



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA  
GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRES GENOTIPOS  
NATIVOS DE ARÁNDANO DEL GÉNERO *Vaccinium*.**

**AUTOR: Bach. Lucy Alvarado Alva.**

**ASESOR: Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar**

**CO-ASESOR: Mag. Segundo Manuel Oliva Cruz**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme vida, permitiéndome llegar a este nivel académico profesional; por ser la luz de mi camino, por brindarme su amor y sabiduría. A mis padres Pedro Alvarado e Hermela Alva por los ejemplos dignos de superación y entrega, brindarme su amor, su apoyo incondicional, por preocuparse por hacer realidad mis sueños ya que estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera profesional. A mi abuelita Anselma por sus oraciones y a mi abuelito Baldemar mi ángel guardián que me ilumina desde el cielo.

Lucy Alvarado Alva.

## **AGRADECIMIENTO**

En especial a mi asesor ing. Walter D. Sánchez Aguilar y Co-Aseror Segundo M. Oliva Cruz, por su gran apoyo incondicional en la elaboración del proyecto de tesis; por sus ilustraciones, aportes y recomendaciones para la ejecución y elaboración del informe de tesis.

Al instituto de investigación para el desarrollo sustentable de ceja de selva (INDES-CES) por el financiamiento para la ejecución de la tesis.

Al Dr. Sc. Juan Carlos Guerrero Abad y la Ing. Carito, especialistas del laboratorio de Investigación de Fisiología y Biotecnología Vegetal, por el apoyo incondicional en la ejecución de la presente investigación.

Y a mis padres Pedro Alvarado e Hermela Alva por su gran apoyo incondicional y comprensión.

Lucy Alvarado Alva.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ  
DE MENDOZA.**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

**Rector**

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

**Vicerrector Académico**

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

**Vicerrectora de Investigación**

Ing. MSc. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

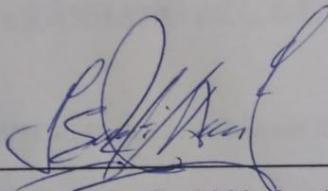
### VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada "Efecto del Ácido Giberélico en la Germinación de Semillas de Tres Genotipos Nativos de Arándano del Género *Vaccinium*", del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

**Bach. Lucy Alvarado Alva.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada que sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar a la tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 20 de Noviembre de 2019



---

**Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar**  
Docente auxiliar a tiempo completo de la UNTRM

### VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada "Efecto del Ácido Giberélico en la Germinación de Semillas de Tres Genotipos Nativos de Arándano del Género *Vaccinium*", del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

□ **Bach. Lucy Alvarado Alva.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su Visto Bueno para que la Tesis mencionada que sea presentada al Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el Acto de sustentación de Tesis.

Chachapoyas, 20 de Noviembre de 2019

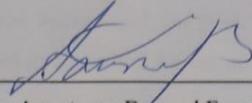


---

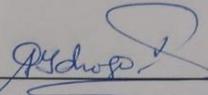
**Ing. Segundo Manuel Oliva Cruz**

Director del Instituto de Investigación INDE - CES

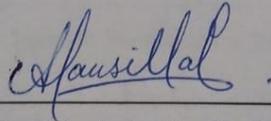
**JURADO EVALUADOR**



Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri  
**PRESIDENTE**



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez  
**SECRETARIO**



Dr. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova  
**VOCAL**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Lucy Alvarado Alva, identificado con DNI 76805345 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

**EFFECTO DEL ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRES GENOTIPOS NATIVOS DE ARÁNDANO DEL GÉNERO *Vaccinium*.**

La misma que presento para optar:

Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

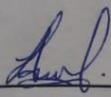
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Así mismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Chachapoyas, 22 de Noviembre de 2019

  
\_\_\_\_\_  
**Lucy Alvarado Alva**  
**DNI: 76805345**



**ANEXO 3-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 04 de DICIEMBRE del año 2019, siendo las 17:00 horas, el aspirante LUCY ALVARADO ALVA defiende en sesión pública la Tesis titulada: EFFECTO DEL ÁCIDO GIBBERÉLICO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRES GENOTIPOS NATIVOS DE GRANADANO DEL CENTRO VACUINUM.

para obtener el Título Profesional de INGENIERO AERÓNOMO a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ING. ANDRÉS BARRERA FERRONER PERI

Secretario: ING. GUILLERMO EDUARDO VÁSQUEZ

Vocal: DR. PEDRO JAVIER MANZILLA CORDOVA



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  )                      Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 20:42 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature]  
SECRETARIO

[Signature]  
VOCAL

[Signature]  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES: EL JURADO EVALUADOR CONSIDERÓ PERTINENTE EL CAMBIO DE ECOTIPOS (PROYECTO DE TESIS) POR GENOTIPOS (PARTE FINAL).

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA. ....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
VISTO BUENO DEL CO ASESOR .....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFECIONAL.....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos. ....	2
II. MATERIALES Y MÉTODOS. ....	3
2.1. Ubicación. ....	3
2.2. Fase de campo.....	3
2.3. Fase en laboratorio.....	5
2.4. Evaluaciones. ....	6
2.5. Diseño experimental. ....	7
2.6. Metodología. ....	8
2.7. Análisis de datos. ....	9
III. RESULTADOS.....	11
Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación de tres genotipos nativo de arándano. ....	11

Análisis de varianza (ANOVA) para período de germinación de tres genotipos de arándano.....	18
Análisis de varianza (ANOVA) para la velocidad de germinación, de tres genotipos de arándano.....	17
Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud del hipocótilo, de tres genotipos de arándano.....	182
Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de la radícula, de tres genotipos de arándano.....	14
IV. DISCUSION .....	21
V. CONCLUSION .....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. REFERENCIAS BLIBLIOGRÁFICAS.....	27
VIII. ANEXOS.....	30

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Factores, niveles y combinaciones para determinar el efecto de cuatro dosis en tres genotipos nativos del género ( <i>Vaccinium</i> ) .....	7
<b>Tabla 2.</b> Esquema del análisis de varianza (ANOVA) .....	10
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación de tres genotipos de arándano .....	11
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el porcentaje de germinación ..	12
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud del hipocótilo de tres genotipos de arándano .....	13
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud del hipocótilo .....	14
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de radícula .....	15
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud de radícula .....	16
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para la velocidad de germinación, de tres genotipos de arándano .....	17
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la velocidad de germinación .	18
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para período de germinación, de tres genotipos de arándano .....	19
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad período de germinación .....	20
<b>Tabla 13.</b> Medias del porcentaje de germinación, longitud de hipocótilo y radícula ....	20
<b>Tabla 14.</b> Datos reales obtenidos en laboratorio a los 46 días después de su instalación en porcentaje de germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género <i>Vaccinium</i> .....	30
<b>Tabla 15.</b> Datos obtenidos en laboratorio a los 46 días después de su instalación en porcentaje de germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género <i>Vaccinium</i> . (Datos transformados con $\text{Arcoseno} = \sqrt{\text{porcentaje}}$ ).....	30
<b>Tabla 16.</b> Datos reales obtenidos en laboratorio del período de la germinación de tres genotipos nativos de arándano del género <i>Vaccinium</i> .....	30
<b>Tabla 17.</b> Datos obtenidos en laboratorio del período de la germinación de tres genotipos nativos de arándano del género <i>Vaccinium</i> . (Datos transformados con $\text{Arcoseno} = \sqrt{\text{porcentaje}}$ ).....	31
<b>Tabla 18.</b> Datos reales obtenidos en laboratorio de la velocidad de germinación de tres genotipos nativos de arándano del género <i>Vaccinium</i> .....	31

**Tabla 19.** Datos reales obtenidos en laboratorio de las mediciones de la longitud del hipocotíleo con el programa ImageJ-win32 de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium* ..... 31

**Tabla 20.** Datos reales obtenidos en laboratorio con el programa ImageJ-win32 de la medición de la longitud de la radícula de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium* ..... 32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización de los genotipos nativos de arándano, Molinopampa-Chachapoyas-Perú. 2019 .....	3
<b>Figura 2.</b> Distribución de los tratamientos (combinación de factores).....	8
<b>Figura 3.</b> Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en porcentaje de la germinación .....	12
<b>Figura 4.</b> Interacción de los niveles del genotipo y AG3 en la longitud del hipocótilo	14
<b>Figura 5.</b> Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la radícula.....	16
<b>Figura 6.</b> Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la velocidad de germinación .....	18
<b>Figura 7.</b> Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en el período de germinación .....	19
<b>Figura 8.</b> Reconocimiento de los genotipos en campo .....	33
<b>Figura 9.</b> Identificación de los ecotipos en laboratorio .....	33
<b>Figura 10.</b> Desinfección y extracción de la semilla .....	34
<b>Figura 11.</b> Semillas extraídas de los tres genotipos .....	35
<b>Figura 12.</b> Selección de las semillas, esterilización de las placas Petri .....	35
<b>Figura 13.</b> Desinfección de las semillas .....	35
<b>Figura 14.</b> Peso, dilución y preparación del ácido giberélico para agregar a la semilla, luego colocar en el papel toalla las semillas .....	36
<b>Figura 15.</b> Evaluación del porcentaje de germinación.....	37
<b>Figura 16.</b> Evaluación del hipocótilo .....	38
<b>Figura 17.</b> Evaluación de la radícula con el programa imagej-win32 .....	38

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del ácido giberélico (AG3) en la germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*. El experimento se desarrolló en el laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza provincia de Chachapoyas – Amazonas. Los genotipos (Genotipo 1, Genotipo 2, Genotipo 3) se obtuvieron de los alrededores del distrito de Molinopampa. Las dosis de (AG3) empleadas fueron 0, 500, 1200 y 1900 mg/l, las cuales se aplicaron a las semillas de cada genotipo. El genotipo 2 y genotipo 3 obtuvieron los mayores porcentajes de germinación (80.25 y 79.5%, respectivamente) con AG3 a concentración de 1900 mg/l. El genotipo 1 tuvo el menor período de germinación (14 días) con y sin AG3. La velocidad de germinación se incrementó en los tres genotipos a medida que se incrementa la dosis de AG3. El genotipo 1 sin AG3 tuvo una velocidad de 1 semilla/día, y con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l la velocidad se incrementó a 3 semillas/día, respectivamente, con respecto al genotipo 2 y genotipo 3 la velocidad aumento hasta 2 semillas/día. Con respecto a la longitud de hipocótilo se determinó que en los tres genotipos posiblemente se incrementa al aumentar la dosis de ácido giberélico (AG3); para la radícula, se determinó que en los tres genotipos se incrementó al aumentar la dosis de ácido giberélico (AG3).

