



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Efecto del ácido giberélico, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) bajo condiciones controladas.**

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:**

Yander Fernando Uchuari Marizaca

**DIRECTOR:**

Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD

Loja –Ecuador

2024

Educamos para Transformar

## Certificación

Loja, 10 de abril de 2024

Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto del ácido giberélico, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) bajo condiciones controladas**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de la autoría del estudiante Yander Fernando Uchuari Marizaca, con cédula de identidad Nro. 1150866026, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
**SANTIAGO CRISTOBAL  
VASQUEZ MATUTE**

Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Yander Fernando Uchuari Marizaca** declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yander Fernando Uchuari Marizaca', written over a faint, illegible stamp or background.

**Cédula de Identidad:** 1150866026

**Fecha:** 10 de abril de 2024

**Correo electrónico:** [yander.uchuari@unl.ecu.ec](mailto:yander.uchuari@unl.ecu.ec)

**Celular:** 0989391329

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

Yo, **Yander Fernando Uchuari Marizaca** declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto del ácido giberélico, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) bajo condiciones controladas**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero 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 realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diez días del mes de abril de dos mil veinticuatro.

**Firma:**



**Autor:** Yander Fernando Uchuari Marizaca

**Cédula:** 1150866026

**Dirección:** Amable María, Loja

**Correo electrónico:** [yander.uchuari@unl.edu.ec](mailto:yander.uchuari@unl.edu.ec)

**Celular:** 0989391329

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director de Trabajo de Titulación:** Ing. Santiago Cristóbal Vásquez Matute PhD.

## **Dedicatoria**

Este trabajo de integración curricular está dedicado particularmente para mi madre quien me apoyado en cada momento de mi vida, me ha enseñado a ser perseverante en mis metas.

Seguido de mis hermanos: Jessica Uchuari, Alex Uchuari y Ángel Uchuari y mi primo Over Sosoranga y más familiares que me hay ayudado en cada proceso de carrera universitaria.

Así mismo quiero dedicar a mis amigos de universidad con quienes se desveló haciendo trabajos en grupo: Auliria Correa, Jairo Sarango, María Cristina Guamán que siempre estuvimos apoyándonos dentro de clases.

Y también está dedicado para mí mismo, por la perseverancia, el esfuerzo, la dedicación, la responsabilidad y las ganas de salir adelante, de ayudar en el sector agrícola, que esto solo sea el inicio de mi perfil profesional y no desviarme de mis objetivos que me proyecté desde que inicié la carrera.

***Yander Fernando Uchuari Marizaca***

## **Agradecimientos**

Quiero dar gracias a Dios por hacer realidad mi sueño, llegar a ser profesional para la vida.

A mis Padres: María Narcisa Marizaca Paccha y Ángel Augusto Uchuari que me han ayudado y apoyado en cada momento, en cada paso de mi vida y estoy muy agradecido por su esfuerzo realizado para poder ser un profesional, a pesar de las adversidades siempre estuvieron ahí.

A mis Hermanos: Jessica Uchuari, Alex Uchuari y Ángel Uchuari que siempre hemos compartidos momentos buenos, que a pesar de la distancia no han faltado sus buenos deseos y recuerdos motivándome a seguir adelante con sus consejos, y más familiares que me han ayudado dentro del proceso.

A mis amigos de clases con los que formamos una buena amistad y me han brindado su amistad: Ramiro, Jairo, Lenin, Karen, Angy, Auliria que siempre hemos estado ahí en las buenas y en las malas desde primer ciclo hasta el final, con aquellos que se compartió momentos especiales durante el tiempo que duró la carrera y con mi mejor amiga María Cristina Guamán que me ayudado en cada momento, compartido bellos momentos y ha estado presente en las buenas, en las malas y en las peores y que siempre estaré muy agradecido con ella.

A mi director de tesis: Ingeniero Santiago Vasquez que me ayudado en el proceso y desarrollo de mi trabajo de integración curricular, y por hacer que el proyecto sea de lo mejor. A la Universidad Nacional de Loja por brindarme los espacios, los laboratorios para realizar mis estudios de Tercer Nivel de la carrera de Agronomía la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales y Renovables.

***Yander Fernando Uchuari Marizaca***

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación .....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de figuras .....	x
Índice de tablas.....	xiii
Índice de anexos .....	xiv
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico .....</b>	<b>6</b>
4.1. Origen y distribución.....	6
4.2. Producción mundial y nacional de chirimoya.....	6
4.3. Propagación de la chirimoya .....	6
4.3.1. <i>Propagación sexual</i> .....	6
4.3.2. <i>Propagación asexual o vegetativa</i> .....	7
4.4. Propiedades de la semilla .....	7
4.4.1. <i>Semillas ortodoxas</i> .....	7
4.4.2. <i>Semillas recalcitrantes</i> .....	8
4.4.3. <i>Semillas intermedias</i> .....	8
4.4.4. <i>Latencia de la semilla</i> .....	8
4.4.5. <i>Germinación y emergencia</i> .....	9
4.4.6. <i>Proceso de la germinación</i> .....	9

<b>4.5. Giberelinas</b> .....	<b>10</b>
4.5.1. <i>Traslado de las giberelinas y modo de acción</i> .....	10
4.5.2. <i>Efectos fisiológicos de la giberelina en la planta</i> .....	10
4.5.3. <i>Mecanismo de Acción en la movilización de reservas en las semillas</i> .....	11
4.5.4. <i>Giberelinas en la latencia de la semilla</i> .....	11
4.6. Tratamiento pre germinativo .....	12
4.7. Almacenamiento de la semilla de chirimoya .....	12
4.7.1. <i>Conservación in situ</i> .....	13
4.7.2. <i>Conservación ex situ</i> .....	13
<b>5. Metodología</b> .....	<b>14</b>
5.1. Ubicación .....	14
5.2. Metodología General.....	14
5.3. Metodología por objetivos .....	17
5.3.1. Metodología para el primer objetivo: “ <i>Determinar el efecto de las giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad y emergencia de semillas de chirimoya</i> ” .....	17
5.3.2. Metodología para el segundo objetivo específico: “ <i>Evaluar el uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el vigor y el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya</i> ” .....	18
<b>6. Resultados</b> .....	<b>19</b>
6.1. Resultados para el primer objetivo “ <i>Determinar el efecto de las giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad y emergencia de semillas de chirimoya</i> ” .....	19
6.1.1. <i>Condiciones ambientales de almacenamiento</i> .....	19
6.1.2. <i>Viabilidad de las semillas de chirimoya</i> .....	20
6.1.3. <i>Porcentaje de emergencia</i> .....	21
6.1.4. <i>Índice de velocidad de germinación</i> .....	22



6.2. Resultados para el segundo objetivo específico: “Evaluar el uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el vigor y el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya” .....	23
6.2.1. <i>Altura de planta</i> .....	23
6.2.2. <i>Número de hojas</i> .....	25
6.2.3. <i>Diámetro de tallo</i> .....	27
6.2.4. <i>Longitud de Raíz principal</i> .....	28
6.2.5. <i>Número de raíces secundarias</i> .....	30
6.2.6. <i>Cobertura vegetal</i> .....	32
6.2.7. <i>Correlación</i> .....	34
<b>7. Discusión</b> .....	<b>35</b>
<b>8. Conclusiones</b> .....	<b>39</b>
<b>9. Recomendaciones</b> .....	<b>40</b>
<b>10. Bibliografía</b> .....	<b>41</b>
<b>11. Anexos</b> .....	<b>49</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Loja.....	14
<b>Figura 2.</b> Diseño del experimento.....	16
<b>Figura 3.</b> Temperatura (Temp) y humedad relativa (HR) en dos condiciones de almacenamiento: cámara fría (Cam. fría) y condiciones ambientales (Temp. Amb) ..	20
<b>Figura 4.</b> Viabilidad de semillas mediante el test de tetrazolio, bajo dos condiciones de temperatura de almacenamiento: condiciones ambientales (Temp. Amb) y cámara fría (Cam. fría).....	21
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de emergencia de semillas de chirimoya bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm Ag3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ) .....	22
<b>Figura 6.</b> Velocidad de emergencia de semillas de chirimoya bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ) .....	23
<b>Figura 7.</b> Desarrollo inicial de plántulas de chirimoya desde los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento).....	24
<b>Figura 8.</b> Diferencias significativas de la altura final/plántula a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ).....	25

- Figura 9.** Número de hojas/ planta a los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento) .....26
- Figura 10.** Número de hojas final/plántula a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ).....27
- Figura 11.** Diámetro del tallo a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses .....28
- Figura 12.** Longitud raíz principal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ) .....29
- Figura 13.** Diferencias significativas de la interacción del tiempo de almacenamiento\*AG3 sobre la longitud de raíz principal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ). .....30
- Figura 14.** Número de raíces secundarias a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara

fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses .....	31
<b>Figura 15.</b> Efecto de la aplicación de AG3 en el número de raíces secundarias: AG3 (5000 ppm y 0 ppm) a los 105 días después de la siembra y realizado en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses.....	32
<b>Figura 16.</b> Cobertura vegetal a los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento). .....	33
<b>Figura 17.</b> Cobertura vegetal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses .....	34
<b>Figura 18.</b> Mapa de correlación de Pearson que muestra el coeficiente de correlación ( $\rho$ ) basado en datos cuantitativos: porcentaje de emergencia (E %) índice de velocidad de emergencia (IVE), altura (Altura cm), número de hoja (Nro. Hojas), diámetro del tallo (Diám), longitud de la raíz principal (LRP), número de raíces secundarias (NRS) y cobertura vegetal. Los diferentes colores representan la correlación negativa (roja) a positiva (azul) entre dos parámetros diferentes .....	34

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de tratamientos.....	15
--	----

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Obtención de semillas de chirimoyo .....	49
<b>Anexo 2.</b> Secado y control de humedad de semillas previo al almacenamiento .....	49
<b>Anexo 3.</b> Extracción de humedad de semillas dentro de la estufa.....	50
<b>Anexo 4.</b> Almacenamiento de semillas de chirimoya en cámara fría (izquierda) y temperatura ambiente (derecha) .....	50
<b>Anexo 5.</b> Pruebas de viabilidad mediante test de tetrazolio .....	51
<b>Anexo 6.</b> Escarificación de semillas de chirimoyo.....	52
<b>Anexo 7.</b> Desinfección de semillas con Vitavax y aplicación de ácido giberélico .....	52
<b>Anexo 8.</b> Siembra de semillas de chirimoyo en cada tratamiento .....	53
<b>Anexo 9.</b> Emergencia de la semilla de chirimoyo .....	53
<b>Anexo 10.</b> Desarrollo de tratamientos en cada mes.....	53
<b>Anexo 11.</b> Evaluación de variables cuantitativas presentes en el proyecto.....	54
<b>Anexo 12.</b> Anova de la variable Germinación.....	54
<b>Anexo 13.</b> Anova de la variable índice de velocidad de Germinación.....	55
<b>Anexo 14.</b> Anova de la variable altura .....	56
<b>Anexo 15.</b> Anova de la variable número de hojas .....	56
<b>Anexo 16.</b> Anova de la variable diámetro del tallo .....	57
<b>Anexo 17.</b> Anova de la variable longitud de la raíz principal .....	57
<b>Anexo 18.</b> Anova de la variable número de raíces secundarias .....	58
<b>Anexo 19.</b> Anova de la variable cobertura vegetal.....	58
<b>Anexo 20.</b> Certificado de la traducción del resumen.....	59

## **1. Título**

**Efecto del ácido giberélico, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) bajo condiciones controladas.**

## 2. Resumen

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), es un cultivo con gran potencial agronómico y económico, considerando que Ecuador cuenta con zonas aptas para su producción. Sin embargo, este cultivo es subutilizado, y su producción se realiza con escasa tecnificación lo que condiciona su productividad. Uno de los problemas de esta especie es la dificultad para la propagación sexual, ya que la germinación de las semillas es irregular. Razón por la cual, en la presente investigación se evaluó el efecto del uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas y crecimiento inicial de chirimoya. Se colectaron frutos en estado de madurez fisiológica de la parroquia Yangana en la provincia de Loja, posteriormente se procedió a secar las semillas durante un periodo de 2 días hasta obtener un 12 % de humedad. Las semillas fueron almacenadas por periodos mensuales desde 0 a 6 meses bajo dos condiciones de temperatura: cámara fría (4 °C) y temperatura ambiente. Previo a la siembra, las semillas se trataron con dos dosis de ácido giberélico (AG3): 0 ppm y 5000 ppm. Al finalizar los tratamientos se evaluó la viabilidad de las semillas mediante el test de tetrazolio en laboratorio y emergencia de plántulas, así como, durante el crecimiento inicial de las plántulas se midió la altura, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz principal, número de raíces secundarias y cobertura vegetal. La viabilidad de semillas almacenadas por un periodo de 0 a 6 meses la temperatura no afectó en los porcentajes obtenidos al sexto mes de almacenamiento en las dos condiciones evaluadas. La tasa de emergencia independientemente de la condición térmica de almacenamiento, se maximizó con aplicaciones de 5000 ppm de AG3 superando el 70% de emergencia en cada periodo. De igual manera, en el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya, se vio favorecido con la aplicación de 5000 ppm de AG3 en todas las variables estudiadas.

**Palabras clave:** Viabilidad, emergencia, almacenamiento, condición térmica, propagación sexual, giberelinas, tiempo, temperatura, germinación, vigor, desarrollo inicial.



## **Abstract**

Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) is a crop with great agronomic and economic potential, considering that Ecuador has areas suitable for its production. However, this crop is poorly utilized, and its production is carried out with little technology, which affects its productivity. One of the problems of this species is the difficulty of sexual propagation, since seed germination is irregular. For this reason, the effect of the use of gibberellins, seed germination and initial growth of cherimoya was evaluated in this research. Fruits were collected at physiological maturity from the Yangana community in the province of Loja, and then the seeds were dried for a period of 2 days until they reached 12% humidity. The seeds were stored for monthly periods from 0 to 6 months under two temperature conditions: cold chamber (4 °C) and room temperature. Before sowing, seeds were treated with two doses of gibberellic acid (AG3): 0 ppm and 5000 ppm. At the end of the treatments, seed viability was evaluated by the tetrazolium test in the lab and seedling emergence. During the initial growth of the seedlings, height, number of leaves, stem diameter, length of the main root, number of secondary roots and vegetative cover were measured. The viability of seeds stored for a period of 0 to 6 months, the temperature did not affect the percentages obtained at the sixth month of seed storage in the two conditions evaluated. The emergence rate, regardless of the thermal storage condition, was maximized with applications of 5000 ppm AG3, exceeding 70% emergence in each period. Similarly, the initial development of cherimoya seedlings was favored with the application of 5000 ppm of AG3 in all the variables studied.

**Key words:** Viability, emergence, storage, thermal condition, sexual propagation, gibberellins, time, temperature, germination, vigor, initial development.

### 3. Introducción

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), es una especie arbórea originaria de América Central con un centro secundario de diversidad en la región andina de América del Sur, específicamente Ecuador y Perú (Larranaga et al., 2017). Existe gran diversidad de ecotipos de chirimoya en el sur de Ecuador, crecen naturalmente en valles y montañas, formando bosques naturales, por lo que, agricultores locales poseen ciertos cultivares de chirimoyas en sus plantaciones (INIAP, 2023).

Uno de los problemas principales en la propagación sexual del cultivo de chirimoyo es el proceso de germinación, debido a que de manera natural este cultivo presenta germinación irregular y requieren de un largo período de tiempo entre 90 a 900 días después de la siembra (Lambers y Oliveira, 2019).

Además, durante el proceso de germinación de la semilla existe la presencia de un embrión primitivo de crecimiento lento, que no suele ser detectado cuando el fruto está en su madurez fisiológica; el embrión continúa desarrollándose después de la cosecha del fruto (Cardoso et al., 2018). Kheloufi y Mounia Mansouri (2020) determinaron que la tasa de germinación de las semillas recién cosechadas puede diferir ampliamente, con valores que van del 30 % al 80 %.

De acuerdo a Vidal et al. (2014) existen métodos de conservación de semillas para preservar la diversidad genética, una de ella es por medio del almacenamiento de las semillas en cámaras frigoríficas con temperatura y humedad controladas. Dalanhol et al., (2013) señalan que la aplicación de giberelinas (AG3) favorecen el proceso de germinación y rompen la latencia de las semillas en algunas variedades de chirimoyo, por lo que aporta positivamente al estimular los procesos fisiológicos de la semilla obteniendo tasas de germinación 70-80% (Sandoval et al. 2018)

Hasta el momento, existe poca información en el país del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad de las semillas de chirimoya y efecto de giberelinas en la germinación y en el desarrollo inicial de plántulas de chirimoyo un periodo de almacenamiento de 6 meses.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya

### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de las giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad y emergencia de semillas de chirimoya.
- Evaluar el uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el vigor y el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Origen y distribución**

El cultivo de chirimoyo tiene su origen en mesoamérica confirmado por análisis moleculares (Larranaga et al, 2017), muestra claras implicaciones en la dispersión de germoplasma vegetal entre América Central y América del Sur (Dvorak et al., 2011). Así, la chirimoya se habría originado en América Central con un centro secundario de diversidad en la región andina de América del Sur (Larranaga et al., 2017), donde Loja destaca por su amplia diversidad de esta especie.

