



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO DEL ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) EN EL
ENRAIZAMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE
SEGMENTOS NODALES DE CUATRO VARIEDADES DE
ARÁNDANO (*Vaccinium corimbosum*) EN MICROTÚNEL,
CHACHAPOYAS – AMAZONAS**

Autor: Bach: José Jesús Tejada Alvarado

Asesor: Ing. Roicer Collazos Silva

Co - asesor: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Registro: (...)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFEECTO DEL ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) EN EL
ENRAIZAMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE
SEGMENTOS NODALES DE CUATRO VARIEDADES DE
ARÁNDANO (*Vaccinium corimbosum*) EN MICROTÚNEL,
CHACHAPOYAS – AMAZONAS**

Autor: Bach: José Jesús Tejada Alvarado

Asesor: Ing. Roicer Collazos Silva

Co - asesor: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Registro: (....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios que me ha brindado la sabiduría, paciencia y fuerza de voluntad a lo largo de mi vida para lograr todas mis metas.

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias “, y a la escuela profesional de “Ingeniería Agrónoma”.

Con mucho amor a mis queridos padres: Tejada Aguilar Rómulo y Alvarado Meléndez Mavila por su apoyo incondicional, por lo que el presente trabajo es resultado del gran esfuerzo y amor que me han brindado.

A mis hermanos: Coronel Alvarado Geller y Tejada Alvarado Fernando.

A todas aquellas personas que se sienten orgullosas de mis triunfos.

Tejada Alvarado José Jesús

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por la formación profesional.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES)

Al laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal (FISIOBVEG) en especial al Ingeniero Roicer Collazos Silva por su comprensión mediante el asesoramiento de este trabajo de investigación, a la Ingeniera Nuri Carito Vilca Valqui y el Ingeniero Eyner Huaman Huaman en su calidad de coordinador del proyecto (FISIOBVEG), por brindarme siempre su ayuda.

Al ingeniero Manuel Oliva Cruz quien en su calidad de CoAsesor y como director Ejecutivo del INDES- CES accedió a brindarme la disponibilidad de las instalaciones del laboratorio FISIOBVEG y el área experimental de vivero para poder ejecutar mi proyecto de tesis.

Tejada Alvarado José Jesús

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. MSc. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

DECANO DE LA FACULTAD

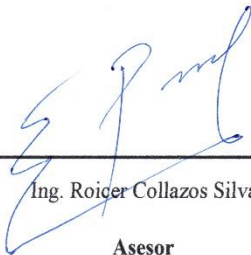
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

Yo, Ing. Collazos Silva, Roicer, identificado con DNI N°41840249, investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES-CES, hago constar que he asesorado la tesis titulada: **“EFECTO DEL ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE SEGMENTOS NODALES DE CUATRO VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium corimbosum*) EN MICROTÚNEL, CHACHAPOYAS - AMAZONAS,** del tesista Bach. TEJADA ALVARADO, José Jesús, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

El investigador que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyo al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, noviembre 2019.



Ing. Roicer Collazos Silva
Asesor

VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, M.Sc. Oliva Cruz, Segundo Manuel, Profesor contratado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis “**EFFECTO DEL ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (AIB) EN EL ENRAIZAMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE SEGMENTOS NODALES DE CUATRO VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium corimbosum*) EN MICROTÚNEL, CHACHAPOYAS - AMAZONAS**, del tesista Bach. TEJADA ALVARADO, José Jesús, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

El Docente que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyo al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, noviembre del 2019.



M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz
CoAsesor

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Sc. WALTER DANIEL SÁNCHEZ AGUILAR

PRESIDENTE

Aline Camila Caetano

M. Sc. ALINE CAMILA CAETANO

SECRETARIA



Mg. SEGUNDO GRIMALDO CHÁVEZ QUINTANA

VOCAL

viii



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Jose' Jesús Tejedo Alvarado
identificado con DNI N° 74369908 Estudiante()/Egresado (x) 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:
Efecto del ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento
y adaptabilidad de segmentos nodales de cuatro
variedades de arándano (Vaccinium corimbosum) en
microtúnel Chachapoyas - Amazonas. que presento para
obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo



2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, 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 la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 20 de noviembre de 2019

Firma del(a) tesista

ANEXO 3-N

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

En la ciudad de Chachapoyas, el día 18 de noviembre del año 2019, siendo las 7:00 pm horas, el aspirante José Jesús Tejedo Alvarado

defiende en sesión pública la Tesis titulada:
"Efecto del ácido indol butírico (AIB) en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de cuatro variedades de arándano (Vaccinium corimbosum) en microtúnel, Chachapoyas - Amazonas"

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



Presidente : Walter Daniel Sánchez Aguilar
Secretario : Aline Camila Caetano
Vocal : Segundo Grimaldo Chávez Quintana

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 8:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

Aline Camila Caetano
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1. Ubicación del área de estudio	19
2.2. Diseño de los tratamientos	19
2.3. Características de la Unidad experimental	20
2.4. Población y muestra	21
2.5. Diseño experimental	21
2.6. Variables evaluadas	21
2.7. Análisis de datos	22
2.8. Procedimiento metodológico	23
2.9. Fase de laboratorio	23

2.10. Fase de campo	23
III. RESULTADOS	26
3.1. Porcentaje de enraizamiento.....	26
3.2. Longitud de raíz.....	27
3.3. Número de raíces.....	28
3.4. Número de brotes.....	29
3.5. Altura de planta	30
3.6. Número de hojas.....	32
3.7. Diámetro de Tallo.....	33
IV. DISCUSIONES	36
V. CONCLUSIÓN.....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	47
Anexo N°01. Figuras del desarrollo experimental.....	47
Anexo N°02. Tablas del procesamiento estadístico.....	50
Anexo N°03. Imágenes tomadas durante la ejecución y evaluación del proyecto.	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de los tratamientos 4A x 5B, variedades = A1: Bluecrop, A2: Legacy, A3: Biloxi, A4: Star; concentración de AIB = BC1: 0 ppm, BC2: 100 ppm, BC3: 200 ppm, BC4: 400 ppm y BC5: 800 ppm.	20
Tabla 2. Características generales del experimento.	20
Tabla 3. Análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de enraizamiento.	26
Tabla 4. Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz.	28
Tabla 5. Análisis de varianza (ANVA) para número de raíces.	29
Tabla 6. Análisis de varianza (ANVA) para número de brotes.	30
Tabla 7. Análisis de varianza (ANVA) para altura de planta.	31
Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA) para número de hojas.	32
Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de tallo.	34
Tabla 10. Coeficiente de variación para la longitud de raíz.	50
Tabla 11. Test de Tukey para la longitud de raíz.	50
Tabla 12. Coeficiente de variación para número de raíces.	50
Tabla 13. Test de Tukey para el número de raíces.	50
Tabla 14. Coeficiente de variación para el número de brotes.	51
Tabla 15. Test de Tukey para el número de brotes.	51
Tabla 16. Coeficiente de variación para la altura de planta.	51
Tabla 17. Test de Tukey para la altura de planta.	51
Tabla 18. Coeficiente de variación para número de hojas.	52
Tabla 19. Test de Tukey para en número de hojas.	52
Tabla 20. Coeficiente de variación para diámetro de tallo.	52
Tabla 21. Test de Tukey para el diámetro de tallo.	52
Tabla 22. Test de Tukey para porcentaje de enraizamiento.	53
Tabla 23. Autovectores de la independencia de variables.	53
Tabla 24. Base de datos de las variables evaluadas en la variedad Bluecrop.	54
Tabla 25. Base de datos de las variables evaluadas en la variedad Legacy.	55
Tabla 26. Base de datos de las variables evaluadas en la variedad Biloxi.	56
Tabla 27. Base de datos de las variables evaluadas en la variedad Star.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.....	19
Figura 2. Porcentaje de enraizamiento en cada tratamiento.	27
Figura 3. Longitud de raíz obtenido en cada tratamiento.	28
Figura 4. Número de raíces obtenida en cada tratamiento.....	29
Figura 5. Número de brotes obtenidos en cada tratamiento.	30
Figura 6. Altura de planta obtenido en cada tratamiento.....	31
Figura 7. Número de hojas obtenidos en cada tratamiento.....	33
Figura 8. Diámetro de tallo obtenido en cada tratamiento.....	34
Figura 9. Biplot del ACP para la interacción de variedades y AIB.	35
Figura 10. Ubicación del laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal.	47
Figura 11. Gráfico de la temperatura máxima y mínima en micro túnel.....	47
Figura 12. Gráfico de humedad relativa máxima y mínima en micro túnel.	47
Figura 13. Variedades de <i>Vaccinium corimbosum</i> L. en el área de incubación (FISIOBVEG).	48
Figura 14. Instalación del experimento.	49

RESUMEN

La investigación se realizó bajo las condiciones de vivero en microtúnel, perteneciente al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Chachapoyas - Amazonas, el cual tuvo como objetivo evaluar el efecto del ácido indol butírico (AIB) en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándanos (*Vaccinium corimbosum* L). Para el desarrollo de la investigación se utilizó micro esquejes homogéneos de diferentes Variedades de arándano (Bluecrop, Legacy, Star, Biloxi) y diferentes concentraciones de AIB (0, 100, 200, 400, 800 mg/L). Se realizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial de 5 x 4 con 20 tratamientos y 10 repeticiones. Así mismo se realizó la prueba de Shapiro Wilk y la transformación de los datos aplicando la $\sqrt{Y} + 0.5$ para realizar el análisis de varianza (ANVA) paramétrica de tukey al 0.05 de significancia. Se obtuvo como resultado que el AIB tiene efecto significativo en las dosis de 100 y 200 mg/L de AIB en el porcentaje de enraizamiento, longitud de raíz y número de raíces. Así como haber tenido mejor adaptabilidad la variedad Biloxi en función al número de brotes, altura de planta y número de hojas. En conclusión, el AIB tubo significancia en las dosificaciones y variedades antes mencionadas.

Palabras claves: Ácido Indol Butírico, enraizamiento, adaptabilidad, segmentos nodales, arándano.

ABSTRACT

The research was carried out under the conditions of a micro tunnel nursery, belonging to the Research Institute for Sustainable Development of Ceja de Selva (INDES-CES), Chachapoyas - Amazonas, which aimed to assess the effect of Butyric Indole Acid (AIB) in the rooting and adaptability of cranberry nodal segments (*Vaccinium corimbosum* L). For the development of the investigation, homogeneous micro schemes of different Cranberry varieties (Bluecrop, Legacy, Star, Biloxi) and different doses of AIB (0, 100, 200, 400, 800 mg / L) are used. A completely randomized experimental design (DCA) was performed with a 5 x 4 bifactorial arrangement with 20 treatments and 10 repetitions. Likewise, the Shapiro Wilk test and the data transformation were performed applying the $\sqrt{Y + 0.5}$ to perform the parametric analysis of variance (ANVA) of tukey at 0.05 significance. As a result, the AIB has a significant effect on the doses of 100 and 200 mg / L of AIB in the rooting percentage, root length and number of roots. As well as having had the Biloxi variety better adaptability depending on the number of shoots, plant height and number of leaves. In conclusion, the AIB had significance in the dosages and variety mentioned above.

Keywords: Indole butyric acid, rooting, adaptability, nodal segments, blueberry.