**Palabras clave:** Genotipo nativo, Arándano, Ácido giberélico, Germinación.

## ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of gibberellic acid (AG3) on the germination of seeds of three native blueberry genotypes of the genus *Vaccinium*. The experiment was carried out in the Plant Physiology and Biotechnology laboratory of the Toribio Rodríguez de Mendoza National University, Chachapoyas province - Amazonas. Genotypes (Genotype 1, Genotype 2, Genotype 3) are obtained from the surroundings of the Molinopampa district. The doses of gibberellic acid (AG3) used were 0, 500, 1200 and 1900 mg / l, which are applied to the seeds of each genotype. Genotype 2 and genotype 3 obtained the highest germination percentages (80.25 and 79.5%, respectively) with AG3 at a concentration of 1900 mg / l. Genotype 1 had the shortest germination period (14 days) with and without AG3. The germination rate increased in all three genotypes as the dose of AG3 increased, genotype 1 without AG3 had a speed of 1 seed / day, and with AG3 at 500, 1200 and 1900 mg / l the speed increased to 3 seeds / day, respectively, with respect to genotype 2 and genotype 3 the rate of increase up to 2 seeds/day. With respect to the hypocotyl length, it was determined that in all three genotypes it is possible to increase with increasing dose of gibberellic acid (AG3); for the radicle, it was determined that in all three genotypes it was increased by increasing the dose of gibberellic acid (AG3).

**Keywords:** Native genotype, Blueberry, Gibberellic acid, Germination.

## I. INTRODUCCIÓN

El género *Vaccinium* tiene alrededor de 400 a 450 especies distribuidas en el hemisferio norte y en las montañas de los Andes tropicales, Sudáfrica y Madagascar. De todas estas especies, solo un pequeño grupo se cultiva comercialmente. Estas especies poseen frutos que son consumidos local y regionalmente por diferentes comunidades andinas, dada la importancia de sus propiedades alimenticias y antioxidantes de sus bayas su consumo a aumentado notablemente (Asturizaga et al., 2006). Algunas investigaciones mencionan que los arándanos silvestres o nativos exhiben la capacidad de inhibir la etapa de iniciación de la carcinogénesis (Mostacero, Rázuri y Gil, 2015).

En la región Amazonas y la provincia de Chachapoyas existen genotipos nativos del género *Vaccinium*, cuyos frutos no son consumidos por los pobladores por la falta de conocimiento de sus propiedades benéficas, es por eso que son cortados y quemados, por esa razón se encuentran en peligro de extinción.

Los frutos nativos que son llamados godilla por los pobladores de Molinopampa distrito de Chachapoyas, son los frutos obtenidos de una planta leñosa que hasta la actualidad es considerada como una maleza; su propagación es por semilla botánica y vegetativa, la primera presenta lenta germinación y bajo porcentaje, esto resulta poco ventajoso para obtener plántulas en vivero en tiempos óptimos con alto porcentaje de germinación.

En la germinación de especies nativas a menudo se observa una latencia fuerte en sus semillas, lo que les permite sobrevivir y evitar condiciones ambientales desfavorables. Estos mecanismos de latencia son atenuados por el efecto de métodos artificiales que indican la germinación y permiten su manejo productivo con facilidad. (Bewley *et al.* 2013).

Dentro de los métodos artificiales para la germinación de semillas, se encuentra el uso del el Ácido Giberélico (AG3), considerado como un fitoregulator de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas (Pupiales, 2016). Este regulador reemplaza las necesidades de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura (Hernández, 2004).

El mecanismo de acción del AG3 para ayudar en la germinación, inicia cuando este entra en contacto con la semilla, acumulándose en los embriones y después de 24 h de la imbibición, estimula la síntesis de enzimas hidrolíticas, principalmente  $\alpha$ -amilasa, en la capa de aleurona (Angulo, 2005). Las amilasas degradan el almidón y los productos de la digestión almacenados en la aleurona y el endospermo almidonoso, para que luego sean movilizados al escutelo para iniciar el crecimiento de las plántulas (Azcon y Talon, 2000). Sánchez (2014) indica que, el AG3, incrementa el crecimiento potencial del embrión.

Por su parte Peng y Harberd (2001) señala que, la inmersión de semillas en ácido giberélico (GA3) puede elevar índices germinativos y uniformizar la emergencia de plántulas, además causa efectos de inducir la germinación de semillas, provocando el alargamiento de hipocótilo. En general, la propagación de arándano por semillas no es muy utilizado debido a la germinación errática y al largo período que toma, por lo que es utilizado principalmente en programas de mejoramiento genético (Mendoza, 2014).

Por lo mencionado lo anteriormente, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*. De esta manera los resultados contribuirán al manejo de estas especies nativas, además se contribuye en el desarrollo de la conservación de especies nativas de la provincia de Chachapoyas.

- **Objetivo general**

- Evaluar el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

- **Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de germinación de semillas de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.
  - Identificar la velocidad de la germinación de semillas de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.
  - Determinar la mejor dosis de aplicación del ácido giberélico en la germinación de los tres genotipos nativos del género *Vaccinium*.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

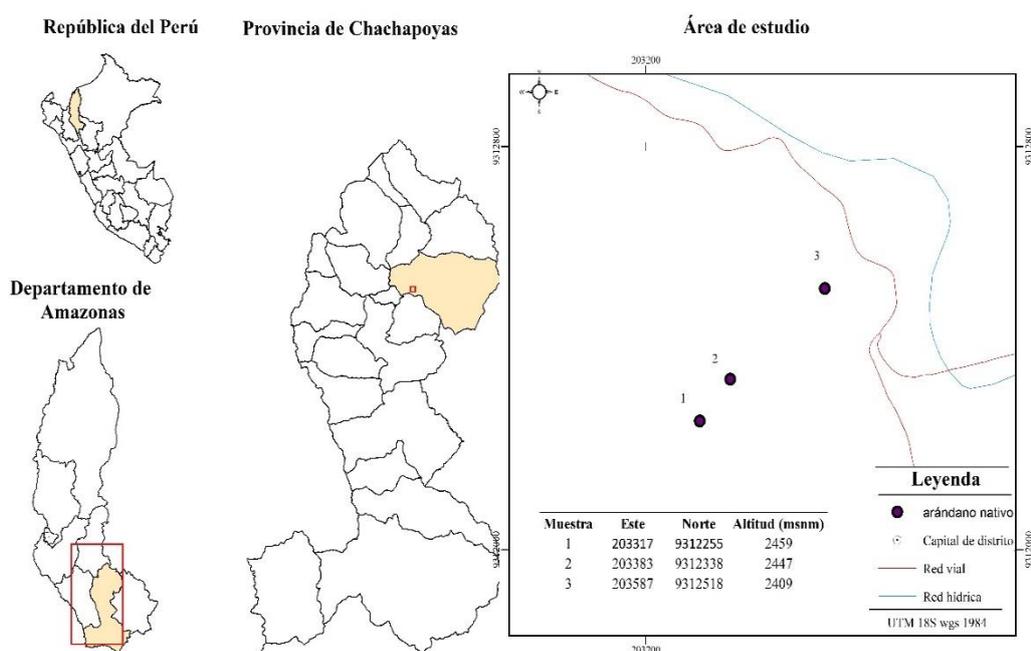
### 2.1. Ubicación

El trabajo de investigación experimental se realizó en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza provincia de Chachapoyas, Región Amazonas; ubicado entre los paralelos 6°13'54" de latitud sur y longitud oeste 77°52'08", a 2360 m.s.n.m. de altitud.

### 2.2. Fase de campo

#### 2.2.1. Localización de los tres genotipos de arándano nativo.

Los genotipos de *Vaccinium* se obtuvieron de los alrededores del distrito de Molinopampa, en el siguiente mapa se muestran las ubicaciones de los genotipos (Figura 1).



**Figura 1.** Localización de los genotipos nativos de arándano. Molinopampa Chachapoyas. Perú. 2019.

Se identificaron los genotipos teniendo en cuenta la forma de la hoja, tallo, color de flor, forma del fruto y semilla que sean igual o similar al género *Vaccinium*. Esto se realizó con la ayuda de un especialista en botánica, para la cual se utilizó el artículo realizado en Fitogeografía y morfología *Vaccinium* (Ericácea) “arándanos nativos” del Perú (Mostacero, Rázuri y Gil, 2015).

**Genotipo 1:** Es un arbusto leñoso de 0.98 metros de altura, presenta de 4 – 5 brotes verdaderos desde el cuello de la planta, con un follaje denso, las hojas son de color rojo con verde, tienen una forma lanceolada y mide entre 1.55 – 2.8 cm de largo 9 a 18 mm de ancho. Las flores se presentan en una inflorescencia terminal, que está conformado por 5 - 6 flores pequeñas de color rosado pálido a blanco, tienen una forma acampada con 5 pétalos fusionados y los frutos son bayas pequeñas de color rojizo cuando esta verde y cuando se madura es un color azul a negro intenso y tienen 6 – 8 semillas que mide 1.3 mm.

**Genotipo 2:** Es un arbusto leñoso de 3.30 m y tiene 6 – 7 brotes desde el cuello de la planta, El tallo es de color marrón con una cubierta gris o corteza foliosa, los brotes tiernos son de color rojizo claro y el distanciamiento entre nudos es de 8 cm, hojas oblongas miden de 2 - 2.3 cm de largo y 8 a 11.6 mm de ancho, de color verde, tiene una inflorescencia terminal con 5 - 7 flores pequeñas de color rosado, cáliz rosado - verde y frutos grandes bayas esféricas de color verde antes de la maduración y cuando ya se madura es de color morado oscuro a azulado y la epidermis tiene unas secreciones cerosas; los frutos tienen 10 semillas de tamaño 1.74 mm.

**Genotipo 3:** Es un arbusto leñoso de 2.30 m de altura; tiene 4 brotes verdaderos desde el cuello de la planta, tiene un tallo ramificado de color verde a marrón y diámetro de entrenudos mide 25 cm, presenta hojas simples, alternas, márgenes dentadas y lanceoladas. Son de color verde con vellosidades, también en los brotes tiernos; el tamaño de la hoja es de 2.9 – 3 cm, flores con inflorescencia terminal en racimos de 6-10. Las flores salen de las axilas de las ramas. Las flores individuales formada por 5 pétalos fusionados y el fruto es una baya de forma esférica medianos a pequeños, color verde rojizo antes de la maduración y es de color rojizo oscuro azul cuando está maduro con 6 a 7 semillas cada una de ellas mide 1.60 mm.

### **2.2.2. Recolección de frutos de los tres genotipos.**

Para la recolección de dichos frutos se consideró que las plantas sean las que se identificó y el fruto esté libre de enfermedades y en su madurez óptima, que es un color intenso que caracteriza a cada genotipo.

