



Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Agronomía**

**“Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en  
plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo  
invernadero”**

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniera  
Agrónomo

**AUTORA:**

Karina Alejandra Capa Córdova

**DIRECTOR:**

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 03 de marzo del 2023

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay. Mg, Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

### Certifico:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo invernadero**, de autoría de la estudiante **Karina Alejandra Capa Córdova**, con cedula de identidad Nro. **1106116054**, previa a la obtención del título de Ingeniera Agrónomo. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los tramites de titulación.

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay. Mg, Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CERTIFICA:  
Que la(s) copias(s) 1 foja(s) util(es) es (son)  
igual(es) a(los) original(es)  
Loja, 22 de febrero de 2024  
SECRETARIA (O) ABOGADA (O)

## **Autoría**

Yo **Karina Alejandra Capa Córdova**, declaro ser autora del presente Trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular o de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

**Firma:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karina Capa', with a stylized flourish underneath.

**Cedula de identidad:** 1106116054

**Fecha:** 26/01/2024

**Correo electrónico:** karina.capa@unl.edu.ec

**Teléfono:**0988812816

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación de Integración Curricular o de Titulación.**

Yo, **Karina Alejandra Capa Córdova**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **“Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo invernadero”** como requisito para optar por el título de **Ingeniería Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que se realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte seis del mes de enero de dos mil veinticuatro



**Firma:**

**Autor:** Karina Alejandra Capa Córdova

**Cedula:**1106116054

**Dirección:** Loja, ciudadela época

**Correo electrónico:** karina.capa@unl.edu.ec

**Telefono:**0988812816

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director de trabajo de titulación:** Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay Mg.Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a Dios, por darme salud y sabiduría para lograr mis objetivos y haber llegado a este punto. A mis padres Agustín Capa y Zoila Córdova, quien, con su sacrificio y esfuerzo, han sido mi mayor impulso y ejemplo de dedicación para superarme. A mis abuelitos, Juan Córdova y Andrea Yaguachi, quienes a lo largo de este trayecto me alentaron, motivaron con sus sabios consejos. A mis hermanos, por apoyarme siempre y motivarme a levantarme en cada dificultad.

A Javier que pese a la distancia fue mi apoyo incondicional en todo momento.

Con mucho amor y cariño

***Karina Alejandra Capa Córdova***

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios, por haberme iluminado siempre mi camino, A la Universidad Nacional de Loja, por abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de formación profesional dentro de esta institución, a la planta docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica por permitir formarme académicamente y poder obtener mi título profesional.

A mis queridos padres Agustín Capa y Zoila Córdova, por brindarme su apoyo incondicional para el desarrollo personal y profesional. A mis hermanos por estar siempre presentes en el trayecto de mi carrera

De manera especial a mi director de tesis el Ing. Emigdio Valdivieso, guía de este trabajo investigativo, quien, gracias a sus enseñanzas, su paciencia y conocimiento se logró culminar este proyecto de la mejor manera posible.

A una persona muy especial, que siempre ha estado motivándome y alentándome en cada momento.

***Karina Alejandra Capa Córdova***

## Índice de contenido

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Índice de Anexos .....	xi
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1 <i>Abstract</i> .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>7</b>
4.1. Origen .....	7
4.2. Clasificación taxonómica.....	7
4.3. Morfología de la chirimoya.....	7
4.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	8
4.5. Germinación y emergencia .....	8
4.6. Tratamientos pre germinativos.....	8
4.7. Escarificación.....	9
4.7.1. Escarificación Mecánica .....	9
4.7.2. Escarificación Química .....	9
4.7.3. Remojo en agua.....	9
4.8. Sustrato .....	9
4.8.1. Descripción de los materiales del sustrato .....	9
<b>5. Materiales y métodos</b> .....	<b>11</b>
5.1. Ubicación del estudio .....	11
5.2. Recolección de muestras y extracción de semillas.....	11
5.3. Aplicación de tratamientos pre germinativos .....	11
5.3.1. Diseño experimental en laboratorio .....	12

5.4. Recolección de materiales para la preparación de sustratos y llenado de fundas.....	13
5.5. Siembra de semillas germinadas, bajo invernadero .....	13
5.5.1. Diseño experimental bajo invernadero .....	13
5.6. Cuidado de las plántulas.....	15
5.7. Análisis estadístico.....	15
<b>5.8. Metodología.....</b>	<b>15</b>
5.8. Metodología para el primer objetivo:.....	16
5.8.1. Germinación en laboratorio (%) .....	16
5.9. Metodología para el segundo objetivo: .....	16
5.9.1. Emergencia bajo invernadero (%) .....	16
5.9.2. Altura de la planta (cm) .....	16
5.9.3. Numero de hojas .....	16
5.9.4. Área foliar (cm <sup>2</sup> ).....	16
5.9.5. Diámetro de tallo (mm).....	17
5.9.6. Longitud de raíz principal y número de raíces secundarias.....	17
<b>6. Resultados .....</b>	<b>18</b>
6.1. Resultado para el primer objetivo específico .....	18
6.2. Resultado para el segundo objetivo específico .....	18
<b>7. Discusión.....</b>	<b>26</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>29</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>30</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>35</b>



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tratamientos pre germinativos utilizados en laboratorio bajo condiciones controladas.....	12
<b>Tabla 2.</b> Descripción de tratamientos de escarificación empleados en laboratorio.....	12
<b>Tabla 3.</b> Componentes empleados en la preparación de sustratos.....	13
<b>Tabla 4.</b> Interacción y distribución de los factores de escarificación y sustratos efectuados en el experimento en campo.....	14

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Croquis de tratamientos bajo condiciones controladas.....	13
<b>Figura 2.</b> Croquis del diseño experimental bajo invernadero .....	15
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de germinación en laboratorio .....	17
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de emergencia en plántulas bajo invernadero .....	17
<b>Figura 5.</b> Altura de planta (cm).....	19
<b>Figura 6.</b> Diámetro de tallo (mm).....	20
<b>Figura 7.</b> Numero de hojas .....	21
<b>Figura 8.</b> Área foliar (cm <sup>2</sup> ) .....	22
<b>Figura 9.</b> Longitud de raíz principal (cm).....	23
<b>Figura 10.</b> Numero de raíces secundarias .....	24

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1.</b> Evidencias Fotográficas.....	34
<b>Anexo 2.</b> Análisis de varianza y prueba de Tukey .....	38
<b>Anexo 3.</b> Certificado de traducción del Abstract.....	44

## **1. Título**

**“Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo invernadero”**

## 2. Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar y evaluar el efecto de cuatro métodos de escarificación en diferentes sustratos, sobre la germinación y desarrollo inicial de las plántulas de (*Annona cherimola* Mill.) morfotipo mamillata; en laboratorio se evaluó la germinación desde los 15 hasta 75 Días después de haberlas colocado en la incubadora, usando cuatro métodos de escarificación; ácido sulfúrico 5 %, ácido giberélico 5 000 ppm, corte de testa + aplicación de 5 000 ppm y lijado con arena + aplicación de ácido giberélico (LGA) 5 000 ppm, previo a esto se sumergió las semillas en agua por 72 h. Además, se utilizó cuatro sustratos a base de arena, tierra, tamo de arroz, humus, nutrisano y turba en diferentes proporciones, utilizando un diseño completamente al azar (DCA) en laboratorio y con arreglo bifactorial bajo invernadero. El ensayo se estableció en el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Loja. Al analizar las variables de germinación y emergencia, el mejor tratamiento fue ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) con 94 % de germinación y con respecto a la emergencia el mejor tratamiento se logró con la interacción de ácido sulfúrico x tamo de arroz con un valor de 80 %. En cuanto a las variables morfológicas se logró mayor resultado aplicando ácido sulfúrico con interacción de sustrato arena + tierra + tamo de arroz en la proporción 2:2:1 evaluando las variables: altura, diámetro, área foliar con 20,21 cm; 5,79 mm y 213 cm<sup>2</sup>. Concluyendo que el uso de ácido sulfúrico y el sustrato de arena + tierra + tamo de arroz en esta investigación se logró mejores resultados.

**Palabras claves:** escarificación, germinación, emergencia, ácido sulfúrico, ácido giberélico

## **2.1. Abstract**

The objective of this research was to determine and evaluate the effect of four scarification methods in different substrates on the germination and initial development of seedlings of (*Annona cherimola* Mill. ) morphotype *mamillata*; in the laboratory, germination was evaluated from 15 to 75 days after being placed in the incubator, using four scarification methods: 5% sulfuric acid, gibberellic acid 5 000 ppm, cutting the testa + application of 5 000 ppm and sanding with sand + application of gibberellic acid (LGA) 5 000 ppm, prior to this the seeds were submerged in water for 72 h. In addition, four substrates based on sand, soil, rice chaff, humus, nutrisane and peat were used in different proportions, using a completely randomized design (CRD) in the laboratory and with a bifactorial arrangement under greenhouse conditions. The trial was established at the Germplasm Bank of the National University of Loja. When analyzing the germination and emergence variables, the best treatment was sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) with 94 % germination and with respect to emergence, the best treatment was achieved with the interaction of sulfuric acid x rice chaff with a value of 80 %. Regarding morphological variables, the best results were achieved by applying sulfuric acid with the interaction of sand + soil + rice chaff in a 2:2:1 ratio, evaluating the variables: height, diameter, leaf area with 20.21 cm, 5.79 mm and 213 cm<sup>2</sup>. It was concluded that the use of acid

**Key words:** scarification, germination, emergence, sulfuric acid, gibberellic acid.

### 3. Introducción

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), es originaria de los valles interandinos ubicados al sur de Ecuador y Norte de Perú, donde crecen espontáneamente. Este fruto se propaga en Centroamérica y Sudamérica lo que dificultó el trabajo de los botánicos a la hora de establecer su origen, autores como Popenoe (1921), determinaron que la chirimoya es originaria de América, también se creía que la chirimoya fue originaria de Centro América y más adelante fue llevada de Guatemala a Sudamérica según Gardiazabal (1993).

Además, Candolle (1885) en su libro “Origen de plantas cultivadas” menciona que la chirimoya provenía del Ecuador y del territorio vecino de Perú, posición que es apoyada por Weberbauer and Guzman (1987) quienes concluyeron que esta especie es originaria de la zona del Ecuador y Norte de Perú. A partir del siglo XIX se halla cultivos de la chirimoya en Chile, Francia, Israel, Egipto, Islas Canarias y Brasil, generalmente en aquellos países con clima tropical y subtropical, puesto que favorecían su desarrollo Feicán et al. (2019).

Se adapta a alturas de 1 500 a 2 600 m s.n.m. con temperaturas anuales (15 a 20) °C, se desarrolla en suelos francos, arenosos, arcillosos; con un pH de 6,0 a 7,5 Orwa et al. (2009). Según Buri (2019), indica que las condiciones bajo invernadero para este cultivo hasta obtener plántulas completamente formada es de una temperatura media de 27 °C con una HR de 39 %.

En nuestro país no es visto como una alternativa a la producción a gran escala. Y también es verdad que la producción de chirimoya aumenta cada vez, pero aún, las tasas de productividad son muy bajas en comparación con los otros países donde la producción de chirimoya es alta como; Bolivia, Chile, España, Estados Unidos, Israel, México, Nueva Zelanda, Perú y Sudáfrica Rasai et al. (1995).

El principal productor de chirimoya en el mundo es España produce más de 50 000 t anuales, su cosecha se realiza en los meses de octubre a diciembre, siendo este el periodo en el que más abunda esta fruta. El segundo productor es Chile, con producción anual de 5 500 t; seguido de Australia y Perú Merino (2019).

Ecuador posee alrededor de 1000 ha destinadas a la comercialización nacional, las zonas de producción ecuatoriana se encuentran en Azuay, Pichincha, Imbabura y Loja Orvera (2022). En nuestro país, no es visto como una alternativa para una producción comercial, debido a la falta información de propagación a cerca de los tratamientos pre germinativos y el uso de sustratos adecuados favorables para este cultivo, constituyendo una desventaja para su

producción a nivel comercial. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación es determinar el efecto de diferentes tratamientos pre germinativos para germinación y desarrollo inicial de las plántulas, y de esta manera lograr mayores porcentajes de germinación como de emergencia en menor tiempo y mejor desarrollo de variables morfológicas.