I. INTRODUCCIÓN

Los arándanos (*Vaccinium sp*) son frutos del bosque con alto contenido en antioxidantes y muy bajo en azúcares. Este género está comprendido por 450 especies, incluyendo los comercialmente conocidos como arándano azul o “Bluberry”. Estas plantas crecen de forma natural en las regiones montañosas de Norteamérica (Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior, 2016). El hábitat de esta especie es principalmente, las regiones frías del hemisferio norte, pero gracias a la diversidad climática, el Perú proporciona una gran oportunidad para su cultivo. Siendo las regiones de La Libertad, Lambayeque, Lima, Ancash e Ica, las principales productoras de arándano en el 2016 (Armando, 2016).

Álvarez y Castro (2013) mencionan que uno de los principales factores que limita el fomento de muchas especies de *Vaccinium* es la falta de un sistema de propagación. Ya que el enraizamiento convencional de estacas es lento como lo reportan Ostrolucká *et al.* (2004). De otro lado, la desventaja en la propagación sexual es la variabilidad genética, el bajo porcentaje de germinación y la prolongada fase de juvenilidad que presenta. (Vallejo, 2000).

Surgiendo así la micropropagación como una alternativa de propagación a gran escala, obteniendo plantas libres de cualquier agente patógeno en un corto tiempo de propagación, por lo que se recomienda esta técnica como la más apropiada para disponer de altos volúmenes de material de siembra elite (Jiménez y Abdelnour, 2018).

Uno de los principales problemas de ésta técnica, según García *et al.*, (2004) y Rivero *et al.* (2017), es la mortalidad durante la transición de *in vitro* a *ex vitro* ya que las plantas no pueden tolerar el cambio de ambiente de una condición donde se le suministra sus nutrientes, a una nutrición donde tiene que sintetizar sus propios nutrientes. El fracaso en la aclimatación se debe a que las plántulas mueren por pérdida excesiva de agua y el limitado desarrollo de sus estomas. La capacidad de obtener plantas aptas va en relación al manejo que se le brinde durante su periodo de pre adaptación y su adaptación. (Sánchez, 2012).

Los micro tallos producto del cultivo de tejidos vegetales pueden ser enraizados *ex vitro* de forma simultánea con la adaptación en condiciones no asépticas y en

sustratos generalmente en base a turba con perlita (Rodríguez *et al.*, 2015). Las auxinas como el ácido indol butírico influyen en el proceso de rizogénesis, que es controlada hormonalmente, migrando por el floema y concentrándose basipetamente. De esta manera según Rojas *et al.* (2004) y López *et al.* (2016), el adecuado balance hormonal influye en la cicatrización de heridas y el crecimiento de raíces adventicias. Las auxinas se usan en concentraciones bajas y altas en función al material vegetal ya sea herbáceo o leñoso. (Vernier y Cardoso, 2013).

En este contexto, en la presente investigación se propuso alcanzar aclimatar arándanos del género *Vaccinium* cultivados *in vitro*, haciendo uso de un microtúnel para controlar la temperatura y humedad relativa, aplicando diferentes concentraciones del AIB para inducir su enraizamiento. Para lo cual se planteó el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones del AIB en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándanos, para determinar la mejor dosis de AIB en el enraizamiento, evaluar la adaptabilidad de las variedades de arándano en función a los parámetros morfológicos e identificar la mejor interacción entre las diferentes dosis de AIB y las variedades.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó durante los meses de diciembre del 2018 a septiembre del 2019, en los invernaderos del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A).

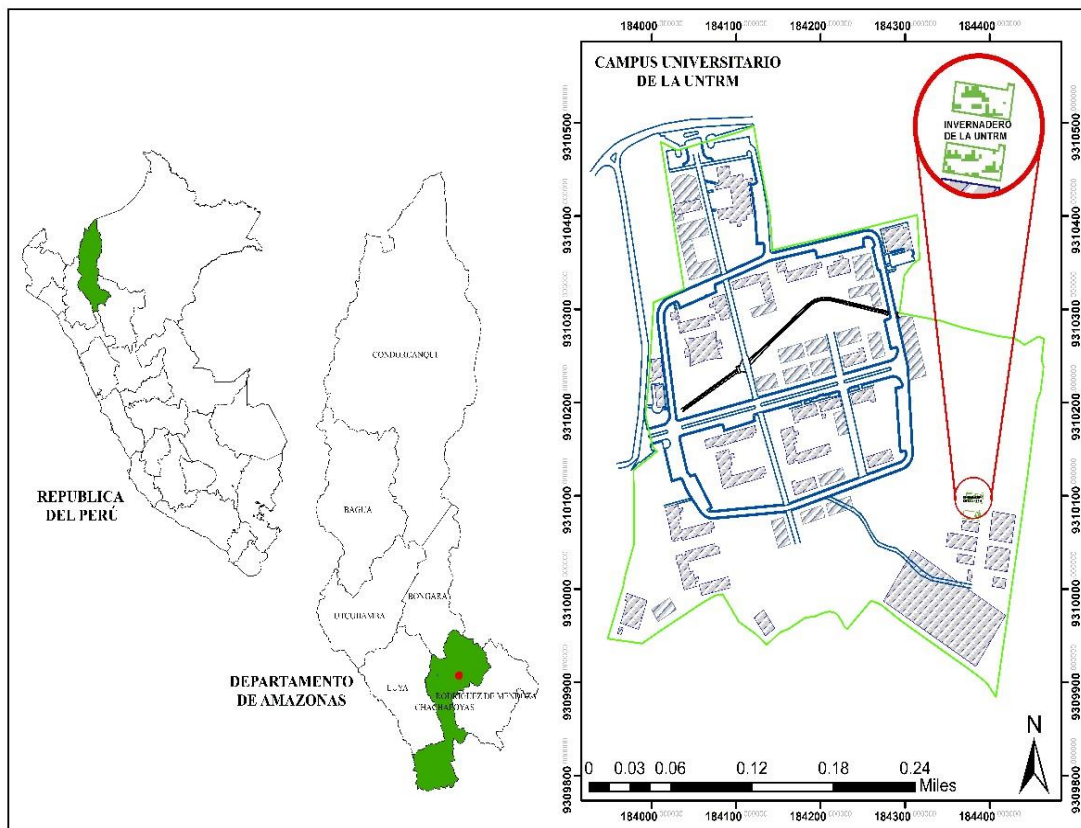


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio.

2.2. Diseño de los tratamientos

La estructura de tratamientos fue 4A x 5B, el factor A (Variedades de arándano) con cuatro niveles (Biloxi, Legacy, Bluecrop y Star), el factor B (Concentraciones de AIB) con cinco niveles (0, 100, 200, 400 y 800 ppm), los cuales interactuaron para obtener los 20 tratamientos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño de los tratamientos 4A x 5B, variedades = A1: Bluecrop, A2: Legacy, A3: Biloxi, A4: Star; concentración de AIB = BC1: 0 ppm, BC2: 100 ppm, BC3: 200 ppm, BC4: 400 ppm y BC5: 800 ppm.

Variedades	Auxinas	Concentración	Descripción
A1	B	C1	T1 = A1 B C1
		C2	T2 = A1 B C2
		C3	T3 = A1 B C3
		C4	T4 = A1 B C4
		C5	T5 = A1 B C5
A2	B	C1	T6 = A2 B C1
		C2	T7 = A2 B C2
		C3	T8 = A2 B C3
		C4	T9 = A2 B C4
		C5	T10 = A2 B C5
A3	B	C1	T11 = A3 B C1
		C2	T12 = A3 B C2
		C3	T13 = A3 B C3
		C4	T14 = A3 B C4
		C5	T15 = A3 B C5
A4	B	C1	T16 = A4 B C1
		C2	T17 = A4 B C2
		C3	T18 = A4 B C3
		C4	T19 = A4 B C4
		C5	T20 = A4 B C5

2.3. Características de la Unidad experimental

Para la contrastación de la hipótesis de investigación, los tratamientos fueron distribuidos empleando un Diseño Completo al Azar (DCA), con dos factores y una distribución de 20 tratamientos y 10 repeticiones.

Tabla 2. Características generales del experimento.

Diseño Completo al Azar	
Repeticion	10
Tratamiento	20
N° de unidades experimentales	4 x 50
N° total de plantas evaluadas	200

2.4. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por 50 explantes de arándanos (*V. corymbosum*) de cada una de las variedades *in vitro*, con un tiempo de cultivo de tres meses, los cuales fueron igual a la muestra. Los segmentos nodales se obtuvieron de la fase de multiplicación, cultivadas en el laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal (FISIOBVEG), los que fueron establecidos mediante segmentos recolectados de plantas madre establecidas en la estación experimental de Molinopampa, perteneciente al INDES-CES, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.5. Diseño experimental

En el presente estudio se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA) bifactorial AxB, distribuido en 200 unidades experimentales.

2.6. Variables evaluadas

2.6.1. Porcentaje de enraizamiento

En esta variable se consideró una estaca enraizada aquella que presentó yemas brotadas y raíces. Se estableció una relación entre el número de estacas que contienen brotes, raíces y el número total de estacas por tratamiento a los 60 días de instalado el experimento, de acuerdo a Espino *et al.* (2019).

$$\% \text{ enraizamiento} = \frac{\# \text{ estacas con brotes y raíces}}{\# \text{ total de estacas por tratamiento}} \times 100$$

2.6.2. Longitud de raíz

Se evaluó la longitud de la zona radicular, desde el cuello hasta la cofia, a los 60 días de haberse instalado el experimento. Esta variable se midió con ayuda de un vernier digital.

2.6.3. Número de raíces

En esta variable se evaluó la cantidad de raíces desarrolladas por planta, con ayuda de un vaso de precipitado de 200 ml conteniendo agua

destilada estéril, de modo que las raíces se dispersen y facilite el conteo. Se consideró una raíz formada, a aquellas raíces que presentaron más de 0.5 cm de longitud (Arce, 2004).

2.6.4. Número de brotes

Esta variable se evaluó a los 60 y 120 días después de haber trasplantado a bolsas de vivero. La evaluación consistió en cuantificar el número de brotes de cada tratamiento en las diez repeticiones, mediante la observación visual.

2.6.5. Altura de planta

Se tomaron registros de altura de planta a los 60 y 120 días de trasplantado las plantas enraizadas. Las mediciones se realizaron con una regla de 30 cm, desde el cuello que emerge del suelo, hasta el ápice terminal.

2.6.6. Número de hojas

Se evaluó el número de hojas generadas en el transcurso del enraizamiento y adaptación del plantón, este parámetro se evaluó, contando el número de hojas de cada unidad experimental a los 60 y 120 días.

2.6.7. Diámetro de tallo

Esta evaluación debido a la delicadeza del material vegetal, se realizó al finalizar la investigación con ayuda de un vernier digital, a los 120 días. Lo que nos proporcionó datos en milímetros.

2.7. Análisis de datos

Los datos que se obtuvieron se trabajaron utilizando Excel y el software estadístico InfoStat versión 2017.

Para ver las diferencias a nivel de dosis del ácido indol butírico y las variedades de arándano, se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro Wilk, puesto que los datos no presentaron una distribución normal se realizó la transformación de los datos utilizando la $\sqrt{Y} + 0.5$ (Millones, 2018) antes

de someterlos al ANVA y posteriormente se realizó el análisis de varianza paramétrica de Tukey para ver si existía diferencia significativa < 0.005 .

2.8. Procedimiento metodológico

El proyecto de investigación se desarrolló de la siguiente manera:

3.8.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica que se utilizó para la recolección de datos en campo fue a través de cartillas técnicas de evaluación.