## **2.3.Fase en laboratorio**

### **2.3.1. Extracción de las semillas.**

Se realizó en el laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal, las semillas se extrajeron de las frutas frescas maduras de forma mecánica (frutos seleccionados), seguido de repetidos lavados con agua para desprenderlo de los restos del fruto. Luego, las semillas se secaron a temperatura ambiente por tres días, pasado el tiempo se pasó a almacenar en refrigerador por dos días a temperatura 10 °C.

### **2.3.2. Selección de las semillas sanas, desinfección y conteo.**

Se pasó a retirar las semillas de la refrigeradora para separar las grandes y sanas que no presentaron daño alguno, también se separó algunos restos del fruto que quedaron junto a las semillas. Luego se pasó a desinfectar con hipoclorito de sodio al 3 % por 15 minutos, pasado el tiempo se enjuagó tres veces con agua destilada.

Por cada tratamiento se colocó 100 semillas, respectivamente respetando el diseño de la investigación (Diseño completamente al azar).

### **2.3.3. Desinfección y esterilización de la placa Petri.**

Se desinfectaron las placas Petri con alcohol y algodón, seguidamente se cubrió con papel y se colocó en la estufa por 2 horas 20 minutos a 180°C.

### **2.3.4. Preparación del ácido giberélico.**

Se pesó en balanza analítica el ácido giberélico de la D2: 500 mg, D3:1200 mg y D4:1900 mg, seguidamente se diluyeron en gotas de alcohol y se pasó a mezclar con agua destilada.

Una vez preparada la solución se agregó a las semillas de Genotipo 1, Genotipo 2, Genotipo 3 y se dejó reposar por 24 horas para su hidratación, pasado el

tiempo determinado, se sacaron las semillas del ácido giberélico y se enjuagó por tres veces con agua destilada.

### **2.3.5. Disposición de las semillas en papel toalla.**

Se cortó papel toalla a la forma de las placas Petri y se colocó en el interior de ellas el papel, sobre el papel se dispuso 100 semillas, las mismas que se cubrieron con papel toalla para mantener la humedad necesaria.

## **2.4. Evaluaciones.**

Las evaluaciones se realizaron todos los días después de la germinación de la primera semilla esto fue para el período sin manipular directamente la plántula para evitar que se contamine. Para el porcentaje de germinación se evaluó después de 46 días desde el momento de la instalación del experimento.

Los parámetros que se evaluaron fueron:

### **2.4.1. Porcentaje de germinación.**

Para evaluar el porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$PG = \left( \frac{SG}{M} \right) \times 100$$

Donde:

PG = Porcentaje de germinación

SG = Semillas germinadas

M = Tamaño de muestra

### **2.4.2. Período de germinación**

Para evaluar el período de germinación, se contó los días desde que apareció la primera semilla a germinar hasta que se detuvo el proceso, los datos se reportan en días. Datos obtenidos a los 46 días.

### **2.4.3. Velocidad de germinación.**

Para determinar la velocidad de germinación, se dividió las semillas germinadas entre el período de germinación (tiempo en días). Los datos se reportan en número de semillas germinadas por día. A los 46 días.

#### 2.4.4. Longitud del hipocotíleo.

Las mediciones fueron realizadas con el programa ImageJ-win32, el último día que se detuvo la germinación, a los 46 días. Se tomó 15 semillas germinadas por cada tratamiento y repetición.

#### 2.4.5. Longitud de radícula.

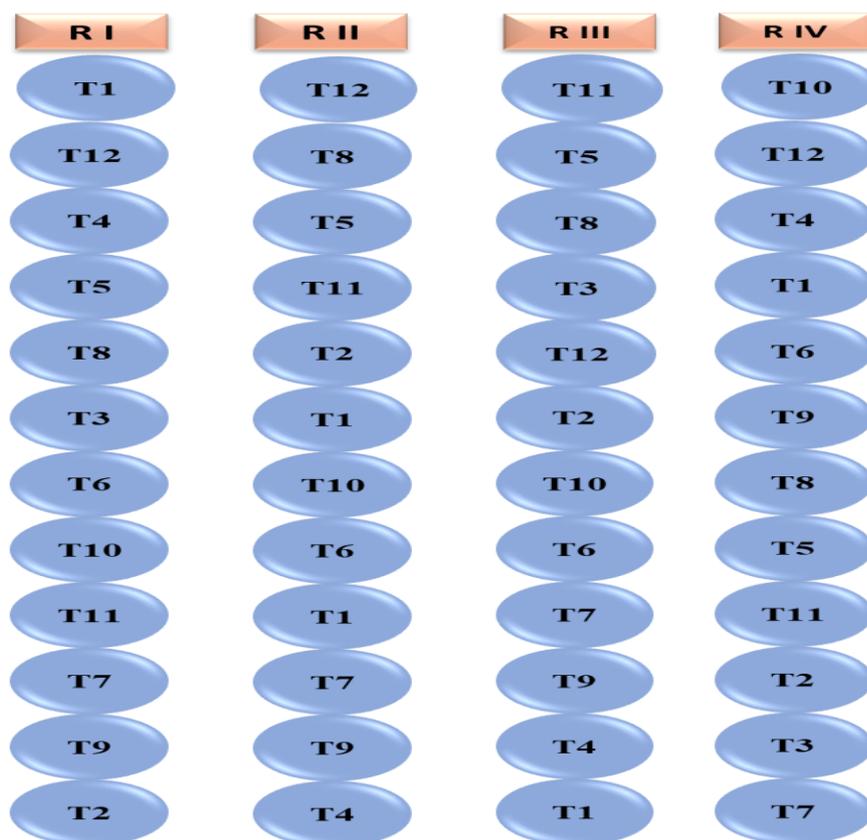
Como muestra se tomó al azar 15 plántulas, a las cuales se les tomo la medida de la radícula una sola vez al finalizar la germinación a los 46 días, para la medida se utilizó el programa ImageJ-win32.

### 2.5. Diseño experimental.

Para este trabajo se empleó el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 3 genotipos nativos por 4 dosis de ácido giberélico, con 4 repeticiones. Producto de las combinaciones de los factores se obtiene 12 combinaciones (Tratamientos). Para cada tratamiento se le designo 100 semillas, las cuales fueron distribuidas en el interior de las Placas (Tabla 1 y Figura 1).

**Tabla 1.** Factores, niveles y combinaciones para determinar el efecto de cuatro dosis en tres genotipos nativas del género (*Vaccinium*).

Factores en estudio	Niveles de los factores	Combinaciones (Tratamientos)	Código
Genotipos (Geno)	Genotipo1	Geno1 con AG1	T1
	Genotipo2	Geno1 con AG2	T2
	Genotipo3	Geno1 con AG3	T3
	Genotipo3	Geno1 con AG4	T4
Ácido giberélico (AG3)	(AG3)1: 0mg/l	Geno2 con AG1	T5
		Geno2 con AG2	T6
		Geno2 con AG3	T7
		Geno2 con AG4	T8
	(AG3)2: 500mg/l	Geno3 con AG1	T9
		Geno3 con AG2	T10
		Geno3 con AG3	T11
		Geno3 con AG4	T12



**Figura 2.** Distribución de los tratamientos (combinación de factores).

## 2.6. Metodología.

### 2.6.1. Población, muestra y muestreo.

La población en estudio estuvo constituida por 4800 semillas de los tres genotipos nativos del género *Vaccinium*.

La muestra fue tomada de acuerdo a la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

Z = Nivel de confianza 95 % (z = 1.96)

p = Probabilidad de ocurrencia (a favor) de la categoría (0.5)

q = Probabilidad de no ocurrencia (en contra) de la categoría (0.5)

N = Universo o población (4800 semillas)

d = Error de estimación o de muestreo (5 %)

n = Tamaño de la muestra (383 semillas).

El muestreo fue tomada al azar, y fue llevada a laboratorio y ubicadas en 48 placas Petri con 100 semillas cada una, haciendo un total de 4800 semillas entre los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

### 2.6.2. Variables de estudio.

- **Variables Independientes**

-Concentración de ácido giberélico, (G1:0mg/l, G2:500mg/l, G3:1200mg/l y G4:1900mg/l).

- **Variables Dependientes**

-Porcentaje de germinación.

-Período de germinación.

-Velocidad de germinación.

-Longitud del hipocotíleo.

-Longitud de la radícula.

### 2.7. Análisis de datos.

Los datos obtenidos del experimento fueron ordenados y tabulados en el programa Excel. Antes de pasar al análisis, los datos discretos expresado en porcentajes fueron transformados con la función  $Y = \arcsen \sqrt{X}/100$ , para cumplir con los requisitos del análisis de varianza (Steel y Torrie, 1985).

El análisis se realizó con el paquete estadístico Infostat. Versión 18. Para determinar la significación en la interacción y efectos independientes de cada factor, se realizó el análisis de varianza (ANOVA), en los casos en los que se encontró significación estadística se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad.

## Modelo estadístico lineal

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \xi_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta observada o medida en la  $ijk$  - ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  - ésimo nivel del factor "Genotipo"

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  - ésimo nivel del factor "Ácido giberélico"

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el  $i$ -ésimo nivel del genotipo y el  $j$  - ésimo nivel del ácido giberélico.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$  - ésima unidad experimental

### 2.7.1. Supuestos básicos del modelo.

- **Normalidad:** Los errores del modelo deben tener una distribución normal.
- **Homogeneidad:** las diferentes poblaciones generadas por la aplicación de los diferentes tratamientos (variedades) tienen varianzas iguales.

**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medio (CM)
Tratamientos	$(t - 1) = 11$	SCTr	$\frac{S.C}{G.L.T}$
Factor A	$(a - 1) = 2$	SCA	$\frac{S.C.A}{G.L.A}$
Factor B	$(b - 1) = 3$	SCB	$\frac{S.C.B}{G.L.B}$
AxB	$(a-1)(b-1) = 6$	SCAxB	$\frac{S.C.AxB}{G.L.AxB}$
Error	$ab(r - 1) = 36$	SCE	$\frac{S.C.E}{G.L.E}$
Total	$(abr - 1) = 47$	SCT	$\frac{S.C.T}{G.L.T}$

**Nivel de significación 5 %**

### 3. RESULTADOS.

**Determinar el porcentaje de germinación de semillas de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.**

#### **Porcentaje de germinación**

En la Tabla 3, Se observa que para la interacción del genotipo por el ácido giberélico (Genotipo \*AG3), existe significación estadística a un nivel de confianza del 99 %, dado que el valor de la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 1 %, esto indica que, uno o más genotipos presentan buen porcentaje de germinación bajo el efecto de una o más concentraciones de ácido, pero estos mismos genotipos presentan diferente resultado con otras concentraciones de ácido giberélico. Para el genotipo y el ácido giberélico se encontró significación estadística a un nivel de confianza del 99 %, dado que para ambas fuentes el valor de la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 1 %. Estos resultados indican que ambos factores influyen en el porcentaje de germinación.

