunth a partir de muestras recolectadas en Bosques Andinos del Ecuador.



## OBJETIVOS

### Objetivos Específicos

-  Analizar semillas de la especie *Polylepis incana* Kunth 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 incana* Kunth mediante el uso de diferentes tratamientos de germinación a nivel *in vitro*.

## HÍPÓTESIS

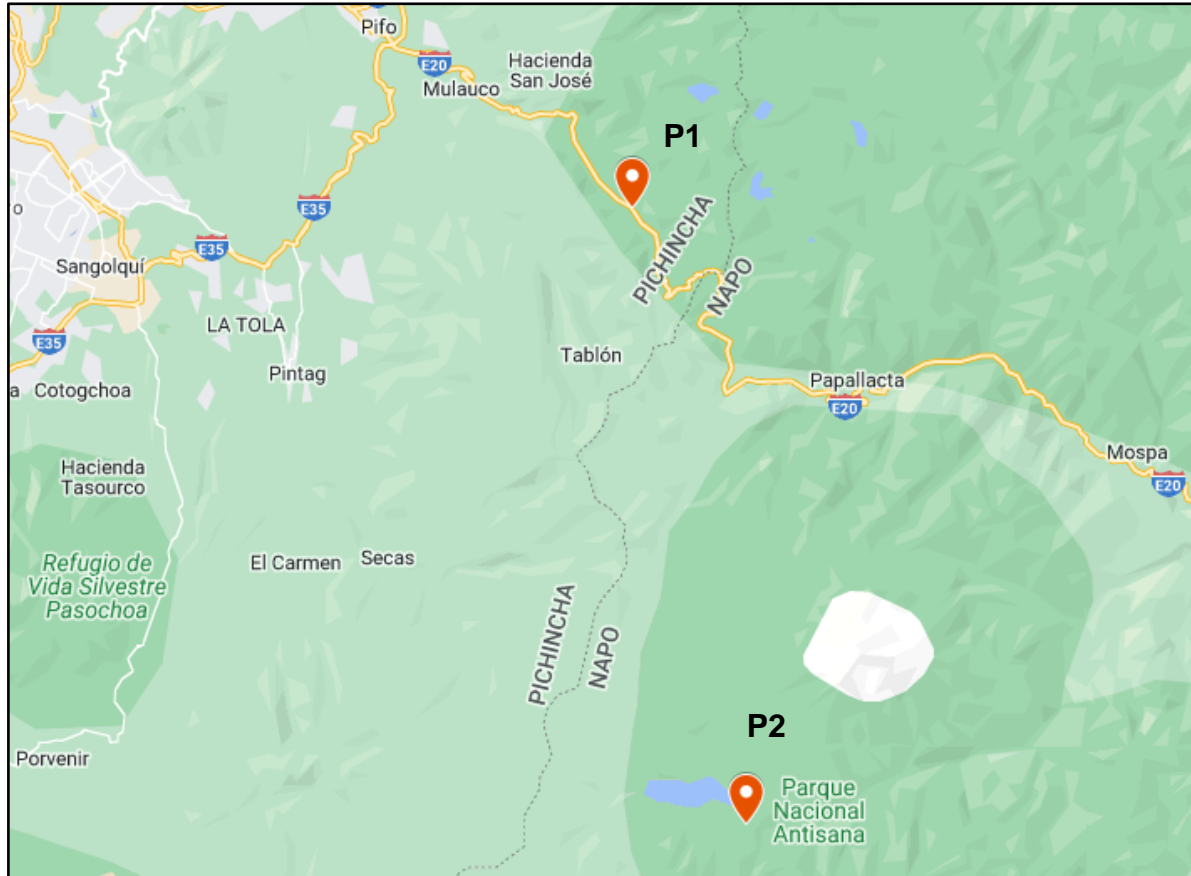
Los parámetros morfológicos y los tratamientos de germinación *in vitro*, aumentan de manera estadísticamente significativa la capacidad germinativa de las semillas de *Polylepis incana* Kunth.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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