2.9. Fase de laboratorio

El trabajo de establecimiento y multiplicación *in vitro* de cuatro variedades de arándano (*V. corymbosum*) se realizó en el Laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal. Donde se trabajaron con 2,41ppm de WPM (Woody Plant Medium) y 30 ppm de sacarosa, con un pH ajustado de 5,2-5,3. Para la gelificación del medio se añadió Agar 0.8% y se agregó las citocininas zeatina 2,0 ppm, trans-zeatina 2,0 ppm y cis-zeatina 4,0 ppm. Luego se pasó a calentar la solución hasta que el agar este totalmente disuelto, posteriormente se vertió 8ml de solución a cada tubo de ensayo de 25mm de diámetro, finalmente se autoclavó durante 20 minutos a 120°C y se dejó enfriar a temperatura ambiente (Djurdjina *et al.*, 2012).

2.10. Fase de campo

3.10.1. Acondicionamiento del vivero

Para fomentar el crecimiento radicular de los segmentos nodales y su adaptación al ambiente, se construyó un microtúnel con tubo galvanizado de 1.20 x 3 x 0.40m de altura, el cual se cubrió con plástico. El microtúnel es considerado una estructura con cubierta transparente, en la que es posible mantener una temperatura controlada que oscile entre los 14 – 27°C y una humedad relativa alta 80 – 90 %. Este se dispuso dentro de un vivero en forma de túnel, cubierto con malla raschel de color negro con 80% de sombra.

3.10.2. Esterilización del sustrato

Para esta actividad se recolecto la turba rubia (pH:4; MO:7,38 N:0,37%; P:17,07ppm; K:419,39ppm) de la estación experimental de Molinopampa, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, localizada a una altitud de 2421 msnm, latitud: 06°12'20" Sur, longitud: 77°40'06". Este procedimiento se realizó autoclavando por separado turba y pajilla de arroz respectivamente a 121 °C y 12 atmosferas de presión, durante un tiempo de 20 minutos por dos repeticiones (una vez por día).

3.10.3. Transición de *in vitro* a microtúnel

Las bolsas conteniendo las plantas *in vitro* con un tamaño homogéneo de 6 centímetros en la etapa de multiplicación, se trasladaron hacia el microtúnel, contenido en su medio de cultivo artificial, transcurridos 5 días se realizó pequeños orificios en las bolsas para que haya intercambio gaseoso con el medio ambiente.

A los 10 días en los ambientes del laboratorio FISIOBVEG se lavó con agua tibia estéril para remover el medio de cultivo artificial. Posteriormente se segmentaron del tercio medio los plantines en un tamaño promedio de 2,5 cm con ayuda de un escarpelo estéril, conteniendo de dos a tres yemas axilares.

3.10.3. Preparación de tratamientos

Su presentación fue en partes por millón, diluyendo 100, 200, 400 y 800 mg de AIB en 250 mL de alcohol de 96° y posteriormente enrazado a 1L y cubierto con papel aluminio.

3.10.4. Desinfección de los segmentos nodales

Se realizó con un fungicida y bactericida sistémico a base de benomil "Benlate" a una concentración de 2g/L por el lapso de 60 segundos.

3.10.5. Aplicación del ácido indol butírico

Una vez desinfectado los segmentos nodales, se sumergió la tercera parte en la solución de AIB, por un lapso de 20 segundos, para posteriormente

dejar evaporar el alcohol con ayuda de un micro ventilador, con fin de que quede impregnado las partículas del ácido.

3.10.6. Siembra de los segmentos nodales

Se realizó introduciendo la tercera parte del segmento en sustrato humedecido. El sustrato utilizado para esta etapa de adaptabilidad y enraizamiento, fue el “SUSTRATO TS1 ARANMIX”, que está compuesta de turba 100% rubia, de textura media y pH 4. El sustrato es de material inocuo, libre de cualquier enfermedad perjudicial y con adecuada retención de humedad. Dicho sustrato es óptimo para el enraizamiento y adaptabilidad de berries *in vitro*.

3.10.7. Aclimatación

Se utilizó bandejas herméticas transparentes de plástico, las que se dispusieron dentro del microtúnel, las cuales se destaparon progresivamente a los 30 días por una hora diario durante 7 días, dos horas por 7 día, cuatro horas por 7 días, ocho horas por 7 días y finalmente hasta dejarlo destapado durante 24 horas respectivamente.

3.10.8. Trasplante a bolsas

A los 60 días una vez enraizados los segmentos nodales se evaluaron las variables a nivel de raíz y se trasplantaron a bolsas de polietileno de 4 x 7 pulgadas conteniendo turba más pajilla de arroz estéril en proporción 2:1, para continuar con la aclimatación y desarrollo de las plántulas y poder evaluar los parámetros morfológicos a nivel de área foliar. Las bolsas se distribuyeron y se colocaron en vivero cubierto con malla raschel de 80% de sombra de color verde.

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de enraizamiento.

En la tabla 3, se observa los resultados del análisis de varianza según la prueba de Tukey $P < 0.05$, para la variable porcentaje de enraizamiento, lo que afirma que existe diferencia estadística para las variedades de arándano y el factor concentración de ácido indol butírico (AIB). Por otro lado, en el factor interacción variedad*concentración no existe diferencia significativa. Lo cual indica que el porcentaje de enraizamiento obtenido en la interacción estudiadas son estadísticamente iguales.

En la Figura 5, se muestra el porcentaje de enraizamiento para cada dosis de AIB. Los mayores resultados se encontraron en 200 mg/L y 100 mg/L en las cuatro variedades de arándano en donde se obtuvo el 80 % de enraizamiento respectivamente. El menor porcentaje de enraizamiento se encontró en las dosis de 0 mg/L y 800 mg/L, cuyo resultado fue del 0 %.

Tabla 3. Análisis de varianza (ANVA) para porcentaje de enraizamiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	15.73	3	4983.33	6.45	0.0002
Concentración	18.47	4	65700	49.31	0.0001
Variedad*Concentración	2.89	12	3066.67	1.58	0.1989
Error	23.19	180	0.00		
Total	60.28	199			

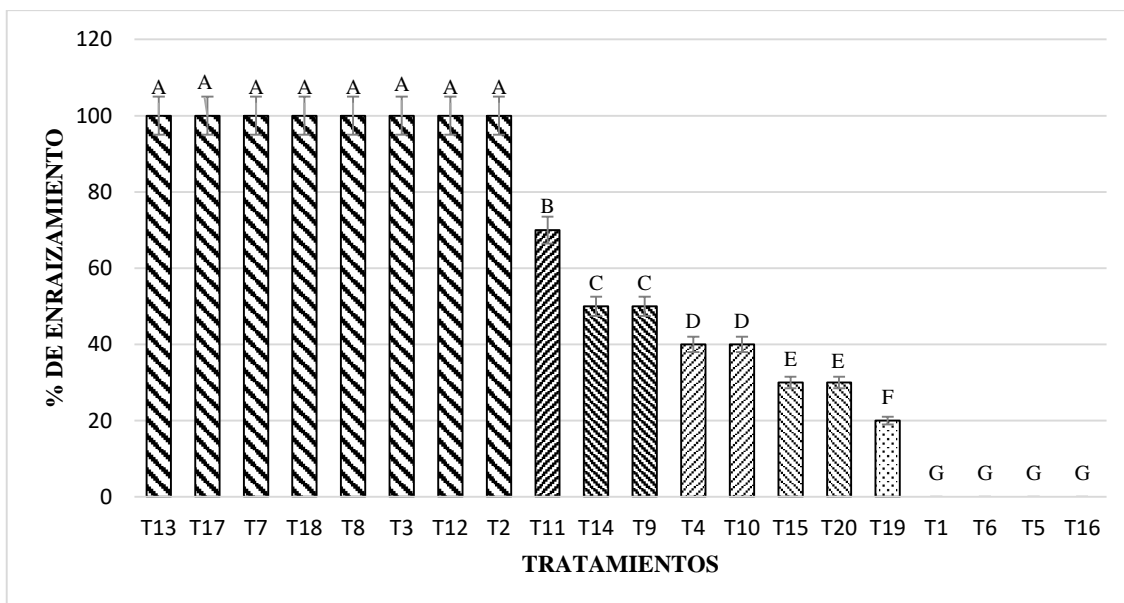


Figura 2. Porcentaje de enraizamiento en cada tratamiento.

3.2. Longitud de raíz.

En la tabla 4, se observa los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable longitud de raíz según la prueba de Tukey, lo cual nos indica que existe significancia estadística para las variedades de arándano y las concentraciones de AIB, dado que el valor de significancia (0.0001) es menor al 0.05. Para la interacción de los factores variedad con concentración se encontró que no existe diferencia significativa dado que el valor de significancia (0.1318) es mayor que 0.05 (5%).

En la Figura 6, se muestra la longitud de la raíz obtenida en cada tratamiento, donde los mejores resultados en función a la longitud de raíz se encontraron en los T13 (Biloxi + 200 ppm de AIB), T8 (Legacy + 200 ppm AIB) y el T3 (Bluecrop + 200 ppm AIB), cuyos resultados fueron 1.77, 1.68 y 1.65 milímetros de longitud de raíz respectivamente. Los menores valores se encontraron en el T16 (Star + 0 ppm AIB) con el cual se encontró 0.71 milímetros de longitud de raíz.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	2.76	3	0.92	7.85	0.0001
Concentración	21.83	4	5.46	46.61	0.0001
Variedad*Concentración	2.09	12	0.17	1.49	0.1318
Error	21.08	180	0.12		
Total	47.75	199			

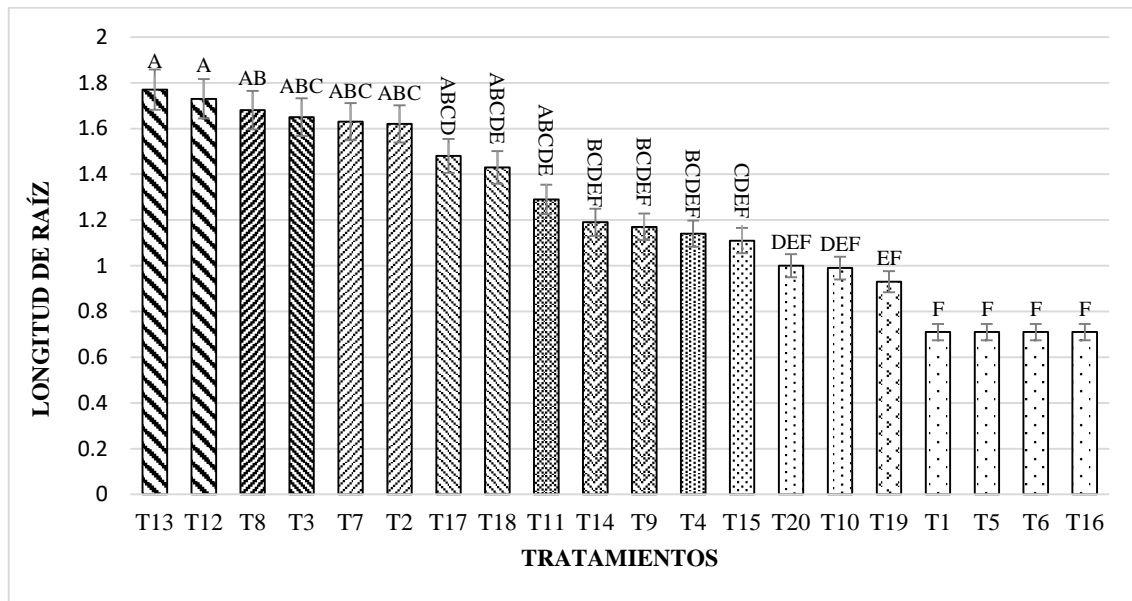


Figura 3. Longitud de raíz obtenido en cada tratamiento.