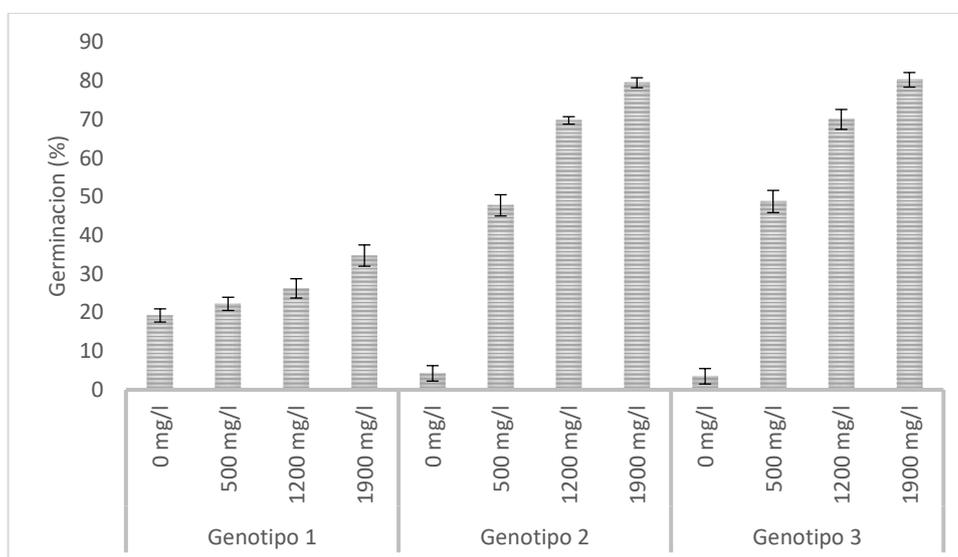
**Tabla 3.** Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación de tres genotipos de arándano.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Genotipos	1946.41	2	973.2	191.91**	3.26	5.25
AG3	10297.66	3	3432.55	676.89**	2.87	4.38
Geno*AG3	3171.07	6	528.51	104.22**	2.36	3.35
Error	182.56	36	5.07			
Total	15597.69	47				

En la Figura 3, se observa que la germinación del genotipo 1 sin AG3 es 19.25 % y con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l es 22.25, 26.25 y 34.75 %, respectivamente, este resultado evidencia que a mayor concentración de AG3, el porcentaje de germinación aumenta. Con respecto al genotipo 2 y 3, se observa mayor porcentaje de germinación, a medida que aumenta las concentraciones de AG3 la germinación aumenta.

Estos resultados indican que, los mejores porcentajes de germinación (80.25 y 79.5 %) se encontraron con los genotipos 2 y 3, con la adición del ácido giberélico a concentración

de 1900 mg/l. Según la prueba de Tukey (Tabla 4), indica que estos resultados son estadísticamente superiores al resto, seguido de los resultados obtenidos con el genotipo 3 y 2, con la adición de del ácido giberélico a concentración de 1200 mg/l, el cual presentaron una desviación estándar de  $\pm 2.58$  y  $\pm 0.96$ , respectivamente.



**Figura 3.** Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la germinación.

**Tabla 4.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el porcentaje de germinación.

Genotipo	Ácido giberélico (AG3)	Germinación (%)	Desviación estándar (DS)	Significación al 5 %
3	1900	80.25	$\pm 1.89$	A
2	1900	79.5	$\pm 1.29$	A
3	1200	70	$\pm 2.58$	B
2	1200	69.75	$\pm 0.96$	B
3	500	48.75	$\pm 2.87$	C
2	500	47.75	$\pm 2.75$	C
1	1900	34.75	$\pm 2.75$	D
1	1200	26.25	$\pm 2.50$	E
1	500	22.25	$\pm 1.71$	EF
1	0	19.25	$\pm 1.71$	FG
2	0	4.25	$\pm 2.0$	G
3	0	3.5	$\pm 3.0$	G

### Longitud del hipocótilo

En La Tabla 5, se observa significación estadística a un nivel de confianza del 99 % para la interacción del genotipo por el ácido giberélico (Genotipo\*AG3), dado que el valor de la F calculada es superior a F tabular a la probabilidad del 1 %, esto indica que, la longitud

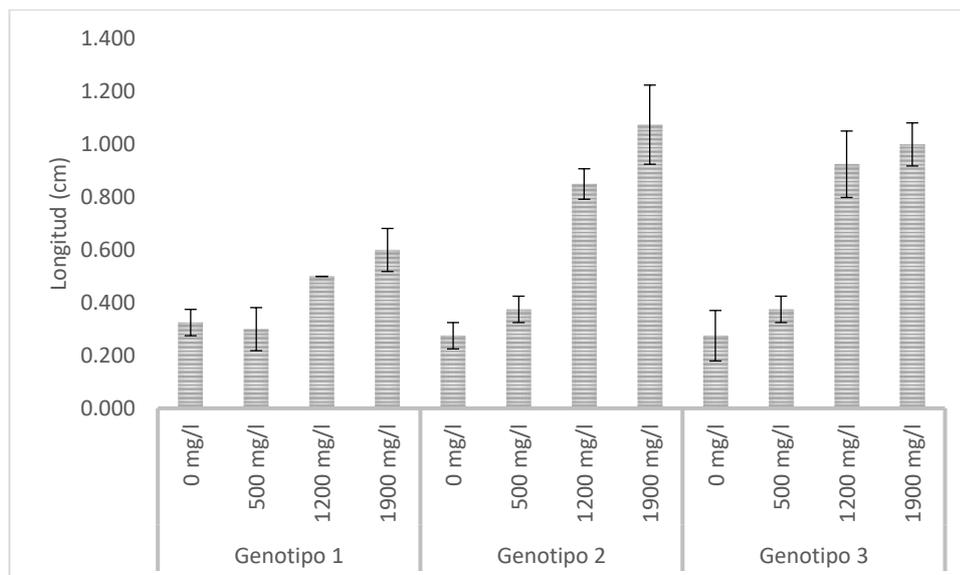
del hipocótilo probablemente fue afectado por el efecto conjunto del genotipo y el ácido giberélico, es decir, que una o más concentración de AG3 posiblemente afecten al desarrollo del hipocótilo de una o más genotipos, pero estas mismas concentraciones probablemente presente efecto diferente en otros genotipos.

**Tabla 5**, Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de hipocótilo, de tres genotipos de arándano.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Genotipos	0.48	2	0.24	35.75**	3.26	5.25
AG3	3.18	3	1.06	157.23**	2.87	4.38
Geno*AG3	0.47	6	0.08	11.71**	2.36	3.35
Error	0.24	36	0.01			
Total	4.37	47				

En la Figura 4, se observa que la longitud del hipocótilo encontrados con el genotipo 1 sin AG3 es en promedio 0.325 cm, con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l el hipocótilo llega a medir 0.3, 0.5 y 0.6 cm, respectivamente, este resultado evidencia que a mayor concentración de AG3 la longitud probablemente se incrementa. Con respecto al genotipo 2, se observa que sin la adición de AG3 el hipocótilo llega a una longitud de 0.275 cm, a concentraciones de 500, 1200 y 1900 mg/l, el hipocótilo posiblemente aumenta en longitud de forma constante. El hipocótilo del genotipo 3, sin la adición de AG3 llega a medir 0.275 cm, a concentraciones de 500, 1200 y 1900 mg/l, es posible que el hipocótilo aumenta su longitud de forma creciente y constante.

Según la prueba de Tukey (Tabla 6), indica que la longitud de hipocótilo en el genotipo 2 y 3, con adición de AG3 a 1900 mg/l, es de 1.075 y 1 cm, respectivamente, los cuales fueron los mayores resultados, presentaron una desviación estándar de  $\pm 0.150$  y  $\pm 1$ , respectivamente. Con los genotipos 3 y 2, sin la adición de AG3, se encontraron los hipocótilo más pequeños, cuyas longitudes es de 0.275 cm, respectivamente, y presentaron una desviación estándar de  $\pm 0.096$  y  $\pm 0.050$ , respectivamente.



**Figura 4.** Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la longitud del hipocótilo.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud del hipocótilo.

Genotipo	Ácido giberélico (AG3)	Longitud de hipocótilo (cm)	Desviación estándar (DS)	Significación al 5 %
2	1900	1.075	±0.150	A
3	1900	1	±0.082	AB
3	1200	0.925	±0.126	AB
2	1200	0.85	±0.058	B
1	1900	0.6	±0.082	C
1	1200	0.5	0	CD
3	500	0.375	±0.050	DE
2	500	0.375	±0.050	DE
1	0	0.325	±0.050	DE
1	500	0.3	±0.082	DE
3	0	0.275	±0.096	E
2	0	0.275	±0.050	E

### Longitud de la radícula

En La Tabla 7, se observa que existe significación estadística a un nivel de confianza del 99 % para la interacción del genotipo por el ácido giberélico (Genotipo\*AG3), esto indica que, la radícula está afectada por el efecto conjunto del genotipo y el ácido giberélico, es decir, que una o más concentraciones de AG3 está afectando al desarrollo de la radícula

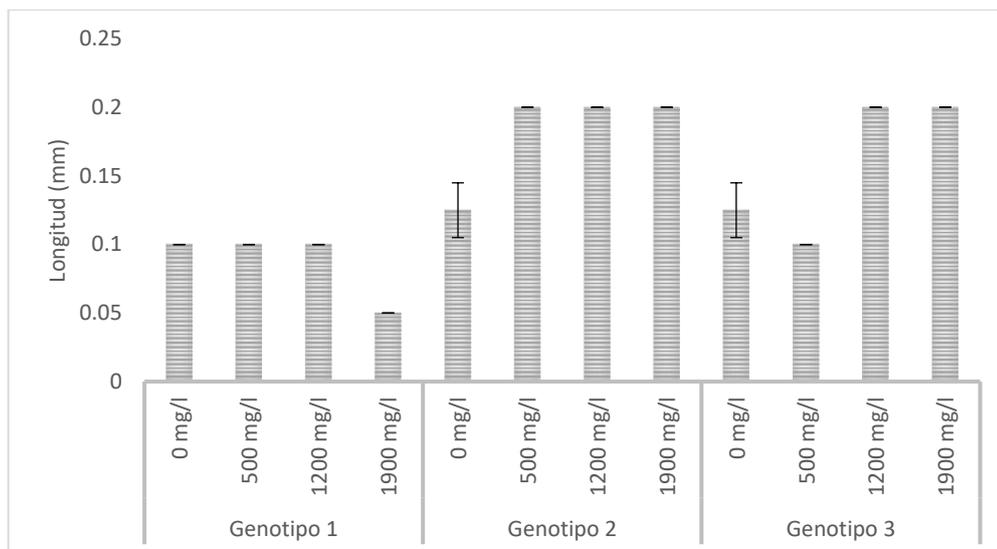
de un o más genotipos, pero estas mismas concentraciones presenta efecto diferente en otros genotipos.