## **Objetivo General**

- Evaluar cuatro tratamientos pre germinativos y cuatro sustratos, en el desarrollo de plántulas de chirimoyo, bajo invernadero.

## **Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de cuatro métodos de escarificación en diferentes sustratos sobre la germinación de chirimoyo.
- Evaluar el comportamiento del desarrollo inicial de plántulas de (*Annona cherimola* Mill.) en diferentes sustratos.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Origen

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es un árbol semi-caducifolio perteneciente a la familia de las anonáceas originario de los Andes de Perú y las montañas de Ecuador Feicán et al. (2019), donde espontáneamente crecen y aunque algunos historiadores también incluyen las regiones andinas de Chile y Colombia. En Ecuador en la provincia de Loja y el valle de Vilcabamba son probablemente centros de biodiversidad en donde los árboles de chirimoya silvestre todavía crecen Venegas et al. (2016). Se cree que este frutal se extendió al norte de México y América central cuando los conquistadores en el siglo XVI, no obstante, fue hasta el siglo XVIII, cuando las semillas de chirimoya llegaron a España, Portugal desde donde llegaron a Egipto, Palestina y por último a todo el mundo González (2013).

### 4.2. Clasificación taxonómica

Según, Isas (2018) clasifica la taxonómica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Annona*

Nombre científico: *Annona cherimola* Mill.

### 4.3. Morfología de la chirimoya

La chirimoya es la mejor adaptada a las regiones tropicales y subtropicales, tiene un crecimiento erguido y puede alcanzar gran tamaño, llegando a medir entre 6 y 10 m de altura Arunjyothi et al. (2011). Presenta un tronco cilíndrico de corteza gruesa y lisa, en arboles jóvenes los entrenudos son largos hasta 20 cm, sus ramas tienden a inclinarse debido a que son muy densas, en climas tropicales puede permanecer siempre verde Andrés-Agustín et al. (2004). Posee un sistema radicular pivotante, lo cual proporciona un mayor anclaje al suelo, y además pueden llegar a medir 6 m de longitud Navarro (2021).

Las hojas presentan un color verde oscuro a verde brillante, son de forma elíptica, simples, alternas y lisas; su tamaño de largo es 10 a 20 cm y de ancho tienen un tamaño de 4 a 8 cm Botero (2009). Las flores poseen pétalos aromáticos, son hermafroditas, presentan seis pétalos

de color amarillentos a púrpura, son poco llamativas, el cáliz consta de 3 sépalos de color verde oscuro, pequeños y de forma triangular, la corola está formada por 6 pétalos, estambres y carpelos están situados en un receptáculo cónico González et al. (2007).

El fruto es una polibaya, que es el resultado de la fusión de los carpelos que se encuentran unidos alrededor del receptáculo central, el cual tiene una forma alargada y cónica González (2013). Las semillas abundan en el fruto, son aplanadas y elípticas, presentan un color castaño claro o negro González (2013).

#### **4.4.Requerimientos edafoclimáticos**

La chirimoya requiere de climas secos donde no llueva mucho y que la temperatura no exceda del calor ni del frío; la temperatura límite del cultivo de esta especie es de 13 °C en los meses más fríos por debajo de esta temperatura hay mayor dificultad para obtener frutos comestibles Flores (2007). Las condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo son temperaturas (15 a 20) °C y con una humedad relativa de 65 a 80 % Orwa et al. (2009). Se desarrolla en suelos de diferentes tipos: arenosos, arcillosos, con presencia de materia orgánica, con buen drenaje que permita la aireación de las raíces, y las condiciones de pH entre 6 a 7,5 García et al. (2009).

#### **4.5.Germinación y emergencia**

Fisiológicamente la germinación se define como la emergencia de la radícula través de la cubierta de la semilla, teniendo todas sus estructuras que indican que la semilla esta hábil para producir una nueva planta en condiciones favorables. Por otra parte diversos analistas definen como surgimiento y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones que son favorables Macias (2019).

#### **4.6.Tratamientos pre germinativos**

Para Tirado (2008), el tratamiento pre-germinativo es estimular la germinación de semillas latentes por falta de germinación de ellas. Además Hartmann et al. (1980), menciona que existen otros métodos que son más empleados para resolver latencias los cuales son: escarificación mecánica, escarificación química, estratificación, remojo en agua y estimulación química.

#### **4.7.Escarificación**

Escarificación es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar la

testa de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases: pueden ser mecánica, química, también puede ser remojo en agua Hartmann et al. (1980).

#### ***4.7.1. Escarificación Mecánica***

Consiste en pasar las semillas de forma efectiva con un pequeño raspaje sobre cada semilla o con papel de lija, lijando la extremidad de cada semilla opuesta a la radícula hasta verse el cotiledón, con el fin de causar daño en la testa sin tocar el embrión Fernández (2004).

#### ***4.7.2. Escarificación Química***

El Objetivo de este método es modificar los tegumentos duros e impermeables de las semillas, el ácido sulfúrico concentrado es uno de los más usados y efectivo para lograr este propósito. Otro ácido, es la giberelina (Gardiazabal) se sugiere utilizar una solución de 1 000 ppm o más dependiendo de la especie Hartmann et al. (1980).

#### ***4.7.3. Remojo en agua***

Remojar la semilla es con la finalidad de suavizar las semillas y lograr reducir el tiempo de germinación de estas. Los autores Meza y Bautista (2004), señalan que al remojar las semillas en agua durante 72 horas también ejerce un efecto positivo sobre la germinación de estas.

### **4.8. Sustrato**

Espejo (2010), sostiene que un sustrato bueno, como suelo mejorado, permite un buen prendimiento y desarrollo normal de las plántulas pequeñas. El sustrato debe poseer estabilidad química, no poseer elementos fitotóxicos, que contenga facilidad de mezclas, aireación, retención de humedad, bajo costo, resistencia al lavado de nutrientes y control de pH. Además Llorens (2005), indica si el riego es frecuente es necesario que el sustrato tenga alta capacidad de retención de aireación, cuando se riega de forma abundante hay que tener en cuenta que el sustrato debe ser capaz de absorber el agua aplicada en el riego en poco tiempo y que por tanto deberá tener alta permeabilidad.

#### ***4.8.1. Descripción de los materiales del sustrato***

**4.8.1.1. Tierra negra.** - La tierra negra le da riqueza a la textura del suelo ya que es el resultado del deterioro de la materia orgánica, ya sea de origen animal o vegetal de ahí su color oscuro, entre las principales funciones de la tierra negra esta: proporciona una adecuada circulación de aire a las raíces y la capacidad de retención de agua ya que son factores importantes para el crecimiento de la planta Calderón (2021).

**4.8.1.1.Arena fina.** - Son pequeños granos de rocas, que ayudan al drenaje del sustrato, el cual permite la permeabilidad del agua evitando que el sustrato se endurezca, cuando este se llega a secar facilitando el desarrollo de la raíz Fortis-Hernández et al. (2012).

**4.8.1.2.Turba.** - La turba, es uno de los sustratos más utilizados en el ámbito mundial, debido a su excelente combinación de propiedades fisicoquímicas como bajo pH, alta capacidad de intercambio catiónico y porosidad adecuada, sus características permiten una favorable germinación y crecimiento de las plántulas Zúñiga (2019).

**4.8.1.3.Humus de lombriz.** - El humus (estiércol de la lombriz), se le ha otorgado ese nombre por su semejanza con el humus del suelo, que proviene de la descomposición de todos los residuos orgánicos del suelo. Sin embargo, existe diferencias entre ambos; el humus del suelo es el producto del metabolismo del suelo, el humus proveniente de las lombrices es un estiércol especial, con características nutritivas para el suelo Mamani Yujra (2014).

**4.8.1.4.Tamo de arroz o cascarilla de arroz.** - Es un subproducto obtenido mediante la trituración del arroz cultivado en la tierra, en el cual se encuentra en el exterior del grano de arroz maduro, formada por dos tipos de glumas que están compuestas por dos pericarpios y se ubica entre la cascara y el endosperma Copete et al. (2013).

## **5. Materiales y Métodos**

### **5.1. Ubicación de estudio**

Esta investigación se desarrolló en el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Loja, ubicado a 04° 02' 47" S, 79° 12' 59" W, altitud 2 135 m s.n.m. del sector "Los Molinos" de la Quinta Experimental Docente La Argelia. De acuerdo a las condiciones ecológicas, el sector de estudio corresponde a la zona de vida conocida como bosque seco Montano bajo (bs-MB)según (Holdridge, 1978), la cual presenta una temperatura media anual de 16,3 °C y humedad relativa ambiental de 65 %.

### **5.2. Recolección de muestras y extracción de semillas**

Se obtuvieron frutos de morfotipo mamillata del sitio Nambacola, Cantón Gonzanamá, con características potenciales cultivables y en estado de madurez fisiológico, luego se separó la semilla de la pulpa con el arilo, las unidades de propagación sexual se lavaron y se colocaron en toallas absorbentes, se las seco bajo sombra, finalmente las semillas con apariencia vana y con otros daños se eliminaron.

### **5.3. Aplicación de tratamientos pre germinativos**

Se tomaron 408 semillas para la aplicación de los cuatro tratamientos de escarificación detallados en (Tabla 1). Para el primer tratamiento; ácido giberélico 5 000 ppm, se utilizaron 102 semillas y sumergieron por 72 horas, pasado el tiempo, se las retiro y colocó en toallas absorbentes para secarlas, en una botella se colocó las semillas con ácido giberélico a una concentración de 5 000 ppm durante 5 horas, el segundo tratamiento; corte de testa + ácido giberélico 5 000 ppm (CGA), de forma manual con una podadora se realizó el corte de testa en la parte distal del embrión equivalente a 1/5 de la proporción de la semilla donde se utilizaron 102 semillas, después se dejó las semillas al remojo por 72 horas, así mismo en una botella se colocó la hormona giberelina con una concentración de 5 000 ppm y se dejó por 5 horas, tercer tratamiento; lijado con arena + ácido giberélico 5 000 ppm (LGA), se depositaron 102 semillas en un costal con arena gruesa, se removió durante 5 min asegurando que la arena ejerza un efecto abrasivo, después se sacó las semillas, se lavaron y se dejaron por 72 horas en agua destilada, luego se secaron con toallas absorbentes, se depositaron las semilla en una botella y se aplicó la hormona asegurando que cubra las semillas dejando en reposo por 5 horas y el cuarto tratamiento; ácido sulfúrico concentrado al 5 % , al igual que los demás tratamientos se dejó las 102 semillas en agua destilada por 72 horas, después se las seco en toallas absorbentes para después colocar en un vaso de vidrio con la aplicación del tratamiento durante 2 min.

Después de haber aplicado todos los tratamientos antes mencionados, se desinfectaron las semillas con el ingrediente activo: Carboxin + Captan, con ayuda de una pinza se sumergió cada semilla al producto con el propósito de cubrirlas con el producto, para después dejarlas secar en toallas absorbentes. Seguidamente se colocaron en recipientes de plásticos cada uno con su respectiva identificación y se dejó en la incubadora a una temperatura de 25 °C durante 15 días, para mantener la humedad se utilizó una pizeta con agua destilada.