3.3. Número de raíces.

En la tabla 5, se observa los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de raíces según la prueba de Tukey, lo cual afirma que existe diferencia estadísticamente significativa para las variedades de arándano y las concentraciones de ácido indol butírico. Para la interacción de los factores variedad con concentración se encontró que no existe diferencia significativa (>0.005). Estos resultados nos indica que el número de raíces no está afectado por la interacción variedad*concentración.

En la Figura 7, se muestra el número de raíces obtenida en cada tratamiento, donde los mejores resultados se encontraron en los T13 (Biloxi + 200 ppm de AIB), cuyo resultado fue 2.73 raíces por tratamiento en promedio. El menor

número de raíces se presentó en el T6 (Legacy + 0 ppm AIB) con el cual se mostró 0.71 raíces por tratamiento en todas sus repeticiones en promedio.

Tabla 5. Análisis de varianza (ANVA) para número de raíces.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	6.8	3	2.27	7.45	0.0001
Concentración	66.3	4	16.58	54.42	0.0001
Variedad*Concentración	4.78	12	0.4	1.31	0.2171
Error	54.82	180	0.3		
Total	132.71	199			

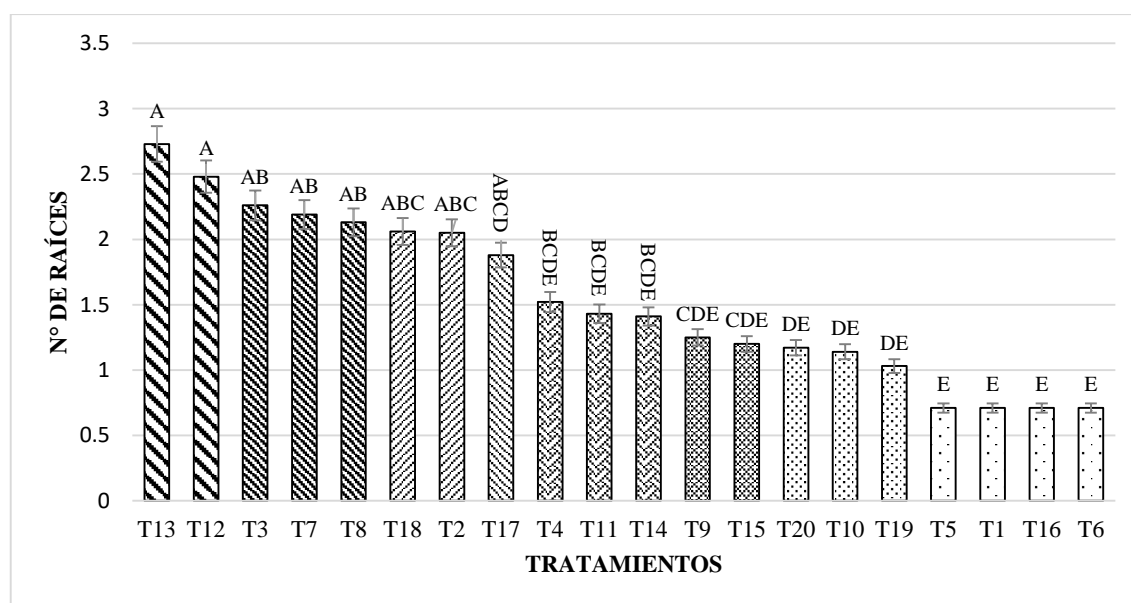


Figura 4. Número de raíces obtenida en cada tratamiento.

3.4. Número de brotes

En la tabla 6, se observa los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable número de brotes según la prueba de Tukey, lo cual nos indica que si existe significancia estadística para las variedades de arándano y las concentraciones de AIB. Para la interacción de los factores variedad con concentración se encontró que no presenta diferencia significativa dado que el valor de significancia (0.1509) es mayor que 0.05 (5%).

En la Figura 8, se muestra el número de brotes obtenida en cada tratamiento, donde los mejores resultados se encontraron en los T13 (Biloxi + 200 ppm de AIB), T7 (Legacy + 100 ppm AIB) y el T18 (Star + 200 ppm AIB), cuyos resultados fueron 2.06, 1.95 y 1.86 brotes por tratamiento respectivamente. El menor número de brotes se obtuvo en el T5 (Bluecrop + 800 ppm AIB) con el cual se encontró 0.71 brotes por tratamiento.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANVA) para número de brotes.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	3.45	3	1.15	5.92	0.0007
Concentración	34.57	4	8.64	44.43	0.0001
Variedad*Concentración	3.36	12	0.28	1.44	0.1509
Error	35.01	180	0.19		
Total	76.39	199			

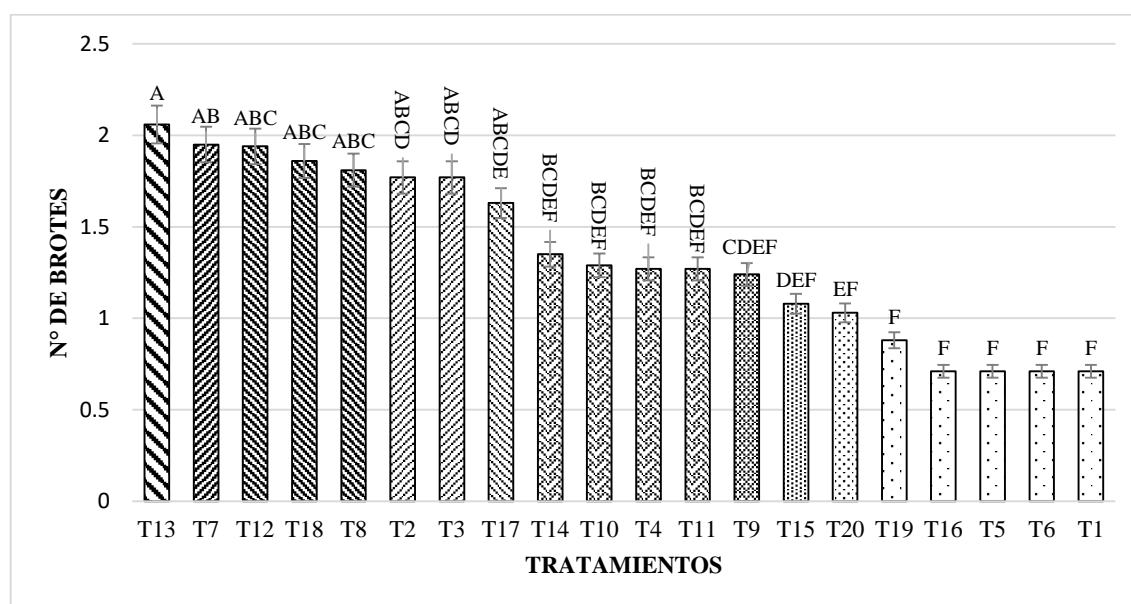


Figura 5. Número de brotes obtenidos en cada tratamiento.

3.5. Altura de planta

En la tabla 7, se observa los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta según la prueba de Tukey, lo cual nos muestra que si existe significancia estadística para las variedades de arándano y las concentraciones de AIB. Para el factor interacción de los factores variedad

con concentración se encontró que también presenta diferencia significativa (5%). Estos resultados nos indica que la altura de planta si está afectada por los factores de estudio en el presente experimento.

En la Figura 9, se muestra la altura de planta obtenida en cada tratamiento, donde los mejores resultados se encontraron en los T12 (Biloxi + 100 ppm de AIB), T13 (Biloxi + 200 ppm AIB) y el T8 (Legacy + 200 ppm AIB), cuyos valores fueron 3.95, 3.74 y 3.61 centímetros de altura de planta respectivamente. Por otro lado, la menor altura de planta se muestra en el T16 (Star + 0 ppm AIB) en el cual se encontró 0.71 centímetros de altura de planta

Tabla 7. Análisis de varianza (ANVA) para altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	23.88	3	7.96	8.21	0.0001
Concentración	198.27	4	49.57	51.1	0.0001
Variedad*Concentración	24.06	12	2.01	2.07	0.0212
Error	174.59	180	0.97		
Total	420.81	199			

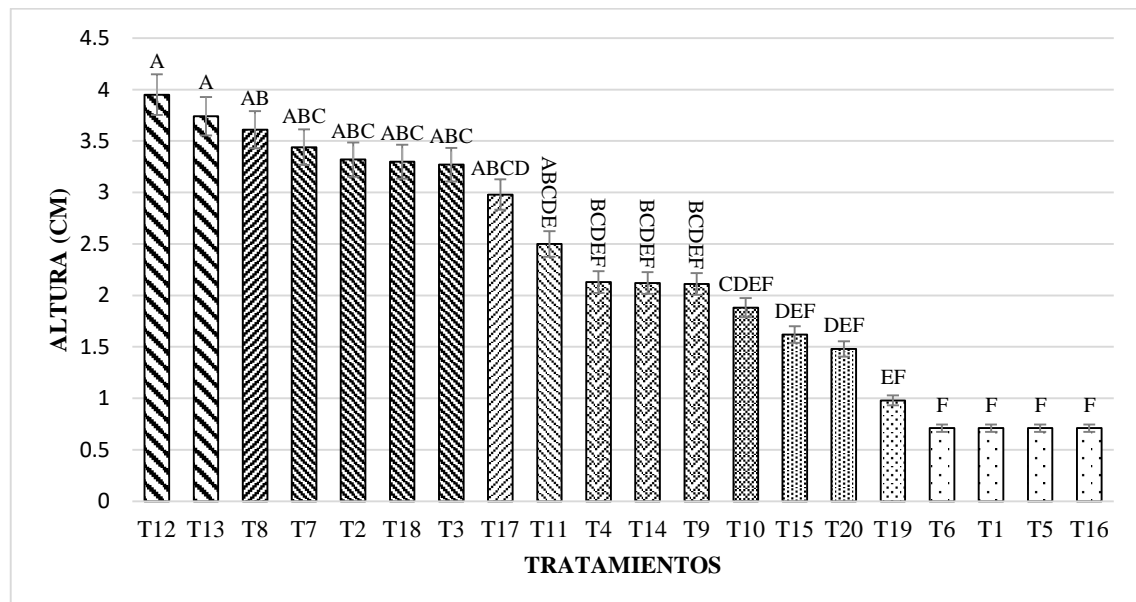


Figura 6. Altura de planta obtenido en cada tratamiento.

3.6. Número de hojas.

En la tabla 8, se observa los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas según la prueba de Tukey, lo cual nos indica que existe significancia estadística para las variedades de arándano y las concentraciones de AIB. Para la interacción de los factores variedad con concentración también existe diferencia significativa (5%). Estos resultados nos indica que los factores de estudio para este experimento presentaron diferencia significativa por lo que se rechaza la hipótesis nula.