Por lo tanto, este cultivo se encuentra distribuido de forma comercial en Ecuador, Perú, Chile, España, Bolivia, Argentina, Brasil, Estados Unidos, Colombia, Sudáfrica, Israel y México (Vega y Esther, 2013), de igual forma se destacan algunas especies con potencial económico siendo las más sobresalientes: *Annona cherimola* L., *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L., *Annona reticulata* L., *Asimina triloba* L.

### **4.2. Producción mundial y nacional de chirimoya**

El país con mayor producción comercial a nivel mundial de chirimoya es España, que cuenta con 3 000 ha, seguido de Perú y Chile, de forma limitada se encuentran en países como Ecuador, Bolivia, Colombia, Portugal, EE. UU., Argentina o México (Galán et al., 2014).

Nuestro país cuenta con alrededor de 1 000 ha de chirimoya, distribuidos principalmente en Guayllabamba, Tumbaco, Vilcabamba, Malacatos, Gualaceo, Paute, Patate, Mira y algunos lugares en la provincia de Imbabura (Andino, 2014). La producción en estas localidades no supera el valor de 1 t/ha, España es el mayor productor de chirimoya a nivel mundial, con una producción de 16 a 20 t/ha (Andino, 2014).

### **4.3. Propagación de la chirimoya**

#### ***4.3.1. Propagación sexual***

Los árboles del género *Annona* deben ser propagados por semillas obtenidas de plantas madre seleccionadas, con características fenotípicas que poseen excelente calidad de frutos y alta resistencia a plagas y enfermedades (Vidal et al., 2015). Las semillas de chirimoyo durante el proceso de germinación experimentan un tipo de germinación no uniforme, esto se debe a que cada especie durante el proceso de germinativo es diferente, por lo que las semillas de chirimoyo, se debe a la presencia de un embrión inmaduro, una testa rígida y la presencia de

enzimas, permitiendo que entren en un estado de latencia, así mismo su capacidad de germinación depende de la duración del almacenamiento de la semilla, del tratamiento previo a la siembra y de la especie; y varía entre 60-94% (Vidal et al., 2015)

Este tipo de propagación por semillas en las especies de chirimoyo da como resultado la obtención de plántulas que se consideran materiales de reproducción sexual que manifiestan cierta variabilidad genética en el crecimiento de las plantas y la producción de frutos (Vidal et al., 2015).

#### ***4.3.2. Propagación asexual o vegetativa***

La propagación vegetativa tiene ventajas en la propagación por semillas, como la facilidad de propagación, la facilidad de selección y obtención de los clones de la planta madre, menor tiempo para el desarrollo y formación de frutos (Scuc, 2006). El uso de plántulas como material de plantación comúnmente da como resultado un crecimiento vegetativo prolongado, baja productividad, mala calidad de la fruta y rendimiento y calidad inconsistentes; sin embargo, las plantas de propagación vegetativa de variedades comerciales relevantes resuelven algunos de estos problemas (Heenkenda et al., 2009).

#### **4.4. Propiedades de la semilla**

Se considera que las semillas son el reservorio de la vida, permitiendo transmitir los caracteres de sus antecesores a la siguiente generación permitiendo con la conservación de la especie (Bonicatto et al., 2020). Houtart, (2013) menciona que las semillas son consideradas como bienes comunes que fueron mejoradas y compartidas en conjunto con los agricultores en todo el mundo quienes mantienen el control de las mismas, obteniendo así gran diversidad de especies mejoradas del trabajo hombre (Vicente, 2015)

Existen diferentes tipos de clasificación de semillas, una de ellas es por medio de extracción de humedad para posteriormente ser almacenadas y se clasifican en tres grandes grupos: ortodoxas, recalcitrantes e intermedias (Vidal et al., 2015).

##### ***4.4.1. Semillas ortodoxas***

Vidal et al, (2015) mencionan que este tipo de semillas alcanzan contenidos de humedad relativamente bajos alcanzando al menos hasta un nivel de humedad constante que se mantenga en equilibrio con una humedad ambiental relativa de 10%. Ellis (1984) manifiesta que las semillas de chirimoyo son ortodoxas y pueden almacenarse en condiciones de temperatura ambiente.

#### ***4.4.2. Semillas recalcitrantes***

Son aquellas semillas que presentan un alto contenido de humedad 90% y 40%, y son sensibles a la deshidratación, por lo que, su almacenamiento sea posible se debe realizar un secado específico que mantenga entre 25% y 80% de humedad, arriesgando en perder viabilidad con el 20% o 30% de su contenido de humedad (Vidal et al., 2015). Así mismo, no resisten bajas temperaturas, hasta -3°C perdiendo viabilidad rápidamente (Serrada, 2000).

La familia Annonaceae se cree que son semillas recalcitrantes por su origen tropical y este tipo de semilla no soporta el enfriamiento sin afectar su viabilidad. Nuestros resultados mostraron que las semillas de manzana de azúcar pueden resistir el almacenamiento a 4°C durante 2,5 meses sin cambios en el porcentaje de viabilidad, lo que indica que estas semillas son ortodoxas (Martínez, 2012).

#### ***4.4.3. Semillas intermedias***

Las semillas intermedias forman parte de la última clasificación dentro de esta categoría, en donde se encuentran especies presentan un comportamiento intermedio entre las ortodoxas y las recalcitrantes. Presentan combinaciones con respecto al secado y almacenamiento a temperaturas bajas (Vidal et al., 2015).

Aún no está claro sobre los porcentajes de deshidratación que soporta esta clasificación con respecto a su disminución al contenido de humedad según Berjak y Pammenter, (1994). Para semillas recalcitrantes, quienes sugieren que en este tipo de semillas el contenido de humedad no debe bajar del 20% para evitar la pérdida de viabilidad.

#### ***4.4.4. Latencia de la semilla***

Las semillas sembradas y antes de entrar al proceso de germinación son interrumpidas por su composición física, química y factores ambientales, en donde entran en un estado de latencia y pueden ser exógenas, endógenas y dobles (Ceme, 2019). La latencia exógena por su parte es desarrollada por presentar una cubierta externa rígida en la semilla (testa o pericarpio), que protege al embrión y no permite el contacto con el medio exterior para dar paso a la germinación. La latencia endógena es desarrollada cuando la semilla presenta un embrión subdesarrollado en donde no existe sustancias químicas necesarias para dar inicio a la germinación y la latencia doble se desarrolla mediante la combinación de las dos clases de latencia (Lobo et al., 2007). Así mismo para conocer si la semilla es viable se desarrolla pruebas de germinación o pruebas en laboratorio con el test de tetrazolio

En algunas especies anonáceas se presenta latencia morfológica y morfofisiológica (Baskin y Baskin, 2004). La latencia morfológica se presenta cuando los embriones de las semillas son inmaduros, en donde la mayor parte de la semilla está formada por el endosperma y el embrión corresponde aproximadamente al uno por ciento del volumen de la unidad de propagación sexual (Nikolaeva, 1969).

Por otro lado, la latencia morfofisiológica además de presentar un embrión rudimentario tiene un mecanismo fisiológico que inhibe la germinación de la semilla (Baskin y Baskin, 2004), en donde se debe utilizar metodologías de estratificación y en algunos casos sustituir con la aplicación de ácido giberélico (AG3).

#### ***4.4.5. Germinación y emergencia***

La germinación en la semilla de chirimoya es muy pobre por lo que lleva mucho tiempo, el crecimiento muy lento de las plántulas limita su uso como portainjerto y es muy esencial para satisfacer las crecientes demandas de brotación e injerto (Mane et al, 2018). Los problemas que presentan en la germinación de esta especie dificultan el uso del chirimoyo como patrón. La aplicación de AG3 en estudios realizados han demostrado que los tratamientos previos a la siembra mejoran la germinación y el desarrollo inicial de plántulas en muchas especies de frutales (Mane et al., 2018).

El conocimiento sobre la germinación de semillas es muy importante para la propagación sexual de chirimoyo como especie cultivada (Martínez et al., 2016). Al mismo tiempo, los estudios de germinación de esta especie se realizaron en regiones con características edafoclimáticas muy diferentes a las predominantes en las zonas productoras de Colombia (Menegazzo et al., 2012; Adeniji et al., 2014).

#### ***4.4.6. Proceso de la germinación***

El proceso de germinación en las semillas de Annonaceae es lento y desigual (Tokunaga, 2000). Pawshe et al. (1997) y De Smet et al. (1999) señalan que la germinación de estas semillas puede verse afectada por la presencia de ácido abscísico que contiene el embrión. Otro factor importante que impide en el proceso de germinación es la impermeabilidad y la resistencia tegumentaria (Corsato et al., 2012).

Los factores encargados de la supresión de la emergencia en el campo se encuentran el estado fisiológico de la semilla (principalmente latencia), temperatura alta o baja desfavorable,

humedad alta o baja, baja aireación del suelo, impedancia mecánica por costras superficiales, toxicidad química del suelo e interferencia biótica (Padilla y Encina, 2002)

La germinación de la semilla es un proceso que tiene lugar en dos etapas: ruptura de la testa y ruptura del endospermo-protrusión de la radícula. En las etapas posteriores a la germinación se observó la inducción y formación de raíces laterales que se produjeron endógenamente a partir de la raíz primaria del periciclo. El endospermo sufre cambios morfológicos que aumentaron su volumen durante la imbibición y se degradaron en las etapas finales de la germinación, lo que podría ser indicativo de debilitamiento del endospermo y reducción de la resistencia mecánica impuesta por el crecimiento embrionario (Martínez et al., 2013).

## **4.5. Giberelinas**

### ***4.5.1. Traslado de las giberelinas y modo de acción***

Las giberelinas se agrupan con la con los ácidos carboxílicos diterpenos tetracíclicos de origen natural, que son estructuralmente de dos tipos básicos. Además, los AG promueven el crecimiento de las raíces al aumentar tanto la proliferación como la expansión celular (Úbeda-Tomás et al., 2008; 2009).

La acción de GA en los tejidos vegetales se basa en la degradación de los represores DELLA, que modulan la actividad de varias familias de factores de transcripción (Martínez et al, 2016).

### ***4.5.2. Efectos fisiológicos de la giberelina en la planta***

Martínez et al, (2016) mencionan que los notables efectos fisiológicos de los GA en las plantas dieron como resultado el descubrimiento del ácido giberélico (GA3), los resultados de la aplicación de GA a las plantas han implicado en muchos procesos fisiológicos en las plantas:

- El alargamiento del tallo
- El agrandamiento de las hojas
- La germinación de semillas
- La inducción de la floración.
- En la defensa contra el ataque de patógenos
- Activación relativa de estas respuestas opuestas crítica para la supervivencia óptima de las plantas en la naturaleza



Además, se sabe que la señalización de giberelinas desempeña un papel fundamental en el compromiso entre el crecimiento de las plantas y la adaptación a condiciones ambientales adversas (Achard et al., 2006; Magome et al., 2008; Dubois et al., 2013), y en la defensa contra el ataque de patógenos (Navarro et al., 2008).

#### ***4.5.3. Mecanismo de Acción en la movilización de reservas en las semillas***

Corsato et al, (2012) mencionan que las giberelinas activas, bloquean la expresión de genes que reprimen la germinación (RGL2, SPY) y aumentan el potencial de germinación de las semillas (Peng y Harberd, 2002). Por otro lado, la aplicación exógena de AG3 promueven el máximo potencial en el crecimiento del embrión al estimular la degradación de las reservas de la semilla aportando energía para el crecimiento del embrión (Koornneef, 2002).

Las giberelinas endógenas sintetizan en el proceso de la imbibición de la semilla promoviendo la síntesis en las enzimas hidrolíticas, degradando las reservas y modificando las paredes celulares. Estos procesos que se desarrollan debilitan el endospermo ejecutando la protrusión de la radícula a través del tegumento y completando la germinación per se (Peng y Harberd, 2002)

Por otro lado, las semillas presentan en cierto porcentaje alta concentración de ácido abscísico (ABA) y es antagonista del GA3, inhibiendo en las enzimas involucradas en el proceso fisiológico del GA3 (Warcing y Saunders, 1971). La alta concentración de ABA en la testa reduce el desarrollo del embrión, de igual forma el agrandamiento del endospermo ocasionando menor germinación de la semilla. Tanto GA3 como las citoquininas son antagonistas del efecto de ABA parcial o completamente en la germinación de semillas de chirimoya, la combinación de citoquinina + GA3 se obtiene un 80 % de germinación, pero ABA solo obtiene un 10 % (Rahman y Yoshida, 2002).

#### ***4.5.4. Giberelinas en la latencia de la semilla***

Gupta et al, (2022) menciona que las semillas al presentar alteraciones durante su almacenamiento, las fitohormonas contribuyen en el acondicionamiento de la latencia y mejorar los porcentajes de germinación en muchas especies de plantas estimulando positivamente en los procesos fisiológicos de la germinación. La aplicación de fitohormonas para el proceso de germinación se consideran prácticas sencillas, rentables y sostenibles para aumentar el rendimiento de los cultivos.

#### **4.6. Tratamiento pre germinativo**

Los tratamientos pregerminativos permiten que las semillas que entran en fase de latencia inicie con el proceso de germinación mediante la estimulación de la cubierta de la semilla (Testa) sin afectar el estado del embrión. Por lo que existen métodos que permiten estimular la testa: escarificación mecánica y escarificación química (Ceme, 2019).

- **Escarificación mecánica por fricción**

En ese método de escarificación se puede desarrollar el mayor número de semillas con el uso de gravilla, ejerciendo fricción sobre la testa, permitiendo realizar un lijado a un tamaño considerable de 100 semillas por cada 1 kg de gravilla (Caraballo, 2008).

- **Escarificación química**

Se realiza mediante el uso diluciones químicas embebiendo las semillas por un tiempo específico, principal característica de semillas de testa rígida. Que se puede aplicar ácido o con una base fuerte penetrando la testa de la semilla por lo que el ácido sulfúrico concentrado es uno de los más usados y efectivos para lograr este propósito (Ceme, 2019).

- **Estratificación**

La estratificación es otro método que permite realizar que las semillas entren en proceso de germinación mediante un periodo de enfriamiento o golpes de temperatura caliente para que se efectúe la maduración del embrión (Hartmán y Kester, 1998).

#### **4.7. Almacenamiento de la semilla de chirimoya**

La conservación de las semillas de chirimoya es un punto importante para la conservación in situ y ex situ, Sanewski (1991) y Purohit (1995) señalan que el poder germinativo disminuye rápidamente tras la cosecha. Popenoe (1974) y Garwood (1995) afirmaron que las semillas de chirimoya se pueden conservar por mucho tiempo (3-4 años) en un ambiente seco. Ellis et al., (1984) señalan que las semillas de chirimoya pertenecen a la clasificación semillas ortodoxas, que si pueden ser secadas adecuadamente pueden almacenarse durante mucho tiempo bajo temperatura ambiente y cámara frío (De Smet et al., 1999).

Previo al almacenamiento la semilla debe presentar buena calidad, es decir, se tiene que considerar que esta sea uniforme, libre de enfermedades y daños físicos en la cubierta. Así mismo se otro criterio que se debe tomar en cuenta antes de ser almacenadas aplicar tratamientos preventivos de fungicidas, insecticidas y guardarla en un recipiente hermético cerrado, a una temperatura de 10°C y también se puede almacenar a temperatura ambiente, tomando en consideración que deben ser lugares frescos y ventilados, con un tipo de envase

hermético evitando estrés y cambios bruscos de temperatura y humedad relativa (Irigoyen et al., 2004)

#### ***4.7.1. Conservación in situ***

Dependiendo de la clasificación de la especie si es silvestre, semi cultivada y cultivada, nativa o introducida, según las normas de mejoramiento y conservación de especies la familia Annonaceae se presentas principalmente en huertos familiares, el chirimoyo es considerado como silvestres y su mayor diversidad fenotípica se encuentran vegetaciones naturales de las selvas tropicales, donde se consideran de gran importancia el sistema de conservación a través de áreas naturales protegidas (Andrés y Andrés, 2011).

#### ***4.7.2. Conservación ex situ***

Según Vidal et al, (2015) manifiesta que la conservación ex situ se aplica a especies vegetales domesticadas por el hombre en huertos familiares y que es importante ya que, protege especies fuera de su origen o centro de diversidad. Este tipo de conservación ex situ a sido utilizado ampliamente en las últimas a lo largo de la historia (Hidalgo, 1991).

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación

El presente proyecto se desarrolló en el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Loja ubicado en el sector “La Argelia” en la parroquia San Sebastián a 6 Km al Sur, de la ciudad de Loja.



**Figura 1.** Banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Loja

### 5.2. Metodología General

#### 5.2.1. *Material biológico*

Se recolectaron frutos de chirimoya del fenotipo impresa de una localidad de la parroquia Yangana en el cantón Loja (Latitud: 0.42336S, Longitud: 79.121, Altitud: 1700 msnm), los frutos recolectados se encontraban en estado de madurez fisiológica (Gesha), asegurando el desarrollo completo del embrión para la propagación sexual adecuada de esta especie.

Los frutos colectados fueron almacenados en el banco de germoplasma por 5 días para asegurar la madurez del fruto, el material biológico se lavó desinfecto y se colocaron en toallas de papel absorbente para secarlas. Se eliminaron aquellas que presentaron síntomas de plagas, enfermedades y daños aplicando el proceso de selección de semillas para el almacenamiento.

El almacenamiento de semillas se realizó desde el 29 de mayo del 2023 en donde se extrajo el contenido de humedad de semillas hasta alcanzar un porcentaje del 12% en la estufa a una temperatura de 35 °C por 12 horas y se lo controló con un medidor de humedad de

semillas, después se utilizaron recipientes herméticos de vidrio para conservar las semillas en cámara fría y en condiciones ambientales hasta el 29 de octubre del 2023.