## METODOLOGÍA

### Áreas de recolección



Área de Conservación Hídrica Palugillo



Reserva Ecológica Antisana



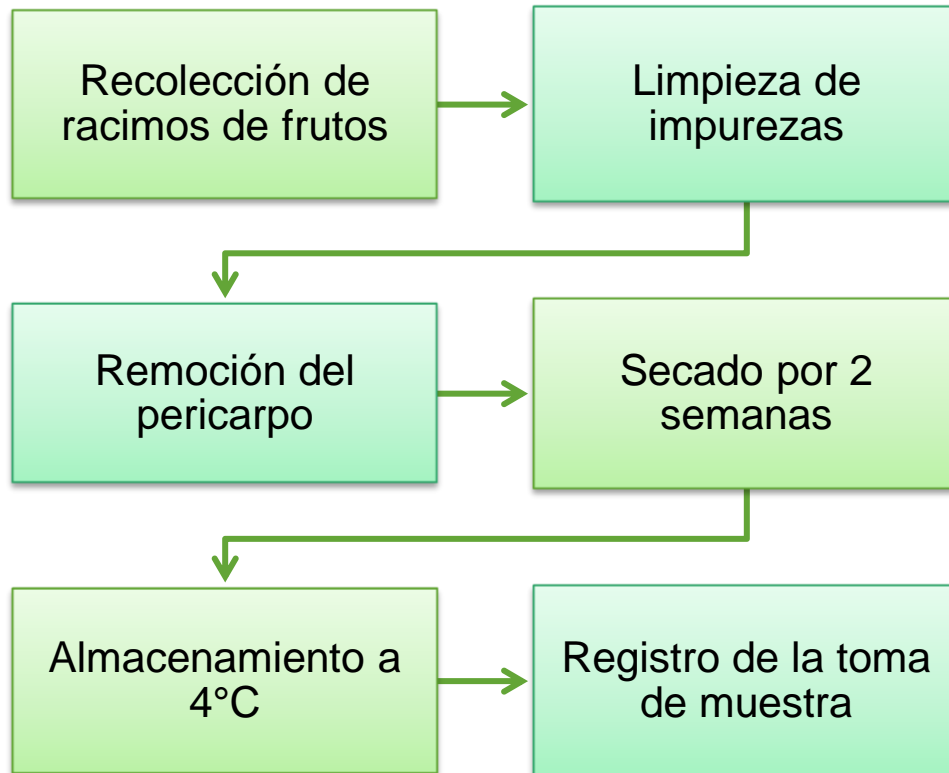
Timestamp Camera Free

Sitios de recolección: P1) Área de Conservación Hídrica Palugillo, P2) Reserva Ecológica Antisana



## METODOLOGÍA

Pretratamiento:



## Material vegetal

Registro:

BIO-GEEC: SUBPROYECTO 3- SEMILLAS ANDINAS HANS-BANK											
MUESTREO EN CAMPO											
Nombres y apellidos del investigador		Grace Alejandra Ayo Sani		Fecha	16/11/22	Lograr foto, audio, video, etc.		Ecuador, Pichincha, Pífo, Aten de Cons. Andina (Aguapíto)		N° Plot & descripción del sitio de recolección	
Descripción breve del clima		Lluvioso		Hora	9:08	Coordenadas		17M 808137 9966085			
Accesión número (código)		PXCX GAS 0002		T(°C)	10	Altitud (msnm)		3730, 2 m			
Familia		Rosaceae		Nombre denotice/común		Polylepis incana		Tipo de muestra colectada		<input checked="" type="checkbox"/> Semillas (frutos) <input type="checkbox"/> Hojas <input type="checkbox"/> Muestra herbario <input type="checkbox"/> Otros	
Descripción Morfológica/ fisiológica de la planta (color-textura-forma-tipo-color-camaño-camidad-etc.)	Flores	Inflorescencias. Flores con anteras rojizas y blancas. Presencia de gusanos.									
	Hojas	Ovaladas con borde crenado.									
	Tallo/tronco	Láminas exfoliantes de color café y naranja en el tronco.									
	Frutos	Frutos inmaduros de color verde y frutos verdes de color café.									
	Semillas	No se observó									
Raíces	No se observó										
Abundancia de la población de la planta		<input checked="" type="checkbox"/> Muy abundante (mayor al 25%)		<input type="checkbox"/> Abundante (5-25%)		<input type="checkbox"/> Poco abundante (1-5%)		<input type="checkbox"/> Rara (<2%)		Frecuencia de la muestra recolectada	
Estado fenológico		<input checked="" type="checkbox"/> Vegetativo		<input checked="" type="checkbox"/> Floración		<input type="checkbox"/> Con semillas maduras		<input type="checkbox"/> Población aislada de otras		Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Número de plantas muestreadas: 6	
Fotografía		<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		Método de muestreo		<input checked="" type="checkbox"/> Randomizado		<input type="checkbox"/> Selectivo		Forma de vida de la planta	
										Arbol	

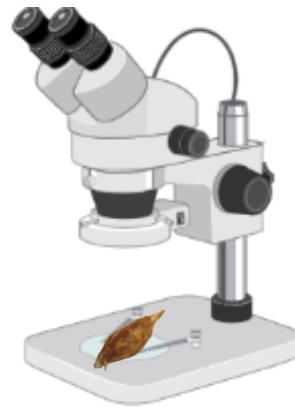
Registro de muestra recolectada en el bosque andino

## METODOLOGÍA

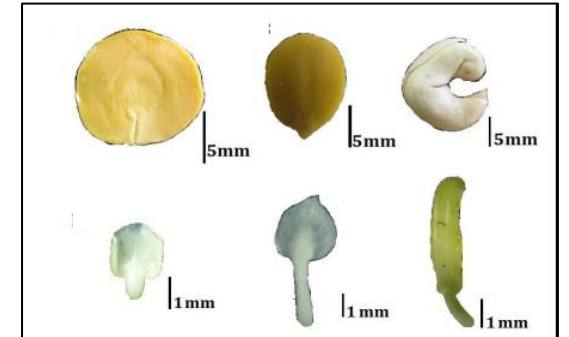
### Caracterización morfológica

Parámetros cualitativos:

- 1 Color y forma (n=100)
- 2 Tipo de testa (n=100)



- 3 Tipo de embrión (n=100)



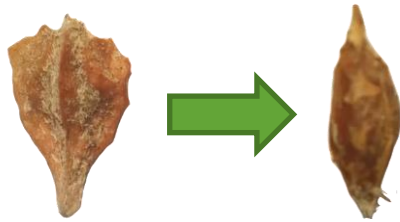
Tipo de embriones

## METODOLOGÍA

### Caracterización morfológica

Parámetros cuantitativos:

1 Número de semillas por fruto (n=50)



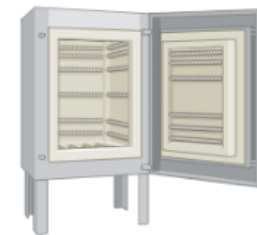
3 Peso (n=1000)



2 Tamaño: largo y ancho (n=100)



4 Contenido de humedad (n=100)



**METODOLOGÍA**

**Viabilidad**

Remojo  
24 h



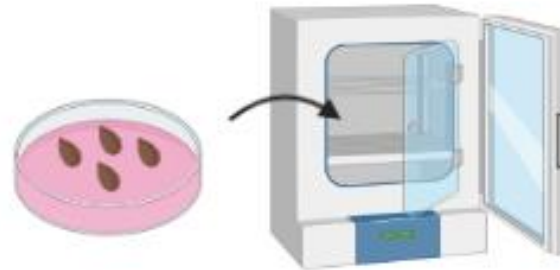
Corte  
longitudinal



Solución TZ  
0.5% y 1%



Incubadora  
24h y 48h



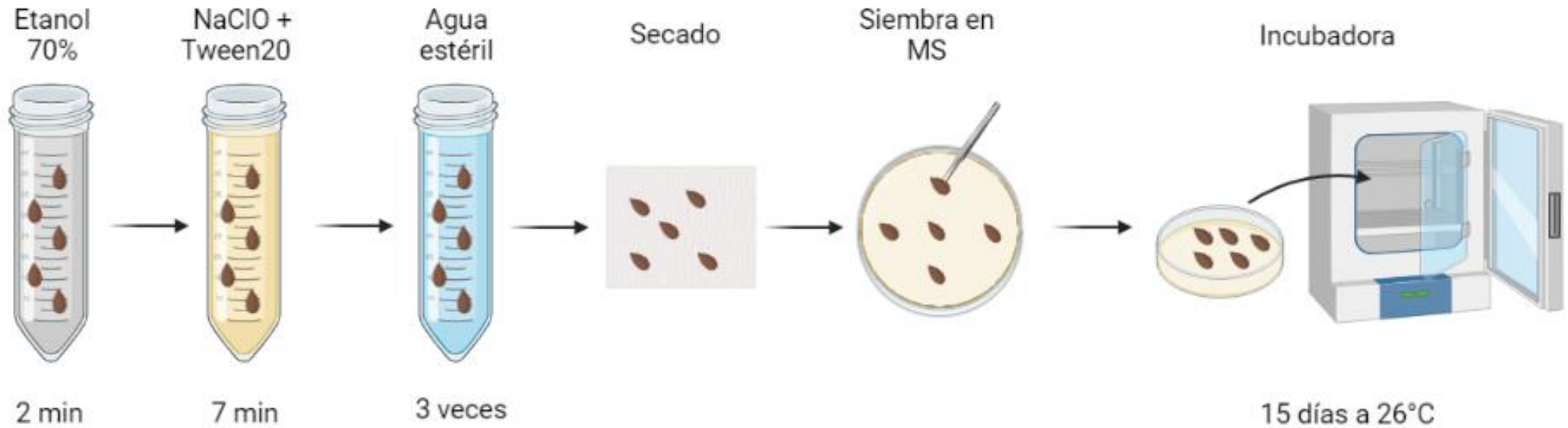
Observar  
resultados





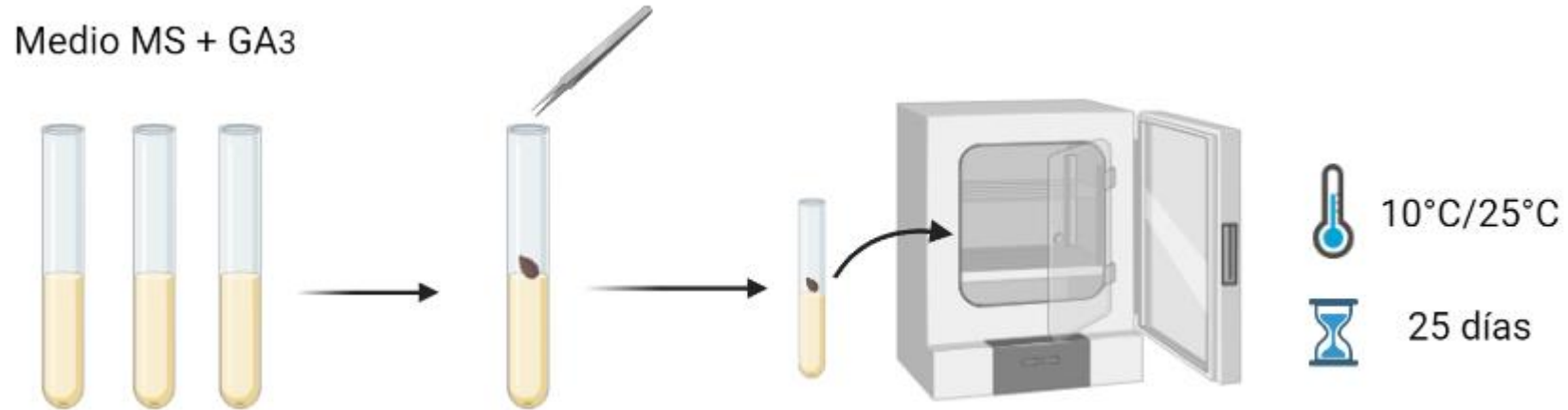
**METODOLOGÍA**

**Desinfección**



**METODOLOGÍA**

**Germinación *in vitro***



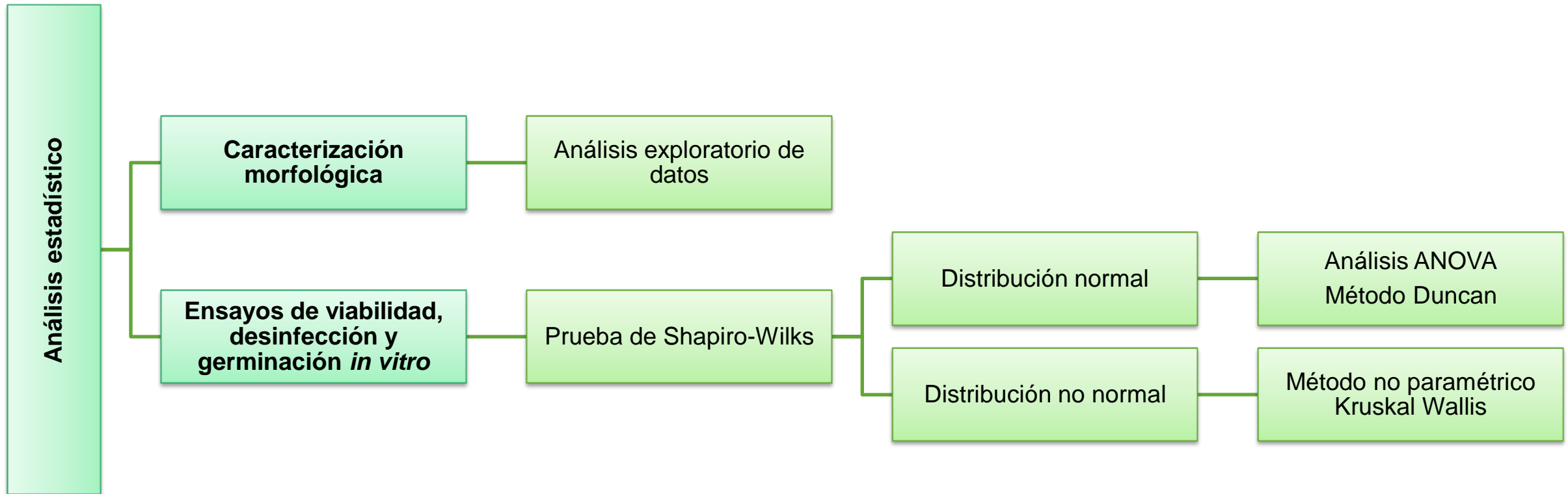
Parámetros germinativos a evaluar:

Capacidad germinativa

Índice de latencia

**METODOLOGÍA**

**Estadística**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Material vegetal colectado

Frutos recolectados de *P. incana*



Figura 1. Frutos de *P. incana*: A) Fruto inmaduro, B) Fruto maduro



Altitud

Altura árboles

Dispersión por viento

Ficha técnica de *P. incana*

FICHA TÉCNICA DE LA ESPECIE	
FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESPECIE
 Foto: Ayo, G.	<b>Nombre científico:</b> <i>Polylepis incana</i> Kunth <b>Familia:</b> Rosaceae <b>Rango altitudinal:</b> 2150 – 4800 m.s.n.m. <b>Forma de vida:</b> Árbol
