



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TEMA:**

**Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la  
regeneración caulinar en plantas in vitro de arándanos  
(*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la provincia  
del Guayas.**

**AUTOR:**

**Romero Morán, Manuel Jeanpierre**

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TUTOR:**

**Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph.D.**

**Guayaquil, Ecuador**

**12 de septiembre de 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

---

**Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph.D.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

**Ing. Pincay Figueroa Paola Estefania, M.Sc.**

**Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la provincia del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2025**

**EL AUTOR**

---

**Romero Morán, Manuel Jeanpierre**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la provincia del Guayas** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 12 días del mes de septiembre del año 2025**

**EL AUTOR**

---

**Romero Morán, Manuel Jeanpierre**



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO

CARRERA DE AGROPECUARIA

## CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la provincia del Guayas**, presentado por el estudiante **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**, de la carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0% de coincidencias, considerando ser aprobada.



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

TIC Romero Morán Manuel A 2025

ID : f8f0eae3344c859865af345093ff23c08a838d85



0%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : TIC Romero Morán Manuel A  
2025.txt

Tamaño del archivo original : 1,55 MB

Número de palabras : 6128

Número de caracteres : 39102

Depositante : Noelia Carolina Caicedo Coello

Fecha de depósito : 1 de abril de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 1 de abril de 2026

Fuente: COMPILATIO-Usuario Caicedo, 2026

Certifica,

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.**  
REVISORA

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida, iluminando mi camino en cada momento de dificultad y alegría.

A mi querida familia, pilar fundamental en mi formación y en cada paso de este recorrido académico.

A mi papá Manuel y a mi mamá Edith, por ser mi ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor incondicional; gracias por enseñarme que los sueños se alcanzan con disciplina, fe y perseverancia. Gracias por cada sacrificio, por cada noche de desvelo pensando en mi bienestar y por cada palabra de aliento en los momentos difíciles.

A mis hermanas Diana y Jazmin, por su apoyo constante, sus sabios consejos y por estar siempre dispuestas a escucharme y motivarme en cada etapa de este camino y por recordarme siempre que la familia es el mayor tesoro que uno puede tener.

A mis amadas sobrinas Magnolia y Hanae, que, con su ternura y alegría, me han recordado que la vida también se disfruta en los pequeños momentos.

A mis cuñados José y Jean Paul, por su aprecio, comprensión y apoyo incondicional, así como por las palabras de aliento que me impulsaron a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A toda mi familia, por su cariño, comprensión y compañía a lo largo de este proceso, y, de manera especial a mi primo Edison, por su apoyo y presencia en momentos claves.

Extiendo, igualmente, mi profundo agradecimiento a mis docentes, por sus valiosas enseñanzas, su paciencia y por guiarme con sus conocimientos, contribuyendo de manera significativa a mi formación profesional y personal. De manera especial, agradezco al Dr. Ángel Llerena, Ing. Ángel Triana, Ing. Alberto Peñalver, Lic. Alfonso Llanderal, Ing. Alfonso Kuffo y Dr. John Franco, por su apoyo, orientación y motivación constante durante este proceso académico.

## DEDICATORIA

A mi papá y mamá, porque todo lo que soy y lo que he alcanzado es un reflejo del amor y los valores que siempre me han inculcado.

A mis hermanas Diana y Jazmin, porque más que ser mis hermanas, son mis amigas, confidentes, y compañeras incondicionales en cada etapa de mi vida.

A mis queridas sobrinas Magnolia y Hanae, mi nuevo y más especial motor para seguir adelante.

A mi abuela Hilda, por su amor constante, por creer y pedir siempre por mí y por brindarme siempre su apoyo incondicional.

A mis abuelos Lucio y Sara, a quienes siempre recuerdo y tengo presentes en mi corazón.

De manera muy especial, a mi abuelo Targelio, que, aunque ya no está físicamente conmigo, vive para siempre en mi memoria como el mejor ejemplo de sabiduría, bondad y fortaleza. Gracias por cada enseñanza, por las palabras que aún resuenan en mi mente y por haberme mostrado el valor del esfuerzo y dedicación.