### 5.2.2. Diseño del experimento y aplicación de tratamientos

Para el proyecto se aplicó un Diseño Completamente al Azar DCA, con un arreglo bifactorial como factor A se designó a la temperatura de almacenamiento de las semillas en dos niveles factor B la aplicación de giberelinas en dos niveles (Tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción de tratamientos

CÓDIGO	Tratamiento	
	FACTOR A Temperatura (°C)	FACTOR B AG3 (ppm)
Cam. Fría	Cámara fría 4°C	0
Temp. Amb	Temperatura Ambiente	0
Cam. Fría + AG3	Cámara Fría 4°C	5000
Temp. Amb + AG3	Temperatura ambiente	5000

Factor A: Temperatura (Cámara fría 4°C y Temperatura Ambiente), Factor B: Ácido giberélico (0 y 5000 ppm)

La unidad experimental estuvo constituida por lotes de 30 semillas con tres repeticiones, es decir 90 semillas por cada tratamiento. En cada mes se realizó cuatro tratamientos: 5000 ppm de giberelinas almacenadas a temperatura ambiente 23.2°C (Temp. Amb + AG3), 0 ppm de giberelinas almacenadas a temperatura ambiente 23.2°C (Temp. Amb), 5000 ppm de giberelinas almacenadas a temperatura fría 4°C (Cam. Fría + AG3) y 0 ppm de giberelinas almacenadas a temperatura fría 4°C (Cam. Fría).

### 5.2.3. Preparación del sustrato para ensayos de germinación

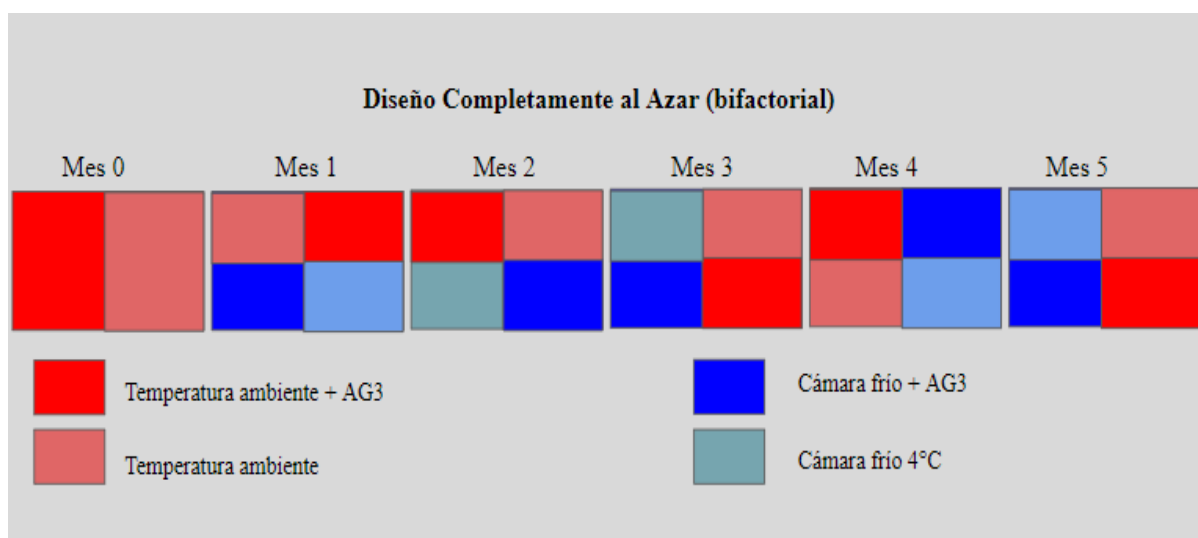
El sustrato se preparó usando una proporción 1:1 peso de turba negra y tierra de negra de montaña, el sustrato fue colocado en bandejas de germinación con dimensiones 0.50 m de ancho y 0.70m de largo.

### 5.2.6. Cuidado de las plántulas

Una vez realizada la siembra se procedió regarlas permanentemente dependiendo de la humedad del sustrato, manteniendo las semillas en condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y desarrollo inicial de plántulas, así mismo se realizó prácticas culturales de forma manual para la eliminación de las malezas en el semillero.

### 5.2.8. Esquema de Campo

En la tabla 1, se detallan los códigos en los códigos y sus respectivas descripciones del experimento para llevar mejor el análisis estadístico. En la figura 2 se detalla el esquema en campo a realizarse mensualmente desde mayo hasta octubre.



**Figura 2.** Esquema del diseño del experimento

### 5.3. Metodología por objetivos

**5.3.1. Metodología para el primer objetivo:** “*Determinar el efecto de las giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad y emergencia de semillas de chirimoya*”

#### 5.3.1.1. Condiciones ambientales de almacenamiento.

Para esta variable se midió la temperatura (°C) y humedad relativa (%) en los dos ambientes de almacenamiento durante la conservación de las semillas, para determinar en qué condición ambiental afectan en la viabilidad, el porcentaje de emergencia y el índice de velocidad de emergencia.

#### 5.3.1.2. Viabilidad de las semillas de chirimoya.

Para conocer si las semillas almacenadas se mantenían viables, se utilizaron semillas almacenadas a temperatura ambiente y cámara fría, y utilizando la metodología de tinción de test de tetrazolio al 1% a una temperatura de 35 °C en estufa por 2 horas recomendado por Vidal (2014). Para este experimento la unidad experimental estuvo constituida por lotes de 5 semillas con tres repeticiones, es decir 15 semillas por cada tratamiento. La semilla almacenada a temperatura ambiente se designó como (Temp. Amb) y cámara fría (Cam. Fría)

#### 5.3.1.3. Porcentaje de emergencia.

Para determinar el porcentaje de emergencia, cada tratamiento se evaluó a los 60 días después la siembra (DDS), mensualmente desde el mes 0 hasta los seis meses, que consistió en dividir el número total de plántulas emergidas entre el número total de semillas sembradas como lo sugiere Maguire (1962).

#### 5.3.1.4. Índice de velocidad de emergencia.

Se obtuvo a través del conteo diario de las plántulas emergidas a partir de la siembra, tomando como plántulas emergidas a las que sobresalen del sustrato. El índice de velocidad de emergencia IVE se calculó mediante la ecuación propuesta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{Xi}{Ni}$$

Donde:

IVE= índice de velocidad de emergencia

Xi= Número de plántulas emergidas por día

Ni= Número de días después de la siembra

**5.3.2. Metodología para el segundo objetivo específico:** *“Evaluar el uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el vigor y el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya”*

**5.3.2.1. Altura de planta.**

Se midió a los 60, 75, 90, 105 días después la siembra de 10 plántulas al azar por cada repetición, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja con el uso de una regla métrica.

**5.3.2.2. Número de hojas.**

Se realizó un coteo en cada evaluación a los 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra en las 10 plántulas al azar por cada repetición.

**5.3.2.3. Diámetro de tallo.**

Se midió el diámetro final a los 105 días después de la siembra, utilizando un calibrador digital, en el cuello del tallo de 10 plántulas por cada repetición seleccionadas al azar

**5.3.2.4. Longitud de Raíz principal y número de raíces secundarias.**

Se midió a los 105 días después de la siembra, la raíz principal de 5 plántulas por repetición, para luego realizar el conteo de raíces secundarias.

**5.3.2.5. Cobertura vegetal.**

Para analizar el desarrollo de la cobertura vegetal, se evaluó los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra con la aplicación de CANOPEO a una altura de 0.80 m y en un cuadrante de 0.50 m x 0.50 m.

**5.3.2.6. Análisis estadístico**

Se utilizó el software estadístico InfoStat, para realizar las pruebas de ANOVA y verificación de sus respectivos supuestos y predichos para las variables en las que se encuentran diferencias significancias, se aplicaron pruebas de comparación múltiple de Tukey, además se realizó análisis de correlación para las variables cuantitativas.



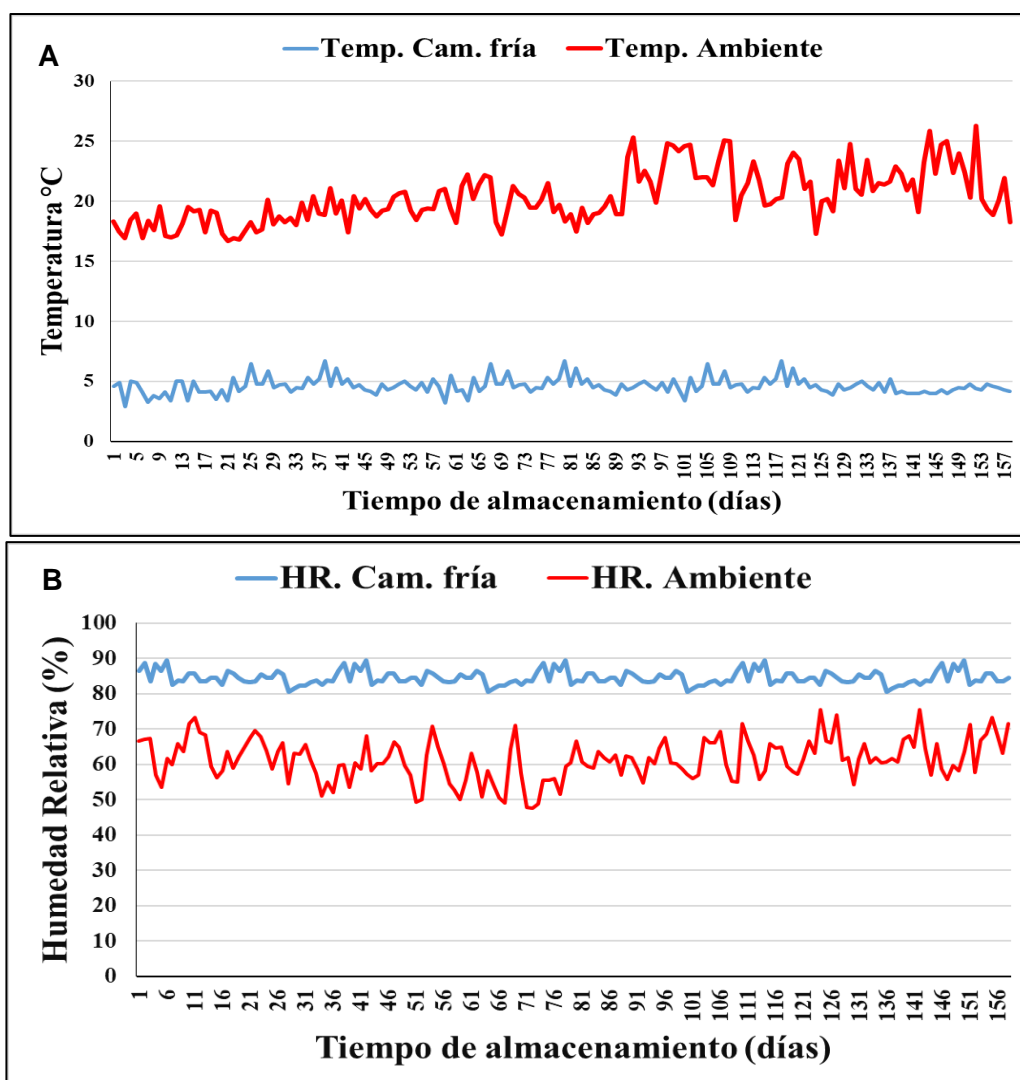
## 6. Resultados

**6.1. Resultados para el primer objetivo** “Determinar el efecto de las giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad y emergencia de semillas de chirimoya”

### *6.1.1. Condiciones ambientales de almacenamiento*

Durante todo el periodo de almacenamiento (150 días) las semillas de chirimoya almacenadas a Temp. Amb registraron datos de temperatura máxima 29,6 °C, temperatura media de 23,4°C y temperatura mínima de 11,4°C. Por otro lado, el tratamiento Tem. Cam fría “Banco” registraron datos con poca variación de 4°C y 4.9 °C en los mismos periodos de almacenamiento.

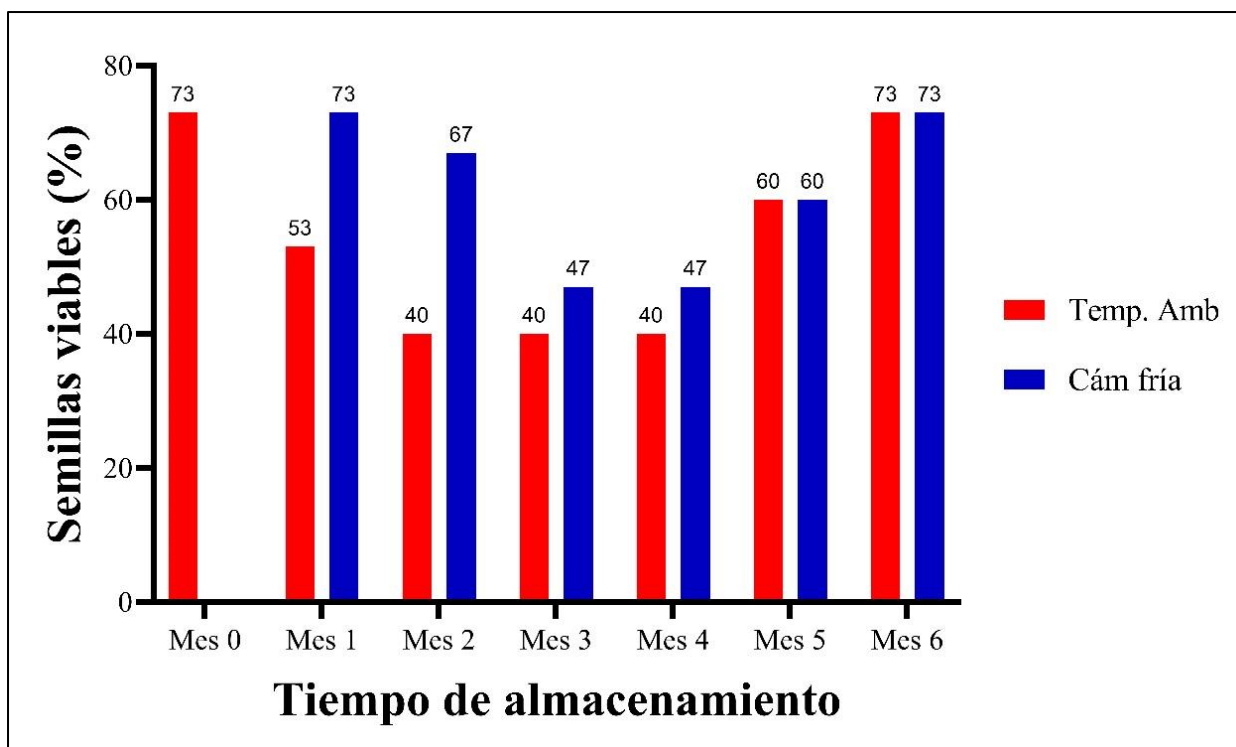
Los datos de humedad relativa de las semillas del tratamiento Temp. Amb la HR máxima fue de 89,7%, HR media 63,7% y HR mínima 16,8%. Por otro lado, el tratamiento Cam. Fría, presentó una humedad relativa promedio de 83.5% (Fig. 3).