	<b>MORFOLOGÍA DE LA ESPECIE</b>  <b>Flor:</b> Inflorescencias colgantes con flores vellosas <b>Hojas:</b> Imparinnadas con folíolos de contorno elíptico, ápice obtuso y envés con tricomas <b>Tallo:</b> Leñoso con multicapas <b>Fruto:</b> Turbinados con crestas aplanadas
DATOS ADICIONALES	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
<b>Lista Mundial de Árboles Amenazados:</b> Peligro Crítico (CR)  <b>Usos:</b> Reforestación, material de construcción, leña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carchi</li> <li>- Imbabura</li> <li>- Pichincha</li> <li>- Cotopaxi</li> <li>- Tungurahua</li> <li>- Chimborazo</li> <li>- Bolívar</li> <li>- Azuay</li> <li>- Loja</li> </ul> 
Fuente: (Boza & Kessler, 2022; Romoleroux, 2018)	



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización morfológica

Parámetros cualitativos:

Forma ovada-turbinada

Color café claro

Testa dura

Embrión axial espatulado

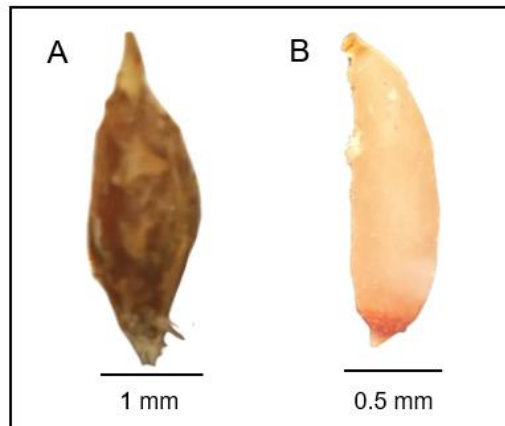


Figura 2. Semilla de *P. incana*: A) Forma y color, B) Tipo de embrión

Parámetros cuantitativos:

Tabla 4. Resultados de los parámetros cuantitativos de *P. incana*

Parámetro cuantitativo	Promedio y desviación estándar
Número de semillas por fruto	1.00±0.00
Largo (mm)	2.33±0.05
Ancho (mm)	1.10±0.01
Peso (g)	0.28±0.03
Contenido de humedad (%)	7.39±2.32

Semillas ortodoxas

- Largo y ancho: < 10mm x 6mm
- Peso: < 3g
- Contenido de humedad: 5-8%

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo de viabilidad

#### Prueba colorimétrica de Tetrazolio:

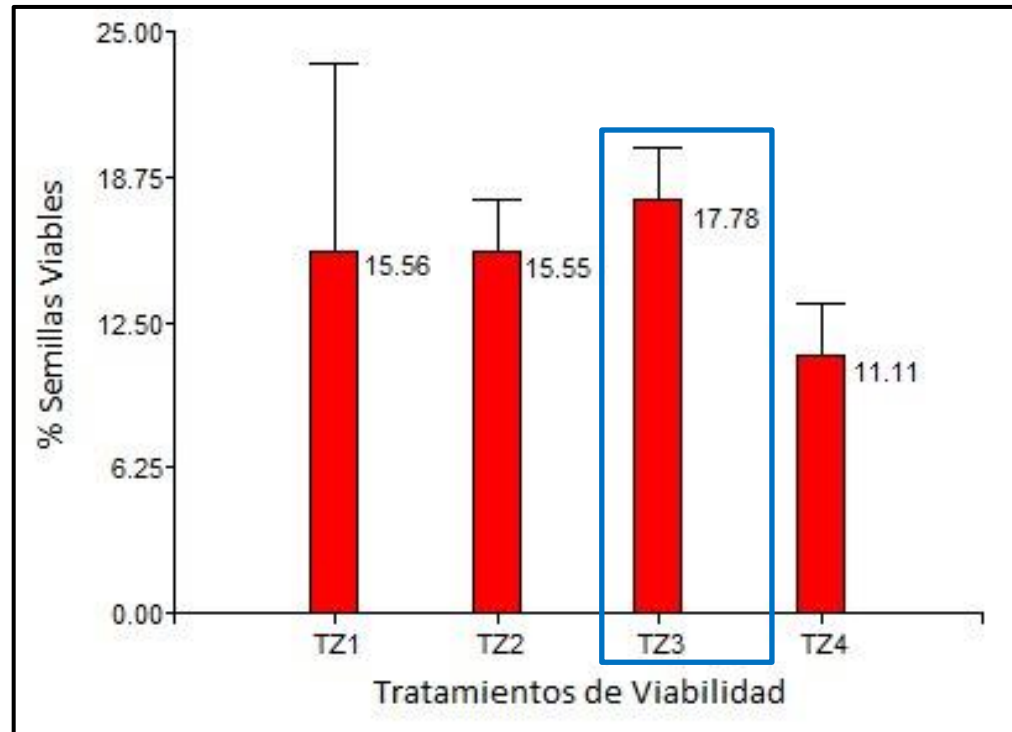


Figura 3. Porcentaje de semillas viables de *P. incana* en cada tratamiento aplicado. Tratamientos: TZ1 = 0.5% TZ y 24h, TZ2 = 1% TZ y 24h, TZ3 = 0.5% TZ y 48h, TZ4 = 1% TZ y 48h.

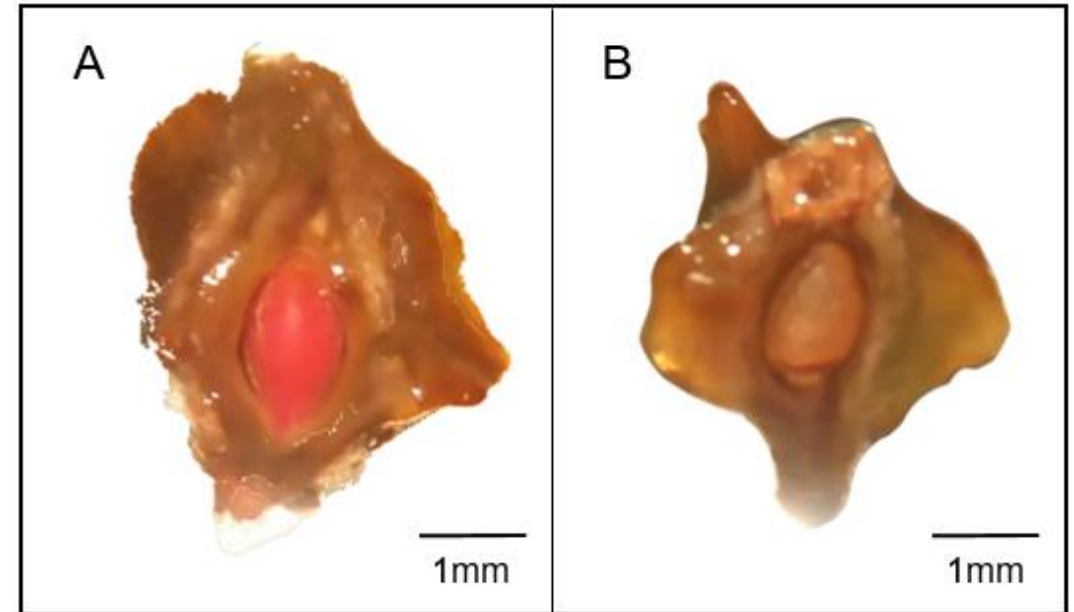


Figura 4. Semillas de *P. incana*: A) Embrión de la semilla completamente teñido con tetrazolio (viable), B) Embrión de la semilla sin tinción (no viable)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo de desinfección