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de la radícula, de tres genotipos de arándano.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Genotipos	0.08	2	0.04	54.3**	3.26	5.25
AG3	0.02	3	0.01	8**	2.87	4.38
Geno*AG3	0.04	6	0.01	9.5**	2.36	3.35
Error	0.03	36	0.001			
Total	0.16	47				

En la Figura 5, se observa que la longitud de la radícula del genotipo 1 sin AG3 es en promedio 0.1 mm, el mismo resultado se obtiene al aplicar AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l, este resultado evidencia que el AG3 no presenta efectos significativos en la radícula para el genotipo 1. Con respecto al genotipo 2, se observa que sin la adición de AG3 la radícula presenta una longitud de 0.125 mm, a 500, 1200 y 1900 mg/l la radícula aumento a una longitud de 0.2 mm. Con respecto al genotipo 3 se observa que, sin la adición de AG3 la longitud de la radícula es de 0.125 mm, a concentraciones de 500, 1200 y 1900 mg/l la radícula aumento a una longitud de 0.1, 0.2 y 0.2 mm, respectivamente. Estos resultados indican que el ácido giberélico promueve el desarrollo de la radícula de los genotipos 2 y 3.

Según la prueba de Tukey (Tabla 8), indica que la longitud de la radícula en el genotipo 2, con adición de AG3 a 500, 1200, 1900 y 1200 mg/l, es de 0.2 mm, con una desviación estándar de  $\pm 0.02$ , 0, 0 y 0, respectivamente, siendo estas radículas las que alcanzaron las mayores longitudes, el mismo resultado se encontró con el genotipo 3 con una concentración de 1200 mg/L, el cual presentó una desviación estándar de 0. Con el genotipo 1, adicionándole AG3 a 1900 ml/L se encontró la longitud de radícula más pequeña (0.05 mm), con una desviación estándar de 0.



**Figura 5.** Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la longitud de la radícula.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad la longitud de la radícula.

Genotipo	Ácido giberélico (AG3)	Longitud (mm)	Desviación estándar (DS)	Significación al 5 %
2	500	0.200	0	A
2	1200	0.200	0	A
2	1900	0.200	0	A
3	1200	0.200	0	A
3	1900	0.200	0	A
2	0	0.125	±0.02	B
3	0	0.125	±0.02	B
3	500	0.100	0	BC
1	500	0.100	0	BC
1	0	0.100	0	BC
1	1200	0.100	0	BC
1	1900	0.050	0	C

## Identificación la velocidad de la germinación de semillas de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

### Velocidad de germinación

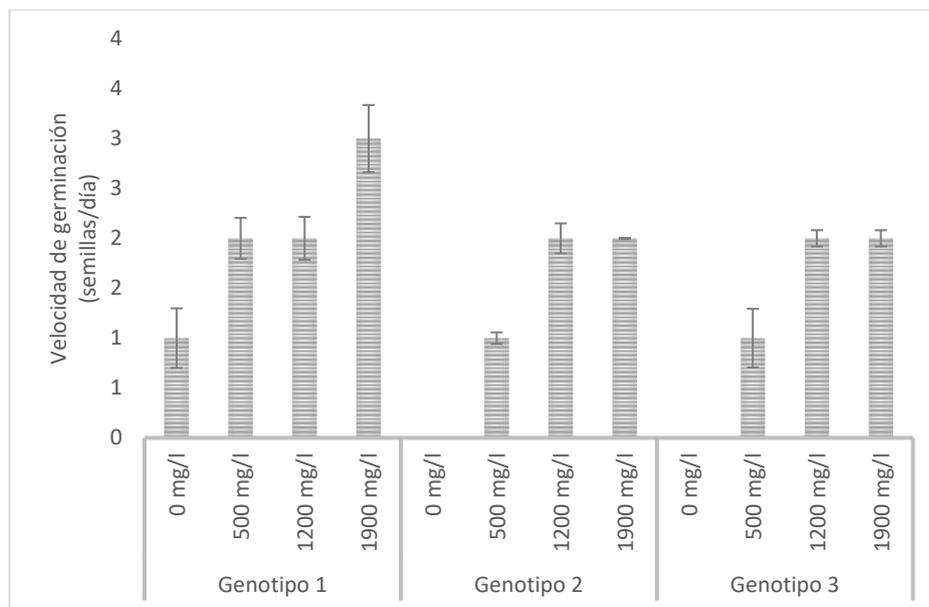
En la Tabla 9, se observa que existe significación estadística a un nivel de confianza del 99 % para la interacción del genotipo por el ácido giberélico (Genotipo\*AG3), dado que el valor de la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 1 %, esto indica que la velocidad de germinación está afectada significativamente por el efecto conjunto del genotipo y el ácido giberélico.

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA) para la velocidad de germinación, de tres genotipos de arándano.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Genotipos	2.32	2	1.16	29.71**	3.26	5.25
AG3	18.1	3	6.03	154.52**	2.87	4.38
Geno*AG3	2.41	6	0.4	10.26**	2.36	3.35
Error	1.41	36	0.04			
Total	24.24	47				

En la Figura 6, se observa que la velocidad de germinación del genotipo 1 sin AG3 es 1 semilla/día, con AG3 en concentración de 500, 1200 y 1900 mg/l la velocidad es de 3 semillas/día, respectivamente. Con respecto al genotipo 2 y 3, se observa que sin la adición de AG3 la velocidad de ambos es cero, y con la adición de AG3 a concentraciones de 500, 1200 y 1900 ml/l, la velocidad tiende a aumentar llegando hasta 2 semilla/día. Este resultado evidencia que el AG3 incrementa la velocidad de germinación de los tres genotipos.

Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 10), indica que el genotipo 1 con adición de AG3 a 1900 ml/L la velocidad de germinación llega hasta 3 semillas/día, siendo este resultado la mayor velocidad de germinación, además su desviación estándar fue  $\pm 0.337$ . Con el genotipo 2 y 3, sin la adición de AG3 se encontró la menor velocidad, con una desviación estándar de 0, respectivamente, es decir, que no se encontraron semillas germinadas por día siendo este resultado significativamente diferente al resto.



**Figura 6.** Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en la velocidad de la germinación.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la velocidad de la germinación.

Genotipo	Ácido giberélico (AG3)	Velocidad de germinación (semillas/día)	Desviación estándar (DS)	Significación al 5 %
1	1900	3	±0.337	A
2	1900	2	0	AB
3	1900	2	±0.082	AB
3	1200	2	±0.082	BC
1	1200	2	±0.216	BC
2	1200	2	±0.150	BCD
1	500	2	±0.206	BCD
2	500	1	±0.058	CD
1	0	1	±0.299	CD
3	500	1	±0.294	D
2	0	0	0	E
3	0	0	0	E

### Período de germinación

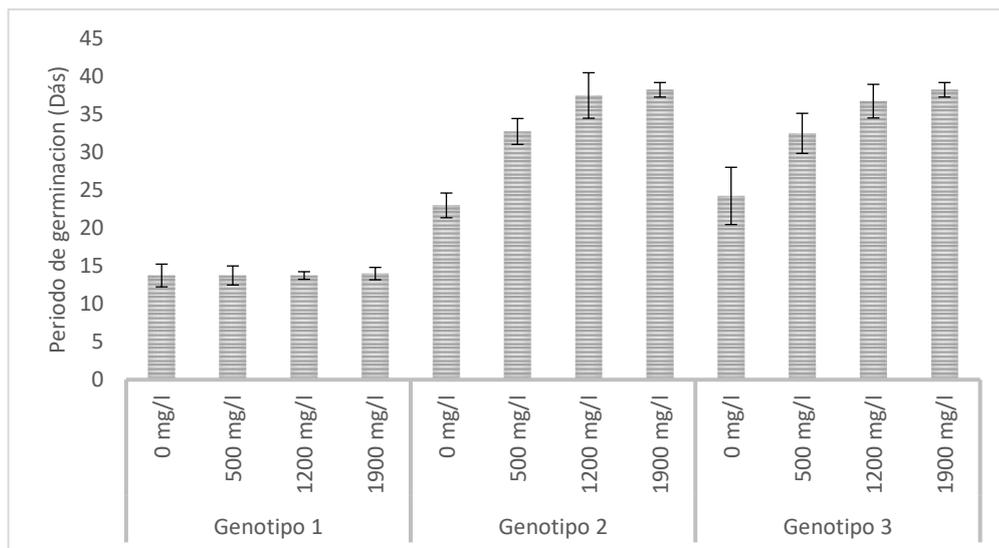
En La Tabla 11, se observa significación estadística a un nivel de confianza del 99 % para la interacción de los factores (Genotipo\*AG<sub>3</sub>), así como también para el genotipo y para el ácido giberélico, ya que, para cada fuente de variación, el valor de la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 1 %. Esto indica que, el período de germinación de uno o más genotipos fue más rápido bajo el efecto de una o más concentraciones de ácido,

pero estos mismos genotipos no presentan el mismo comportamiento frente a otras concentraciones de ácido giberélico.

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ANOVA) para período de germinación de tres genotipos de arándano.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabular	
					0.05	0.01
Genotipos	1830	2	915	542.95**	3.26	5.25
AG3	281.99	3	94	55.78**	2.87	4.38
Geno*AG3	136.63	6	22.77	19	2.36	3.35
Error	60.67	36	1.69			
Total	2309.29	47				

En la Figura 7, se observa que el período de germinación del genotipo 1 con y sin AG3 es 14 días. Con los genotipos 2 y 3, se observa que a medida que las concentraciones aumentan, el período de germinación se prolonga por más días, llegando hasta los 38 días. Los períodos más cortos se encuentran con el genotipo 1 (14 días), y los más extensos con el genotipo 2 y 3. Según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (**Tabla 12**), indica que el menor periodo de germinación es 14 días, con una desviación estándar de  $\pm 1$ , el cual se obtuvo con el genotipo 1 y con la adición de AG3 en concentración de 1900 y 500 mg/L, respectivamente, de estos resultados son significativamente menores y diferentes a los demás.



**Figura 7.** Interacción de los niveles del factor genotipo y AG3 en el período de germinación.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el período de germinación.