**Figura 3.** Registro diario de las condiciones de almacenamiento de las semillas de chirimoya A: Temperatura (°C): Temp. Amb y Cam. Fría. B: Humedad relativa (%), Tem. Amb (HR) y Cam. Fría (HR)

### 6.1.2. Viabilidad de las semillas de chirimoya

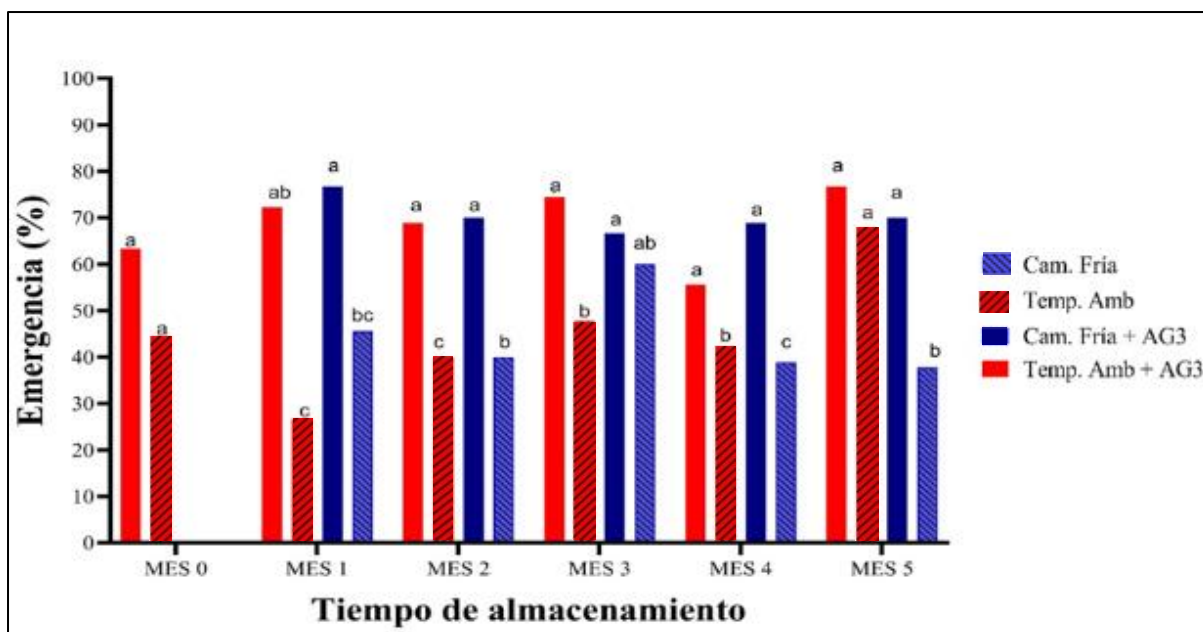
Las semillas de chirimoya no presentaron diferencias significativas ( $p$ -valor  $> 0.05$ ) con la interacción del tiempo\*temperatura de almacenamiento sobre la viabilidad, los porcentajes promedios de semillas viables son cercanos y no difieren en gran medida entre los tratamientos evaluados en diferentes periodos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses) de almacenamiento. El tratamiento de temperatura ambiente mostró una tendencia decreciente mayor hasta el mes 4 de almacenamiento y en los meses posteriores mostró una tendencia creciente hasta el mes 6 de almacenamiento, obteniendo un porcentaje de viabilidad del 73% de semillas viables, el tratamiento en cámara fría presentó una tendencia decreciente hasta el mes 4 de almacenamiento, posteriormente alcanzó una tendencia creciente hasta el mes 6 obteniendo 73 % de semillas viables (Fig. 4)



**Figura 4.** Promedios viabilidad de semillas mediante el test de tetrazolio, en diferentes momentos de almacenamiento, y bajo dos condiciones de temperatura de almacenamiento: Temperatura ambiente (Temp. Amb) y cámara fría (Cam. fría)

### 6.1.3. Porcentaje de emergencia

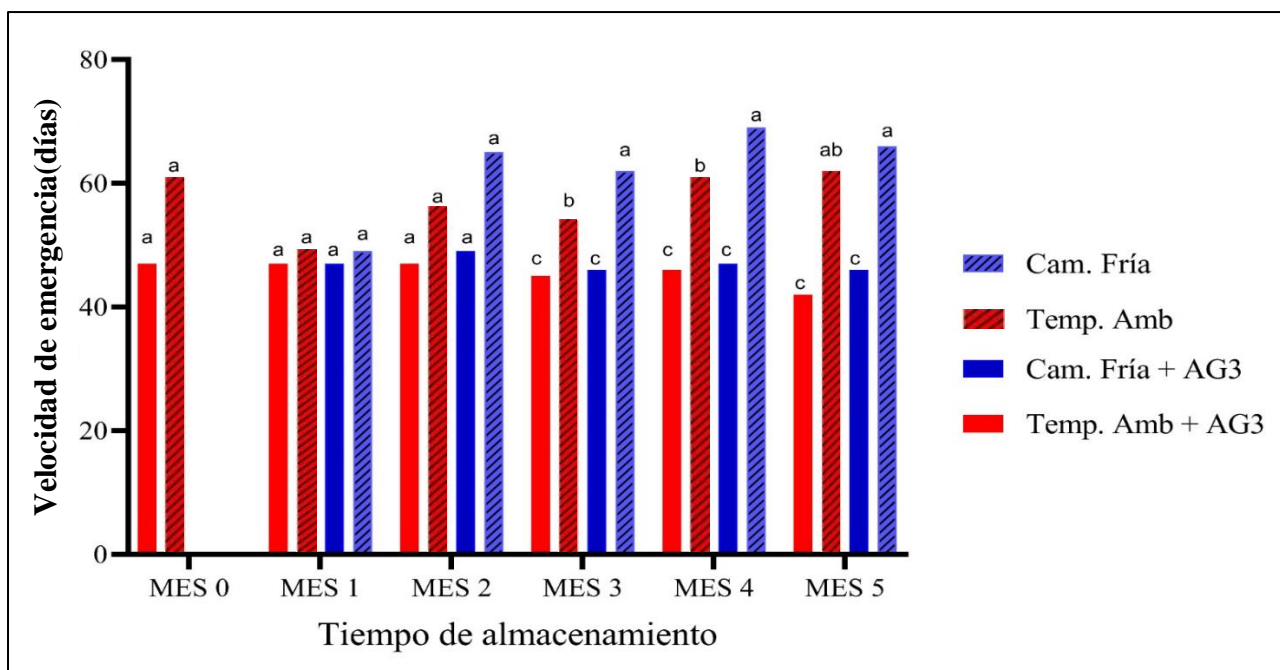
La temperatura\*AG3\*Tiempo de almacenamiento no mostraron diferencias significativas ( $p$ -valor  $> 0.05$ ) en relación al porcentaje de emergencia de las semillas de chirimoya. Aunque sí existen diferencias significativas ( $p$ -valor  $< 0.01$ ) del efecto de AG3 en cada tiempo de almacenamiento evaluado e independientemente de la temperatura (Fig. 5). Los tratamientos de Cam. Fría + AG3 y Temp. Amb + AG3 presentaron porcentajes similares de 75,5 y 78,5 % de plántulas emergidas en el quinto mes de almacenamiento. Seguidamente el tratamiento Temp. Amb obtuvo 69 % de plántulas emergidas en el quinto mes de almacenamiento en relación al tratamiento Cam. Fría con 38 % de plántulas emergidas.



**Figura 5.** Porcentaje de emergencia de semillas de chirimoya bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras diferentes señalan diferencia estadística significativa mediante la prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

#### 6.1.4. Índice de velocidad de germinación

En los tratamientos evaluados, la interacción entre temperatura\*AG3\*tiempo de almacenamiento mostró diferencias significativas ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) sobre el índice de velocidad de emergencia a partir desde el tercer mes de almacenamiento (mes 2). Los tratamientos de temperatura ambiente + AG3 y cámara fría + AG3 obtuvieron un promedio de índice de velocidad de emergencia de 44 y 46 días en comparación a los tratamientos Temperatura ambiente y Cámara fría que emergieron a los 59 y 64 días respectivamente (Fig. 6).



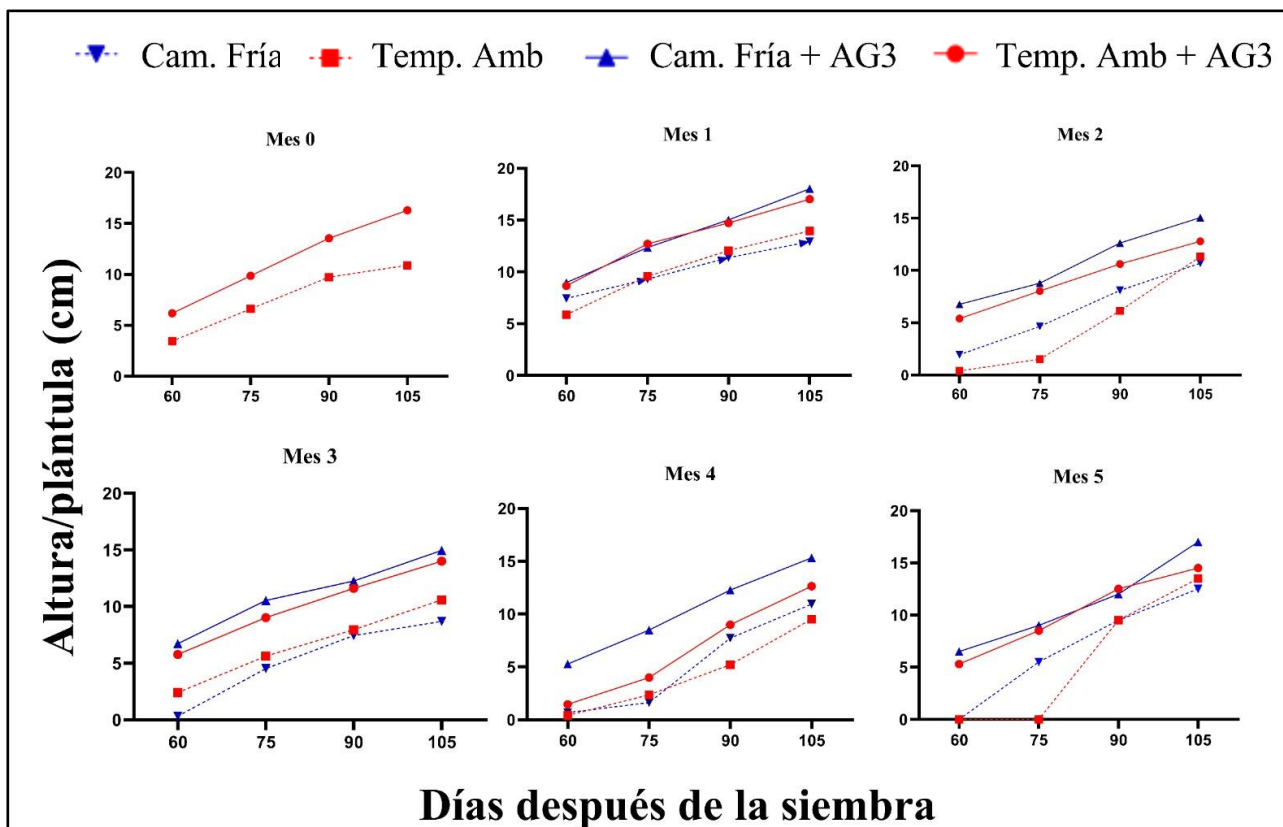
**Figura 6.** Velocidad de emergencia de semillas de chirimoya bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras diferentes señalan diferencia estadística significativa mediante la prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

**6.2. Resultados para el segundo objetivo específico:** “Evaluar el uso de giberelinas, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre el vigor y el desarrollo inicial en plántulas de chirimoya”

### 6.2.1. Altura de planta

#### 6.2.1.1. Dinámica del crecimiento en altura de la planta de chirimoyo.

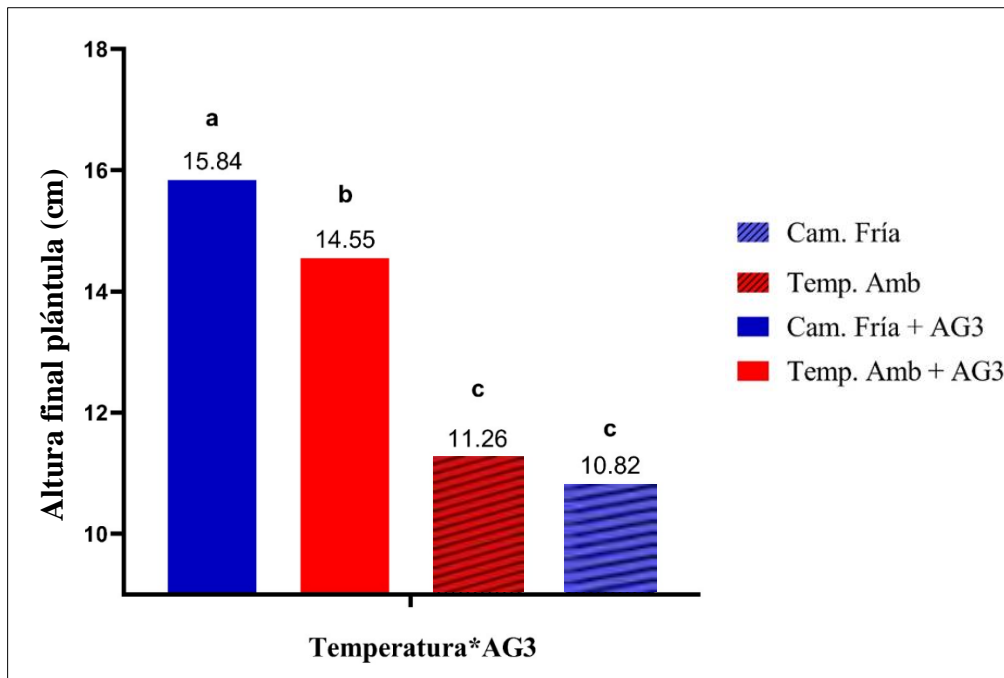
Como se observa en la figura 7, el crecimiento de las plantas de chirimoyo evaluados durante el periodo inicial de 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra difieren en cada uno de los tratamientos, destacándose los tratamientos en cámara fría y temperatura ambiente + AG3 aquellos que tienen mayores promedios de altura de plántula en cada tiempo de almacenamiento evaluado (de 0 a 5 meses).



**Figura 7.** Desarrollo inicial de plántulas de chirimoya desde los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento).

### 6.2.1.1. Altura final de la planta.

El análisis de varianza mediante las pruebas de comparación test de Tukey mostró que no existe diferencias significativas ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) sobre la altura final de plántulas de chirimoyo a los 105 días después de la siembra evaluado en cada período de almacenamiento (de 0 a 5 meses), aunque existió diferencias significativas ( $p\text{-valor} = 0.0167$ ) en la interacción de temperatura\*AG3 sobre la altura final de las plantas, los tratamientos cámara fría y temperatura ambiente + AG3 obtuvieron mayor altura/planta de 15,84 cm y 14,55 cm en relación a los tratamientos Temperatura ambiente y Cámara fría que presentaron promedios de 11,26 cm y 10, 82 cm respectivamente (Fig. 8).

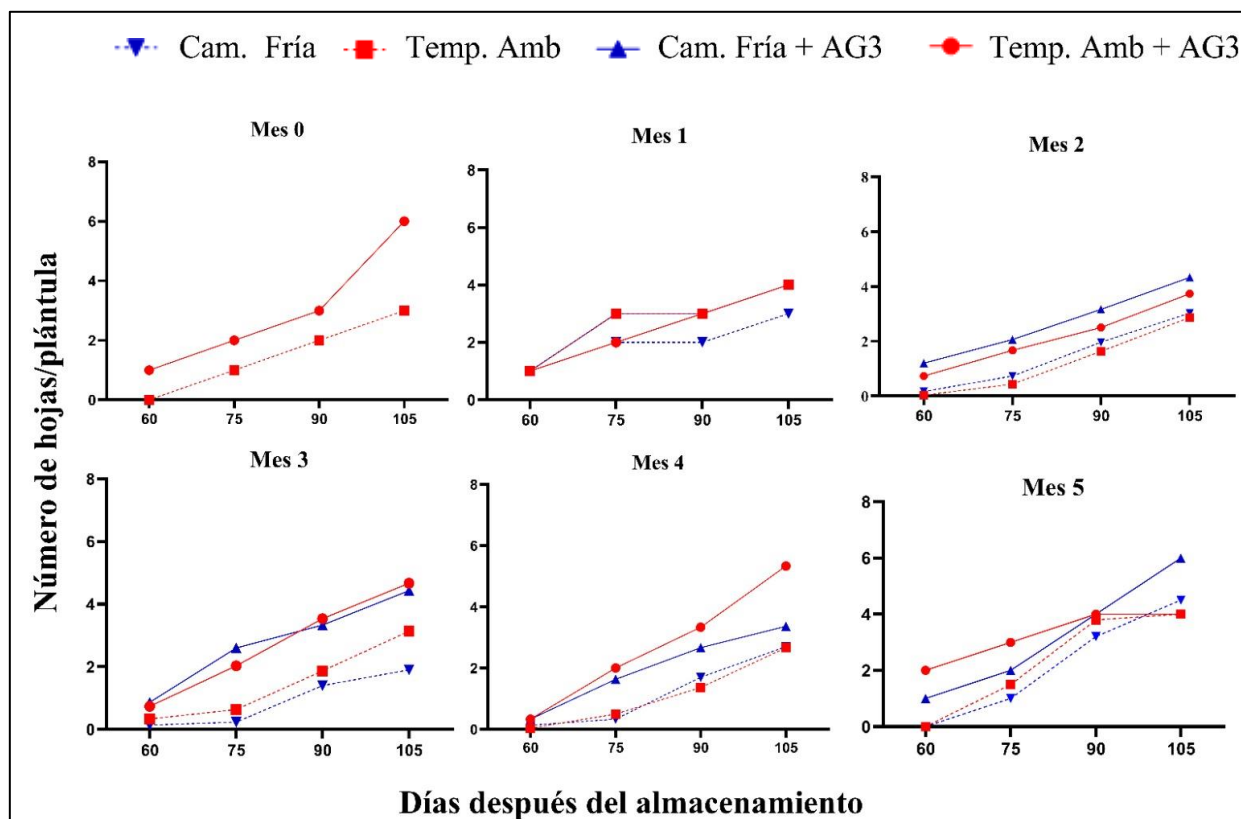


**Figura 8.** Altura de plántulas a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativos con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras diferentes señalan diferencia estadística significativa mediante la prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

## 6.2.2. Número de hojas

### 6.2.2.1. Dinámica en el número de hojas por planta.

En la figura 9, se presenta la dinámica en la variable número hojas/planta evaluados durante el periodo inicial de 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra, no existe diferencias significativas en la interacción Temperatura\*AG3\*Tiempo de almacenamiento sobre el número de hojas/plántula, en cada uno de los tratamientos evaluados. En el segundo periodo de almacenamiento (mes 1) el tratamiento que presenta mayor número de hojas/planta es el de temperatura ambiente, en el tercer período de almacenamiento (mes 2) se destaca el tratamiento en cámara fría + AG3, en el cuarto y quinto periodo de almacenamiento (mes 3 y mes 4) los tratamientos de temperatura ambiente y cámara fría + AG3 son aquellos que presentan valores más altos, finalmente en el último periodo de almacenamiento evaluado (mes 5) el tratamiento que sobresale con mayor promedio es el tratamiento en cámara fría + AG3 con 6 hojas/planta aproximadamente.