En la Figura 10, se muestra el número de hojas obtenida en cada tratamiento, donde los mejores resultados se encontraron en los T12 (Biloxi + 100 ppm de AIB), T13 (Biloxi + 200 ppm AIB) y el T8 (Legacy + 200 ppm AIB), cuyos valores fueron 3.24, 3.17 y 3.02 hojas respectivamente. La menor longitud de raíz se obtuvo en el T1 (Bluecrop + 0 ppm AIB), T5 (Bluecrop + 800 ppm AIB), T6 (Legacy + 0 ppm AIB) y el T16 (Star + 0 ppm AIB) con el cual se encontró 0.71 hojas por tratamiento respectivamente.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA) para número de hojas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	16.72	3	5.57	9.3	0.0001
Concentración	126.07	4	31.52	52.57	0.0001
Variedad*Concentración	15.68	12	1.31	2.18	0.0144
Error	107.92	180	0.6		
Total	266.39	199			

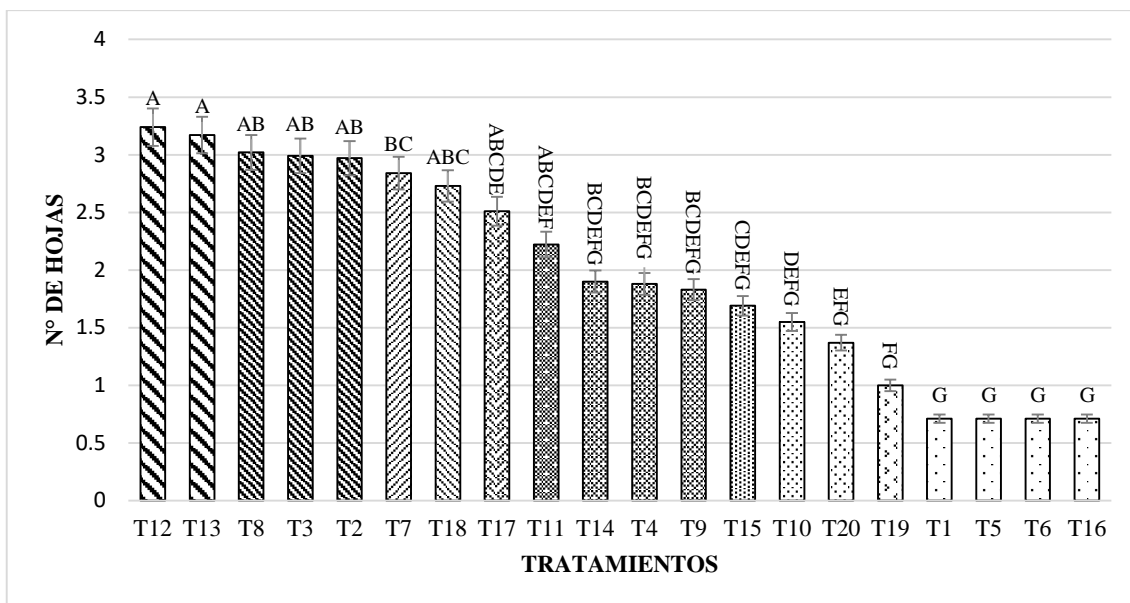


Figura 7. Número de hojas obtenidos en cada tratamiento

3.7. Diámetro de Tallo.

En la tabla 9, se observa los resultados del análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de tallo según la prueba de Tukey, lo cual nos indica que existe significancia estadística para las variedades de arándano y las concentraciones de AIB. Para la interacción de los factores variedad con concentración se encontró que no existe diferencia significativa (5%). Estos resultados nos indica que al menos dos factores de estudio presentaron diferencia significativa.

En la Figura 11, se muestra el diámetro de tallo alcanzada en cada tratamiento, donde el mejor resultado se encontró en el T13 (Biloxi + 200 ppm AIB) cuyo valor fue de 1.79 milímetros de tallo en promedio de las repeticiones del tratamiento. El menor diámetro de tallo se obtuvo en los tratamientos T1 (Bluecrop + 0 ppm AIB), T6 (Legacy + 0 ppm AIB), T16 (Star + 0 ppm AIB) y el tratamiento 5 (Bluecrop + 800 ppm AIB).

Tabla 9. Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Variedad	2.19	3	0.73	6.37	0.0004
Concentración	11.47	4	2.87	25.07	<0.0001
Variedad*Concentración	1.82	12	0.15	1.32	0.2082
Error	20.58	180	0.11		
Total	36.05	199			

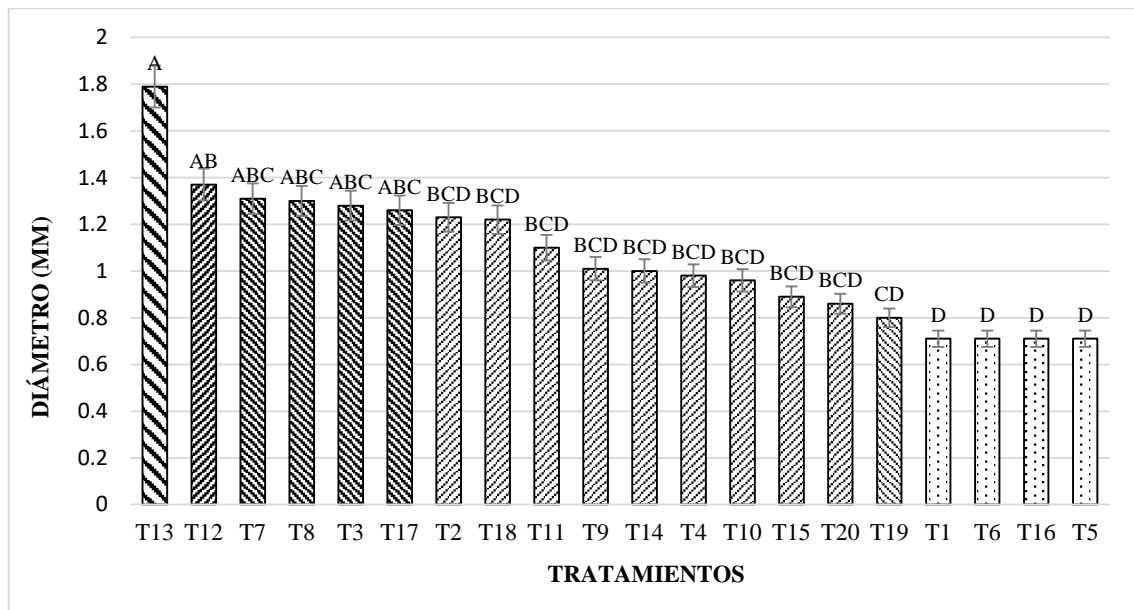


Figura 8. Diámetro de tallo obtenido en cada tratamiento.

En la figura 9 se puede observar que la interacción de la dosis 100 y 200 mg/L de AIB con la variedad Biloxi están más asociados al número de raíces y número de brotes, estas dosis representan las mejores, donde la dosis 200 tiene mayor influencia en las variables evaluadas, el testigo se encuentra apartado de los parámetros morfológicos y se diferencia de las dosis aplicadas. Con estos dos ejes se logró explicar el 98 % de la variabilidad total de las observaciones; donde se puede observar las correlaciones que se forman entre las 6 variables.

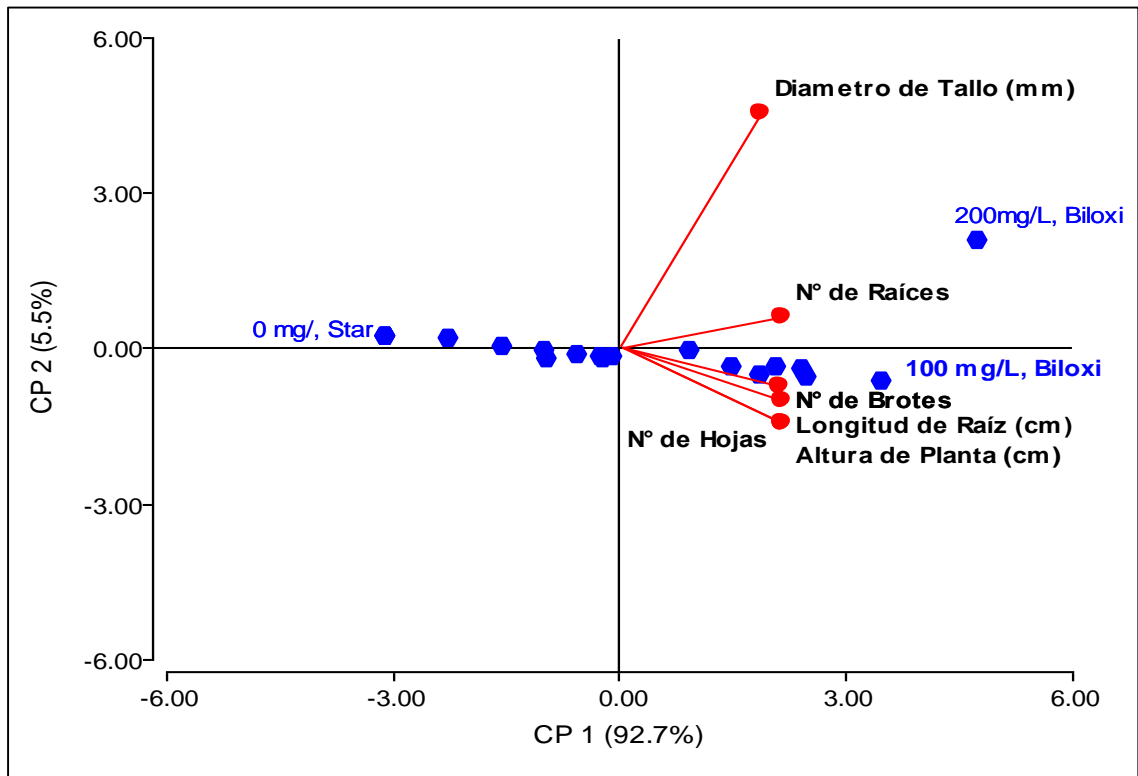


Figura 9. Biplot del ACP para la interacción de variedades y AIB.

IV. DISCUSIONES

Evaluando el efecto de diferentes concentraciones de AIB en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corimbosum* L) en microtúnel, se pudo contrastar en este experimento que al realizar el ACP, las variables evaluadas presentaron independencia en el diámetro de tallo con el número de brotes, longitud de raíz, altura de planta y número de hojas, los cuales presentan un ángulo recto, caso contrario se obtuvo al presentarse un ángulo agudo en el número de raíces lo que nos indica que existe una correlación positiva, es decir, mayor serán los números de brotes, mayor longitud de raíz, mayor altura de planta y por ende mayor número de hojas. Por otro lado, se presentó una correlación altamente positiva, entre mayor número de brotes, mayor será la longitud de raíz, altura de planta y número de hojas al estar sobrepuestas.

Al determinar la mejor dosis de AIB en el enraizamiento de los segmentos nodales de arándanos, para la variable porcentaje de enraizamiento se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa para los factores de estudio variedad y concentración, pero para la interacción variedad*concentración no presentó diferencia significativa. Lo que indica que el porcentaje de enraizamiento obtenido con cada concentración de AIB en las cuatro variedades de arándanos no se diferencian entre tratamientos. Por otro lado, se encontró diferencia numérica, siendo la concentración de 200 ppm la que presentó un 80% de enraizamiento en las cuatro variedades. Estos resultados tienen concordancia con los obtenidos por Castro y Álvarez (2013), quienes lograron enraizar *ex vitro* genotipos de *Vaccinium*, logrando obtener brotes enraizados entre el 66.6 y 80% bajo condiciones *ex vitro* con 2000 mg/L de AIB. Esto afirma que mientras más leñoso sea el material vegetal, mayor concentración de ácido se utiliza según las investigaciones de Clapa *et al.* (2012) y Sato *et al.* (2012).

Para la variable longitud de raíz se encontró que existe diferencia significativa para el factor variedades de arándano y concentraciones de AIB, pero no se encontró diferencia significativa para la interacción variedad*concentración porque cada variedad se comporta morfológicamente diferente, obteniendo así los mejores resultados en la variedad Biloxi en la concentración 200 ppm con 1.77 cm en longitud de raíz en promedio y 100 ppm de AIB con una media de 1.73 cm.