### 5.3.1. *Diseño experimental en bajo condiciones controladas*

Se trata un Diseño Experimental Completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, se trabajó con cuatro tratamientos de escarificación, tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental conformada por 34 semillas cada una, dando un total de 408 semillas (Tabla 2). El modelo matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ . Variable respuesta

$\mu$ . Media general

$\tau_i$ . Efecto del tratamiento (i:1,2,3,4)

$\epsilon_{ij}$ . Error experimental

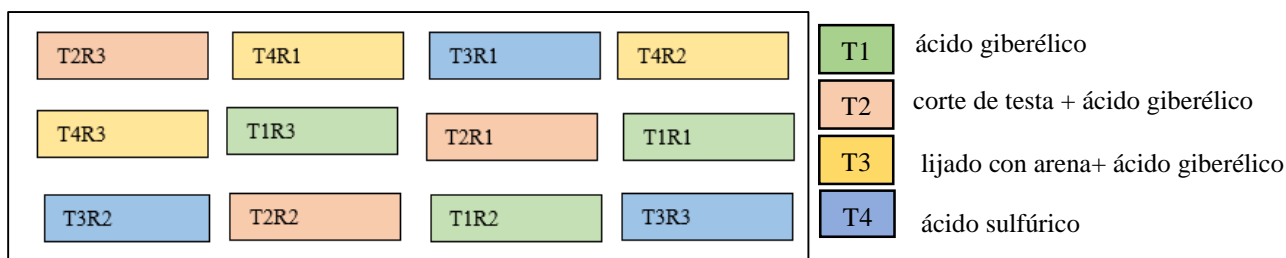
### 5.3.2. *Descripción de tratamientos pre germinativos*

**Tabla 1.** *Tratamientos de escarificación, empleados bajo condiciones controladas*

Tratamiento	Escarificación	Descripción de tratamientos
T1	GA	ácido giberélico (5 000 ppm)
T1	GA	ácido giberélico (5 000 ppm)
T1	GA	ácido giberélico (5 000 ppm)
T2	CGA	corte de testa + ácido giberélico (5 000 ppm)
T2	CGA	corte de testa + ácido giberélico (5 000 ppm)
T2	CGA	corte de testa + ácido giberélico (5 000 ppm)
T3	LGA	lijado con arena + ácido giberélico (5 000 ppm)
T3	LGA	lijado con arena + ácido giberélico (5 000 ppm)
T3	LGA	lijado con arena + ácido giberélico (5 000 ppm)
T4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico (5 %)
T4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico (5 %)
T4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ácido sulfúrico (5 %)

### 5.3.3. Esquema de ensayo bajo condiciones controladas

La figura 1 muestra cuatro tratamientos pre - germinativos, mismos que se encuentran con un color diferente, consta de tres repeticiones.



**Figura 1.** Diseño experimental bajo condiciones controladas

### 5.4. Recolección de materiales para la preparación de sustratos y llenado de fundas

Se prepararon cuatro sustratos a base de arena de río, tierra orgánica, tamo de arroz, humus obtenido (GAD) Municipal de Loja, nutrisano obtenida del Centro Binacional de Formación Zapotepamba y turba (super terra ST2) cada uno con diferentes proporciones detallados en la (Tabla 2). Se homogenizo de forma manual los sustratos y luego se procedió a llenar las fundas de polietileno de color negro 7 x 11 pulgadas.

#### 5.4.1. Descripción de sustratos utilizados en ensayo

**Tabla 2.** Componentes empleados en la preparación de sustratos

Sustratos	Proporciones
S1. Arena + tierra orgánica + tamo arroz	2:2:1
S2. Arena + tierra orgánica + humus	1:3:2
S3. Arena + tierra orgánica + nutrisano	1:2:1
S4. Arena + tierra orgánica + turba	1:1:2

### 5.5. Siembra de semillas germinadas, bajo invernadero

Se consideró las semillas germinadas cuando alcanzaron 1 cm de longitud de la radícula, pasado los 15 días de haberlas colocado bajo condiciones controladas, luego cada semilla fue sembrada en fundas plásticas a 2 cm de profundidad, cada una con sus respectivos tratamientos y debidamente etiquetadas.

#### 5.5.1. Diseño experimental bajo invernadero

Se trata de un diseño Experimental Completamente al Azar con arreglo Bifactorial, como factor A se designó a los cuatro métodos de escarificación y como factor B cuatro tipos de



sustratos descritos en la (Tabla 3). Se asignaron grupos de 5 fundas con una semilla en cada funda formándose estas como unidades experimentales, en cada tratamiento se asignaron 3 repeticiones dando un total de 48 unidades experimentales y 240 semillas en total. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \times \beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

**Y**= Variable respuesta

**μ**=Media poblacional

**α**=Efecto del factor A (Escarificación)

**β**=Efecto del factor B (Sustratos)

**(αβ)** = Efecto de la interacción entre el factor A y el factor B

**ε**=Error experimental

### 5.5.2. Descripción de tratamientos evaluados bajo invernadero

**Tabla 3.** *Tratamientos utilizados bajo invernadero.*

<b>Código</b>	<b>Factor A (Escarificación )</b>		<b>Factor B (Sustratos )</b>
<b>T1</b>	GA 5 000 ppm	x	S1 Arena + tierra orgánica + tamo de arroz
<b>T2</b>	GA 5 000 ppm	x	S2 Arena + tierra orgánica + humus
<b>T3</b>	GA 5 000 ppm	x	S3 Arena + tierra orgánica + nutrisano
<b>T4</b>	GA 5 000 ppm	x	S4 Arena + tierra orgánica + turba
<b>T5</b>	Corte de testa + GA 5 000 ppm	x	S1 Arena + tierra orgánica+ tamo de arroz
<b>T6</b>	Corte de testa + GA 5 000 ppm	x	S2 Arena + tierra orgánica + humus
<b>T7</b>	Corte de testa + GA 5 000 ppm	x	S3 Arena + tierra orgánica + nutrisano
<b>T8</b>	Corte de testa + GA 5 000 ppm	x	S4 Arena + tierra orgánica + turba
<b>T9</b>	Lijado con arena + GA 5 000 ppm	x	S1 Arena + tierra orgánica + tamo arroz
<b>T10</b>	Lijado con arena + GA 5 000 ppm	x	S2 Arena + tierra orgánica + humus
<b>T11</b>	Lijado con arena + GA 5 000 ppm	x	S3 Arena + tierra orgánica + nutrisano
<b>T12</b>	Lijado con arena + GA 5 000 ppm	x	S4 Arena + tierra orgánica + turba
<b>T13</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ácido sulfúrico 5 %	x	S1 Arena + tierra orgánica + tamo de arroz
<b>T14</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ácido sulfúrico 5 %	x	S2 Arena + tierra orgánica + humus
<b>T15</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ácido sulfúrico 5 %	x	S3 Arena + tierra orgánica + nutrisano
<b>T16</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ácido sulfúrico 5 %	x	S4 Arena + tierra orgánica + turba

### 5.3.3. Esquema de ensayo bajo invernadero

La Figura 2 muestra dieciséis tratamientos los cuales están distribuidos en filas, se establecieron tres repeticiones para cada tratamiento.

T11R3	T4R3	T8R1	T1R2	T12R2	T9R3	T4R1	T12R1
T8R2	T15R2	T4R2	T15R3	T11R2	T9R1	T13R3	T8R3
T5R2	T6R1	T11R1	T10R2	T1R1	T10R3	T1R3	T2R2
T9R2	T2R3	T3R1	T16R1	T16R2	T15R1	T14R3	T7R3
T16R3	T13R2	T2R1	T12R3	T7R1	T14R2	T6R3	T13R1
T10R1	T6R2	T3R2	T5R1	T5R3	T3R3	T7R2	T14R1

**Figura 2** T1; (ácido giberélico x arena + tierra + tamo arroz), T2; (ácido giberélico x arena + tierra + humus), T3; (ácido giberélico x arena + tierra + nutrisano), T4; (ácido giberélico x arena + tierra + turba) T5; (corte de testa + ácido giberélico x arena + tierra + tamo arroz), T6; (corte de testa + ácido giberélico x arena + tierra + humus), T7; (corte de testa + ácido giberélico x arena + tierra + nutrisano), T8; (corte de testa + ácido giberélico x arena + tierra + turba), T9; (lijado con arena + ácido giberélico x arena + tierra + tamo arroz), T10; (lijado con arena + ácido giberélico x arena + tierra + humus), T11; (lijado con arena + ácido giberélico x arena + tierra + nutrisano), T12; (lijado con arena + ácido giberélico x arena + tierra + turba), T13; (ácido sulfúrico x arena + tierra + tamo arroz), T14; (ácido sulfúrico x arena + tierra + humus), T15; (ácido sulfúrico x arena + tierra + nutrisano), T16; (ácido sulfúrico x arena + tierra + turba).

### 5.6. Cuidado de las plántulas

El riego y manejo agronómico de arvenses se lo realizo cada 8 días. Se aplicó el producto fungicida LANCHAFIN, con una dosis de 5 g por cada 2 L de agua esto con el fin de prevenir enfermedades en el cultivo.

## **5.8. Metodología para el primer objetivo específico**

*“Determinar el efecto de cuatro métodos de escarificación en diferentes sustratos sobre la germinación de chirimoya (Annona cherimola Mill.).”*

### **5.8.1. Germinación de semillas bajo condiciones controladas (incubadora) (%)**

Los datos se tomaron a partir de los 15 días que empezaron a germinar las semillas, cada 6 días aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas ensayadas}} \times 100$$

## **5.9. Metodología para el segundo objetivo específico**

*“Evaluar el comportamiento del desarrollo inicial de plántulas de (Annona cherimola Mill.) en diferentes sustratos.”*

### **5.9.1. Emergencia bajo invernadero (%)**

Para conocer el porcentaje de semillas emergidas, se evaluó mediante el método de la observación, el cual consistió en tomar datos cada 6 días después de la siembra, es decir desde los 37 hasta los 90 días, contando el número de semillas germinadas por tratamiento y repetición.

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{\text{Número de semillas emergencia}}{\text{Número de semillas ensayadas}} \times 100$$

### **5.9.10. Altura de la planta (cm)**

Esta variable de altura se evaluó en centímetros a partir de los 75 días hasta los 150 días después de la siembra, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la plántula, este dato se registró cada 15 días utilizando un flexómetro.

### **5.9.11. Número de hojas**

Cada 15 días se realizó el conteo de hojas por planta

### **5.9.12. Área foliar**

Utilizando una regla y un flexómetro se midió el largo, ancho de hojas en cada tratamiento y repetición, para conocer la tendencia de su desarrollo se empleó fórmula de Acosta Díaz et al. (2008) .

$$\text{Área foliar} = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0,75$$

### **5.9.13. Diámetro de tallo (mm)**

Utilizando el pie de rey se midió el diámetro del tallo de todas las unidades experimentales a la altura del cuello de la planta.

### **5.9.14. Longitud de raíz principal y número de raíces secundarias**

Esta variable se tomó a los 150 DDS, se midió en centímetros la raíz principal y luego se realizó el conteo de las raíces secundarias.

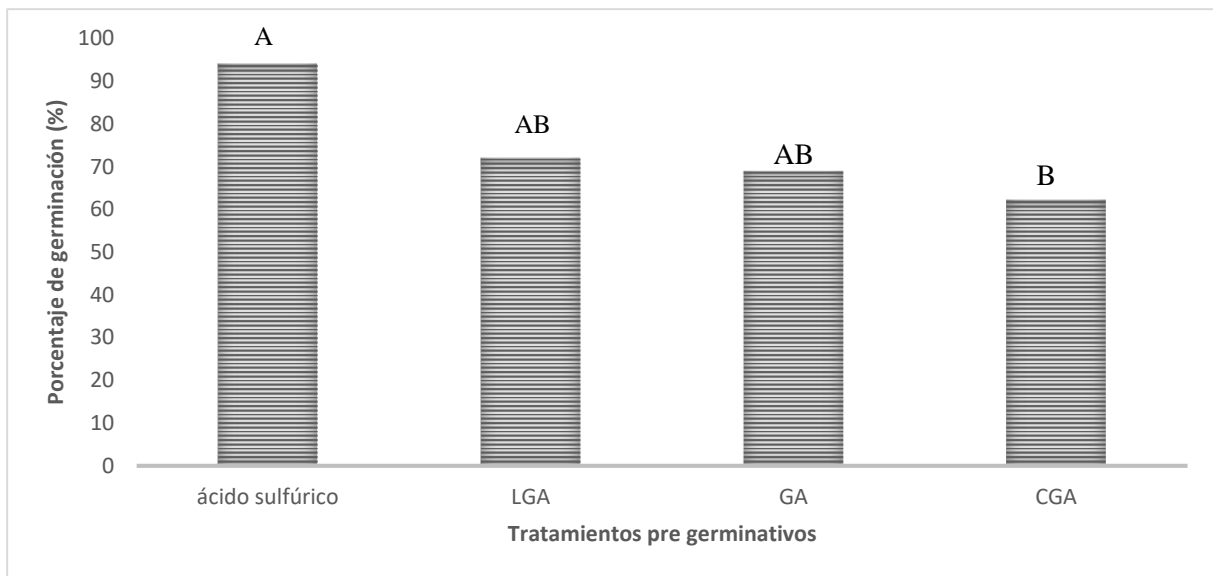
## **5.10. Análisis estadístico**

Los datos registrados fueron tabulados en una base de datos de Microsoft Excel, luego fueron ingresados en el programa estadístico Infostat versión 2020, para su análisis de varianza factorial y bifactorial (ANOVA) usando un nivel de significancia ( $P < 0,05$ ), para determinar las diferencias entre los tratamientos se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey con (0,05%) de confianza.