Genotipos	Ácido giberélico (AG3)	Período de germinación (días)	Desviación estándar (DS)	Significación al 5 %
2	1900	38	±1	A
3	1900	38	±1	A
2	1200	38	±3	AB
3	1200	37	±2	ABC
2	500	33	±2	BC
3	500	33	±3	C
3	0	24	±3	D
2	0	23	±2	D
1	1900	14	±1	E
1	0	14	±2	E
1	500	14	±1	E
1	1200	14	±1	E

**Determinar la mejor dosis de aplicación del ácido giberélico en la germinación de los tres genotipos nativos del género *Vaccinium***

**Porcentaje de germinación, longitud del hipocótilo y longitud de radícula.**

Los resultados mostrados en la Tabla 3: Análisis de varianza para el porcentaje de germinación, Tabla 5: análisis de varianza para longitud del hipocótilo y Tabla 7: análisis de varianza longitud de radícula, muestran la existencia de significación a un nivel de confianza del 99 %,

En la Tabla 13, se muestra la comparación de medias usando la prueba de Tukey, donde se aprecia que la mejor dosis para la germinación es 1900 mg/l, para la longitud de hipocótilo posiblemente las mejores dosis son 1900 y 1200 mg/l, y para la longitud de radícula la mejor dosis es 1200 mg/l.

**Tabla 13.** Medias del porcentaje de germinación, longitud de hipocótilo y radícula.

AG3 (mg/l)	Porcentaje de germinación	Longitud de hipocótilo (cm)	Longitud de radícula (mm)	F
1900	64.83A	0.89A	0.15A	0.95
1200	55.33B	0.76A	0.17A	0.95
500	39.58C	0.35C	0.13B	0.95
0	9D	0.29C	0.12C	0.95

#### 4. DISCUSION

##### - Porcentaje de germinación

Según los resultados obtenidos, el porcentaje de germinación incrementa al aumentar las concentraciones del ácido giberélico. En los genotipos 2 y 3, con la adición de AG3 a concentración de 1900 mg/l, se obtuvieron los mayores porcentajes de germinación (80.25 y 79.5 %, respectivamente).

Los resultados obtenidos son corroborados por Saldívar, Laguna, Gutiérrez y Domínguez (2010), quienes probaron el ácido giberélico en concentraciones de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mg/l para la germinación de semillas provenientes de frutos silvestres de *Jaltomata procumbens* (cav.) J. L. Gentry. El mayor resultado (87 %) lo encontraron con la mayor concentración del ácido (200 mg/L), y el menor (28) se alcanzó con el testigo.

Por otro lado, Cartagena y Barreto (1998) evaluaron el efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de anona colorada (*Annona reticulata* L.), en donde uso cuatro concentraciones de AG3 (0, 5000, 7500 y 10000 mg/L). Obteniendo el mayor porcentaje de germinación (54.1 %) con 10000 mg/l, y el menor porcentaje de germinación se obtuvo con el testigo (0 mg/l), llegando a concluir que a mayor concentración de ácido giberélico, habrá un mayor porcentaje de germinación, de igual manera Sánchez (2014) quien probó el ácido giberélico en la germinación de semillas de *Pysalis peruviana* L, concluye que la germinación incrementa a medida que se incrementa la dosis del ácido.

Resultados contradictorios encontró Pupiales (2016), quien evaluó cuatro dosis de ácido giberélico (0, 500, 1000 y 1500 mg/l) para acelerar e inducir la germinación de semillas de tres variedades de mora (*Rubus glaucus* BENTH), encontró que el mayor porcentaje de germinación fue producido por el testigo (44.24 %) y el menor por la dosis de 500 mg/l (26.6 %), a esto, los autores como Mandujano y Golubov (2007), indican que el uso de ácido giberélico para la germinación de semillas no es muy clara y es contradictoria en algunos casos, esto es debido a la morfología de la semilla y a la presencia de sustancias químicas de  $\alpha$ -amilasa que produce la semilla para la desintegración de las reservas de almidón durante el proceso germinativo.

Es importante indicar que la morfología de los genotipos estudiados presentan diferencias. El genotipo 1 es de menor tamaño que los otros genotipos (ver figura 11 de los anexos) por lo tanto la menor respuesta del genotipo 1 podría deberse a su constitución fisiológica o morfológica que llevan a presentar una menor latencia y diferencia de tamaño es de 1.74mm y 1.60 mm con respecto a los genotipos 2 y 3 respectivamente (ver en la Pag 4 de los Mat y Met)

#### **- Longitud del hipocótilo**

La longitud del genotipo 2, y genotipo 3 probablemente incrementa en función de las concentraciones del AG3, llegando a medir hasta 1.075 y 1 cm, respectivamente. La longitud del hipocótilo encontrados en el genotipo 1 sin AG3 es en promedio 0.325 cm y con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l el hipocótilo llega a medir 0.3, 0.5 y 0.6 cm, respectivamente, este resultado evidencia que a mayor concentración de AG3 la longitud del hipocótilo puede incrementar. Según (Harmann y Kester 1997), estos compuestos han demostrado tener un efecto influyente sobre los puntos de crecimiento, la germinación y muchas otras actividades en las plantas, el momento en que las estas actúan, es cuando penetran en el embrión. Al respecto Salysbury (1992), indica que el ácido giberélico es un compuesto orgánico que estimula la división y la elongación celular de manera que la radícula pueda emerger a través de la cubierta de la semilla que restringe su crecimiento.

#### **- Longitud de radícula**

La radícula del genotipo 1 sin AG3 es en promedio 0.1 mm, el mismo resultado se obtuvo al aplicar AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l, este resultado indica que la radícula del genotipo uno no se ve afectado por el AG3. Al propósito Parra (2006) quien uso ácido giberélico en la germinación de semillas de chiltepín (*Capsicum annuum*), no encontró resultados significativamente diferentes, es decir, que el AG3 no causó un efecto significativo en la longitud de raíz.

Con respecto al genotipo 2, se observa que sin la adición de AG3 la radícula llega a 0.1 mm de longitud, con AG3 en concentraciones de 500, 1200 y 1900 mg/l la radícula aumento a una longitud de 0.2 mm, respectivamente. Con respecto al genotipo 3 se observa que sin la adición de AG3 la longitud de la radícula es de 0.1 mm, a concentraciones de 500, 1200 y 1900 mg/l la radícula aumento a una longitud de 0.1, 0.2

y 0.2 mm, respectivamente. Estos resultados indican que el ácido giberélico promueve el desarrollo de la radícula de los genotipos 2 y 3. Al respecto Salysbury (1992) menciona que en las semillas uno de los efectos del ácido giberélico, es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda emerger a través de la cubierta de la semilla que restringe su crecimiento.

### **Velocidad de la germinación de semillas de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.**

#### **- Velocidad de germinación**

El genotipo 1 sin AG3 tuvo una velocidad de germinación de 1 semilla/día, y con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l la velocidad se incrementó a 3 semillas/día, respectivamente, este resultado indica que a medida que se incrementa la concentración de ácido, incrementa el número de semillas germinadas por día, es decir que la velocidad aumenta. Al respecto Lira (1994), indica que el AG3 fomenta o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico vegetal, esto permite que el proceso de germinación se acelere.

Con respecto al genotipo 2 y 3, se observa que sin la adición de AG3 la velocidad de ambos es cero. Sin embargo, cuando se le adiciona AG3 a concentraciones de 500, 1200 y 1900 ml/L, la velocidad tiende a aumentar llegando hasta 2 semilla/día. Estos resultados se asemejan a los de Saldívar et al. (2010), quienes obtuvieron que a 250 mg/l de ácido giberélico, alcanzaron la mayor velocidad de germinación (2 semillas/día), el cual fue superior y diferente a los tratamientos con 150 y 200 mg/l (1.13 y 1.16 semillas/día) y el valor mínimo fue alcanzado por el testigo (0.53 semillas/día). Estos resultados son inferiores a los que se encontró en esta investigación.

#### **- Período de germinación**

El período de germinación para el genotipo 1 con y sin AG3 es de 14 días, siendo el período más corto. Estos resultados difieren con los de Saldívar et al. (2010), quienes obtuvieron el período de germinación más corto (24 y 26 días) con las concentraciones más altas (100 y 250 mg/l de AG3, respectivamente). Al respecto, De Luca, citado por Valdez (2017), indica que las giberelinas se caracterizan porque uno de sus efectos es provocar y acelerar la germinación en ciertas especies.

Con los genotipos 2 y 3, se encontró que a medida que las concentraciones aumentan el período de germinación se prolonga por más días, llegando hasta los 38 días en ambos genotipos. Este resultado probablemente se debe a la morfología de estas semillas, al respecto Mandujano y Golubov (2007), indican que el uso de ácido giberélico para la germinación de semillas no es muy clara y es contradictoria en algunos casos, esto es debido a la morfología de la semilla y a la presencia de sustancias químicas de  $\alpha$ -amilasa que produce la semilla para la desintegración de las reservas de almidón durante el proceso germinativo.

### **Aplicación del ácido giberélico en la germinación de los tres genotipos nativos del género *Vaccinium***

La mejor dosis para la germinación es 1900 mg/l, para la longitud de hipocótilo las mejores dosis son 1900 y 1200 mg/l, y para la longitud de radícula la mejor dosis es 1200 mg/l. Con respecto a la germinación, Saldívar et al., (2010) encontraron mayor resultado (87 %) con la mayor concentración del ácido (200 mg/L), este antecedente corrobora nuestros resultados, dado que se encontró mayor porcentaje con la mayor dosis de ácido giberélico. Tanto para la longitud de hipocótilo y radícula, las dosis mayores o igual a 1200 mg/l, son las que mejor respuesta alcanzaron, al respecto Salysbury (1992) menciona que el efecto del ácido giberélico, es estimular la elongación celular de manera que la radícula pueda emerger a través de la cubierta de la semilla que restringe su crecimiento.

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ El porcentaje de germinación incrementa al aumentar las concentraciones del ácido giberélico. En los genotipos 2 y 3, con la adición de AG3 a concentración de 1900 mg/l, se obtuvieron los mayores porcentajes de germinación (80.25 y 79.5 %, respectivamente), mientras que en el genotipo 1 se obtuvo 34.75 %. Esto indica que el ácido giberélico influye significativamente en la germinación de las semillas de estos tres genotipos nativos.
- ✓ Para la velocidad de germinación, el genotipo 1 sin AG3 tuvo una velocidad de 1 semilla/día, y con AG3 a 500, 1200 y 1900 mg/l la velocidad se incrementó a 3 semillas/día, respectivamente. Con respecto al genotipo 2 y 3, se observó que sin la adición de AG3 la velocidad de ambos es cero, sin embargo, cuando se le adiciona AG3 a concentraciones de 500, 1200 y 1900 ml/L, la velocidad tiende a aumentar llegando hasta 2 semilla/día. Estos resultados indican que a medida que se incrementa la concentración de ácido, incrementa el número de semillas germinadas por día, es decir que la velocidad aumenta.
- ✓ La mejor dosis para la germinación es 1900 mg/l, con la cual se obtuvo el mayor porcentaje de germinación (64 %). Para la longitud de hipocótilo, posiblemente las mejores dosis fueron 1900 y 1200 mg/l, con las cuales se obtuvieron las mayores longitudes (0.89 y 0.76 cm respectivamente), y para la longitud de radícula la mejor dosis fue 1200 mg/l, con la que se obtuvo la mayor longitud (0.17 mm).