Con todo mi amor, les dedico este logro tan importante en mi vida.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Ángel Llerena Hidalgo, Ph.D.**

TUTOR

---

**Ing. Paola Pincay Figueroa, M.Sc.**

DIRECTORA DE CARRERA

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.**

COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph.D.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XV</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1    Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general. ....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1 Generalidades del cultivo de arándanos .....	4
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	5
2.1.2 Características morfológicas.....	6
2.2 Métodos de propagación .....	7
2.3 Estadísticas de la producción mundial de arándanos .....	8
2.4 Valor nutritivo.....	9
2.5 Establecimiento <i>in vitro</i> .....	9
2.5.1 La técnica de micropropagación. ....	9
2.6 Funciones de los aminoácidos.....	10
2.6.1 L-Glutamina.....	10
2.7 Medios de cultivo MS (Murashing & Skoog) 1962 .....	11
2.7.1 Reguladores de crecimiento. ....	11
<b>3 MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 Ubicación del experimento .....	13
3.1.1 Condiciones climáticas de la zona.....	13
3.2 Material vegetal de inicio.....	13
3.3 Equipos y materiales .....	14
3.3.1 Equipos. ....	14
3.3.2 Materiales.....	14
3.4 Tipo de investigación .....	15
3.5 Tratamientos.....	15
3.6 Diseño experimental .....	15
3.6.1 Análisis estadístico.....	16
3.7. Manejo de Ensayo .....	16
3.7.2 Preparación de medios de cultivo. ....	16

3.8 Variables a evaluadas.....	17
3.8.1 Número de explantes contaminados. ....	17
3.8.2 Número de entrenudos a los 30 días después de la siembra.....	18
3.8.3 Número de hojas a los 30 días después de la siembra. ....	18
3.8.4 Altura de la planta a los 30 días después de la siembra (cm)..	18
3.8.5 Número de entrenudos a los 50 días después de la siembra.....	18
3.8.6 Número de hojas a los 50 días después de la siembra. ....	18
3.8.7 Altura de la planta a los 50 días después de la siembra.....	18
3.8.8 Longitud de raíz evaluada a los 50 días después de la siembra. .....	18
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Número de explantes contaminados .....	20
4.3 Número de hojas a los 30 días después de la siembra .....	22
4.4 Altura de la planta a los 30 días después de la siembra (cm) .....	23
4.5 Número de entrenudos a los 50 días después de la siembra.....	23
4.6 Número de hojas a los 50 días después de la siembra .....	24
4.7 Altura de la planta a los 50 días después de la siembra (cm) .....	25
4.8 Longitud de raíz evaluada a los 50 días después de la siembra .....	26
4.9 Análisis económico .....	27
<b>5 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>29</b>
5.1 Conclusión.....	29
5.2 Recomendaciones.....	29
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación taxonómica del arándano</i> .....	6
<b>Tabla 2.</b> <i>Dosis de tratamientos</i> .....	15
<b>Tabla 3.</b> <i>Esquema de Análisis de varianza</i> .....	16
<b>Tabla 4.</b> <i>Promedio de número de explantes contaminados</i> .....	18
<b>Tabla 5.</b> <i>Promedio de número de entrenudos a los 30 días de la siembra</i> .....	19
<b>Tabla 6.</b> <i>Promedio de número de hojas a los 30 días de la siembra</i> .....	20
<b>Tabla 7.</b> <i>Promedio de altura de la planta a los 30 días de la siembra</i> .....	21
<b>Tabla 8.</b> <i>Promedio de número de entrenudos a los 50 días de la siembra</i> .....	22
<b>Tabla 9.</b> <i>Promedio de número de hojas a los 50 días de la siembra</i> .....	23
<b>Tabla 10.</b> <i>Promedio de altura de la planta a los 50 días de la siembra</i> .....	24
<b>Tabla 11.</b> <i>Promedio de longitud de raíz a los 50 días de la siembra</i> .....	25
<b>Tabla 12.</b> <i>Costos por tratamiento</i> .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del experimento.....	13
---	----