Contaminación de semillas:

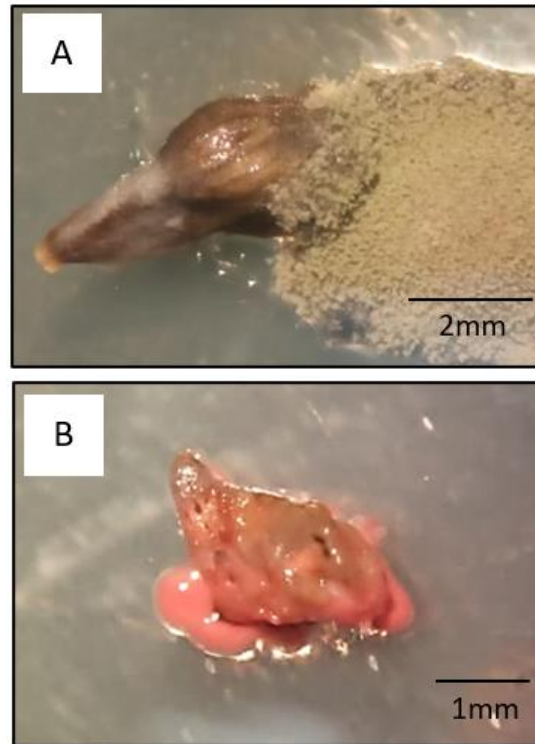


Figura 5. Semillas de *P. incana* contaminadas: A) Semilla contaminada con hongo, B) Semilla contaminada con bacteria.

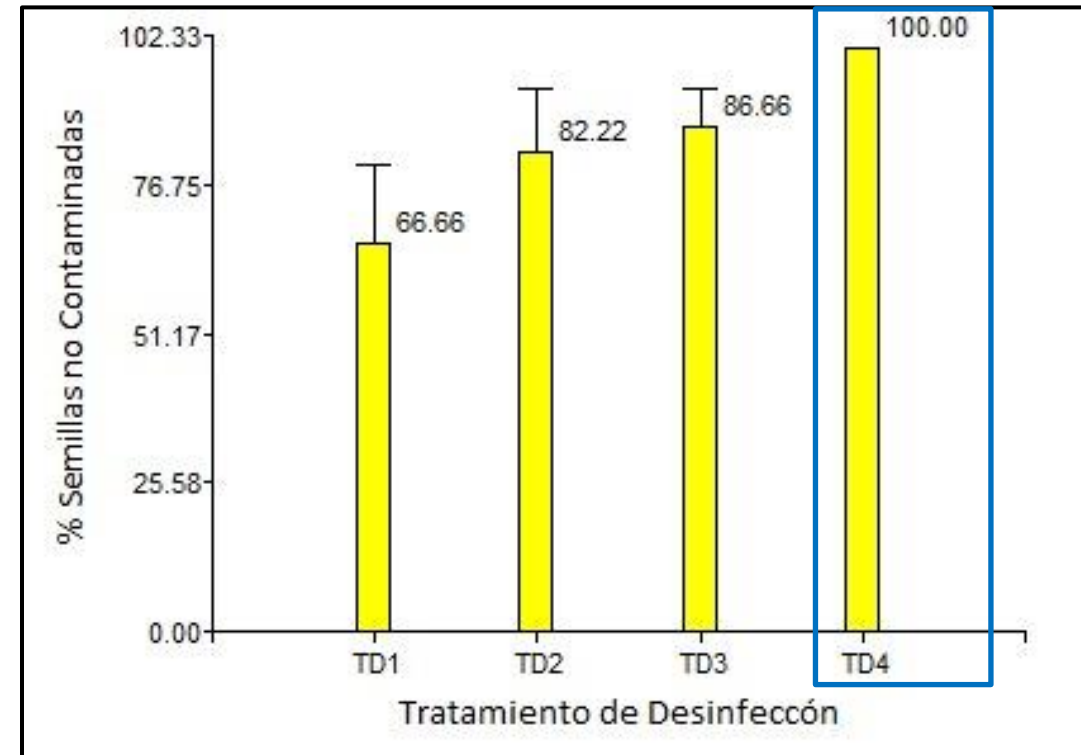


Figura 6. Porcentajes de semillas no contaminadas de *Polylepis incana* en cada tratamiento de desinfección aplicado. Tratamientos: TD1 = 0% NaClO, 3% NaClO, 5% NaClO, 7% NaClO..