## 6. Resultados

### 6.1. Porcentaje de germinación bajo condiciones controladas

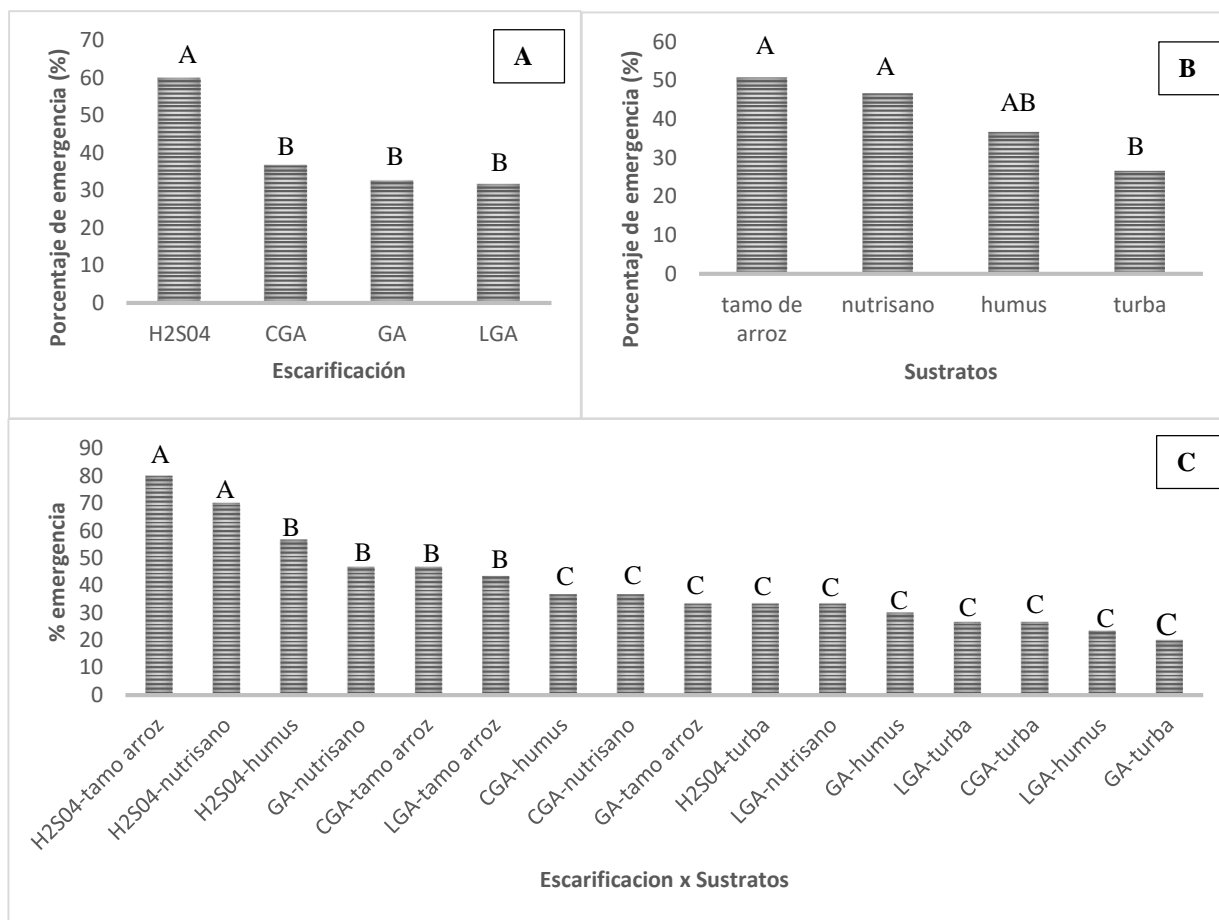
La germinación de las semillas de chirimoya, ocurrió desde los 15 hasta 75 días después de haberlas colocado bajo condiciones controladas, presentando mejor porcentaje el tratamiento de ácido sulfúrico con valor de 94,05 %, a diferencia del tratamiento corte de testa + ácido giberélico (CGA) que obtuvo porcentaje de 62, 21 % (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentaje de germinación por tratamiento pre germinativo bajo condiciones controladas; ácido sulfúrico 5 %; lijado con arena+ ácido giberélico (LGA), ácido giberélico, corte de testa + ácido giberélico (CGA). Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 6.2. Porcentaje de emergencia, bajo invernadero

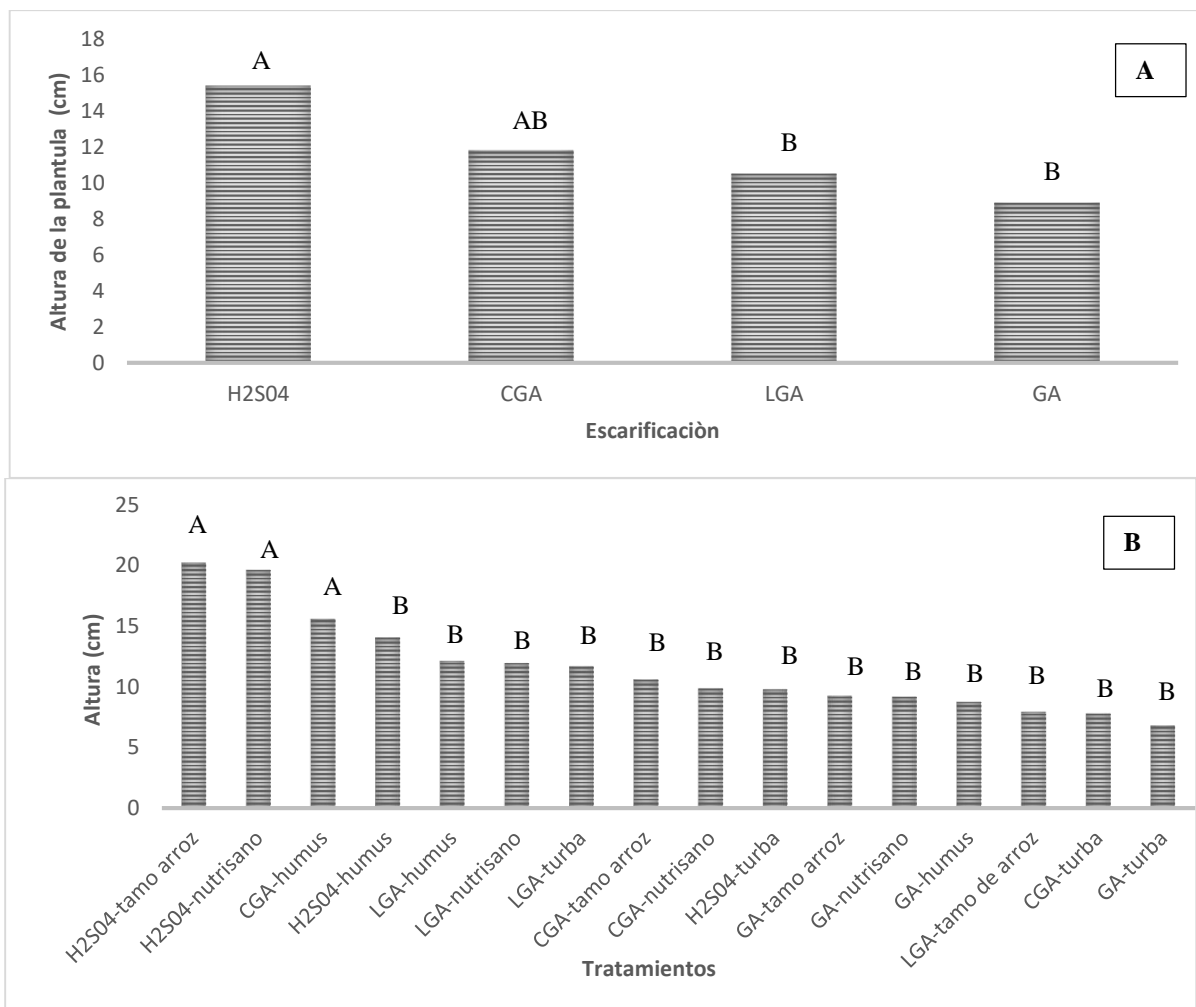
El porcentaje de emergencia por tratamiento pre germinativo, presento como mejor opción el tratamiento de ácido sulfúrico, mostrando un valor de 60 % a diferencia de los otros tratamientos (Figura 4 A), así mismo el sustrato con mayor rendimiento fue la mezcla de arena + tierra orgánica + tamo de arroz (Figura 4 B), en la interacción de escarificación x sustratos, el tratamiento con mejor rendimiento en la emergencia, fue el ácido sulfúrico + tamo de arroz y ácido sulfúrico + nutrisano con porcentajes de (80 -70) % (Figura 4 C).



**Figura 4. A)** Escarificación; ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), corte de testa + ácido giberélico (CGA), ácido giberélico, lijado con arena + ácido giberélico (LGA). **B)** sustratos; arena + tierra orgánica + tamo de arroz, arena + tierra orgánica + nutrisano, arena+ tierra orgánica + humus, arena + tierra orgánica + turba. **C)** interacción de la escarificación x sustratos; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + tamo arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + nutrisano, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + humus, LGA + tamo arroz, CGA,+ humus, CGA + nutrisano, GA + tamo de arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + turba, LGA + nutrisano, GA + humus, LGA + turba, LGA + humus, GA + turba. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 6.3. Altura de planta (cm)