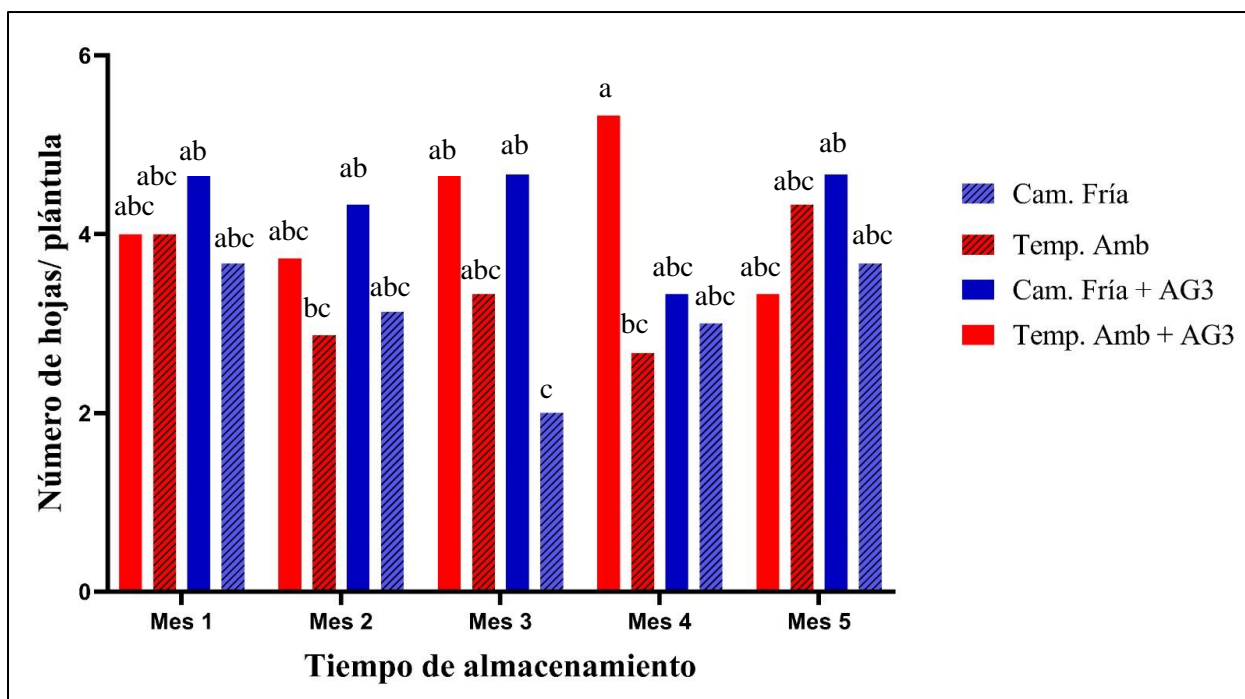


**Figura 9.** Número de hojas/ planta a los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento)

### 6.2.2.2. Número de hojas por planta

El análisis de varianza mediante las pruebas de comparación test de Tukey mostró diferencias significativas ( $p$ -valor=0.0168) del efecto de la aplicación de AG3 sobre el número final de hojas/plántula de chirimoyo a los 105 días después de la siembra evaluado en cada período de almacenamiento (de 0 a 5 meses). El tratamiento en cámara fría + AG3 y temperatura ambiente + AG3 mostró valores más altos en cada periodo evaluado (Fig. 10).

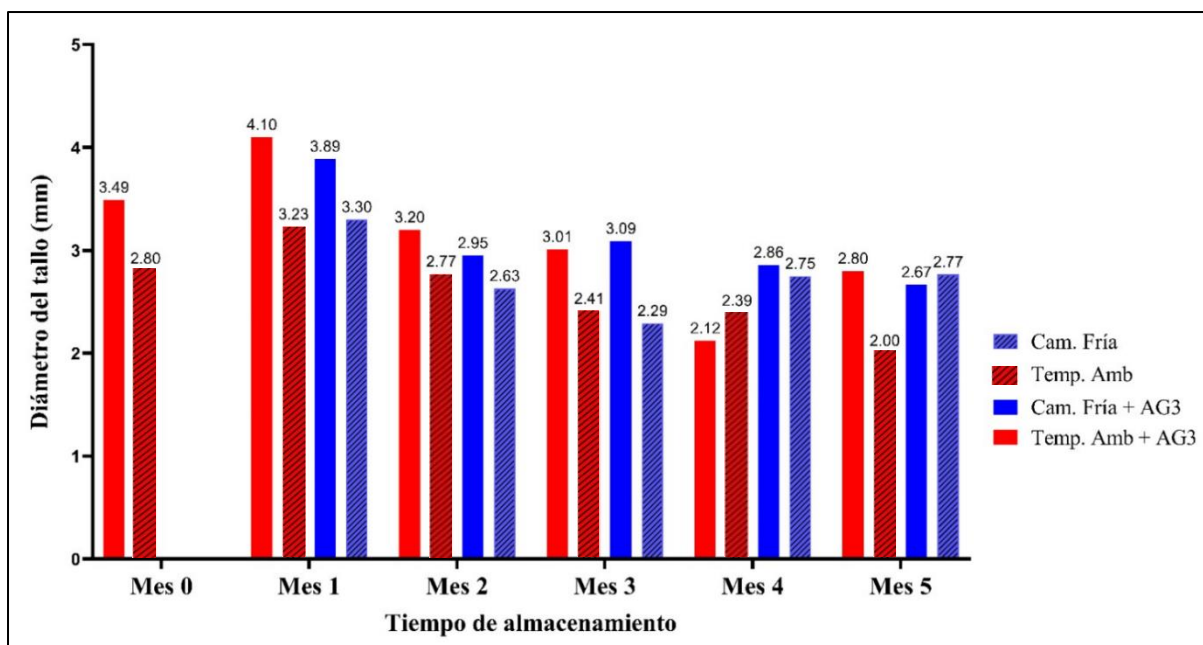




**Figura 10.** Número de hojas final/plántula a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

### 6.2.3. Diámetro de tallo

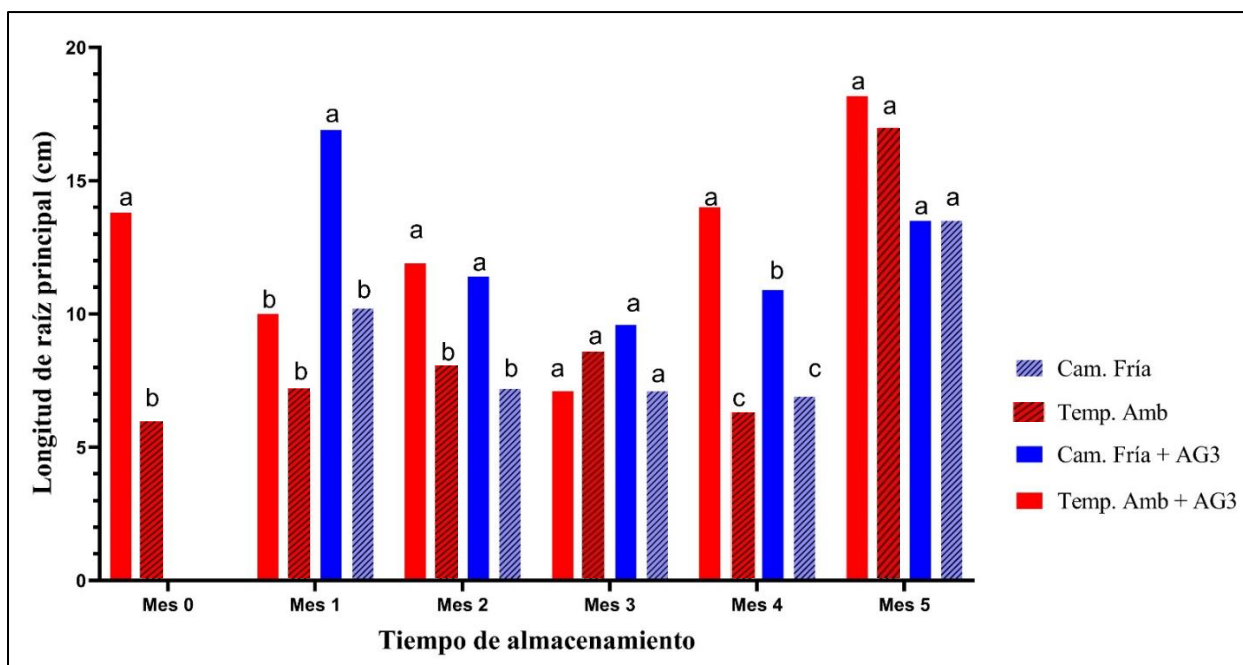
El análisis de varianza determinó que no existe diferencias significativas ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) de la interacción AG3\*Temperatura\*Tiempo de almacenamiento sobre el diámetro del tallo de las plántulas de chirimoyo a los 105 días después de la siembra evaluado en cada período de almacenamiento (de 0 a 5 meses), aunque se obtuvo mayores valores en los promedios con aplicación de AG3 tanto en los tratamientos de temperatura ambiente y en cámara fría (Fig. 11).



**Figura 11.** Diámetro del tallo a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses

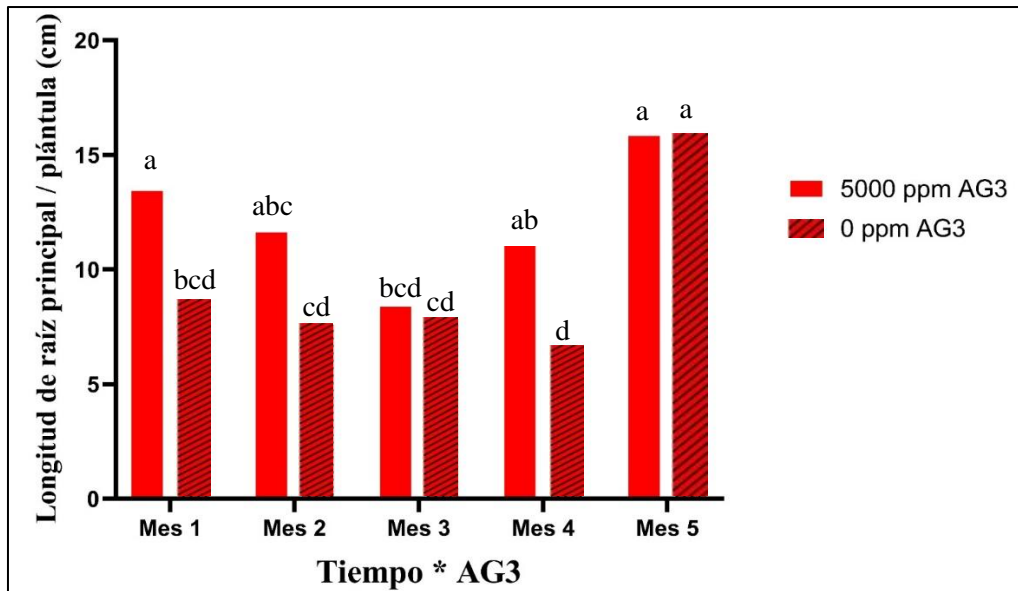
#### **6.2.4. Longitud de Raíz principal**

Se realizaron análisis de varianzas por cada periodo de almacenamiento a los 105 días después de la siembra, en el cual se determinaron diferencias significativas ( $p$ -valor $<0.05$ ) en la aplicación de AG3 sobre la longitud de la raíz principal en los tiempos de almacenamiento correspondientes a 0, 1, 2 y 4 meses, los tratamientos que mostraron mayor longitud de la raíz principal son la temperatura ambiente y cámara fría + AG3 (Fig. 12).



**Figura 12.** Longitud raíz principal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

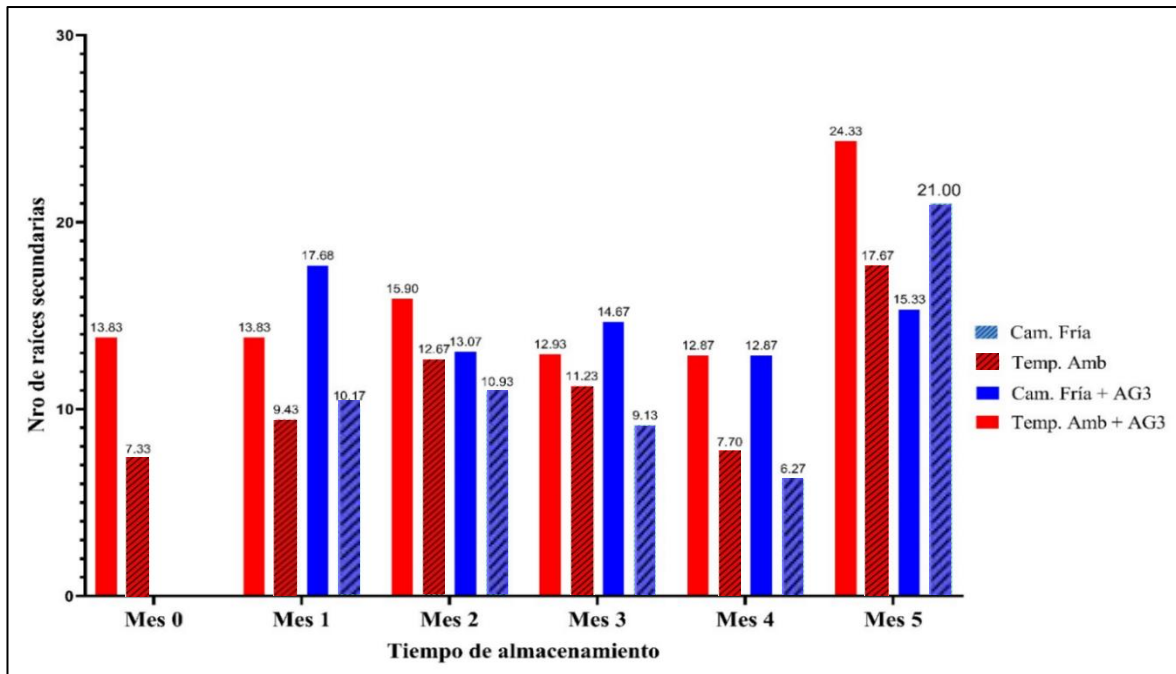
Se realizaron pruebas de comparación múltiple test de Tukey a los 105 días después de la siembra en los periodos de almacenamiento (de 0 a 5 meses), en donde no muestra diferencias significativas ( $P\text{-valor} > 0.05$ ) en la interacción de AG3\*temperatura\*tiempo de almacenamiento sobre la longitud de la raíz principal. Sin embargo, existieron diferencias significativas en la interacción Tiempo \* AG3 en los periodos de almacenamiento que va desde el mes 1 al mes 4, siendo el tratamiento con 5000 ppm de AG3 aquel que presenta mayor longitud de raíz principal. El mes 5 no muestra diferencias significativas en el efecto de la aplicación de AG3 sobre la longitud de raíz principal ya que en ambos tratamientos se obtuvo valores similares (Fig. 13).



**Figura 13.** Diferencias significativas de la interacción del tiempo de almacenamiento\*AG3 sobre la longitud de raíz principal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento. Letras distintas indican diferencia estadística significativa según prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ ).

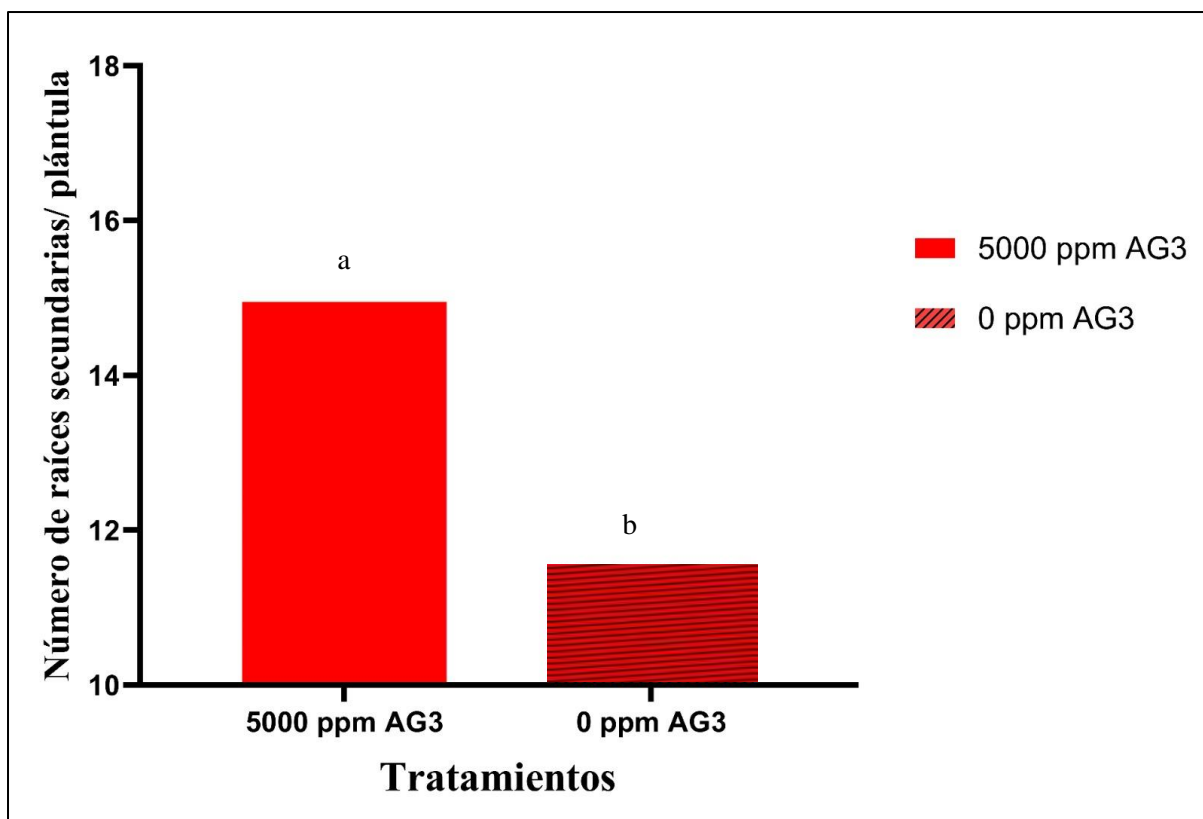
#### 6.2.5. Número de raíces secundarias

El análisis de varianza realizadas en cada mes de almacenamiento no mostro diferencias significativas ( $p\text{-valor} > 0.05$ ) de la interacción AG3\*Temperatura de almacenamiento en el número de raíces secundarias, sin embargo, existió diferencias de promedios en cada tratamiento, el tratamiento que mostró mayor número de raíces secundarias al mes 5 fue temperatura ambiente + AG3 y cámara fría con promedio de 24 y 21 raíces secundarias respectivamente (Fig. 14).