## **6. RECOMENDACIONES**

- ✓ Realizar tratamientos pregerminativos (temperatura, la luz) en la germinación de los tres genotipos estudiados.
  
- ✓ Realizar ensayos de germinación mes a mes, desde la cosecha para determinar la edad de máxima germinación y la tasa de pérdida de viabilidad en función de la edad postcosecha.
  
- ✓ Realizar investigaciones en la longitud del hipocótilo evaluando todos los días para ver la veracidad del efecto en el crecimiento del hipocótilo por el ácido giberélico.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, R. (2005). *Uchuva el cultivo. Centro de Investigaciones y Asesoría Agroindustriales* (Trabajo de investigación). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano - Colciencias, Bogotá, Colombia.
- Asturizaga, A., Ollgaard, B., y Balslev, H. (2006). *Frutos Comestibles. Botánica Económica de los Andes Centrales* (trabajo de investigación). Universidad Mayor de San Andrés, La paz, Bolivia.
- Azcon B., J., y Talon, M. (2000). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Barcelona, España.: McGraw Hill/ Interamericana,
- Bewley, J. D., Bradford, K., Hilhorst, H., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3rd ed. New York: Springer.
- Cartagena V., J. R., y Barreto O., J. D. (1998). Efecto del ácido giberélico y el método de siembra en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de Anona Colorada (*Annona reticulata* L.). *Revista Fac. Nal. Agr. Medellín*, vol51 N°2, 235 – 244. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/30199/1/28967-104410-1-PB.pdf>
- Fuentes, F. V., Rodríguez, M. N., Rodríguez, F. C. (1996b). Sobre la germinación de *Stephania rotunda* Lour. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1(2), 11-14.
- Fuentes, F. V., Rodríguez, M. N., y Rodríguez, F. C. (1996a). Acerca de la propagación de *Ocimum gratissimum* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1(1), 3-7.
- Hartman, H; Kester, D. 1997. Propagación de plantas. 2 ed. México, Edit. Continental S.A. 760p.
- Hernández, S. V. (2004). *Efecto de la luz, temperatura y ácido giberélico sobre la germinación de semillas de poblaciones de chiles silvestres* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Sinaloa, Chile.
- Lira, RH. (1994). *Fisiología vegetal*. ed. México, D.F., Edit. Trillas S.A. MEX. 237p.

- Mandujano, M., y Golubov, J. (2007). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del Opuntia (Cactaceae) del desierto Chihuahuense. Publicación mensual Botánica*, 52(2), 46 – 51.
- Mendoza, W. (2014). Efecto sinérgico de Kelpac y 2,4-D en el enraizamiento de *Vaccinium floribundum* Kunth “pushgay (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Mostacero, J. Rázuri, T y Gil, A. (2015). *Fitogeografía y morfología de los Vaccinium (Ericaceae) “arándanos nativos” del Perú*. 3 (1):43-53.
- Parra, G. (2006). *Efecto del Ácido giberélico sobre la capacidad de germinación de semilla de Chilpetín (Capsicum frutescens) Huacho – Perú*. Trabajo de Grado. Instituto Tecnológico de Sonora, Biotecnología y Ciencias Alimentarias, México.
- Pupiales S., P. M. (2016). *Efecto de escarificación química y aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas en tres variedades de mora (Rubus glaucus BENTH)* (tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9268/1/T-UCE-0004-72.pdf>
- Peng, J., & Harberd, N. P. (2000). The role of GA-mediated signalling in the control of seed germination. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 376-381.
- Saldívar I., P., Laguna C., A., Gutiérrez R., F., y Domínguez G., M. (2010). Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (Cav.) J. L. Gentry. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 327 – 331. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v21n2/a12v21n2.pdf>
- Salisbury, FB. 1992. *Fisiología de las plantas: desarrollo de las plantas y desarrollo ambiental*. Trad. JM Alonso. Madrid – España, Edit. Thomson Spain. 988p.
- Sánchez R., F. (2014). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de aguaymanto (Physalis peruviana L.) en Mariscal Cáceres – Huancavelica* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/165/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200047.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Steel, D. G. R., y Torrie, H. J. (1985). *Bioestadística*. Colombia: Primera edic. En español.

Valdez, MH. (2017). Caracterización morfológica y germinación de la semilla de valeriana (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

## 8. ANEXOS

Tabla 14. Datos reales obtenidos en laboratorio a los 46 días después de su instalación en porcentaje de germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	AG3	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200
I	17	20	23	38	1	45	70	80	2	45	73	79
II	20	23	26	36	4	46	69	78	7	49	69	80
III	21	24	29	33	9	49	71	79	1	52	67	79
IV	19	22	27	32	3	51	69	81	4	49	71	83
<b>Total</b>	77	89	105	139	17	191	279	318	14	195	280	321
<b>Promedio</b>	19.25	22.25	26.25	34.75	4.25	47.75	69.75	79.5	3.5	48.75	70	80.25

Tabla 15. Datos obtenidos en laboratorio a los 46 días después de su instalación en porcentaje de germinación de semillas de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*. (Datos transformados con  $\text{Arcoseno} = \sqrt{\text{porcentaje}}$  ).

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	AG3	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200
I	24.35	26.56	28.66	38.06	5.74	42.13	56.79	63.44	8.13	42.13	58.69	62.72
II	26.56	28.66	30.66	36.87	11.54	42.71	56.17	62.03	15.34	44.43	58.69	63.44
III	27.28	29.33	32.58	35.06	17.46	44.43	57.42	62.72	5.74	46.15	54.94	62.72
IV	25.84	27.97	31.31	34.45	9.98	45.57	56.17	64.16	11.54	44.43	57.42	65.65
<b>Total</b>	104	112.5	123.2	144.4	44.72	174.8	226.6	252.4	40.75	177.1	229.7	254.5
<b>Promedio</b>	26.01	28.13	30.8	36.11	11.18	43.71	56.64	63.09	10.19	44.29	57.44	63.63

Tabla 16. Datos reales obtenidos en laboratorio del periodo de la germinación de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	AG3	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200
I	15	14	14	13	23	31	39	39	25	31	38	37
II	13	12	13	14	21	32	33	37	20	36	34	39
III	12	15	14	14	23	35	39	38	23	30	36	39
IV	15	14	14	15	25	33	39	39	29	33	39	38
<b>Total</b>	55	55	55	56	92	131	150	153	97	130	147	153
<b>Promedio</b>	13.75	13.75	13.75	14	23	32.75	37.5	38.25	24.25	32.5	36.75	38.25

Tabla 17. Datos obtenidos en laboratorio del periodo de la germinación de tres Genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*. (Datos transformados con  $\text{Arcoseno} = \sqrt{\text{porcentaje}}$  ).

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900
<b>AG3</b>												
<b>I</b>	22.79	21.97	21.97	21.13	28.66	33.83	38.65	38.65	30	33.83	38.06	37.47
<b>II</b>	21.13	20.27	21.13	21.97	27.28	34.45	35.06	37.47	26.56	36.87	35.67	38.65
<b>III</b>	20.27	22.79	21.97	21.97	28.66	36.27	38.65	38.06	28.66	33.21	36.87	38.65
<b>IV</b>	22.79	21.97	21.97	22.79	30	35.06	38.65	38.65	32.58	35.06	38.65	38.06
<b>Total</b>	86.98	87	87.04	87.86	114.6	139.6	151	152.8	117.8	139	149.3	152.8
<b>Promedio</b>	21.75	21.75	21.76	21.97	28.65	34.9	37.75	38.21	29.45	34.74	37.31	38.21

Tabla 18. Datos reales obtenidos en laboratorio de la velocidad de germinación de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900
<b>AG3</b>												
<b>I</b>	1.1	1.4	1.6	2.9	0.04	1.5	1.8	2.1	0.08	1.5	1.9	2.1
<b>II</b>	1.5	1.9	2	2.6	0.2	1.4	2.1	2.1	0.4	1.4	2	2.1
<b>III</b>	1.8	1.6	2.1	2.4	0.4	1.4	1.8	2.1	0.04	1.7	1.9	2
<b>IV</b>	1.3	1.6	1.9	2.1	0.12	1.5	1.8	2.1	0.1	1	1.8	2.2
<b>Total</b>	5.7	6.5	7.6	10	0.75	5.8	7.5	8.3	0.61	6	7.6	8.4
<b>Promedio</b>	1.4	1.6	1.9	2.5	0.2	1.5	1.9	2.1	0.2	1.5	1.9	2.1

Tabla 19. Datos reales obtenidos en laboratorio de las mediciones de la longitud del hipocótilo con el programa ImageJ-win32 de tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

Genotipos	Genotipo 1				Genotipo 2				Genotipo 3			
	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900
<b>AG3</b>												
<b>I</b>	1.9	0.2	0.5	0.5	0.2	0.4	0.8	1	0.3	0.4	0.9	1.1
<b>II</b>	0.3	0.3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.9	1	0.2	0.4	1.1	0.9
<b>III</b>	0.3	0.4	0.5	0.7	0.3	0.3	0.9	1	0.4	0.3	0.8	1
<b>IV</b>	0.4	0.3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.8	1.3	0.2	0.4	0.9	1
<b>Total</b>	2.8	1.3	2.1	2.5	1.1	1.6	3.4	4.3	1.1	1.5	3.6	4.1
<b>Promedio</b>	0.7	0.3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.9	1.1	0.3	0.4	0.9	1

Tabla 20. Datos reales obtenidos en laboratorio con el programa ImageJ-win32 de la medición de la longitud de la radícula de los tres genotipos nativos de arándano del género *Vaccinium*.