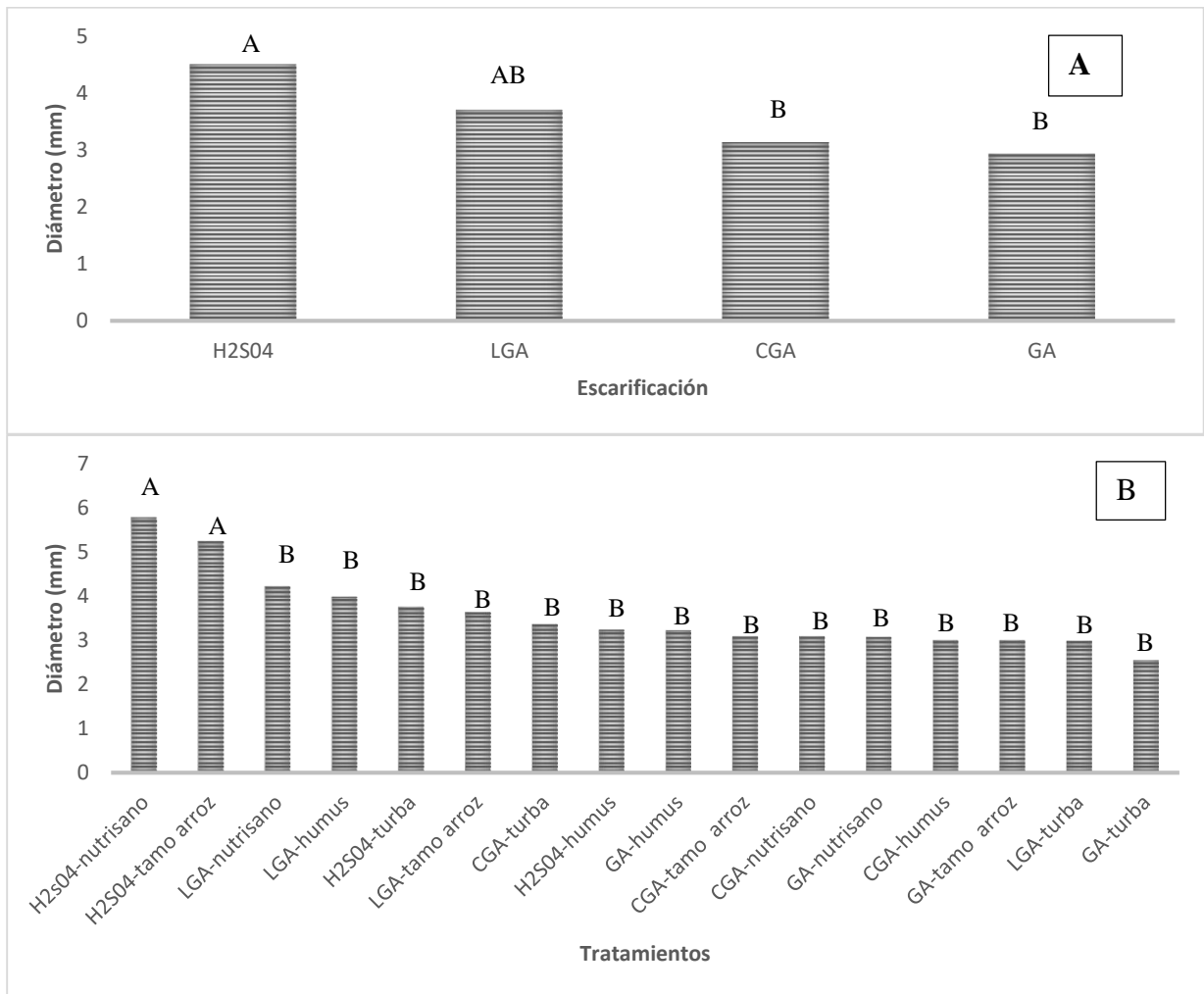
Al transcurrir los 75 días, de haberlas sembrado se determinó que el tratamiento con mayor resultado en la escarificación fue ácido sulfúrico con una altura de 15,43 cm con diferencias significativas al resto de tratamientos (Figura 5 A), mientras que los resultados obtenidos en la interacción de escarificación x sustratos, los resultados arrojaron que los tratamientos de ácido sulfúrico con la mezcla de tamo de arroz y nutrisano obtuvieron mayores promedios (20,21; 19,61 cm) a diferencia de los demás tratamientos (Figura 5 B).



**Figura 5. A)** Escarificación; ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), corte de testa + ácido giberélico (CGA), lijado con arena + ácido giberélico (LGA), ácido giberélico **B)** interacción de la escarificación x sustratos; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + tamo de arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + nutrisano, CGA + humus, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + humus, LGA + humus, LGA + nutrisano, LGA + turba, CGA + tamo de arroz, CGA + nutrisano, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + turba, GA + tamo arroz, GA + nutrisano, GA + humus, LGA + tamo de arroz, CGA + turba, GA + turba. Los datos utilizados a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 6.4. Diámetro del tallo

A los 75 días el mayor diámetro de los tallos de las plántulas se obtuvo con el método de escarificación ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) de con un promedio 4,51 mm (Figura 6 A), los resultados obtenidos en la interacción de la escarificación x sustratos nos arrojaron que los tratamientos ( $H_2SO_4$  - nutrisano y  $H_2SO_4$  - tamo de arroz) presentaron mejores resultados con valores de 5,79 mm y 5,25 mm (Figura 6 B).

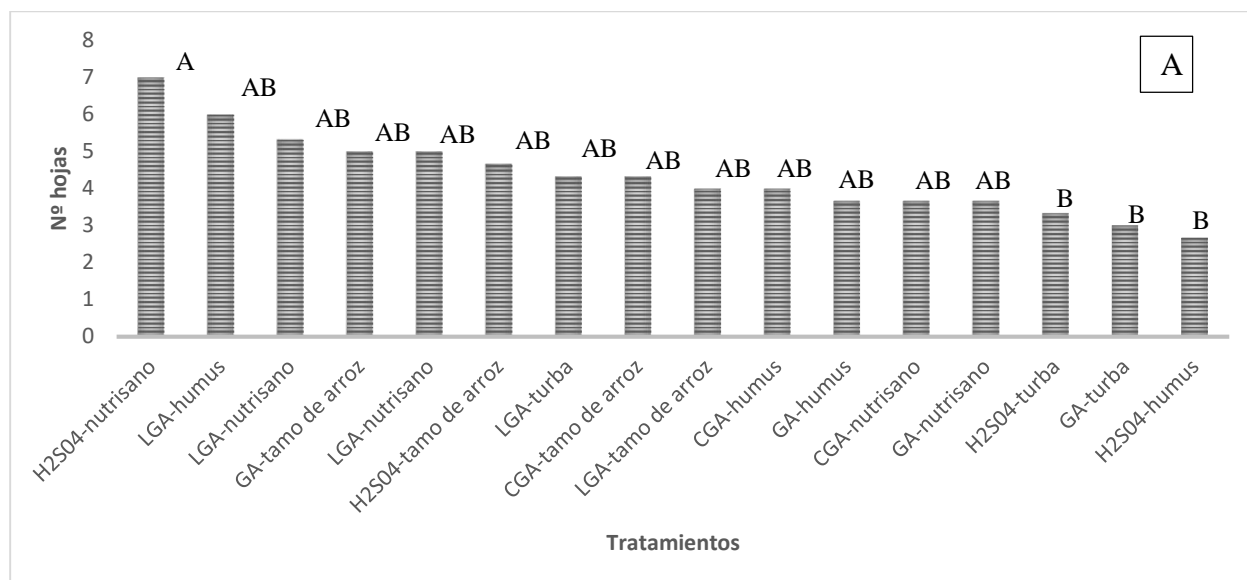


**Figura 6. A)** Escarificación; ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), corte de testa+ ácido giberélico (CGA), ácido giberélico, lijado con arena + ácido giberélico (LGA). **B)** interacción de la escarificación x sustratos;  $H_2SO_4$  + nutrisano,  $H_2SO_4$  + tamo de arroz, LGA + nutrisano, LGA-humus,  $H_2SO_4$  + turba, LGA + tamo arroz, CGA + turba,  $H_2SO_4$  + humus, GA + humus, CGA + tamo arroz, CGA + nutrisano, GA + nutrisano, CGA + humus, GA + tamo arroz, LGA + turba, GA + turba. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).



## 6.5. Número de hojas

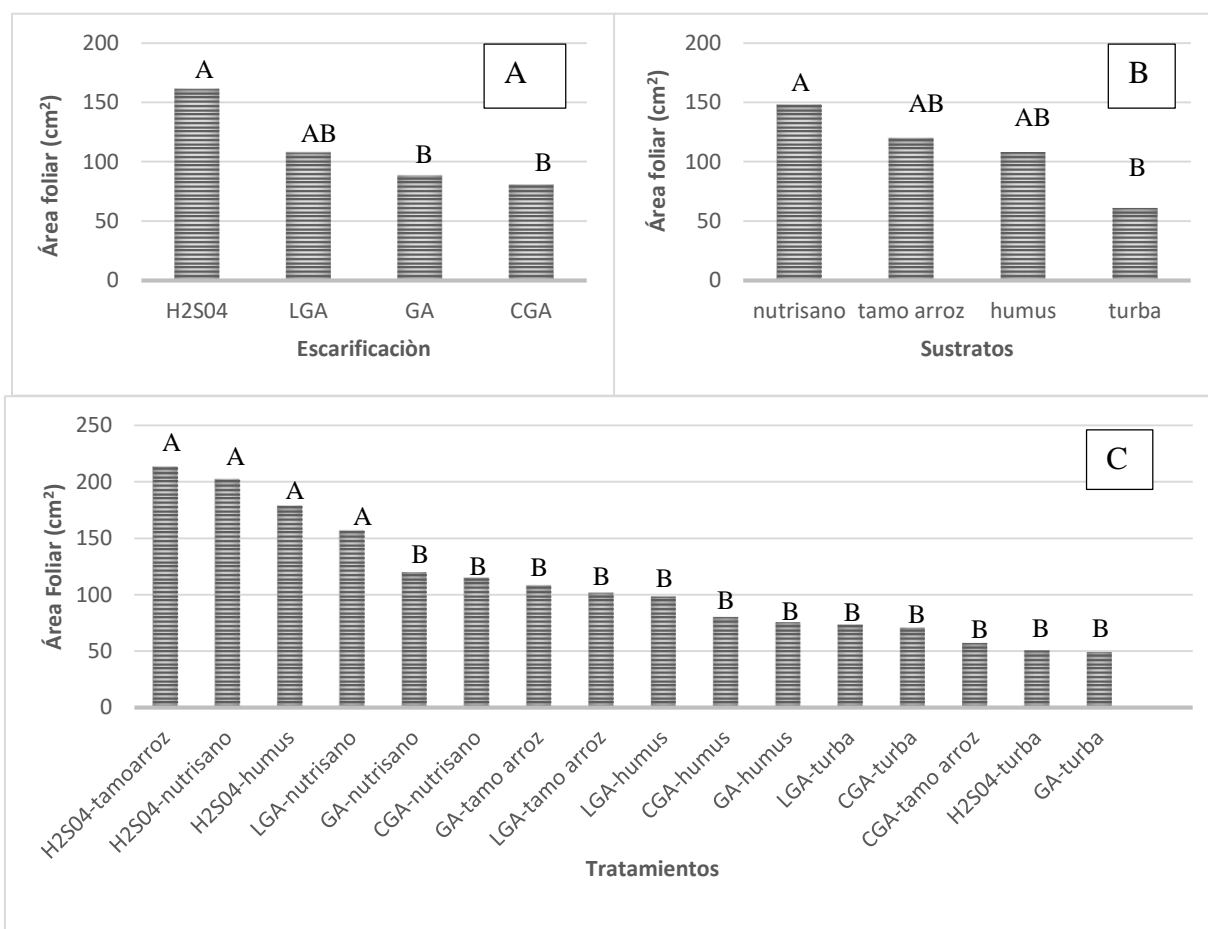
Al transcurrir los 75 días de haberlas sembrado, las plántulas que presentaron mayor número de hojas fue el tratamiento de interacción de ácido sulfúrico con el sustrato nutrisano ( $H_2SO_4$  + nutrisano) con un número de 7 hojas (Figura 7 A).



**Figura 7. A)** Interacción de escarificación x sustratos;  $H_2SO_4$  + nutrisano, LGA + humus, (LGA-nutrisano), GA + tamo arroz,  $H_2SO_4$  + turba, LGA + tamo arroz, CGA + turba,  $H_2SO_4$  + humus, GA-humus, CGA+ tamo arroz, CGA+ nutrisano, GA + nutrisano, CGA + humus, LGA + turba, GA + turba,  $H_2SO_4$  + humus. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 6.6. Área foliar ( $cm^2$ )

En el factor escarificación, mayor área foliar se logró con el tratamiento ácido sulfúrico cuyo valor de  $161,13 cm^2$  (Figura 8 A), y en el factor sustrato, nutrisano con  $148,23 cm^2$  (Figura 8 B). En la interacción de escarificación x sustratos, los tratamientos que mostraron mayor área foliar fueron los tratamientos de ( $H_2SO_4$  + tamo de arroz), ( $H_2SO_4$  + nutrisano), ( $H_2SO_4$  + humus), (LGA + nutrisano), con valores de  $213,10 cm^2$ ,  $202,10 cm^2$ ,  $178,70 cm^2$ ,  $156,70 cm^2$  (Figura 8 C).