**Figura 14.** Número de raíces secundarias a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses

Mediante las pruebas de comparación de Tukey, no hay diferencias significativas ( $P$ -valor  $>0.05$ ) de la interacción AG3\*temperatura\*tiempo de almacenamiento respecto al número de raíces secundarias por plántulas a los 105 días después de la siembra durante los tiempos de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Existe diferencias significativas de forma independiente del uso de AG3, siendo los tratamientos con aplicación de 5000 ppm de AG3 aquellos que presentan mayor número de raíces secundarias (Fig. 15).

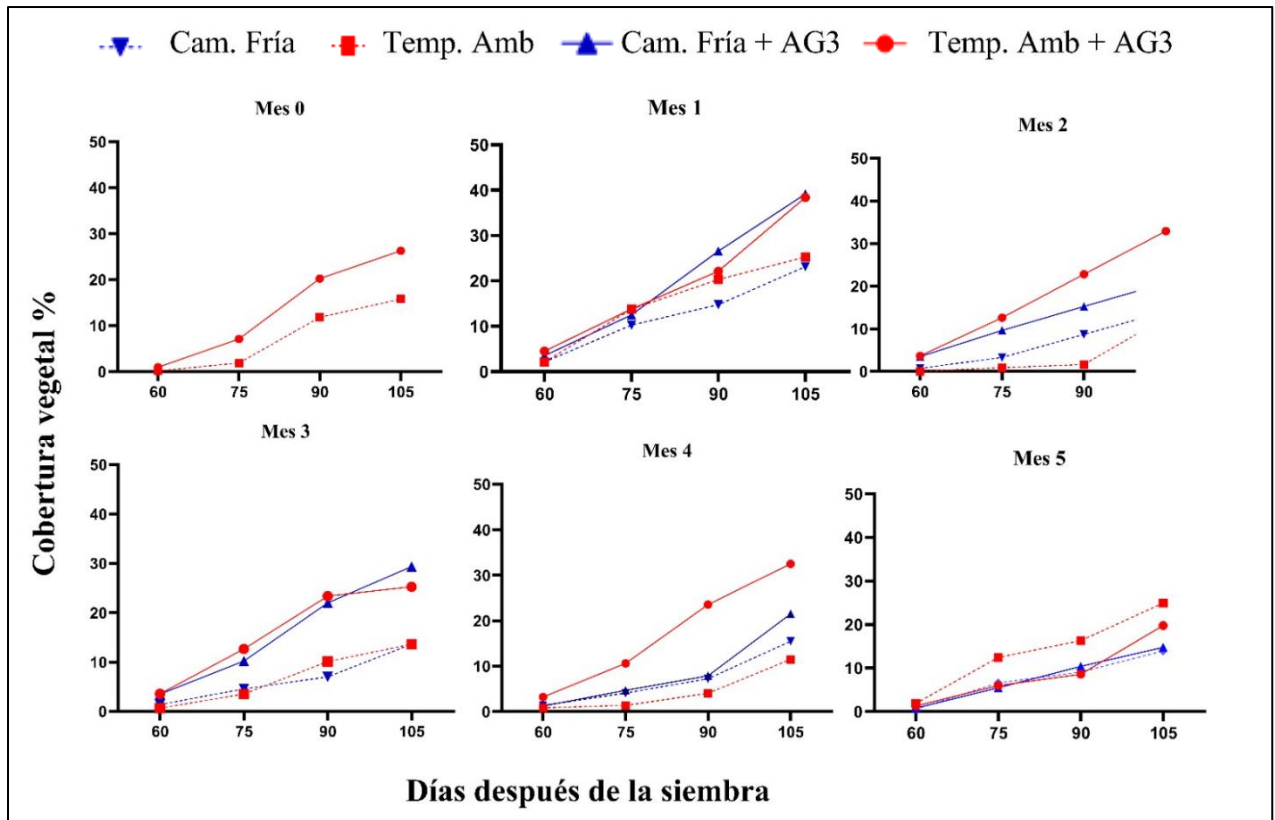


**Figura 15.** Efecto de la aplicación de AG3 en el número de raíces secundarias: AG3 (5000 ppm y 0 ppm) a los 105 días después de la siembra y realizado en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses. Letras diferentes señalan diferencia estadística significativa mediante la prueba de Tukey con un ( $p > 0.05$ )

### 6.2.6. Cobertura vegetal

#### 6.2.6.1. Dinámica en el desarrollo de la cobertura vegetal.

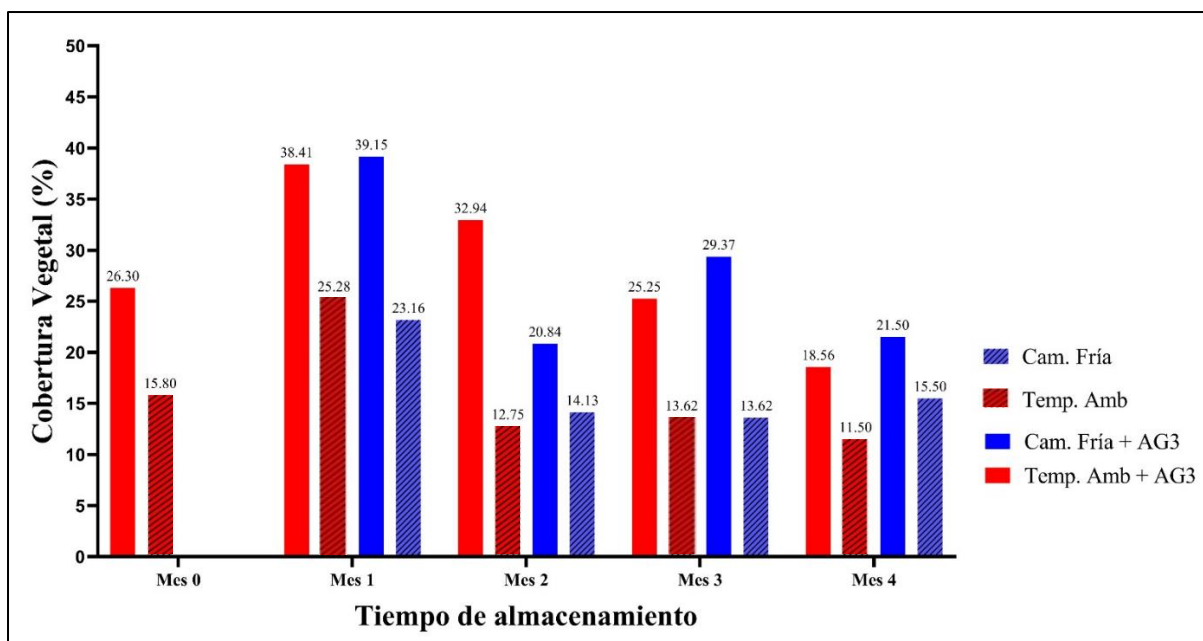
La figura 16, representa el desarrollo de la cobertura vegetal evaluado a los 60, 75, 90 y 105 días después de la siembra por un periodo de 0 a 5 meses de almacenamiento, el análisis de varianza no presenta diferencias significativas, sin embargo, los tratamientos con mayor cobertura vegetal fueron el tratamiento de temperatura ambiente + AG3 y cámara fría + AG3, en comparación a los tratamientos temperatura ambiente y cámara fría en donde se obtuvo valores bajos de cobertura vegetal.



**Figura 16.** Cobertura vegetal a los 60, 75, 90, 105 días después de la siembra, bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cam. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3) durante seis periodos de almacenamiento (desde 0 hasta 5 meses de almacenamiento).

#### 6.2.6.2. Cobertura vegetal final a los 105 días después de la siembra.

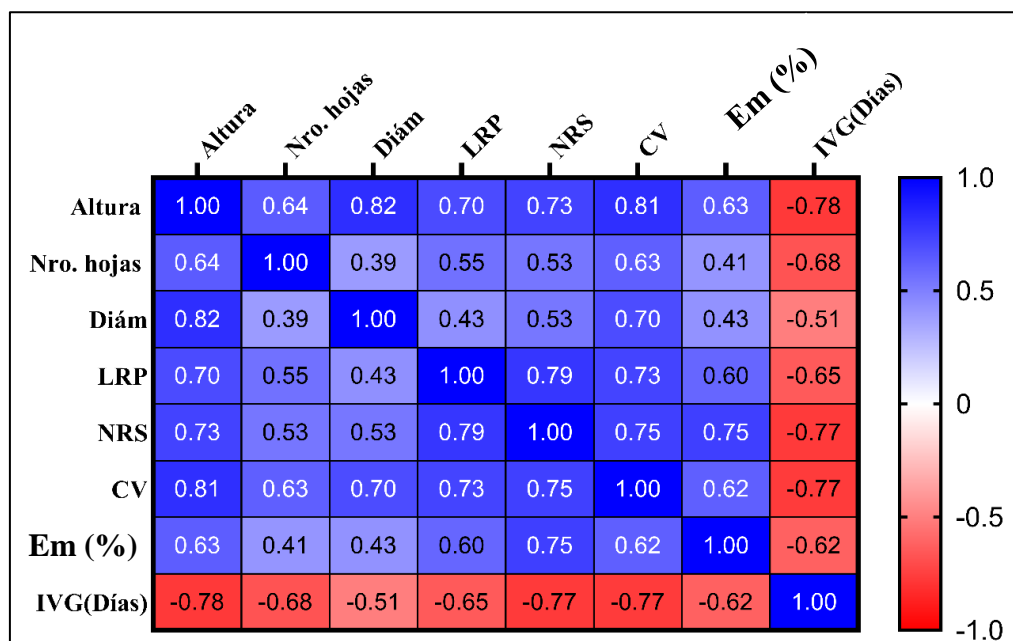
El análisis de varianza no muestra diferencias significativas de la temperatura\*giberelinas\* tiempo de almacenamiento ( $p$ -valor $>0.05$ ), sobre el desarrollo de la cobertura vegetal, los tratamientos con aplicación de AG3 presenten los mejores porcentajes de cobertura vegetal a los 105 DDS. Siendo el tiempo de almacenamiento mes 1, aquel que obtuvo mayor cobertura vegetal en comparación a los demás periodos de almacenamiento evaluados (Fig. 17).



**Figura 17.** Cobertura vegetal a los 105 días después de la siembra bajo tratamientos pregerminativo con ácido giberélico y temperatura de almacenamiento: Cámara fría + 0 ppm AG3 (Cám. Fría), Temperatura ambiente + 0 ppm AG3 (Temp. Amb), Cámara fría + 5000 ppm AG3 (Cam. Fría + AG3) y Temperatura ambiente + 5000 ppm AG3 (Temp. Amb + AG3), en un tiempo de almacenamiento de 0 hasta 5 meses

### 6.2.7. Correlación

Las diferentes variables cuantitativas evaluadas durante el ensayo realizadas mediante el análisis de correlación de Pearson resultaron en algunas variables correlaciones positivas.



**Figura 18.** Mapa de correlación de Pearson que muestra el coeficiente de correlación ( $\rho$ ) basado en datos cuantitativos: porcentaje de emergencia (E %) índice de velocidad de emergencia (IVE), altura de planta (Altura cm), número de hojas por planta (Nro. Hojas), diámetro del tallo (Diám), longitud de la raíz principal (LRP), número de raíces secundarias (NRS) y cobertura vegetal (CV). Los diferentes colores representan la correlación negativa (roja) a positiva (azul) entre dos parámetros diferentes.



## 7. Discusión

Las pruebas de viabilidad mediante el test de tetrazolio en un tiempo establecido desde 0 hasta 6 meses de almacenamiento, el porcentaje de viabilidad no fue afectado por las condiciones de temperatura y humedad relativa durante el almacenamiento, presentando en el primer y sexto mes de almacenamiento porcentajes de viabilidad del 73%, sin embargo presentaron un decrecimiento en el mes 4 del 40 % de semillas viables concordando con Vidal (2011), indica que las semillas almacenadas en un ambiente frío (4°C), reduce la permeabilidad y la actividad enzimática debido a la degradación de los lípidos por medio de las membranas, Por lo que Jankiewicz (1989), señala que viabilidad de semillas durante el almacenamiento en condiciones ambientales contribuye en el desarrollo del embrión inmaduro, permitiendo un tipo de estratificación cálida obteniendo porcentajes de viabilidad más influyentes en los meses 6 y 9, aunque sin no presentaba significancia estadística. Otros estudios realizados por Vidal-Lezama et al. (2023), corroboran que en los mismos rangos de temperatura seco y cálido de almacenamiento permiten que los embriones se desarrollen hasta el sexto mes. De manera similar, González-Esquinca et al. (2015) señala que la viabilidad de la semilla de *A. macrophyllata* no cambia durante la evaluación de almacenamiento en el octavo mes.

Los tratamientos de 5000 ppm AG3 bajo el almacenamiento a temperatura ambiente y cámara fría mostraron mayor porcentaje de emergencia en cada uno de los meses evaluados, alcanzando promedios de emergencia de 72 y 78 % durante el primer mes de almacenamiento y finalizando en el sexto mes con promedios porcentajes favorables de 78 y 73 %, corroborando con Kim (2019) menciona que los tratamientos con el uso de AG3 durante la imbibición de las semillas, se da un aumento del metabolismo, en donde se suministra energía y nutrientes necesarios para reanudar el crecimiento y maduración del embrión de las semillas de *Annona* y esta proceso ocurre mediante la imbibición y puede variar de 5 a 70 h según Ferreira et al. (2014). De igual forma Yan et al., (2014) menciona que después de la imbibición, hay un período de estabilidad en la absorción de agua cuando hay sustancias como azúcares y lípidos. Transportando desde el tejido de reserva al tejido meristemático. Nonogaki et al. (2010) señalan que, luego se reorganizan en sustancias complejas que forman el protoplasma y las paredes celulares, promoviendo el crecimiento del eje embrionario con la emisión de la raíz primaria, y conduciendo al final de la germinación y al inicio del desarrollo de la plántula, Del mismo modo Vidal (2011) menciona que mediante la inhibición previa de AG3 mejora el porcentaje final de germinación y emergencia permitiendo un aumento mayor del 50%.

Los tratamientos de 0 ppm de AG3 a Temp Amb y Cam Fría, el porcentaje de emergencia fue menor en cada uno de los meses en relación a los tratamientos aplicados AG3 obteniendo en el tratamiento Temp Amb en el mes cero el 45 % de semillas emergidas y el mes cinco 67.5%, contradiciendo con estudios realizados por Achupallas (2019) quien menciona que la germinación y emergencia en laboratorio, sin tratamientos pregerminativo, la semilla a los 30 días de su extracción del fruto presenta mayor porcentaje de germinación en comparación de las que pasaron más tiempo en secado, siendo así que las que estuvieron almacenadas durante 150 días no germinaron, corroborando este trabajo con estudios realizados por Cruz (2002) menciona que cuando las semillas de anona están secas, se pueden almacenar a temperatura ambiente durante 7 a 12 meses, que se llega a obtener el 90% plántulas emergidas, de igual forma se puede corroborar con En los meses donde existió bajos porcentajes de emergencia justificaría la presencia del ácido abscísico (ABA) que presentan las especies de anona en donde esta hormona es esencial para la inducción y el mantenimiento de la latencia de las semillas e inhibe su germinación, mientras que el GA3 es necesario para promover la germinación de las semillas según Badrakh (2016).

Por otro lado, el tratamiento a cámara fría, las semillas almacenadas presentaron un porcentaje de germinación baja, durante el primer mes se obtuvo 45 % y en el cinco se obtuvo el 38 % de semillas emergidas, ante ello, Cruz (2002) menciona que las semillas sembradas rápidamente extraídas del fruto, no germinan debido a que las semillas presentan un embrión inmaduro y por ello presentan una germinación irregular, por el estado de latencia (período largo de reposo). Así mismo Según Chien et al., (2011) y Dresch et al., (2014) , mencionan que este tipo de especie presentan un tipo de la latencia morfofisiológica simple, no profunda, dependiendo de la especie, y que el mejor crecimiento embrionario se produce a temperaturas más altas que las favorables a la estratificación fría, de igual forma Mornya y Cheng (2013) en donde mencionan que el almacenamiento a temperatura y la presencia de ABA y azúcares en los cogollos de las peonías posiblemente produjeron la latencia y por otro lado la temperatura cálida, degrada el ABA y los azúcares, almacenando mayor cantidad GA3 lo que posiblemente la latencia en las yemas de las peonías, permitiendo justificar que la temperatura ambiental es regulador clave de los niveles hormonales y de azúcar que influían en la latencia y el crecimiento de las yemas.