Estos resultados se contrastan con los obtenidos por Gárate (2009), quien logró la mayor longitud de raíces al tratar sus segmentos nodales con 100 ppm de ácido indol butírico, logrando obtener una mayor longitud de raíz (4,99 cm). Este resultado se valida con Guerrón (2014) y Pacholczak (2015) quienes mencionan que el AIB es un compuesto hormonal utilizado para el enraizamiento, que ha demostrado su efecto promotor sobre la rizogénesis en segmentos de numerosas especies. Por otro lado, Bustos (2010) en su investigación concluyó que el tipo de material vegetal y dosis de auxinas evaluadas no tienen efecto directo sobre la longitud de raíces.

Al cuantificar la variable respuesta número de raíces se encontró diferencia significativa en los factores variedades de arándano y concentraciones de AIB, pero no se encontró diferencia estadísticamente significativa para la interacción variedad*concentración. El T13 (Biloxi + 200 ppm) presentó mayor número de raíces con una media de 2.06 raíces en promedio. Estos resultados son similares a los obtenidos por Castrillón *et al.* (2008) quienes encontraron diferencia significativa entre dosis, sugiriendo que el mejor tratamiento para enraizar los segmentos fue 200 mg/L de AIB aplicado a la base de las estacas, obteniendo el mayor número de raíces por planta con un promedio de 3.3 raíces. Así como Castro *et al.* (2019) encontró en su investigación que solo las estacas del cultivar Biloxi, mostraron diferencias significativas, con un rango de raíces de 6,38 a 12,65, al ser aplicadas dosis de 0, 3000 mg/L de AIB, lo cual concuerda que la variedad Biloxi tiene una reacción óptima a la aplicación de AIB, contrastada así la presente investigación, recalando que las concentraciones de AIB dependen de la textura del material vegetal (herbáceo y leñoso).

Al evaluar la adaptabilidad de las variedades de arándano en función a los parámetros morfológicos en su aclimatación se determinó que el número de brotes desarrollado por segmento nodal, en el factor concentración de ácido indol butírico existe diferencia estadísticamente significativa, al igual que en el factor variedades de arándanos. Para la interacción variedad*concentración no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa. La variedad que presentó mayor número de brotes fue Biloxi al aplicar 200 ppm de AIB, por el contrario, el menor número de brotes se encontró el testigo y al aplicar 800 ppm en las cuatro variedades de arándano lo que nos indica que dosis crecientes mayores a 300 ppm inhiben y

quemar el material vegetal debido a la sensibilidad de los tejidos cultivados *in vitro*. Estos resultados discrepan con los de Huamantingo (2016) quien afirmó que la variedad con mayor número de brotes fue la variedad Duke con 0,7 unidades y la variedad Biloxy con 0,5 explicándose dicha diferencia producto de la composición genética de cada variedad y el tiempo del cultivo *in vitro* de los segmentos, mientras más tiempo, mayor será el desarrollo de las vitroplantas, por ende, mayor será la reserva de sabia bruta en el material vegetal y el desarrollo de sus estomas (Kumar y Rao, 2012).

Para la variable respuesta altura de planta al realizar el análisis de varianza se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa para el factor variedad de arándano y el factor concentraciones de ácido indol butírico. Para la interacción del factor variedad*concentración no se encontró diferencia significativa pero sí numérica ya que los datos no fueron iguales, obteniendo así que la mejor variedad que presentó mayor desarrollo fue Biloxi y la concentración que aportó mayor desarrollo de la planta fue de 100 ppm de AIB. Las variedades que menor altura de planta presentó fueron Star y Bluecrop al ser tratadas con 0 y 800 ppm de AIB. Estos resultados discrepan con los de González, (2013) que presenta los mejores resultados en dosis de 50 ppm de AIB con respecto a los demás tratamientos pero dada la baja sobrevivencia este valor no es representativo. Sin embargo, López *et al.* (2016) en su investigación corrobora la efectividad del AIB en la elongación de los brotes de la planta.

El número de hojas fue estadísticamente significativo en cada una de las variedades y en el factor concentraciones de ácido indol butírico. Para el factor interacción variedad*concentración, no se encontró significancia estadística. La variedad Biloxi fue la que mejor reaccionó al experimento con una media de 3.24 hojas, de la misma manera la variedad Legacy representado con una media de 7,42 hojas al aplicar concentraciones de 100 y 200 ppm respectivamente. Los resultados más bajos se encontraron en la variedad Bluecrop y Star con una media de 0.71 hojas por planta en los tratamientos testigo. Esto representa que existe diferencia estadística significativa de la variedad Biloxi con las variedades Bluecrop, Star, Legacy, pero no existe diferencia entre las variedades Bluecrop, Star y Legacy. Estos resultados discrepan con los obtenidos por Debnath (2007)

quien concluye que dosis crecientes de AIB aumentan la longitud de brote y por ende el número de hojas, lo cual se justifica en la técnica biotecnológica aplicada.

En la variable respuesta diámetro de tallo se encontró diferencia estadísticamente significativa en el factor variedad de arándano y el factor concentración de AIB. El mayor diámetro se obtuvo en la variedad Biloxi con una media de 1.79 milímetros con una concentración de 200 ppm de AIB por que la variedad Biloxi tiene requerimientos agroclimáticos adecuados al de la Región Amazonas (Alvarez, 2019). El resultado más bajo se obtuvo en la variedad Star con una media de 0.71 mm. Siendo significativamente diferentes la variedad Biloxi y Legacy de las variedades Bluecrop y Star. Estos resultados se justifican en los de Kulkamp (2011) quien concluyó que las plantas producidas del cultivo de tejidos vegetales presentan mayor diámetro de brotes en el desarrollo *ex vitro*.

V. CONCLUSIÓN

Para las condiciones de estudio, al evaluar el efecto de diferentes concentraciones del ácido indol butírico en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándano (*Vaccinium corimbosum* L.) se obtuvo que existe diferencia estadísticamente significativa para el factor concentraciones de AIB y variedades de arándano. En función de esto al determinar la mejor dosis de AIB en el enraizamiento, se obtuvo que 200 ppm indujo mayor porcentaje de enraizamiento, longitud de raíz y número de raíces. Por otro lado, al evaluar la adaptabilidad de las variedades de arándano en su desarrollo morfológico, la variedad Biloxi presento mayor número de brotes, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo.

VI. RECOMENDACIONES

Para propagación masiva desde un punto de vista comercial utilizar 100 y 200 mg/L de ácido indol butírico para enraizar segmentos nodales de arándano (*Vaccinium corimbosum* L), variedad Biloxi en condiciones de un micrtotúnel.

Instalar un sistema de riego por nebulización dentro del microtúnel para mantener la humedad relativa elevada, de modo que se aumente la efectividad de este en el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos *in vitro*.

Evaluar el comportamiento agronómico de las variedades enraizadas y adaptadas, en campo definitivo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Robledo, Y. A. (2019). Efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.). Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.untrm.edu.pe/discover>
- Álvarez Guzmán, J., y Castro Restrepo, D. (2013). Micropropagación clonal de tres genotipos mortiño. *Actual Biol*, 35(99), 135 - 144.
- Arce Grández, C. M. (2004). "Efecto comparativo del ácido indol butírico(AIB) y tipos de sustrato en el enraizamiento de ficus (*Ficus benjamina* L.) a través de acodo aéreo, en el Distrito de Morales-San Martín . Para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, Tarapoto. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/567>
- Armando Romero, C. (2016). *El arándano en el Perú y el Mundo*. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima: Primera Edición. Obtenido de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/el_arandano.pdf.
- Bustos Curiqueo, A. P. (2010). Evaluación del efecto de diferentes tipos y dosis de auxinas sobre el enraizamiento *ex vitro* de microtallos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedades brigitta y legacy. para optar el título de ingeniero agrónomo, universidad de la frontera, temuco - Chile. recuperado el 30 de 09 de 2019, de <http://bibliotecadigital.ufro.cl/>
- Castrillón, J. C., Carvajal, E., Edwin, G., y Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomia Colombiana*, 26(1), 16 - 22. Recuperado el 27 de 09 de 2019, de Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314729003>
- Castro Coimbra Cordeiro, I., Alves Lameira, O., de Assis Oliveira, F., y Wendling, I. (2016). Enraizamiento de estacas juveniles de *Bertholletia excelsa*. *Agrociencia*, 50(2), 50:227-238.

- Castro Garibay, S. L., Villegas Monter, A., y Contreras Maya, R. (2019). Enraizamiento de estacas en tres cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). *Agroproductividad*, 12(3), 63 - 68. doi:doi.org/ 10.32854/agrop.v0i0.1328
- Castro Restrepo , D., y Álvarez Guzmán, J. A. (2013). Micropropagación clonal de tres genotipos mortiño,(*Vaccinium meridionale sw.*), por proliferación de yemas axilares. *Actual Biol*, 35(99). Recuperado el 30 de 09 de 2019, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-35842013000200002&script=sci_abstract&tlng=es
- Clapa, D., Ira, A., y Vescan, L. A. (2012). Aspects Regarding the In Vitro Culture and Ex Vitro Rooting in *Vaccinium macrocarpon* Cultivar 'Pilgrim'. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 69(1-2), 1 - 9. Obtenido de <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/zootehnie/article/view/8489/0>
- Debnath, S. C. (2007). Influence of indole-3-butyric acid and propagation method on growth and development of in vitro and *ex vitro* derived lowbush blueberry plants. *Plant Growth Regul*(51), 245 - 253. doi:DOI 10.1007/s10725-006-9164-9
- Djurdjina, R., Tatjana, V., Gabriela, L., Radosav, C., y Alena, G. (2012). Micropropagation *in vitro* of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Berry Research*, 2(97 - 103). doi:10.3233/JBR-2012-030
- Espinosa Reyes, Á., Silva Pupo , J. S., Bahi, A. M., y Romero, C. D. (2019). Influencia del tamaño de las plantas *in vitro* y tipo de sustrato en la aclimatación de *Morus alba* L. *Pastos y Forrajes*, 42(1), 23 - 29. Obtenido de <https://orcid.org/0000-0002-9918-641X>
- Gárate Navarro, M. A. (2009). “Efecto de cuatro dosis de ácido- 3- indol butírico en el enraizamiento de ápices y segmentos nodales de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”. para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de <http://repositorio.unsm.edu.pe/>
- García , M., Quintero , R., Y López , A. (2004). *Biología alimentaria*. Mexico: LIMUSA S.A.