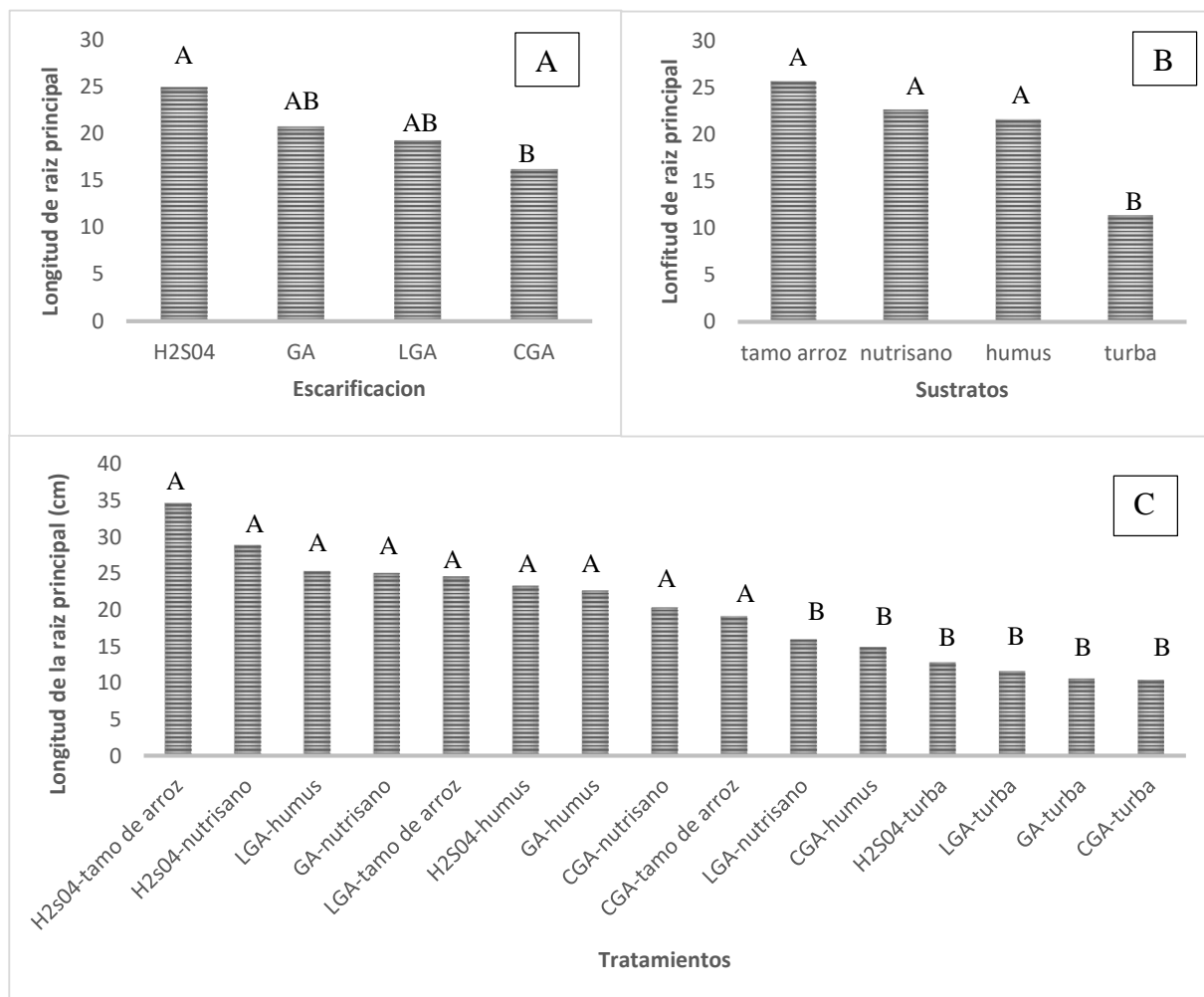


**Figura 8. A)** Escarificación; ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), lijado con arena + ácido giberélico (LGA), ácido giberélico (GA), corte de testa + ácido giberélico (CGA) **B)** sustratos; arena + tierra orgánica+ tamo de arroz, arena + tierra orgánica + nutrisano, arena + tierra orgánica + humus, arena + tierra orgánica + turba **C)** interacción de escarificación x sustratos diferentes; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + tamo arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + nutrisano, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + humus, LGA + nutrisano, GA-nutrisano, CGA + nutrisano, GA + tamo arroz, LGA + tamo de arroz, LGA + humus, CGA + humus, GA + humus, LGA + turba, CGA + turba, CGA + tamo de arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + turba, GA + turba. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 6.7. Longitud de raíz principal (cm)

En el factor escarificación se logró mayor longitud de raíz principal con ácido sulfúrico cuyo valor es 24,95 cm (Figura 9 A), y en el factor sustrato, fueron los sustratos; tamo arroz, nutrisano y humus con valores de 25,65 cm, 22,60 cm, 21,57 cm (Figura 9 B). En la interacción de escarificación x sustratos, mostrando mayores resultados en los tratamientos de (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-tamo arroz), (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-nutrisano), (LGA-humus), (GA-nutrisano), (LGA-tamo arroz), (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-humus), (GA-humus), (CGA-nutrisano), (CGA-tamo arroz), cuyos valores son 34,70 cm,

28,94 cm, 25,34 cm, 25,08 cm, 24,61 cm, 23,35 cm, 22,68 cm, 20,37 cm, 19,16 cm (Figura 9 C).

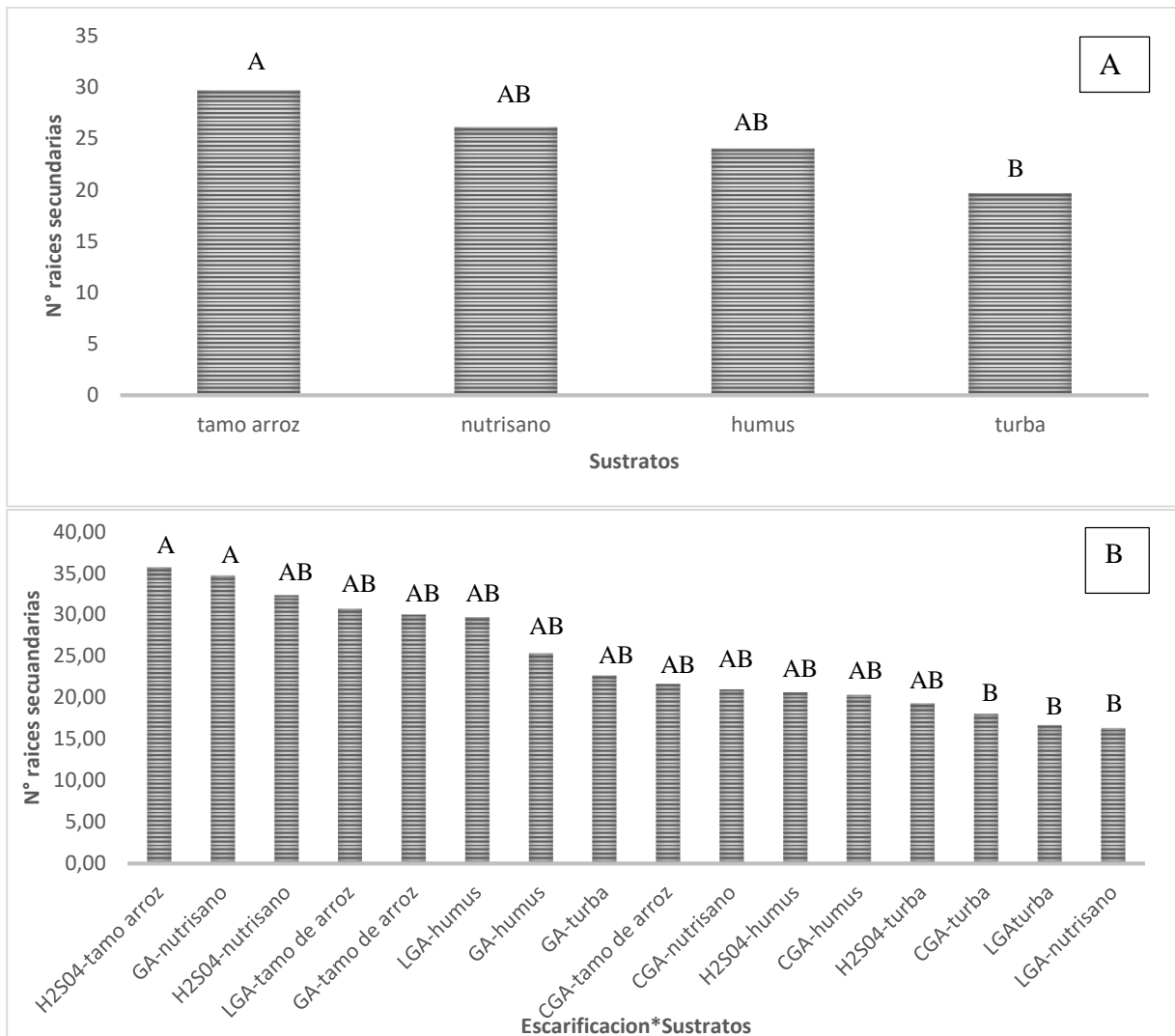


**Figura 9. A)** Escarificación; ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ácido giberélico (GA), lijado con arena + ácido giberélico (LGA) corte de testa+ ácido giberélico (CGA), **B)** sustratos; arena + tierra orgánica+ tamo de arroz, arena + tierra orgánica + nutrisano, arena + tierra orgánica + humus, arena + tierra orgánica + turba **C)** interacción de escarificación x sustratos diferentes; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + tamo arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + nutrisano, LGA + humus, LGA + nutrisano, GA + tamo arroz, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + turba, LGA + tamo arroz, CGA + turba, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + humus,GA + humus, CGA + tamo arroz, CGA + nutrisano, GA + nutrisano, CGA + humus, LGA + turba, GA + turba, CGA + turba. Todos los sustratos contienen arena y tierra. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 6.8. Número de raíces secundarias

En el factor sustrato el que logró mayor número de raíces fue el sustrato tamo de arroz cuyo valor de 29,67 (Figura 10 A). En la interacción de escarificación x sustratos los

tratamientos con mayor números de raíces son ( $H_2SO_4$  – tamo arroz) y (GA- nutrisano) cuyos valores son 35,67 y 34, 67 (Figura 10 B).



**Figura 10. A)** sustratos; arena + tierra orgánica + tamo de arroz, arena + tierra orgánica + nutrisano, arena + tierra orgánica + humus, arena + tierra orgánica + turba **B)** interacción de escarificación x sustratos;  $H_2SO_4$  + tamo arroz, GA - nutrisano,  $H_2SO_4$  + nutrisano, LGA + tamo arroz, GA + tamo arroz, LGA + humus, GA + humus, GA + turba, CGA + tamo arroz, CGA + nutrisano,  $H_2SO_4$  + humus, CGA + humus,  $H_2SO_4$  + turba, CGA + turba, LGA + turba, LGA + nutrisano. Todos los sustratos contienen arena y tierra. Los datos utilizados para elaborar la gráfica corresponden a los valores medios según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 7. Discusión

En la presente investigación se evaluaron tratamientos pre germinativos y sustratos en plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo invernadero; la mejor germinación de semillas alcanzada fue con el tratamiento con ácido sulfúrico 94,05 %, valor aproximado a los resultados de Téllez (2014) con 96,03 % de germinación, esto concuerda con lo encontrado por Bautista (2014); Sneha (2016), quien en sus estudios lograron porcentajes de 83,3 y 77,33 % respectivamente.