<b>Genotipos</b>	<b>Genotipo 1</b>				<b>Genotipo 2</b>				<b>Genotipo 3</b>			
<b>AG3</b>	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900	0	500	1200	1900
<b>I</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
<b>II</b>	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
<b>III</b>	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
<b>IV</b>	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
<b>Total</b>	0.27	0.32	0.24	0.24	0.5	0.76	0.82	0.71	0.5	0.48	0.75	0.84
<b>Promedio</b>	0.07	0.08	0.06	0.06	0.12	0.19	0.2	0.18	0.12	0.12	0.19	0.21

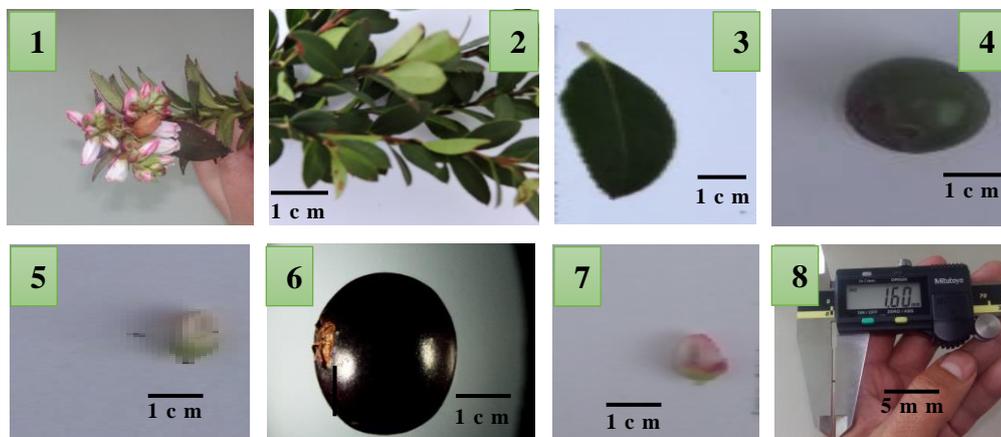
**Figura 8. Reconocimiento de los genotipos en campo**

(A) Genotipo 02 (B) Genotipo 01 (C) Genotipo 03 (D) Recolección de los genotipos nativos de arándanos.



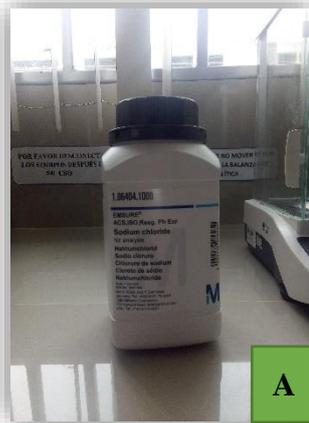
**Figura 9. Identificación de los genotipos en laboratorio**

(1)Flor del Genotipo 2 (2)Hojas del Genotipo 3 (3) Hoja del genotipo 3 (4) Fruto inmaduro del genotipo 2 (5) Flor del genotipo 1 (6) Fruto genotipo 1 (7) Flor de genotipo 1 (8) Semilla del genotipo 1.



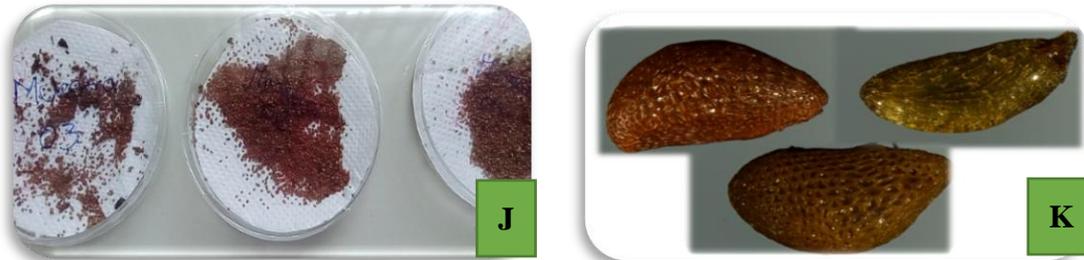
### Figura 10. Desinfección y extracción de la semilla

(A) Cloruro de potasio (B) Tres ecotipos de arandanos (C) Desinfección de arandano (D) Maserado de los arandanos (E) Semillas de arandanos (F) Colación de las semillas (G) Semilla de arandano Genotipo 1 (H) Semilla de arandano Genotipo 2 (I) Semilla de arandano Genotipo 3.



**Figura 11. Semillas extraídas de los tres genotipos**

(J) Semillas de arandanos nativos (K) Semillas de cada genotipo en el estereroscopio 15X



**Figura 12. Selección de las semillas, esterilización de las placas Petri**

(A) Separación de semillas sin enfermedades y rotas (B) Desinfección de las placas petri (C) Placas esterilizadas.



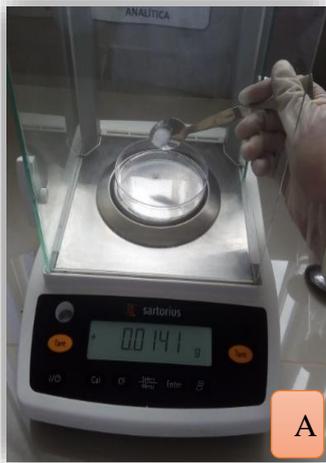
**Figura 13. Desinfección de las semillas**

(1) Hipoclorito de sodio y agua en sus respectivas mediciones (2) Las semillas desinfectadas en la solución de hipoclorito de sodio en las placas petri



**Figura 14. Peso, dilución y preparación del ácido giberélico para agregar a la semilla, luego colocar en el papel toalla las semillas.**

(A) Pesar ácido giberélico en la balanza analítica (B) Dilución de ácido giberélico con unas gotas de alcohol (C) Agregando la segunda dosis a los respectivos tratamientos (D) Se dejó las semillas en ácido giberélico por 24 horas (E) Se colocó las 100 semillas en la placa (F) Se cubrió las semillas con papel toalla.



A



B



C



D



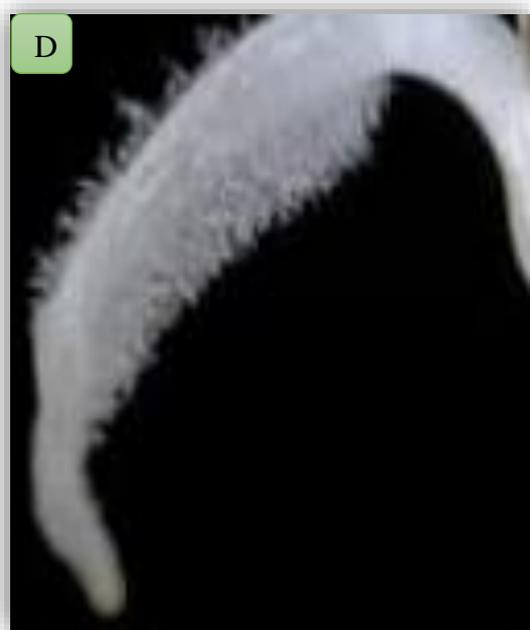
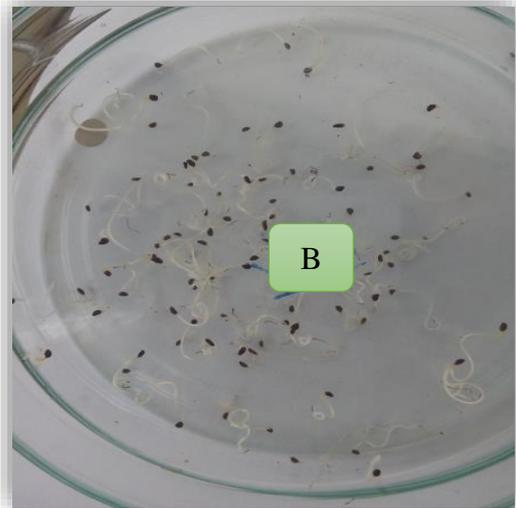
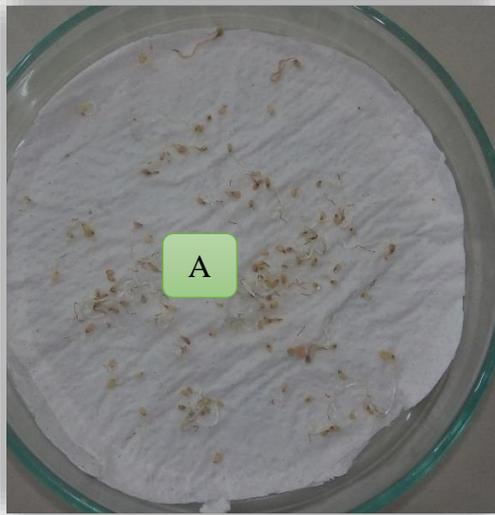
E



F

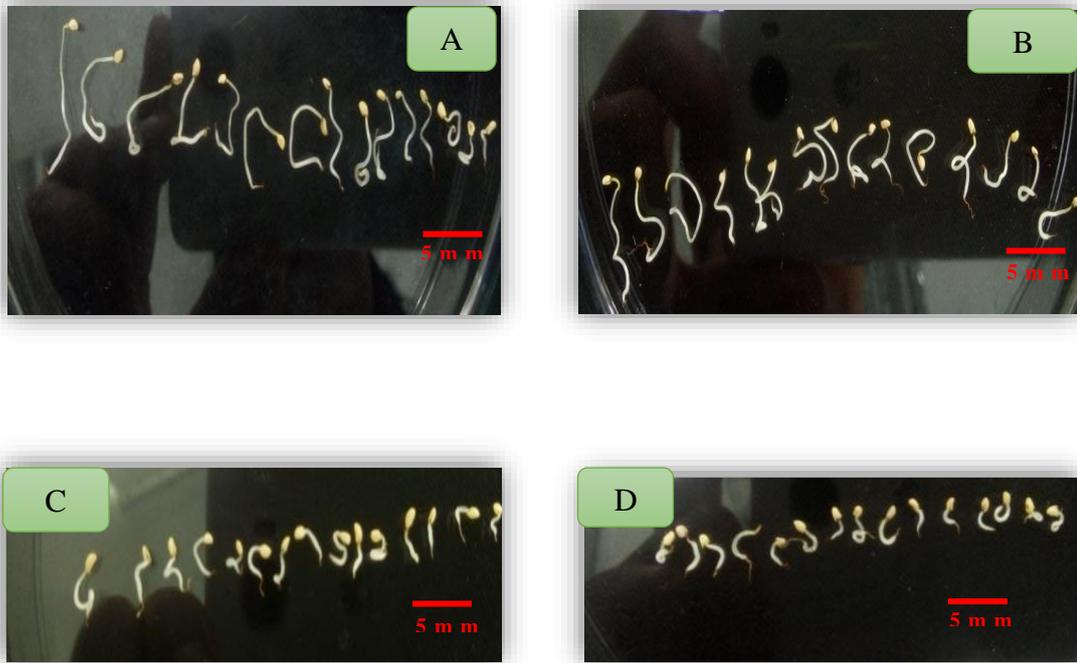
**Figura 15: Evaluación del porcentaje de germinación**

(A) Genotipo 2 T8 (B) Genotipo 3 T12 (C) Hipocotilo en el esteroscopio 20X  
(D) Radícula en el microscopio



**Figura 16: Evaluación del hipocótilo**

(A) Genotipo 3 T12 (B) Genotipo 2 T8 (C) Genotipo 2 T6 (D) Genotipo 1 T1



**Figura 17. Medición de la radícula en el programa imagej-win32**

(A) Evaluación de la radícula con el programa imagej-win32