- Gil Rivero, A. E., López Medina, S. E., Y López Zavaleta, A. (2017). Aclimatación de plántulas *in vitro* de *Saintpaulia ionantha* H. Wendl. (Gesneriaceae) “*Violeta africana*” a condiciones de invernadero. *Arnaldoa*, 24(1), 343-350.
- González Lucero, P. A. (2013). Enraizamiento *in vitro*, *ex vitro* y aclimatación de *Rosa canina* L. Para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Valdivia - Chile. Recuperado el 29 de 09 de 2019, de <http://cybertesis.uach.cl/>
- Guerrón Mallamas, a., y Espinosa Chuquin, e. (2014). “Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos de auxinas (ANA e IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de castilla (*rubus glaucus benth*), Tumbaco-Quito”. Para optar el título de ingeniero agropecuario, Universidad Técnica del Norte. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de <http://repositorio.utn.edu.ec/>
- Huamantingo Tello, J. A. (2016). Evaluación del crecimiento de plantines de dos variedades de arándano (*vaccinium corymbosum* L.) en tres pisos altitudinales a condiciones de vivero en Abancay - Apurímac. Para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Tecnológica de los Andes. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de <http://repositorio.utea.edu.pe/>
- Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior. (2016). *Arándanos*. Cámara de Comercio de Lima, LIMA. Obtenido de <https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/estudio8/oportunidades-y-retos-en-la-exportaci%C3%B3n-de-ar%C3%A1ndanos.pdf>.
- Jiménez Bonilla, V., y Abdelnour-Esquivel, A. (2018). Protocolo de micropropagación de arándano nativo de Costa Rica (*Vaccinium consanguineum*). *Tecnología en Marcha*, 31(1), 144 - 159. doi:10.18845/tm.v31i1.3504
- Kulkamp de Souza, A. L., Wulff Schuch, M., Corrêa Antunes, L. E., Dutra Schmitz, J., y Silva Camargo, S. (2011). Desempenho de mudas de mirtilo obtidas por micropropagação ou estaquia. *Agropec*, 46(8), 868 - 874. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/266011874_Desempenho_de_mudas_de_mirtilo_obtidas_por_micropropagacao_ou_estaquia

- Kumar, K., y Rao, I. U. (2012). Morphophysiological Problems in Acclimatization of Micropropagated Plants in - Ex Vitro Conditions- A Reviews. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 2(4), 271 - 283.
- López Medina, E., Gil Rivero, A. E., y López Zavaleta, A. (2016). Enraizamiento de esquejes de *Stevia rebaudiana Bertoni* (Asteraceae) “estevia”, aplicando dosis creciente de ácido indolbutírico. *Arnaldoa*, 23(2), 569 - 576. Obtenido de <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.232.23209>
- Millones Chanamé, C. E. (2018). Establishment and preliminary tests of in vitro propagation of wild blackberry (*Rubus* sp.) From the San Salvador Town Center, Amazonas region. *Ciencias Naturales e Ingeniería (UNTRM-A)*, 2(2), 31-38. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/330981543_Establecimiento_y_ensayos_preliminares_de_propagacion_in_vitro_de_zarzamora_silvestre_Rubus_Sp_del_Centro_Poblado_San_Salvador_region_Amazonas
- Ostrolucká, M. G., Libiaková, G., Ondrušková, E., y Gajdosová, A. (2004). In vitro propagation of *Vaccinium* species. *Acta Universitatis Latviensis, Biology*, 676, 207 - 212.
- Pacholczak, A., y Nowakowska, K. (2015). The ex vitro rooting of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) microcuttings. *Folia Horticulturae*, 27(2), 145 - 150. doi:10.1515/fhort-2015-0024
- Rodríguez Beraud, M., Carrillo López, R., Chacón Fuentes, M., Hormazábal Vásquez, N., Tampe Pérez, j., y Ighe Neira, R. (2015). Enraizamiento *in vitro* y *ex vitro* de microtallos de *Ugni molinae* Turcz., una especie nativa de Chile. *Gayana. Botánica*, 72(1), 14 - 20. doi:10.4067/S0717-66432015000100002
- Rojas, S., Garcia, J., y Alarcon, M. (2004). Propagación asexual de plantas: Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Colombia: Coróica S.A.
- Sanches , A. D. (2012). Aclimatación y endurecimiento de materiales de palma de aceite obtenidos mediante técnica de cultivo de tejidos vegetales. *Revista Palmas*, 33(4), 41 - 52.

- Sato Yamauchi , M., Tsuda, H., Araki, K., Uchida, A., Yasuda, K., Tetsumura, T., Kunitake, H. (2012). Sistema de propagación clonal utilizando cultivo de tejidos vegetales y enraizamiento ex vitro en cultivares japoneses de *Vaccinium* y arándanos silvestres . *Horticultural Research (Japón)*, 11(1), 13 - 19. doi:10.2503 / hrj.11.13
- Torres Armas , E. A. (2013). Métodos Estadísticos Para la Investigación Experimental. (C. S.R.L, Ed.) Chachapoyas, Amazonas, Perú. Obtenido de https://www.academia.edu/16965455/M%C3%A9todos_Statísticos_para_la_Investigación
- Vallejo, D. A. (2000). Fomento del mortiño (*Vaccinium meridionale*) como especie promisoría del parque regional. *Corantioquia*.
- Vernier, R. M., y Cardoso, B. S. (2013). Influencia do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais. *Revista Eletronica de Educacao e Ciencia*, 3(2), 11 - 16.

ANEXOS

Anexo N°01. Figuras del desarrollo experimental.

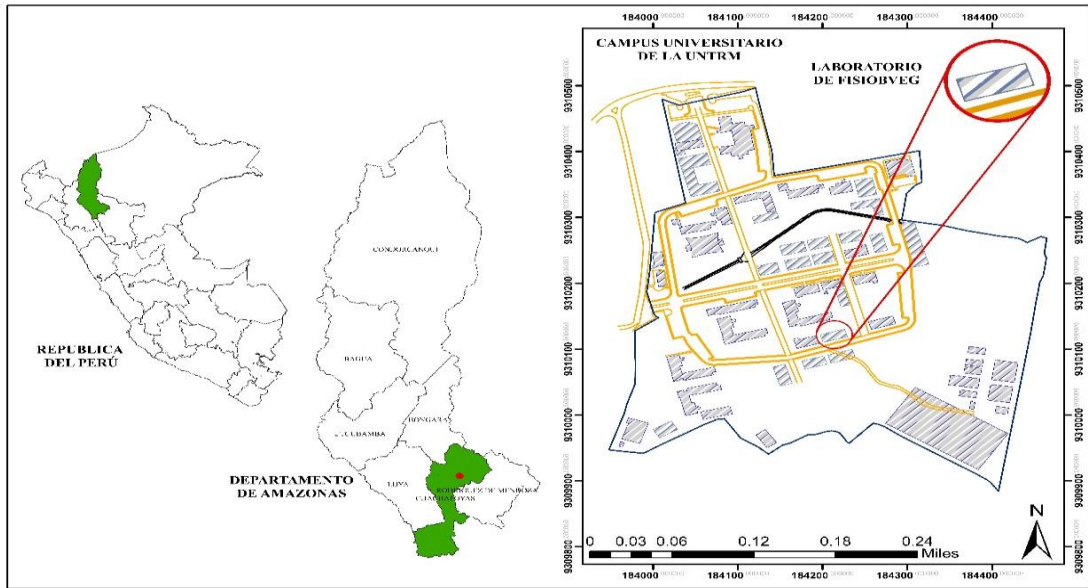


Figura 10. Ubicación del laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal.

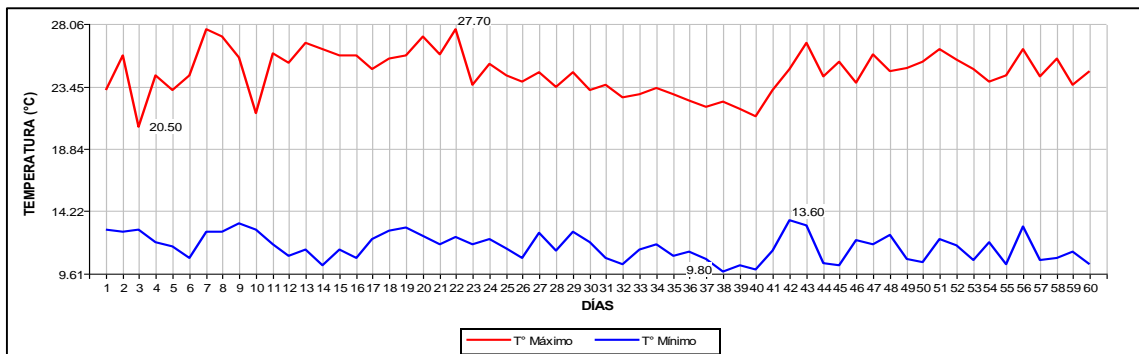


Figura 11. Gráfico de la temperatura máxima y mínima en micro túnel.

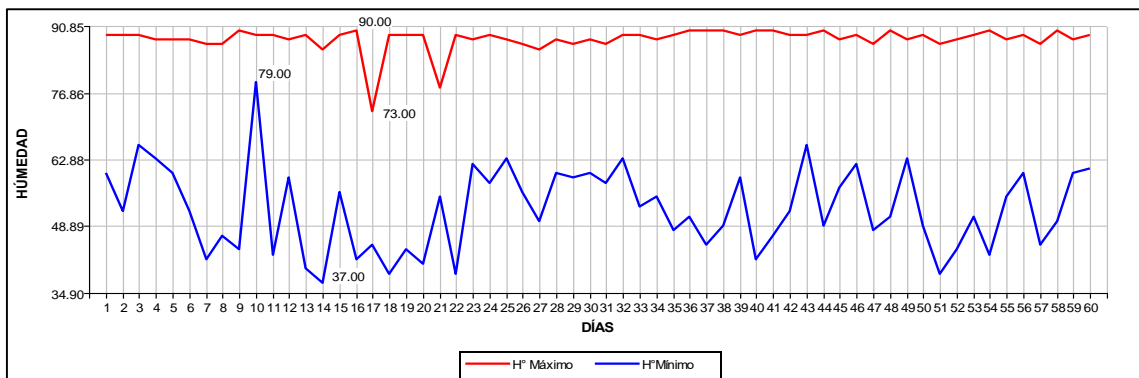


Figura 12. Gráfico de humedad relativa máxima y mínima en micro túnel.



Cultivo *in vitro*
Vaccinium corimbosum L
 Área: Incubación
 Fase: multiplicación
 Variedad: STAR



Cultivo *in vitro*
Vaccinium corimbosum L
 Área: Incubación
 Fase: Multiplicación
 Variedad: LEGACY



Cultivo *in vitro*
Vaccinium corimbosum L
 Área: Incubación
 Fase: Multiplicación
 Variedad: BLUECROP



Cultivo *in vitro*
Vaccinium corimbosum L
 Área: Incubación
 Fase: Multiplicación
 Variedad: BILOXI



Figura 13. Variedades de *Vaccinium corimbosum L.* en el área de incubación (FISIOBVEG).



Pesado de la hormona (ácido indol butírico) en función a cada tratamiento, con ayuda de una balanza analítica.



Lavado del medio de cultivo artificial, con ayuda de una pinza y agua caliente.



Segmentado de las del tercio medio de las vitroplantas, con ayuda de un escarpelo.



Siembra de los segmentos en bandejas de germinación, con el fin de asegurar la independencia de los tratamientos.

Figura 14. Instalación del experimento.

Anexo N°02. Tablas del procesamiento estadístico.