Además, el tratamiento con menor porcentaje en la germinación, fue el CGA (Corte de testa + GA 5 000 ppm) logrando un valor de 62,21 %, pero el tratamiento con lijado con ácido giberélico (5 000 ppm) obtuvo 72,01 %, este resultado no concuerda con el autor Avila (2005), donde menciona que el tratamiento en remojo por 5 000 ppm de GA, obtuvo un porcentaje de 93,0 % en *A. cherimola*. En otro estudio Lezama et al. (2015), experimentaron en semillas frescas de saramuyo tratadas con diferentes dosis de ácido giberélico (0, 250, 500, 1 000) ppm sumergidas durante 24 h, concluyeron que a medida que se incrementa la concentración de ácido giberélico aumenta el porcentaje de germinación de la semilla, obteniendo 90 % de germinación con 2 000 ppm. Macias (2019), comenta que la imbibición con 800 ppm de AG, causó mayor germinación, en ambas especies (83,3 % en chirimoya y 62,5 % en guanábana). Menegazzo et al. (2012), estudiaron semillas de atemoya, mencionan que el uso de ácido giberélico (GA/100 ppm/ 24 h y GA/250 ppm/5 h) proporcionó mayores porcentajes de germinación de 70 y 82,10%. Joybi (2017), señala que lograron un 100 % de germinación aplicado AG por 24 h en *A. muricata*.

La emergencia con semillas germinadas, bajo invernadero, el tratamiento que alcanzó mayor porcentaje de emergencia fue con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 5 % con sustrato (arena + tierra + tamo de arroz) en la proporción de 2:2:1 con 80 %, valor que difiere con Cabrera (2014), donde indica que en guanábana el tratamiento con escarificación química con ácido sulfúrico durante 2 min alcanzando un promedio de 50 y 54 % de emergencia. En otro estudio, Panduro et al. (2010), realizó estudio en guanábana, utilizando sustrato tamo de arroz logrando resultados de emergencia de 55 %.

Con respecto a la altura de las plántulas de chirimoya, el mejor tratamiento fue (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + tamo arroz) con un valor 20,21 cm de altura, resultado que concuerda con Nuñez Aranzamendi (2019); Bautista (2014) donde mencionan que alcanzaron resultados 21,5 y 20,12 cm de altura respectivamente utilizando ácido sulfúrico durante 2 min. Menegazzo et al. (2012) realizó

estudio es *Annona Squamosa* donde afirma que el ácido sulfúrico concentrado a 1 min alcanzo mayor altura. Además Telenchana (2018) indica que obtuvo también resultados positivos en la altura de plántula al hacer uso del tamo de arroz, ya que es el sustrato en el cual las plántulas de chirimoya encuentran las condiciones adecuadas para su crecimiento, como nutrición, aireación, soltura y retención de humedad.

El mayor diámetro de tallo se obtuvo con el tratamiento de ( $H_2SO_4$  + nutrisano), logrando 5,79 mm de diámetro, resultado que se aproxima con Bautista (2014); Sponsel (2004), donde indica resultados de 6,6 mm con aplicación de ácido sulfúrico en 1 min. Según los reportes de Sabrina (2021) quien en su investigación obtuvo resultados favorables utilizando este sustrato a base de nutrisano, ya que por su elevado contenido de materia orgánica aporta y aumenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para una mejor asimilación.

En cuanto al número de hojas, este estudio obtuvo resultados de 7 hojas a los 150 días utilizando ácido sulfúrico durante 2 min, dato que concuerda con reportes de Alex (2021). Además Nuñez Aranzamendi (2019) logro resultados de 8 hojas, en ácido sulfúrico durante 1 min en *A. cherimola*. Además, el sustrato a base de humus no fueron significativos en todas las variables medidas, lo cual no concuerda con los resultados de Mitsuwan et al. (2021), quien demostró que el sustrato de la mezcla de humus con tierra orgánica es la adecuada y también influye significativamente en el crecimiento, número de hojas y sistema radicular de las plántulas de guanábana, esto debido a que el humus contiene mayor nutrientes que ayudan a la planta.

En la variable área foliar el tratamiento con mayor resultado fue ( $H_2SO_4$  + tamo arroz), lo que concuerda con Stenzel et al. (2003); Garcia (2010) que en su investigación menciona que utilizando el tamo de arroz obtuvo resultados favorables en el área foliar en plántulas de *Annona classiflora*. De igual manera en la longitud de raíz y número de raíces secundarias los resultados obtenidos en esta investigación fue el tratamiento ( $H_2SO_4$  + tamo arroz) con una longitud de 34,70 cm y 35,67 datos tomados a los 150 DDS, mismo que se aproxima con los reportes de Santacruz (2012); Sneha (2016) lo cual aplico ácido sulfúrico durante 10 min.

## **8. Conclusiones**

- El ácido sulfúrico aplicado al 5 % de concentración durante 2 minutos, logro mayor porcentaje de germinación, (94 %).
- La combinación del tratamiento (ácido sulfúrico x arena + tierra + tamo de arroz) alcanzo mejores resultados en la emergencia y en las variables morfológicas; altura de planta, área foliar, longitud de raíz principal y número de raíces secundarias utilizando la proporción 2:2:1 de sustrato y diámetro de hojas, número de hojas aplicando la combinación (ácido sulfúrico x arena + tierra + nutrisano) en proporción 1:2:1 de sustrato.

## **9. Recomendaciones**

- Impulsar al desarrollo de investigaciones similares en Annonas, especialmente en métodos químicos de pre germinación que logren una propagación en menor tiempo para los agricultores
- Utilizar el sustrato arena + tierra + tamo de arroz en la proporción 2:2:1 ya que se alcanzó mayores porcentajes en la emergencia y de variables morfológicas; además que es de bajo costo y fácil adquisición local.



## 10. Bibliografía

- Acosta Díaz, E., Acosta Gallegos, J., Amador Ramírez, M. D., & Padilla Ramírez, J. S. (2008). Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agricultura técnica en México*, 34(1), 13-20.
- Alex, R. (2021). *Evaluación de cinco tratamientos pregerminativos a tres niveles de luminosidad en la producción de guarango (Caesalpinia spinosa), en el Vivero del Centro Experimental, Académico Salache, 2021 Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)*].
- Andrés-Agustín, J., Nieto-Ángel, R., Barrientos-Priego, A., Martínez-Damián, M., González-Andrés, F., Segura-Ledesma, S., Cruz-Castillo, J., & Gallegos-Vázquez, C. (2004). Variación morfológica de la hoja del chirimoyo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 103-110.
- Arunjyothi, B., Venkatesh, K., Chakrapani, P., & Anupalli, R. R. (2011). Phytochemical and Pharmacological potential of Annona cherimola-A Review. *International Journal of Phytomedicine*, 3(4), 439.
- Avila, F. (2005). *Efecto del ácido giberelico y agua a 4° c en la germinación de las semillas de guanaba (Annona muricata L.) Tesis para optar del título de ingeniero agrónomo. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS ...*].
- Bautista, J. (2014). *Evaluación de tratamientos pregerminativo para estimular la germinación en dos variedades de Chirimoya (Annona cherimola mill.) en la localidad de Torrepampa Provincia Loayza Tesis de grado*].
- Botero, T. (2009). Estudio de las etapas de cosecha y post-cosecha de la chirimoya para potencializar su aprovechamiento agroindustrial en el departamento del Quindío [monografía]. *Bogotá: Universidad La Gran Colombia*.
- Buri, J. B. (2019). CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE PORTAINJERTOS EN MORFOTIPOS DE CHIRIMOYA (Annona cherimola Mill.) DE LA PROVINCIA DE LOJA, BAJO INVERNADERO.
- Cabrera, J. (2014). *Evaluación de tratamientos pregerminativo para estimular la germinación en dos variedades de chirimoya (Annona cherimola Mill.) en la localidad de Torrespampa provincia Loayza*
- Calderón, E. (2021). Evaluación de tres sustratos y dos métodos de escarificación para la reproducción sexual de Cedrela montana (cedro) en el vivero forestal de la ESCPOCH.

- Candolle, A. (1885). Origen de las plantas cultivadas. In: Nueva York: Series Científicas.
- Copete, H., Gomez, M. E. L., Vargas, F., Echavarría, A., & Rios, T. (2013). Evaluación del comportamiento in vitro de recubrimientos de hidroxiapatita depositados mediante proyección térmica por combustión oxiacetilénica sobre un sustrato de Ti6Al4V. *Dyna*, 80(177), 101-107.
- da Silva, E. A. A., de Melo, D. L. B., Davide, A. C., de Bode, N., Abreu, G. B., Faria, J. M. R., & Hilhorst, H. W. M. (2007). Germination Ecophysiology of *Annona crassiflora* Seeds. *Annals of Botany*, 99(5), 823-830. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm016>
- Espejo, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en la producción de plantones del *Theobroma cacao* L. cacao criollo en el sector de Jacintillo-Tingo María.
- Feicán, C., Duchi, M., Minchala, L., Moreira, R., & Viera, W. (2019). Caracterización morfoagronómica del germoplasma de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) de colecciones ex situ en Ecuador.
- Fernández, E. (2004). Estudios de viabilidad y latencia de semillas de guanábana (*Annona muricata* L.) y chirimoya (*Annona cherimola* M.). *Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín*.
- Flores, D. (2007). Cultivo de palto-Manual practico para Productores. *Perú*, 31.
- Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J. L., Navarro Bravo, A., Antonio-González, J., & Omaña Silvestre, J. M. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimienta morrón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1203-1216.
- García, W. (2010). Manual de manejo integrado del cultivo de Chirimoyo. <https://doi.org/https://www.proinpa.org/web/pdf/Frutas/Varios%20Frutas/Manual%20de%20manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20Chirimoyo.pdf>
- García, W., Guzmán, B., & Lino, V. (2009). *Manual de manejo integrado del cultivo de chirimoyo*.
- Gardiazabal, I. (1993). El cultivo del chirimoyo.
- González, M. (2013). Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos tropicales*, 34(3), 52-63.
- González, M., Hueso, J., Alonso, F., & Cuevas, J. (2007). Mejora de la productividad y calidad del fruto mediante el control de la polinización en Chirimoyo. *Documentos Técnicos. Almería, Fundación Cajamar*.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., & Ambrosio, A. M. (1980). *Propagación de plantas: principios y prácticas*.

- Holdridge, L. R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. 235.
- Isas, A. (2018). 3 Chirimoya.
- Joybi, M. (2017). Influence of pre-sowing seed treatments on the performance of soursop (*Annona muricata* L.) seedlings. *Plant Arch*, 17(2), 1215-1218.
- Lezama, E., Pérez, C. A. S., Rodríguez, A. C., Segura, S. D., Ledesma, J. A., & Rojas, E. C. (2015). Propagación sexual de cinco especies de Anonáceas. Una breve revisión. *Anonáceas.*, 73.
- Llorens, M. (2005). Tipos de sustratos en viveros. *Horticultura internacional*(1), 74-75.
- Macias, R. W. C. (2019). “Anatomía y Germinación de la Semilla chirimoya (*Annona cherimola* Miller)”. 55.  
<https://doi.org/https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4058/ceme-masias-robisson-wilfrido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani Yujra, I. I. (2014). *Efecto de dos niveles de humus de lombriz, estiércol tratado y estiércol fresco en la producción de semilla de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el Centro Experimental de Quipaquipani, Viacha*
- Menegazzo, M. L., Oliveira, A. C., Kulczynski, S. M., & Silva, E. A. d. (2012). Efeitos de métodos de superação de dormência em sementes de pinha (*Annona squamosa* L.). *Agrarian*, 5(15), 29-35. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1285>
- Merino, R. (2019). Estudio de prefactibilidad de los productos derivados de la chirimoya. <https://doi.org/https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14208>
- Meza, N., & Bautista, D. (2004). Efecto de remojo y escarificación sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas en guanábana. *Agronomía tropical*, 54(3), 331-342.
- Mitsuwan, W., Sin, C., Keo, S., Sangkanu, S., de Lourdes Pereira, M., Jimoh, T. O., Salibay, C. C., Nawaz, M., Norouzi, R., & Siyatpanah, A. (2021). Potential anti-Acanthamoeba and anti-adhesion activities of *Annona muricata* and *Combretum trifoliatum* extracts and their synergistic effects in combination with chlorhexidine against *Acanthamoeba triangularis* trophozoites and cysts. *Heliyon*, 7(5).
- Navarro, B. (2021). Asistencia técnica a productores de Chirimoya (*Annona cherimola* Miller) para producción de patrones bajo condiciones de Costa Central-Huaura.
- Núñez Aranzamendi, G. (2019). Efecto de Remojo y Escarificación sobre la Emergencia de Plantulas de Chirimoyo (*Annona Cherimola* Mill). 2016.