La temperatura de almacenamiento no afectó el índice de velocidad de emergencia en los tratamientos evaluados, sin embargo, la aplicación de 5000 ppm AG3 en temperatura ambiente y cámara fría mostraron mejor velocidad de emergencia, obteniendo a los 44 y 46

días después de la siembra en cada mes evaluado el 50 % de plántulas emergidas, contradiciendo los datos realizados por Dresch et al. (2014), quien manifiesta que las semillas almacenadas a 5°C más la aplicación de AG3 adquiere una tasa de emergencia de 69,4 % en un tiempo promedio de 39 días después de la siembra.

Los tratamientos con 0 ppm de AG3, obtuvieron índices de velocidad de emergencia de 59 y 64 días después de la siembra, permitiendo corroborar con estudios realizados por Dresch et al. (2014), en la especie de *A. coriacealas* manifiestan que se presenta semillas que se dispersan cuando las temperaturas se elevan (cálido) en un ambiente natural de la vegetación y seguidamente pasan por un período de baja temperatura (frío) que rompe la latencia fisiológica a través de esa transición térmica (cálido/frío); como resultado, la protrusión de las raíces y la emergencia de las plántulas ocurren sólo en la primavera, cuando las temperaturas son más adecuadas.

En los tratamientos aplicado 5000 ppm de AG3 en Cam Fría y Tem Amb presentaron mejores promedios de altura a los 105 días después de la siembra, obteniendo promedios de 16,5 y 15,5 cm en cada mes de almacenamiento evaluado, concordando con Dresch et al. (2014), quien obtuvo longitudes aéreas de las plántulas, el almacenamiento a 5 y 25°C permitió el mayor crecimiento 9.23 y 9.48 cm, respectivamente después de los tiempos de almacenamiento más cortos. Los tratamientos a 0 ppm de AG3 en temperatura ambiente y cámara fría, alcanzaron alturas de 11,98 y 11,05 cm en cada uno de los periodos evaluados.

El número de hojas en los tratamientos a 5000 ppm AG3 a Temp Amb y Cam Fría mostraron mejores resultados en cada uno de los meses evaluados 5 y 6 hojas por planta en relación a los tratamientos 0 ppm de AG3 Temp Amb y Cam Fría obteniendo 4 y 5 hojas por planta, durante los 105 días después de la siembra, contradiciendo con estudios realizados por Rahangdale et al. (2019), quien encontró que a los 120 días después de la siembra, hubo desarrolló 13.86 hojas por plántula tratada con 500 ppm de GA3 y en ausencia de GA3 se desarrolló solamente 8,32 hojas por plántula.

El diámetro del tallo en los tratamientos con 5000 AG3 a Temp Amb y Cam Fría y cámara fría resultaron con mejores promedios de diámetro de 2.88 y 3.10 mm a los 105 días después de la siembra por lo que el ácido giberélico aumenta el diámetro del tallo debido principalmente al alargamiento celular que provocan, el aumento del tamaño celular y la rápida división celular produciendo alargamiento de los entrenudos y aumento en el diámetro del tallo Harshavardhan y Rajsekhar (2012). Así mismo se puede corroborar con Achupallas (2019),

quien indica que diámetro de tallo de a los 142 días después de la siembra es de 6.61 mm a bajo tratamientos pre germinativos de AG3. De igual manera se corrobora con estudios realizados por Rahangdale et al. (2019) que manifiesta que el diámetro del tallo de las plántulas de chirimoya a los 120 días después de la siembra fue de 4.68 mm con el uso de AG3.

La longitud de raíz principal en los tratamientos a 5000 ppm y 0 ppm a Temp Amb y Cam Fría mostraron mejores resultados en el sexto mes de almacenamiento, con promedios de 15.56 y 15.05 cm por plántula, corroborando con Dresch et al. (2014) quien menciona que la longitud de las raíces primarias en almacenamiento a 5 y 15°C permitió el mayor crecimiento 16.42 y 16.66 cm respectivamente con aplicación de AG3 después del almacenamiento de 36 y 38 días respectivamente. De igual manera Achupallas (2019), menciona que las plántulas de chirimoyo obtuvieron 36.22 cm de longitud de raíz principal, sin embargo, la ausencia de AG3 mostró promedios de Longitud de la raíz principal de 14.22 cm a los 142 días después de la siembra.

El número raíces secundarias en los tratamientos a 5000 ppm AG3 a Temp Amb y Cam Fría mostraron mejores resultados en cada mes realizado, en el sexto mes se obtuvo 24.33 y 21.00 número de raíces secundaria por planta, número mayor que en el primer mes evaluado, en relación a los tratamientos 0 ppm de AG3 Temp Amb y Cam Fría obteniendo 17.67 y 15.33 número de raíces secundarias por planta en el sexto mes evaluado, a los 105 días después de la siembra, corroborando con Achupallas (2019), quien obtuvo mayor número de raíces secundarias 36 a los 142 días después de la siembra previo a la aplicación de AG3, así mismo manifestó que en ausencia de AG3 obtuvo 14.33 raíces secundarias.

La cobertura vegetal evaluado a los 105 días después de la siembra en cada uno de los meses realizado, mostró que los tratamientos pregerminativo 5000 ppm AG3 a Cam Fría fue mejor alcanzando en el mes seis de almacenamiento 21.50 %, en relación al tratamiento a Temp Amb de 18.56 % y seguido de los tratamientos 0 ppm de AG3 Tem Amb y Cam Fría obteniendo 11.50 y 15.50 % a los 105 días después de la siembra esto se puede comparar con Haased (2008), menciona que la temperatura de almacenamiento de las semillas de 5°C contribuye a la mayor acumulación de biomasa en la parte aérea esto debido al mantenimiento de reservas que guardan las semillas.

## 8. Conclusiones

- Se determinó que las semillas almacenadas por un periodo de 6 meses a temperatura ambiente y cámara fría presentan una respuesta variable, incrementado su viabilidad al inicio y finalizar el periodo almacenamiento alcanzando un máximo 73 % de semillas viables.
- El número de plántulas emergidas y la velocidad de emergencia se incrementó significativamente con el uso de 5000 ppm AG3 independientemente de la temperatura y tiempo de conservación, en promedio con el uso de AG3 se obtuvo un 70% de emergencia en un tiempo de 150 días.
- Las semillas bajo tratamientos pre germinativos de 5000 ppm de AG3 obtuvieron mayor desarrollo inicial, a los 105 días después de la siembra en cada uno de los tiempos evaluados se observó una mayor altura de la planta, número de hojas por planta, diámetro del tallo, longitud de raíz principal, número de raíces secundarias y cobertura vegetal.

## **9. Recomendaciones**

- Continuar con el estudio por rangos de tiempo mucho más amplio (años) para referenciar de manera más precisa el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya.
- Realizar controles de humedad relativa de las semillas almacenadas a cámara fría para determinar si influye en la latencia.
- Realizar pruebas de contenido de humedad de semillas de chirimoya en cada mes realizado para determinar si el contenido de humedad varía desde que ingresaron hasta el último mes de almacenamiento.

## 10. Bibliografía

- Adeniji, I.T., A.F. Adio, O.A. Iroko, A.A. Kareem, O.C. Jegede, F. Kazeem-Ibrahim, T.O. Adewole, and A.O. Adeosun (2014). Pre-treatment of seeds of *Annona squamosa* (sugar apple) a non timber forest product. *Res. Plant Sci.* 2, 50-52
- Andino, J. (2014). Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (*Annona cherimola* Mill), Guachapala-Azuay-Ecuador. Tesis de Ing. Agr. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Achard, P., Cheng, H., De Grauwe, L., et al. (2006). Integration of plant responses to environmentally activated phytohormonal signals. *Science* 311, 91–94.
- Badrakh, T. (2016). Effects of Abscisic Acid (ABA) on Germination Rate of Three Rangeland Species. Brigham Young University. <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6880&context=etd>
- Baskin, J., y Baskin, C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14: 1-16.
- Berjak, P. and Pammenter, W.N. 2004. Semillas recalcitrantes.p.305-340. In: A.R.L. Benech and R.A. Sánchez Handbook (eds.), of Seed Physiology Applications to Agriculture. The Haworth Press. Nueva York, USA.
- Bonicatto, M.; May, M.P. y Tamagno, N. (2020). Las semillas: base biológica y cultural de la diversidad cultivada. En Sarandón S. (Coord.) Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable. La Plata: EDULP.
- Ceme, C. (2019). Anatomía y germinación de la semilla de chirimoya (*Annona cherimola* miller) [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA]. En *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/UNALM/4058/1/ceme-masias-robisson-wilfrido.pdf>
- Corsato, J. M., Ferreira, G., & Barbedo, C. J. (2012b). Desiccation tolerance in seeds of *Annona emarginata* (Schldtl.) H. Rainer and action of plant growth regulators on

- germination. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 24(4), 253-260.  
<https://doi.org/10.1590/s1677-04202012000400004>
- Cruz P., E. 2002. Cultivo de añona. Boletín Técnico No. 7. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (Centa), San Salvador, El Salvador
- De Smet, S., Van Damme, P., Scheldeman, X., & Romero, J. (1999). Seed structure and germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta horticultrae*, 497, 269-288. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1999.497.14>
- Dresch, D. M., Scalon, S. P. Q., & Masetto, T. E. (2014). Effect of storage in overcoming seed dormancy of *Annona coriacea* Mart. seeds. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(4), 2077–2085. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130276>
- Dubois, M., Skirycz, A., Claeys, H., et al. (2013). Ethylene Response Factor6 acts as a central regulator of leaf growth under water-limiting conditions in *Arabidopsis*. *The Plant Physiology* 162, 319–332
- Dvorak, J., Luo, M. C., & Akhunov, E. D. (2011). N.I. Vavilov's theory of centres of diversity in the light of current understanding of wheat diversity, domestication and evolution. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47, 20–27.
- Edelman, M. (2016). Estudios agrarios críticos: tierras, semillas, soberanía alimentaria y derechos de las y los campesinos- 1.<sup>a</sup> ed. - Quito: Editorial IAEN.
- Ellis, R.H. 1984. Revised table of seed storage characteristics. *Plant Genetic Resources Newsletter* 58:16-33.
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x
- Galan, Saucó, V., Herrero, M., & Hormaza, J. I. (2014). Tropical and subtropical fruits. In G. R. Dixon & D. E. Aldous (Eds.), *Horticulture: Plants for people and places* (pp. 123–157). Dordrecht, Holland: Springer.
- George, A. P., & Nissen, R. J. (1987). Propagation of *Annona* species: A review. *Scientia Horticulturae*, 33(1-2), 75–85. doi:10.1016/0304-4238(87)90034-3



- Gimenez, J. I., Ferreira, G., & Cavariani, C. (2014). Tetrazolium test for assessment of seed viability of atemoya (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). *Journal of Seed Science*, 36(3), 357–361. doi:10.1590/2317-1545v36n31004
- González, M. E. (2013). Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 52-63. Recuperado en 20 de septiembre de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000300008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300008&lng=es&tlng=es).
- González-Esquinca, A. R., De-la-Cruz-Chacón, I., & Domínguez-Gutú, L. M. (2015). Dormancy and germination of *Annona macrophyllata* (Annonaceae): the importance of the micropylar plug and seed position in the fruits. *Botanical sciences*, 93(3), 509–515. <https://doi.org/10.17129/botsci.166>
- Gupta, S., Doležal, K., Kulkarni, M. G., Balázs, E., y Van Staden, J. (2022). Role of non-microbial biostimulants in regulation of seed germination and seedling establishment. *Plant Growth Regulation*, 97(2), 271-313. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00794-6>
- Harshavardhan, A., & Rajasekhar, M. (2012). Effect of pre-sowing seed treatments on seedling growth of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *The Journal of Research ANGRAU*, 40, 87-89.
- Hartmann, H y Kester, D (1998). Propagacion de plantas [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod\\_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf)
- Haased, (2008). Comprender la calidad de las plántulas forestales: mediciones e interpretación. *Notas del plantador de árboles*. Estados Unidos: Departamento de Agricultura/Servicio Forestal 52: 24-30.
- Heenkenda H.M.S., Gunathilaka B.L. y Iswara J.P. (2009). Rootstock-scion interactions of selected *Annona* species. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 37(1): 71-75.
- Hidalgo, R. (1991). Conservación ex situ. In: *Técnicas para el manejo y uso de los recursos genéticos vegetales* (R. Castillo, J. Estrella y C. Tapia. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. pp. 71-87.

- Houtart, F. (2013). El bien común de la humanidad. Quito: IAEN.
- Hoyt, E. (1988). Conserving the wild relatives of crops. Rome: International Board for Plant Genetics Resources/IUCN/WWF. 45 p
- INIAP (2014). Chirimoya. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rchirimoya>.
- ISTA (1995). Conductivity test. pp. 22-34. En: Hampton, J.G. y D.M. Tekrony. (eds.). Handbook of vigour test methods. 3rd edition. International Seed Testing Association, Zürich, Switzerland.
- Irigoyen, J. (2004). Guía técnica del cultivo de la anona. Programa nacional de frutales de El Salvador. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 36 p
- Jankiewicz, LS 1989. Desarrollo Vegetal. Sustancias Reguladoras. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p.121.
- Kim, D. H. (2019). Practical methods for rapid seed germination from seed coat-imposed dormancy of *Prunus yedoensis*. *Scientia Horticulturae*, 243, 451–456. doi:10.1016/j.scienta.2018.08.039
- Koornneef M (2002) Seed dormancy and germination. *Curr. Opin. Plant Biol.* 5:33-36.
- Larranaga, N., Albertazzi, F. J., Fontecha, G., Palmieri, M., Rainer, H., Van Zonneveld, M., y Hormaza, J. I. (2017). A Mesoamerican origin of Chirimoya (*Annona Cherimola* Mill.): Implications for the Conservation of plant Genetic resources. *Molecular Ecology*, 26(16), 4116-4130. <https://doi.org/10.1111/mec.14157>
- Lobo, M., Delgado, O., Cartagena, J., Fernández, E., y Medina, C. (2007). Categorización de la germinación y la latencia en semillas de chirimoya (*Annona cherimola* L.) y guanábana (*Annona muricata* L.), como apoyo a programas de conservación de germoplasma. *Agronomía Colombiana*.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergences and vigor. *Crop Sci.* 2:176-177.