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo de germinación *in vitro*

Capacidad germinativa:

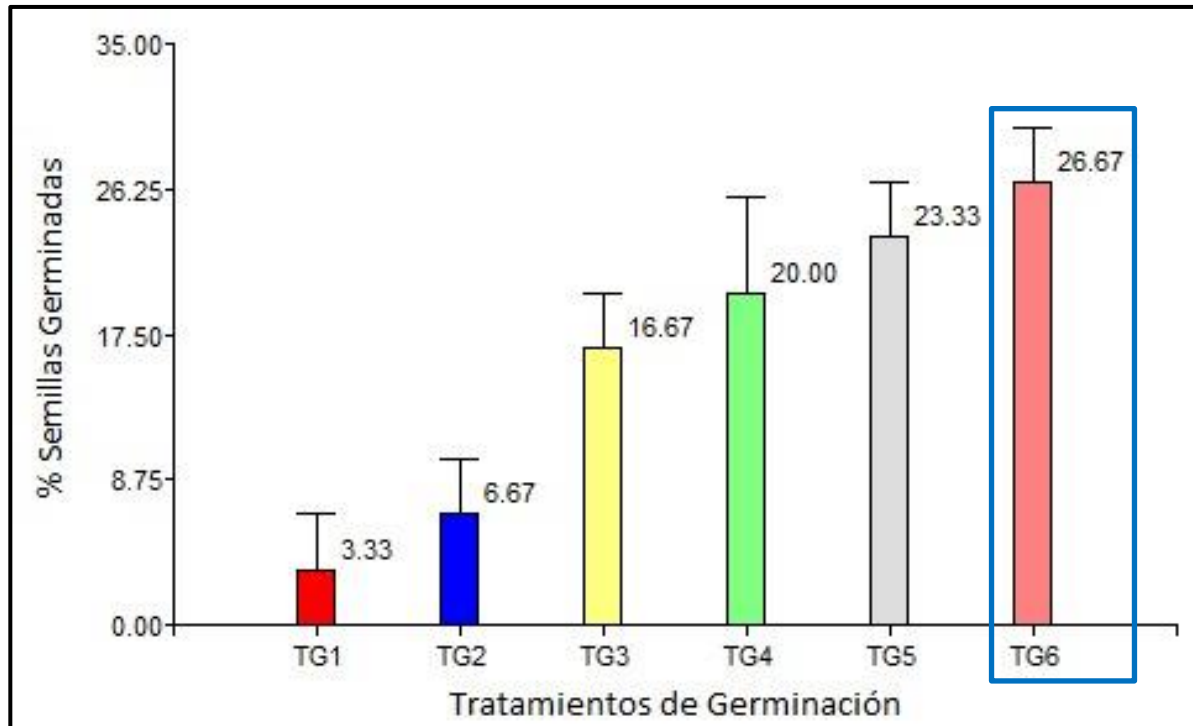
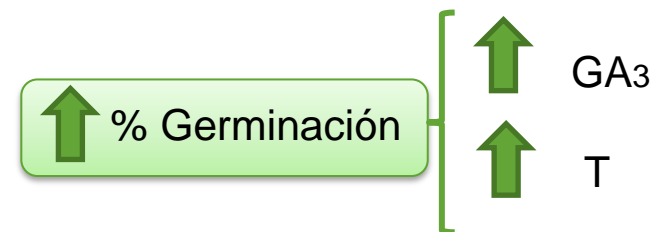


Figura 7. Porcentajes de semillas germinadas de *P. incana* en cada tratamiento aplicado. Tratamientos: TG1 = 0mg/L GA3 y 10°C, TGA2 = 1mg/L GA3 y 10°C, TG3 = 2mg/L GA3 y 10°C, TG4 = 0 mg/L GA3 y 25°C, TG5 = 1mg/L GA3 y 25°C, TG6 = 2 mg/L y 25°C.



Figura 8. Plántula de *P. incana* con radícula y hojas primarias expuestas





## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo de germinación *in vitro*

Índice de latencia:

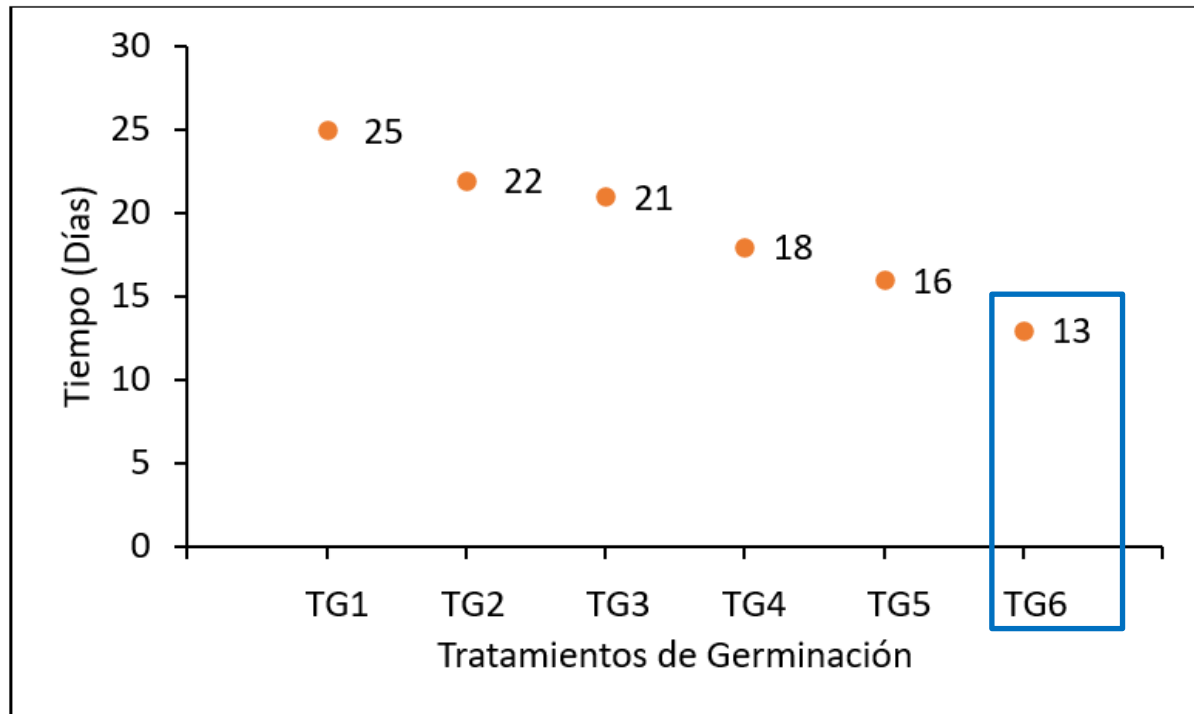


Figura 9. Índice de latencia en las semillas de *P. incana* en cada tratamiento aplicado. Tratamientos: TG1 = 0mg/L GA3 y 10°C, TGA2 = 1mg/L GA3 y 10°C, TG3 = 2mg/L GA3 y 10°C, TG4 = 0 mg/L GA3 y 25°C, TG5 = 1mg/L GA3 y 25°C, TG6 = 2 mg/L y 25°C.

*P. incana* germina entre 15 a 45 días

GA3



Capacidad germinativa

Estado de latencia



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



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

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



## CONCLUSIONES

- La **recolección aleatoria** de **material vegetal** de *P. incana* en diferentes parches de bosques andinos ecuatorianos facilitó la **elaboración de una ficha técnica** de la especie con **información útil** para la **base de datos** del banco de semillas HANS-BANK.
- Las **semillas de *P. incana*** fueron **ovadas-turbinadas** de **color café claro**, presentaron una **testa dura** y un **embrión axial espatulado** casi sin endospermo. Estos datos sugieren que las semillas poseen una **latencia fisiológica**.
- Las **semillas de *P. incana*** midieron  **$2.33\pm 0.05$ mm** de largo por  **$1.10\pm 0.01$ mm** de ancho, pesaron  **$0.28\pm 0.03$  g/100 semillas** y presentaron un **porcentaje de humedad de  $7.39\pm 2.32\%$** . Estos datos demuestran que las semillas son **ortodoxas**.

## CONCLUSIONES

- El **mejor tratamiento** para establecer la **viabilidad** de las semillas de *P. incana* fue donde se aplicó **tetrazolio al 0.5%** y **48 horas de inmersión**, presentando un porcentaje de semillas viables de **17.78%**.
- El **protocolo de desinfección** más eficaz para las semillas de *P. incana* fue el tratamiento con **hipoclorito de sodio al 7%**, obteniéndose **0% de contaminación** en los explantes.
- El **tratamiento más óptimo** para la **germinación *in vitro*** de las semillas de *P. incana* fue a **temperatura constante de 25°C** y medio MS suplementado **con 2mg/L de GA<sub>3</sub>**, determinando una **capacidad germinativa de 26.67%** y reduciendo el tiempo de latencia a 13 días.



## CONCLUSIONES

-  Los **parámetros morfológicos** y los **tratamientos de germinación *in vitro*** aumentaron de manera **estadísticamente significativa** la **capacidad germinativa** de las semillas de *P. incana*.
-  La caracterización morfológica, los ensayos de viabilidad y germinación *in vitro* en las **semillas de *P. incana***, permitieron determinar que las semillas de esta especie son **aptas para ser conservadas** en bancos de germoplasma y utilizarse en **procesos de reforestación** en los boques andinos ecuatorianos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS



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

## RECOMENDACIONES

-  Se recomienda recolectar una **gran cantidad de frutos** de *P. incana*, pues de esta manera se obtendrá **suficientes semillas** tanto para su análisis como para procesos de conservación *ex situ*.
-  Usar **medios suplementados** con mayores concentraciones de ácido giberélico u otras fitohormonas, con el fin de **incrementar la germinación** y el crecimiento de las plántulas de *P. incana*.



## RECOMENDACIONES

-  **Evaluar** la germinación *in vitro* de las semillas de *P. incana* en **periodos más largos de tiempo**, puesto que el estado de latencia de las mismas es muy difícil de romper.
  
-  Realizar **ensayos de caracterización molecular** para diferenciar genotípicamente a la especie *P. incana*, debido a que la diferenciación fenotípica es compleja con respecto a otras especies de su misma categoría infragenérica *Incanaee*.



# AGRADECIMIENTOS



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



**BIO-GEEC**



German-Ecuadorian  
Biodiversity Consortium

**HANS**



**BANK**



**INABIO**

Instituto Nacional de Biodiversidad

**ESPE-Innovativa**

EMPRESA PÚBLICA

María Claudia Segovia Salcedo, Ph.D.

Karina Proaño, Ph.D.

Ing. Gabriela Miño

Ing. Carlos Sandoval

Tesistas

Familia

Amigos

**¡Muchas gracias!**



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