Tabla 10. Coeficiente de variación para la longitud de raíz.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de raíz Tratamiento	200	0.56	0.51	27.76

Tabla 11. Test de Tukey para la longitud de raíz.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	200	1.77	10	0.11	A					
Biloxi	100	1.73	10	0.11	A					
Legacy	200	1.68	10	0.11	A	B				
Bluecrop	200	1.65	10	0.11	A	B	C			
Legacy	100	1.63	10	0.11	A	B	C			
Bluecrop	100	1.62	10	0.11	A	B	C			
Star	100	1.48	10	0.11	A	B	C	D		
Star	200	1.43	10	0.11	A	B	C	D	E	
Biloxi	0	1.29	10	0.11	A	B	C	D	E	F
Biloxi	400	1.19	10	0.11		B	C	D	E	F
Legacy	400	1.17	10	0.11		B	C	D	E	F
Bluecrop	400	1.14	10	0.11		B	C	D	E	F
Biloxi	800	1.11	10	0.11			C	D	E	F
Star	800	1	10	0.11				D	E	F
Legacy	800	0.99	10	0.11				D	E	F
Star	400	0.93	10	0.11					E	F
Legacy	0	0.71	10	0.11						F
Bluecrop	0	0.71	10	0.11						F
Star	0	0.71	10	0.11						F
Bluecrop	800	0.71	10	0.11						F

Tabla 12. Coeficiente de variación para número de raíces.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° raíces Tratamiento	200	0.59	0.54	35.88

Tabla 13. Test de Tukey para el número de raíces.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	200	2.73	10	0.17	A					
Biloxi	100	2.48	10	0.17	A					
Bluecrop	200	2.26	10	0.17	A	B				
Legacy	100	2.19	10	0.17	A	B				
Legacy	200	2.13	10	0.17	A	B				
Star	200	2.06	10	0.17	A	B	C			
Bluecrop	100	2.05	10	0.17	A	B	C			
Star	100	1.88	10	0.17	A	B	C	D		
Bluecrop	400	1.52	10	0.17		B	C	D	E	
Biloxi	0	1.43	10	0.17		B	C	D	E	
Biloxi	400	1.41	10	0.17		B	C	D	E	
Legacy	400	1.25	10	0.17			C	D	E	
Biloxi	800	1.2	10	0.17			C	D	E	
Star	800	1.17	10	0.17				D	E	
Legacy	800	1.14	10	0.17				D	E	
Star	400	1.03	10	0.17				D	E	
Bluecrop	0	0.71	10	0.17					E	
Star	0	0.71	10	0.17					E	
Legacy	0	0.71	10	0.17					E	
Bluecrop	800	0.71	10	0.17					E	

Tabla 14. Coeficiente de variación para el número de brotes.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de brotes Tratamiento	200	0.54	0.49	32.71

Tabla 15. Test de Tukey para el número de brotes.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	200	2.06	10	0.14	A					
Legacy	100	1.95	10	0.14	A	B				
Biloxi	100	1.94	10	0.14	A	B	C			
Star	200	1.86	10	0.14	A	B	C			
Legacy	200	1.81	10	0.14	A	B	C			
Bluecrop	100	1.77	10	0.14	A	B	C	D		
Bluecrop	200	1.72	10	0.14	A	B	C	D	E	
Star	100	1.63	10	0.14	A	B	C	D	E	
Biloxi	400	1.35	10	0.14		B	C	D	E	F
Legacy	800	1.29	10	0.14		B	C	D	E	F
Bluecrop	400	1.27	10	0.14		B	C	D	E	F
Biloxi	0	1.27	10	0.14		B	C	D	E	F
Legacy	400	1.24	10	0.14			C	D	E	F
Biloxi	800	1.08	10	0.14				D	E	F
Star	800	1.03	10	0.14					E	F
Star	400	0.88	10	0.14						F
Bluecrop	800	0.71	10	0.14						F
Bluecrop	0	0.71	10	0.14						F
Legacy	0	0.71	10	0.14						F
Star	0	0.71	10	0.14						F

Tabla 16. Coeficiente de variación para la altura de planta.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm) tratamiento	200	0.59	0.54	43.5

Tabla 17. Test de Tukey para la altura de planta.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	100	3.95	10	0.31	A					
Biloxi	200	3.74	10	0.31	A					
Legacy	200	3.61	10	0.31	A	B				
Legacy	100	3.44	10	0.31	A	B	C			
Bluecrop	100	3.32	10	0.31	A	B	C			
Star	200	3.3	10	0.31	A	B	C			
Bluecrop	200	3.27	10	0.31	A	B	C			
Star	100	2.98	10	0.31	A	B	C	D		
Biloxi	0	2.5	10	0.31	A	B	C	D	E	
Bluecrop	400	2.13	10	0.31		B	C	D	E	F
Biloxi	400	2.12	10	0.31		B	C	D	E	F
Legacy	400	2.11	10	0.31		B	C	D	E	F
Legacy	800	1.88	10	0.31			C	D	E	F
Biloxi	800	1.62	10	0.31				D	E	F
Star	800	1.48	10	0.31				D	E	F
Star	400	0.98	10	0.31					E	F
Bluecrop	800	0.71	10	0.31						F
Legacy	0	0.71	10	0.31						F
Star	0	0.71	10	0.31						F
Bluecrop	0	0.71	10	0.31						F

Tabla 18. Coeficiente de variación para número de hojas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hjas T1	200	0.59	0.55	38.97

Tabla 19. Test de Tukey para en número de hojas.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.							
Biloxi	100	3.24	10	0.24	A						
Biloxi	200	3.17	10	0.24	A						
Legacy	200	3.02	10	0.24	A	B					
Bluecrop	200	2.99	10	0.24	A	B					
Bluecrop	100	2.97	10	0.24	A	B					
Legacy	100	2.84	10	0.24	A	B	C				
Star	200	2.73	10	0.24	A	B	C	D			
Star	100	2.51	10	0.24	A	B	C	D	E		
Biloxi	0	2.22	10	0.24	A	B	C	D	E	F	
Biloxi	400	1.9	10	0.24		B	C	D	E	F	G
Bluecrop	400	1.88	10	0.24		B	C	D	E	F	G
Legacy	400	1.83	10	0.24		B	C	D	E	F	G
Biloxi	800	1.69	10	0.24			C	D	E	F	G
Legacy	800	1.55	10	0.24				D	E	F	G
Star	800	1.37	10	0.24					E	F	G
Star	400	1	10	0.24						F	G
Bluecrop	800	0.71	10	0.24							G
Bluecrop	0	0.71	10	0.24							G
Star	0	0.71	10	0.24							G
Legacy	0	0.71	10	0.24							G

Tabla 20. Coeficiente de variación para diámetro de tallo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (mm) Tratamiento	200	0.43	0.37	31.92

Tabla 21. Test de Tukey para el diámetro de tallo.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	200	1.79	10	0.11	A					
Biloxi	100	1.37	10	0.11	A	B				
Legacy	100	1.31	10	0.11	A	B	C			
Legacy	200	1.3	10	0.11	A	B	C			
Bluecrop	200	1.28	10	0.11	A	B	C			
Star	100	1.26	10	0.11	A	B	C			
Bluecrop	100	1.23	10	0.11		B	C	D		
Star	200	1.22	10	0.11		B	C	D		
Biloxi	0	1.1	10	0.11		B	C	D		
Legacy	400	1.01	10	0.11		B	C	D		
Biloxi	400	1	10	0.11		B	C	D		
Bluecrop	400	0.98	10	0.11		B	C	D		
Legacy	800	0.96	10	0.11		B	C	D		
Biloxi	800	0.89	10	0.11		B	C	D		
Star	800	0.86	10	0.11		B	C	D		
Star	400	0.8	10	0.11			C	D		
Bluecrop	0	0.71	10	0.11				D		
Bluecrop	800	0.71	10	0.11					D	
Legacy	0	0.71	10	0.11						D
Star	0	0.71	10	0.11						D

Tabla 22. Test de Tukey para porcentaje de enraizamiento.

Variedad	Concentración	Medias	n	E.E.						
Biloxi	200	100	10	0	A					
Star	100	100	10	0	A					
Legacy	100	100	10	0	A					
Star	200	100	10	0	A					
Legacy	200	100	10	0	A					
Bluecrop	200	100	10	0	A					
Biloxi	100	100	10	0	A					
Bluecrop	100	100	10	0	A					
Biloxi	0	70	10	0		B				
Biloxi	400	50	10	0			C			
Legacy	400	50	10	0			C			
Bluecrop	400	40	10	0				D		
Legacy	800	40	10	0				D		
Biloxi	800	30	10	0					E	
Star	800	30	10	0					E	
Star	400	20	10	0						F
Bluecrop	0	0	10	0						G
Legacy	0	0	10	0						G
Bluecrop	800	0	10	0						G
Star	0	0	10	0						G

Tabla 23. Autovectores de la independencia de variables.

Variables	e1	e2
Diámetro de tallo (mm)	0.37	0.88
Número de brotes	0.41	-0.14
Número de raíces	0.42	0.12
Longitud de raíz (cm)	0.42	-0.19
Número de hojas	0.42	-0.28
Altura de planta (cm)	0.42	-0.28

Anexo N°03. Imágenes tomadas durante la ejecución y evaluación del proyecto.

Imagen 1. Construcción y forrado del microtúnel.



Imagen 2. Preaclimatacion de plantas *in vitro* en su medio de cultivo artificial.

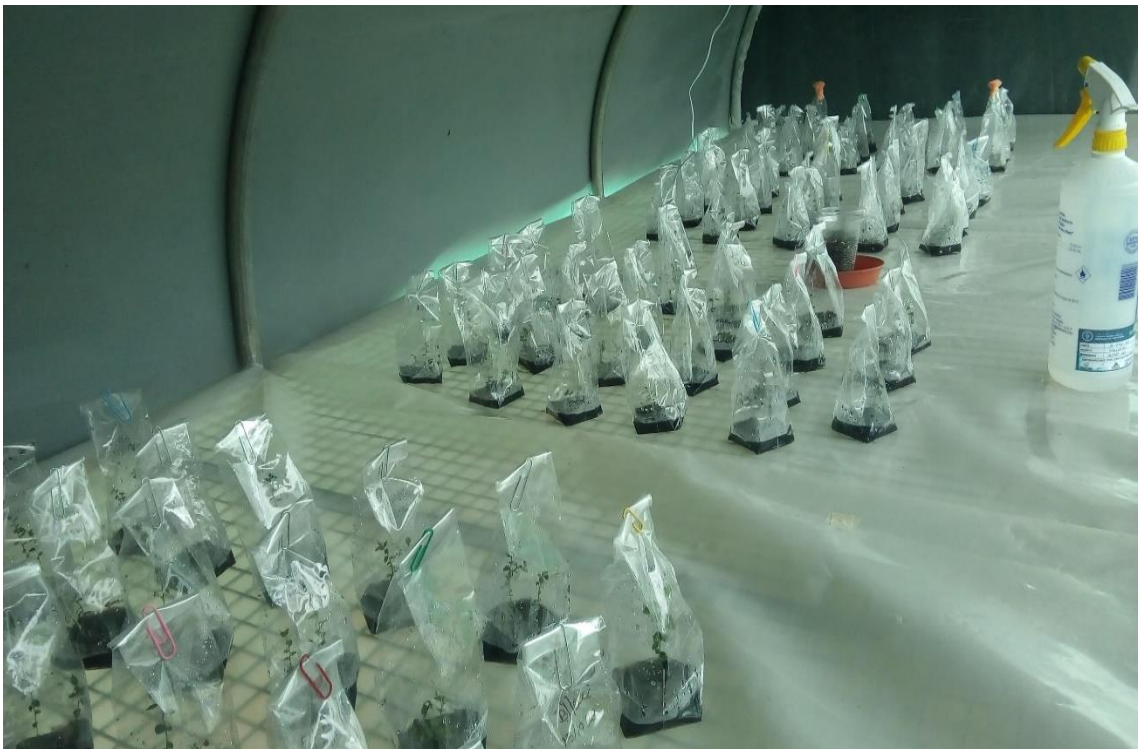


Imagen 3. A. Manejo de autoclave y B. sustrato embolsado dentro de autoclave.



Imagen 5. Número de raíces evaluadas.



Imagen 7. Altura de planta, número de brotes, número de hojas y diámetro de tallo.



Imagen 8. Plantón obtenido al final de la investigación.