- Magome, H., Yamaguchi, S., Hanada, A., Kamiya, Y. and Oda, K. (2008). The DDF1 transcriptional activator upregulates expression of a gibberellin-deactivating gene, GA2ox7, under high-salinity stress in Arabidopsis. *The Plant Journal* 56, 613–626.
- Martínez, M. (2012). *Caracterización morfoanatómica de semillas de anón (Annona squamosa L.) y evaluación de algunos parámetros fisiológicos del proceso de germinación y latencia* [Magister en Ciencias Agrarias, Área Fisiología de Cultivos]. Universidad Nacional de Colombia.
- Martinez F, Lasprilla D y Magnitskiy S, (2013). Sugar apple (*Annona squamosa* L., Annonaceae) seed germination: morphological and anatomical changes. Disponible en:
- Martínez, C., Espinosa-Ruíz, A., & Prat, S. (2016). Gibberellins and plant vegetative growth. En *John Wiley & Sons, Ltd eBooks* (pp. 285-322).  
<https://doi.org/10.1002/9781119210436.ch10>
- Mane, S., Jaiswal, S., Parse, R., y Naglot, U. (2018). Effect of Different Pre-Sowing Treatment on Seed Germination and Growth in Custard Apple (*Annona squamosa*). *IJCMAS*.
- Menegazzo, M.L., A.C. Oliveira, S.M. Kulczynski y E.A. Silva (2012). Efeitos de métodos de superação de dormência em sementes de pinha (*Annona squamosa* L.). *Agrarian* 5, 29-35
- Mimi, C. O., Sousa, M. C., Corrêa, P. L. C., De-La-Cruz-Chacón, I., Boaro, C. S. F. y Ferreira, G. (2023). Impact of GA3 on sugar and lipid degradation during *Annona* X *Atemoya* Mabb. seed germination. *Horticulturae*, 9(3), 388.  
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9030388>
- Mornya, P. M. P., y Cheng, F. (2013). Seasonal changes in endogenous hormone and sugar contents during bud dormancy in tree peony. *Journal Of Applied Horticulture*, 15(03), 159-165. <https://doi.org/10.37855/jah.2013.v15i03.31>
- Navarro, L., Bari, R., Achard, P., et al. (2008). DELLAs control plant immune responses by modulating the balance of jasmonic acid and salicylic acid signaling. *Current Biology* 18, 650–655.
- Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Izdatel'svo "Nauka" Leningrad. National Science Foundation, Washington D.C.
- Nonogaki, H., Bassel, G. W., & Bewley, J. D. (2010). Germination Still a mystery. *Plant Science*, 179(6), 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.02.010>

- Padilla, I., y Encina, C. L. (2003). In vitro germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) seeds. *Scientia Horticulturae*, 97(3-4), 219-227. [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(02\)00160-7](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(02)00160-7)
- Padmanabhan, P., y Paliyath, G. (2016). Annonaceous Fruits. *Encyclopedia of Food and Health*, 169–173. doi:10.1016/b978-0-12-384947-2.00031-3
- Pawshé YH, Patil BN, Patil LP (1997) Effect of pregermination seed treatment on the germination and vigour of seedlings in custard apple (*Annona squamosa* L.). *Ann. Plant Physiol.* 11:150-154.
- Perelmuter y Tamara. (2021). ¿Cuál es la importancia de las semillas y qué sucede con estas en el modelo agronegocios? *Estudios rurales*, 1.
- Peng J, Harberd NP (2002) The role of GA-mediated signaling in the control of seed germination. *Curr. Opin. Plant Biol.* 5:376-381.
- Popenoe, W. (1974). The annonaceous fruits. In: *Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrus fruits, olive and fig. A facsimile of the 1920 Edition.* Haffner Press - A Division of Macmillan Publishing Co. New York, USA. 161-195.
- Purohit, A. (1995). Annonaceous fruits. In. Salunkle, D.K. & Kadam, S.S. (Eds.). *Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage and processing.* M. Dekker. New York, USA. 377-385
- Poulsen, G., C. Holten y R. Von Bohmer, (2006). Identification and revival of low viability seed samples. *Genet Resources Crop Evolution* 53, 675-678.
- Rahangdale, P., Pandey, S. K., & Jayswal, D. K. (2019). Influence of GA3 and date of sowing on growth and development of custard apple seedlings. *International journal of current microbiology and applied sciences*, 8(01), 1813–1821. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.801.192>
- Rahman, S., & Yoshida, M. (2002). Regulation of seed dormancy in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Khulna University Studies*. <https://doi.org/10.53808/KUS.2002.4.1.0145-L>

- Sanewski, G. (1991). Chirimoyas, cultivo y protección de cultivos. Departamento de Industrias Primarias de Queensland. Brisbane, Australia. 103 pág.
- SCUC (2006). Annona: *Annona cherimola*, *A. muricata*, *A. reticulata*, *A. senegalensis* and *A. squamosa*, Field Manual for Extension Workers and Farmers. University of Southampton, Southampton, UK.
- Tauk, C. (2014). *Comparison of the vegetative growth of different grafting combinations of cherimoya (Annona cherimola mill.) and sugar apple (Annona squamosa l.) grown in south lebanon* [agricultural engineer]. lebanese university.
- Tokunaga T (2000) A cultura da Atemóia. CATI, Campinas. 80p.
- Úbeda-Tomás, S., Federici, F., Casimiro, I., et al. (2009). Gibberellin signaling in the endodermis controls Arabidopsis root meristem size. *Current Biology* 19, 1194–1199.
- Úbeda-Tomás, S., Swarup, R., Coates, J., et al. (2008). Root growth in Arabidopsis requires gibberellin/DELLA signalling in the endodermis. *Nature Cell Biology* 10, 625–628
- Vidal-Lezama, E., Ayala-Villegas, M. J., Curiel-Rodríguez, A., Marroquín-Andrade, L. M., & Martínez-Solís, J. (2011). Effect of storage temperature and gibberellic acid on germination of sugar apple (*Annona squamosa* L.) seeds. *Acta horticulturae*, 918, 765–770. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.918.100>
- Vidal, E., Vidal, N., & Vidal, L. (2015). *Anonáceas. Plantas antiguas. Estudios recientes. Parte 2* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 1). México.
- Vidal-Lezama, E., Reyes-Trejo, B., Villegas-Monter, A., Vaquera-Huerta, H., Robledo-Paz, A., Martínez-Palacios, A., & Ferreira, G. (2023). Warm Dry Storage and Application of Gibberellins in The Lipid Profile of Chincuya Seeds (*Annona purpurea* Moc. & Sessé ex Dunal). En Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202311.1892.v1>
- Vicente, C. (2015). Semillas: patrimonio de los pueblos al servicio de la humanidad, en Acosta A. y Martínez E.(Comp.) Biopiratería La biodiversidad y los conocimientos ancestrales en la mira del capital. Quito: Editorial AbyaYala.
- Warning, P.F. y Saunders, P.F.1971. Hormones and dormancy. *Annual review of plant physiology*, 22: 261-288.

Yan, D., Duermeyer, L., Leoveanu, C., & Nambara, E. (2014). The Functions of the Endosperm During Seed Germination. *Plant And Cell Physiology*, 55(9), 1521-1533.  
<https://doi.org/10.1093/pcp/pcu089>

## 11. Anexos

### Anexo 1. Obtención de semillas de chirimoyo



### Anexo 2. Secado y control de humedad de semillas previo al almacenamiento





**Anexo 3.** Extracción de humedad de semillas dentro de la estufa

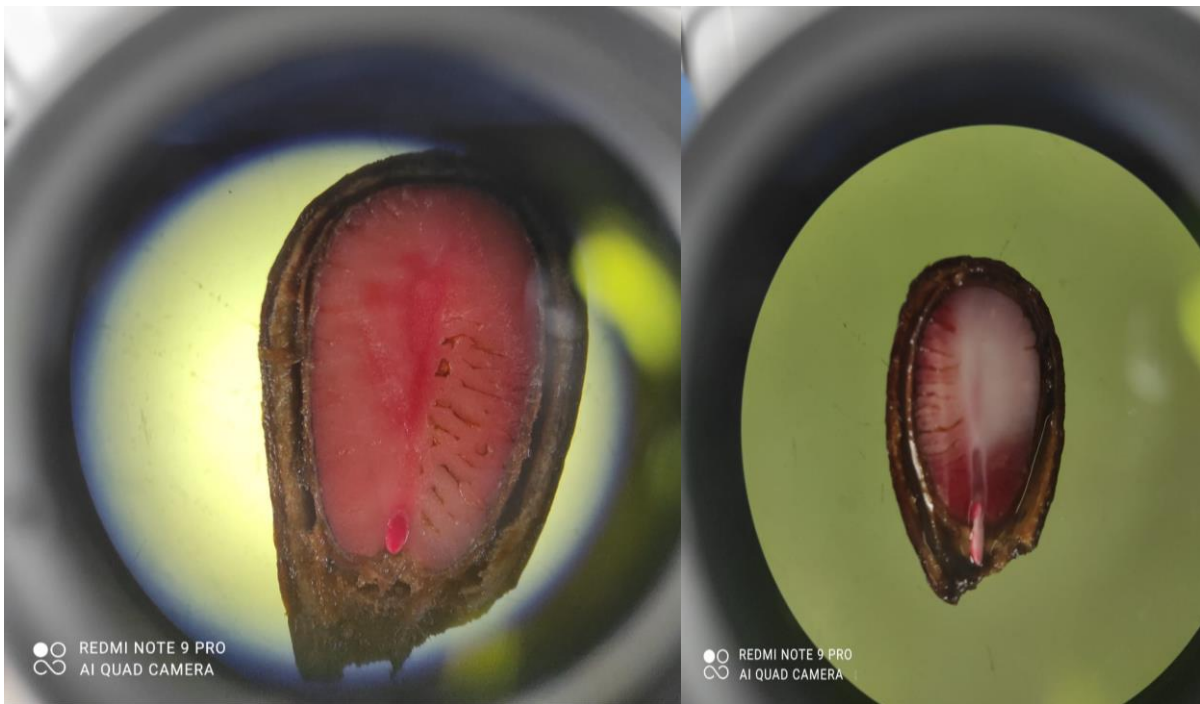


**Anexo 4.** Almacenamiento de semillas de chirimoya en cámara fría (izquierda) y temperatura ambiente (derecha)

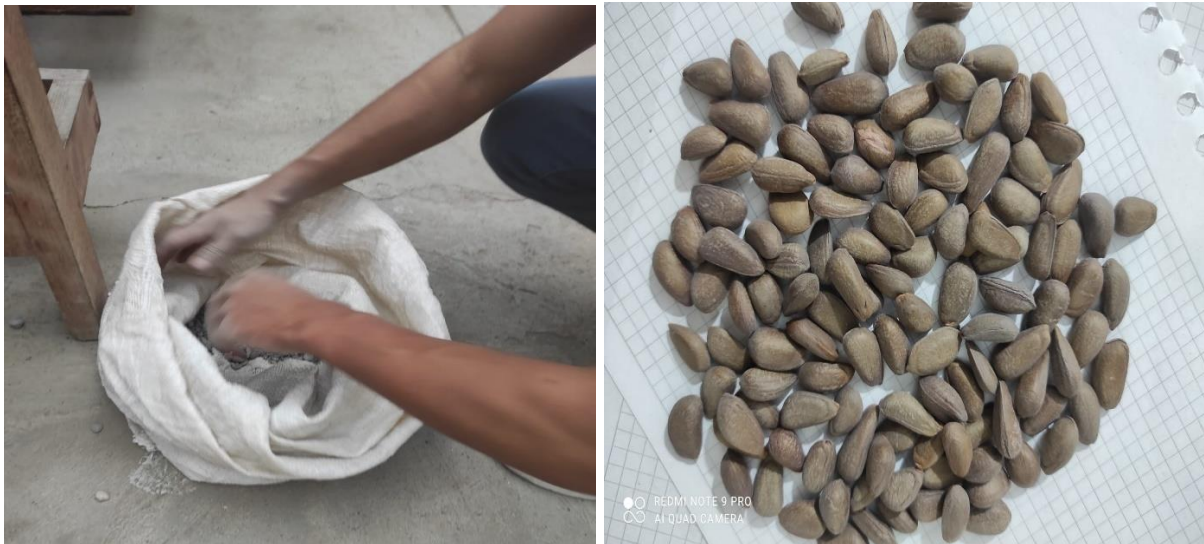




**Anexo 5. Pruebas de viabilidad mediante test de tetrazolio**



### Anexo 6. Escarificación de semillas de chirimoyo



### Anexo 7. Desinfección de semillas con Vitavax y aplicación de ácido giberélico





**Anexo 8.** Siembra de semillas de chirimoyo en cada tratamiento



**Anexo 9.** Emergencia de la semilla de chirimoyo



**Anexo 10.** Desarrollo de tratamientos en cada mes



**Anexo 11.** Evaluación de variables cuantitativas presentes en el proyecto



**Anexo 12.** Anova de la variable Germinación



Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ASEN GERMINACIÓN	66	0,76	0,65	12,57

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,63	21	0,08	6,65	<0,0001
Tiempo	0,15	5	0,03	2,51	0,0440
Temperatura	6,1E-05	1	6,1E-05	0,01	0,9429
Giberelinas	1,11	1	1,11	94,58	<0,0001
Tiempo*Temperatura	0,17	4	0,04	3,62	0,0123
Tiempo*Giberelinas	0,10	5	0,02	1,71	0,1520
Temperatura*Giberelinas	4,7E-04	1	4,7E-04	0,04	0,8422
Tiempo*Temperatura*Giberel..	0,11	4	0,03	2,34	0,0696
Error	0,51	44	0,01		
Total	2,15	65			

Tiempo	Giberelinas	Medias	n	E.E.
MES 1	5000 ppm	1,04	6	0,04 A
MES 5	5000 ppm	1,03	6	0,04 A
MES 3	5000 ppm	1,01	6	0,04 A
MES 2	5000 ppm	0,99	6	0,04 A
MES 0	5000 ppm	0,92	3	0,06 A B
MES 4	5000 ppm	0,91	6	0,04 A B C
MES 3	0 ppm	0,83	6	0,04 A B C D
MES 5	0 ppm	0,81	6	0,04 A B C D
MES 0	0 ppm	0,73	3	0,06 B C D
MES 4	0 ppm	0,69	6	0,04 C D
MES 2	0 ppm	0,68	6	0,04 C D
MES 1	0 ppm	0,64	6	0,04 D

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

**Anexo 13.** Anova de la variable índice de velocidad de Germinación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DÍAS	66	0,86	0,79	7,64

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4297,59	21	204,65	12,53	<0,0001
TIEMPO	409,92	5	81,98	5,02	0,0010
Temperatura	201,67	1	201,67	12,35	0,0010
Giberelinas	2946,68	1	2946,68	180,41	<0,0001
TIEMPO*Temperatura	39,17	4	9,79	0,60	0,6650
TIEMPO*Giberelinas	594,32	5	118,86	7,28	<0,0001
Temperatura*Giberelinas	64,07	1	64,07	3,92	0,0539
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	41,77	4	10,44	0,64	0,6373
Error	718,67	44	16,33		
Total	5016,26	65			

**Anexo 14.** Anova de la variable altura

<b>Análisis de la varianza</b>				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	60	0,76	0,65	12,07

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	328,54	19	17,29	6,83	<0,0001
TIEMPO	103,21	4	25,80	10,19	<0,0001
Temperatura	4,83	1	4,83	1,91	0,1750
Giberelinas	167,47	1	167,47	66,15	<0,0001
TIEMPO*Temperatura	11,00	4	2,75	1,09	0,3765
TIEMPO*Giberelinas	24,28	4	6,07	2,40	0,0662
Temperatura*Giberelinas	15,81	1	15,81	6,24	0,0167
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	1,95	4	0,49	0,19	0,9407
Error	101,27	40	2,53		
Total	429,81	59			

**Anexo 15.** Anova de la variable número de hojas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N° HOJAS	60	0,62	0,43	20,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	39,48	19	2,08	3,38	0,0006	
TIEMPO	3,13	4	0,78	1,27	0,2971	
Temperatura	0,19	1	0,19	0,31	0,5788	
Giberelinas	15,20	1	15,20	24,71	<0,0001	
TIEMPO*Temperatura	4,20	4	1,05	1,71	0,1671	
TIEMPO*Giberelinas	7,50	4	1,88	3,05	0,0277	
Temperatura*Giberelinas	0,82	1	0,82	1,33	0,2561	
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	8,43	4	2,11	3,43	0,0168	
Error	24,61	40	0,62			
Total	64,09	59				

**Anexo 16.** Anova de la variable diámetro del tallo

Análisis de la varianza				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO	48	0,76	0,65	12,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	13,23	15	0,88	6,84	<0,0001	
TIEMPO	8,44	3	2,81	21,80	<0,0001	
Temperatura	0,06	1	0,06	0,43	0,5171	
Giberelinas	2,25	1	2,25	17,44	0,0002	
TIEMPO*Temperatura	1,00	3	0,33	2,58	0,0710	
TIEMPO*Giberelinas	1,28	3	0,43	3,30	0,0326	
Temperatura*Giberelinas	0,01	1	0,01	0,06	0,8079	
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	0,20	3	0,07	0,53	0,6674	
Error	4,13	32	0,13			
Total	17,35	47				

**Anexo 17.** Anova de la variable longitud de la raíz principal

Análisis de la varianza						
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
LRP	48	0,82	0,73	17,09		

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	384,57	15	25,64	9,59	<0,0001	
TIEMPO	51,87	3	17,29	6,47	0,0015	
Temperatura	9,51	1	9,51	3,56	0,0683	
Giberelinas	172,18	1	172,18	64,41	<0,0001	
TIEMPO*Temperatura	71,79	3	23,93	8,95	0,0002	
TIEMPO*Giberelinas	47,17	3	15,72	5,88	0,0026	
Temperatura*Giberelinas	3,58	1	3,58	1,34	0,2557	
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	28,47	3	9,49	3,55	0,0252	
Error	85,55	32	2,67			
Total	470,12	47				

**Anexo 18.** Anova de la variable número de raíces secundarias

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
NRS	48	0,68	0,53	20,39		

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	399,49	15	26,63	4,48	0,0002	
TIEMPO	74,52	3	24,84	4,18	0,0132	
Temperatura	0,60	1	0,60	0,10	0,7535	
Giberelinas	246,84	1	246,84	41,52	<0,0001	
TIEMPO*Temperatura	32,44	3	10,81	1,82	0,1635	
TIEMPO*Giberelinas	24,35	3	8,12	1,37	0,2710	
Temperatura*Giberelinas	9,95	1	9,95	1,67	0,2051	
TIEMPO*Temperatura*Giberel..	10,81	3	3,60	0,61	0,6159	
Error	190,24	32	5,94			
Total	589,73	47				

**Anexo 19.** Anova de la variable cobertura vegetal



### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cobertura V	20	0,95	0,82	17,39

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1364,28	14	97,45	7,28	0,0192
Tiempo	605,57	4	151,39	11,32	0,0101
Temperatura	11,67	1	11,67	0,87	0,3931
Giberelinas	351,79	1	351,79	26,29	0,0037
Tiempo*Temperatura	84,51	4	21,13	1,58	0,3108
Tiempo*Giberelinas	310,72	4	77,68	5,81	0,0404
Error	66,90	5	13,38		
Total	1431,17	19			

### Anexo 20. Certificado de la traducción del resumen.

**CERTIFICADO DEL RESUMEN**

Yo, **Maholy Katherine Morocho Merino**, portadora de la cedula de Identidad N°:1104677131. Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés. Certifico la traducción al idioma inglés el resumen del Trabajo de Integración Curricular denominada: **"Efecto del ácido giberélico, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la germinación de semillas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) bajo condiciones controladas"**, perteneciente al señor **Yander Fernando Uchuari Marizaca**, esta corresponde al texto original en español.

A la parte interesada muy atentamente,



**Maholy Katherine Morocho Merino**  
Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés  
Registro N° 1008-2016-1695982 SENECYT.