- Orvera, D. (2022). *Efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes y micronutrientes sobre características físico químicas de chirimoya (Annona cherimola)*. FASE II Quito: UCEJ].
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). Agroforestry database: a tree reference and selection guide version 4.0, World Agrofor. Cent., Kenya.
- Panduro, M. P., Vásquez, C. D., Peramas, R. F. a., Correa, S. I., Vallejo, J. V., Malaverri, L. F., Cruz, C. O., Rodríguez, C. A., Lozano, R. B., & Vizcarra, R. V. (2010). *Camu-Camu (Myrciaria dubia-Mirtaceae): aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonía Peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Popenoe, W. (1921). The native home of the cherimoya. *Journal of Heredity*, 12(7), 331-337.
- Rasai, S., George, A., & Kantharajah, A. (1995). Tissue culture of Annona spp.(cherimoya, atemoya, sugar apple and soursop): A review. *Scientia Horticulturae*, 62(1-2), 1-14.
- Sabrina, C. (2021). “Evaluación agronómica en el cultivo de café (*coffea arábica l.*), mediante la aplicación de tres abonos edáficos” Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)].
- Santacruz, I. (2012). EFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON ÁCIDO SULFÚRICO (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) EN SEMILLAS DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. <https://doi.org/file:///D:/Usuario/Downloads/385-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1418-1-10-20121019.pdf>
- Sneha, C. (2016). Effect of pre-treatment on germination of Annona reticulata seeds. *J. Funct. Res. Sir Syed Coll*, 670142, 52-55.
- Sponsel, V. (2004). Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action! In: Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.
- Stenzel, N. M. C., Murata, I. M., & Neves, C. S. V. J. (2003). Overcoming atemoya and custard apple seed dormancy. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25, 305-308.
- Telenchana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.)*
- Téllez, A. V. C. V., Eva Noemi Obledo. (2014). Desarrollo de una metodología para incrementar el porcentaje y la velocidad de germinación de semillas de *A. muricata L.* *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 2(1), 132-136.
- Tirado, C. (2008). *Evaluación de tratamientos para estimular la emergencia en cuatro especies arbóreas forrajeras* Tesis de grado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Decanato de ...].

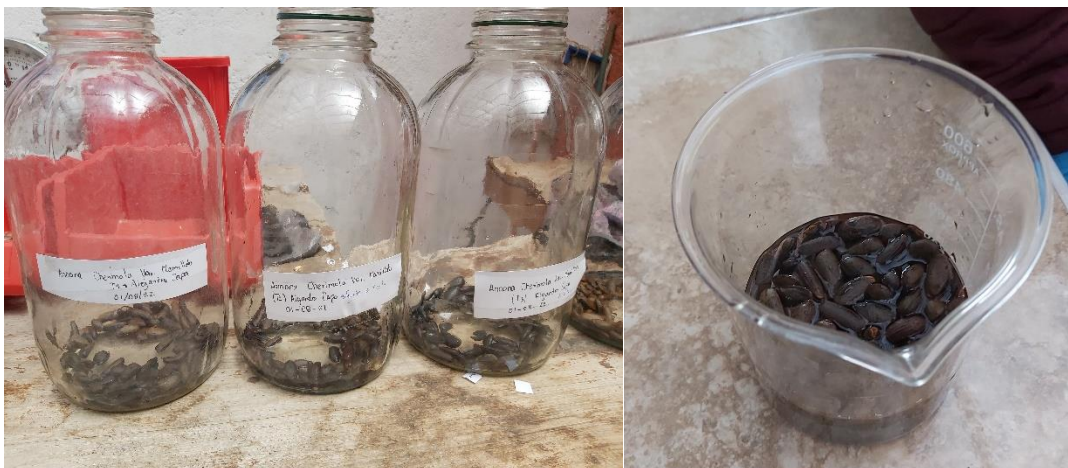
- Venegas, E., Encalada, C., Felcán, C., Gómez, M., & Viera, W. (2016). Cianamida hidrogenada y nitrato de potasio para manipular épocas de cosecha en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.).
- Weberbauer, A., & Guzman, V. (1987). El mundo vegetal de los Andes Peruanos. *Min. Agric. Lima.*, 776.
- Zúñiga, A. (2019). Evaluación de la viabilidad, germinación y sobrevivencia inicial ex situ de semillas del Guayacán real (*Guaicum sanctum* L., Zygophyllaceae).

## 11. Anexos

### Anexo 1. Evidencias fotográficas



**Figura 11.** Método de escarificación físico; corte de testa y lijado con arena



**Figura 12.** Aplicación de tratamientos, AG, CGA, LGA y  $H_2SO_4$



**Figura 13.** Desinfección de semillas con VITAVAX 200



**Figura 14.** Llenado de fundas y adecuación del diseño



**Figura 15.** Semillas germinadas vistas en microscopio de ( $H_2SO_4$ ) a los 15 días, con 1cm de radícula



**Figura 16.** Semillas emergidas bajo invernadero







**Figura 17.** Plántulas en crecimiento



**Figura 18.** Evaluación de diámetro utilizando un calibrador y altura de planta

**Anexo 2** Análisis de varianza para las variables morfológicas y prueba de comparación múltiple Tukey.

**Germinación**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Germinación	12	0,61	0,46	16,22

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1820,18	3	606,73	4,15	0,0477
Tratamientos	1820,18	3	606,73	4,15	0,0477
Error	1169,08	8	146,14		
Total	2989,27	11			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=31,60830**

Error: 146,1354 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
H2S04	94,95	3	6,98 A
L+GA	72,02	3	6,98 A B
GA	68,90	3	6,98 A B
C+GA	62,21	3	6,98 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Emergencia**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% emergencia	48	0,82	0,73	23,26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12497,92	15	833,19	9,52	<0,0001
Escarificacion	6439,58	3	2146,53	24,53	<0,0001
Sustratos	4206,25	3	1402,08	16,02	<0,0001
Escarificacion*Sustratos	1852,08	9	205,79	2,35	0,0363
Error	2800,00	32	87,50		
Total	15297,92	47			

**Supuestos de Anova**

**Prueba de Shapiro wilks**

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO % emergencia	48	0,00	7,72	0,96	0,4826

**Homogeneidad de varianzas**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS % emergencia	48	0,64	0,48	65,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	799,07	15	53,27	3,84	0,0007
Escarificacion	195,37	3	65,12	4,69	0,0080
Sustratos	210,19	3	70,06	5,04	0,0056
Escarificacion*Sustratos	393,52	9	43,72	3,15	0,0079
Error	444,44	32	13,89		
Total	1243,52	47			

## Altura de planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	48	0,69	0,55	26,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	695,40	15	46,36	4,76	0,0001
Escarificacion	277,42	3	92,47	9,50	0,0001
Sustratos	138,12	3	46,04	4,73	0,0076
Escarificacion*Sustratos	279,86	9	31,10	3,20	0,0072
Error	311,38	32	9,73		
Total	1006,79	47			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,44446

Error: 9,7307 gl: 32

Escarificacion	Sustratos	Medias	n	E.E.
H2S04	s1 tamo de arroz	20,21	3	1,80 A
H2S04	s3 nutrisano	19,61	3	1,80 A B
C+GA	s2 humus	15,58	3	1,80 A B C
C+GA	s1 tamo de arroz	14,05	3	1,80 A B C
H2S04	s2 humus	12,11	3	1,80 A B C
L+GA	s2 humus	11,93	3	1,80 A B C
L+GA	s3 nutrisano	11,66	3	1,80 A B C
L+GA	s4 turba	10,60	3	1,80 B C
GA	s2 humus	10,40	3	1,80 B C
C+GA	s3 nutrisano	9,85	3	1,80 C
H2S04	s4 turba	9,78	3	1,80 C
GA	s1 tamo de arroz	9,24	3	1,80 C
GA	s3 nutrisano	9,16	3	1,80 C
L+GA	s1 tamo de arroz	7,93	3	1,80 C
C+GA	s4 turba	7,80	3	1,80 C
GA	s4 turba	6,78	3	1,80 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Supuestos de Anova

### Prueba de Shapiro wilks

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura	48	0,00	2,57	0,98	0,8571

## Homogeneidad de varianzas

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Altura	48	0,32	0,16	67,10

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,12	9	3,79	1,98	0,0697
Escarificacion*Sustratos	34,12	9	3,79	1,98	0,0697
Error	72,85	38	1,92		
Total	106,97	47			

## Diámetro

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro	48	0,65	0,49	21,10

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,78	15	2,25	4,03	0,0005
Escarificacion	17,41	3	5,80	10,39	0,0001
Sustratos	5,15	3	1,72	3,07	0,0416
Escarificacion*Sustratos	11,22	9	1,25	2,23	0,0458
Error	17,87	32	0,56		
Total	51,65	47			

## Supuestos

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Diámetro	48	0,00	0,62	0,99	0,9760

## Homogeneidad de varianza

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Diámetro	48	0,26	0,08	79,54

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,86	9	0,21	1,47	0,1948
Escarificacion*Sustratos	1,86	9	0,21	1,47	0,1948
Error	5,34	38	0,14		
Total	7,20	47			

## Numero de hojas

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N° de hojas	48	0,55	0,34	27,54

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56,98	15	3,80	2,64	0,0103
Escarificacion	5,23	3	1,74	1,21	0,3210
Sustratos	6,23	3	2,08	1,44	0,2482
Escarificacion*Sustratos	45,52	9	5,06	3,52	0,0040
Error	46,00	32	1,44		
Total	102,98	47			

## Supuestos

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° hojas	48	0,00	0,99	0,97	0,7555

## Homogeneidad

### Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS N° hojas	48	0,37	0,22	78,15

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,42	9	0,82	2,49	0,0240
Escarificacion*Sustratos	7,42	9	0,82	2,49	0,0240
Error	12,57	38	0,33		
Total	19,99	47			

## Área Foliar

### Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
AF	48	0,65	0,48	41,79

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	123807,00	15	8253,80	3,95	0,0005
Escarificacion	47473,29	3	15824,43	7,57	0,0006
Sustratos	47461,51	3	15820,50	7,57	0,0006
Escarificacion*Sustratos	28872,21	9	3208,02	1,54	0,1780
Error	66861,02	32	2089,41		
Total	190668,02	47			

## Supuestos

### Shapiro-Wilks

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO AF	48	0,00	37,72	0,97	0,5484

## Homogeneidad de varianzas

### Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS AF	48	0,31	0,14	87,69

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9658,17	9	1073,13	1,88	0,0845
Escarificacion*Sustratos	9658,17	9	1073,13	1,88	0,0845
Error	21646,82	38	569,65		
Total	31304,99	47			

## Longitud de raíz principal

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
longitud de raíz principal..	48	0,74	0,62	24,45

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2249,08	15	149,94	6,09	<0,0001
Escarificacion	474,59	3	158,20	6,43	0,0016
Sustratos	1382,66	3	460,89	18,72	<0,0001
Escarificacion*Sustratos	391,83	9	43,54	1,77	0,1138
Error	787,91	32	24,62		
Total	3036,99	47			

## Numero de raíces secundarias

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
n secundarias	48	0,63	0,45	23,60

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1847,31	15	123,15	3,58	0,0012
Escarificacion	479,73	3	159,91	4,65	0,0083
Sustratos	627,73	3	209,24	6,08	0,0021
Escarificacion*Sustratos	739,85	9	82,21	2,39	0,0337
Error	1100,67	32	34,40		
Total	2947,98	47			

### Anexo 3. Certificado de traducción del Abstract

## CERTIFICADO DEL RESUMEN

Yo **Siria Elicia Torres Rivera**, portadora de la cedula de identidad N° 1102609433 Licenciada en ciencias de la educación especialidad idioma inglés. Certifico la traducción al idioma inglés el resumen de la tesis denominada: **Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.), bajo invernadero** “perteneciente a la señorita **Karina Alejandra Capa Córdova**, esta corresponde al texto original en español.

A la parte interesada muy atentamente.



**Siria Elicia Torres Rivera**

Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés

Registro Nro 1008-07-798209CONESUP.