## RESUMEN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), conocido por su alto valor nutricional y comercial, se ha consolidado globalmente. En Ecuador, la variedad Biloxi destaca por su calidad y rentabilidad. Sin embargo, la multiplicación clonal *in vitro* de esta variedad enfrenta desafíos debido al estrés en las plántulas, afectando el crecimiento caulinar, proceso crítico para la producción masiva. Este estudio consistió en evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido glutámico para la regeneración caulinar de arándanos Biloxi *in vitro*. Los objetivos específicos incluyen estudiar el efecto de ácido glutámico para el desarrollo de entrenudos y enraizamiento de segmentos nodales partes vegetativas de la planta, además de determinar la dosis óptima para la regeneración caulinar y radicular, y realizar un análisis económico de los tratamientos. Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cinco repeticiones, evaluando variables como el número de explantes contaminados, entrenudos, hojas, altura de plantas y longitud de raíces a los 30 y 50 días después de la siembra. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal AGROVITROPARIS S.A., utilizando microestacas de arándano establecidas asépticamente. En relación con el primer objetivo, enfocado en evaluar el efecto de la L-Glutamina sobre el desarrollo de entrenudos y el enraizamiento de segmentos nodales de arándanos, provenientes de micropropagación, los resultados mostraron que, a los 50 días, no se observaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, a los 30 días, el Tratamiento 6 (80 mg/L de L-Glutamina) presentó un desarrollo de entrenudos ligeramente superior, alcanzando diferencia estadística en ese momento. De acuerdo con los resultados respecto a determinar la mejor dosis de L-Glutamina en el desarrollo caulinar y radicular *in vitro* de arándanos variedad Biloxi, los diferentes tratamientos no alcanzaron una diferencia muy significativa, para poder recomendarlos. Finalmente, el análisis económico de los tratamientos evaluados demostró que económicamente no es viable el uso de L-Glutamina por su elevado costo y a la falta de resultados consistentes.

**Palabras Claves:** multiplicación clonal, ácido glutámico, arándanos, crecimiento caulinar, variedad Biloxi, *in vitro*.

## ABSTRACT

The blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), known for its high nutritional and commercial value, has become established globally. In Ecuador, the Biloxi variety stands out for its quality and profitability. However, the *in vitro* clonal propagation of this variety faces challenges due to stress in seedlings, affecting caulinar growth, a critical process for mass production. This study focuses on evaluating the effect of different doses of glutamic acid on the caulinar regeneration of *in vitro* Biloxi blueberries. Specific objectives include studying the effect of glutamic acid on internode development and rooting of nodal segments, determining the optimal dose for caulinar and root regeneration, and conducting an economic analysis of the treatments. A completely randomized design with seven treatments and five replications will be used, evaluating variables such as the number of contaminated explants, internodes, leaves, plant height, and root length at 30 and 50 days after planting. The research will be conducted at the AGROVITROPARIS Plant Biotechnology Laboratory, using aseptically established blueberry microcuttings. Regarding the first objective, which focused on evaluating the effect of L-Glutamine on internode development and rooting of nodal segments of micropropagated blueberries, the results showed that no statistically significant differences were observed after 50 days. However, after 30 days, Treatment 6 (80 mg/L L-Glutamine) showed slightly higher internode development, reaching a statistical difference at that point. According to the results regarding the determination of the optimal dose of L-Glutamine for *in vitro* shoot and root development of Biloxi variety blueberries, the different treatments did not achieve a significant enough difference to recommend them. Finally, the economic analysis of the evaluated treatments showed that the use of L-Glutamine is not economically viable due to its high cost and lack of consistent results.

**Keywords:** clonal propagation, glutamic acid, blueberries, caulinar growth, Biloxi variety, *in vitro*.

# 1 INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) se ha consolidado como una fruta de alto valor nutricional y comercial a nivel mundial. Su cultivo ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas debido a sus propiedades antioxidantes, su contenido en vitaminas y minerales, y su demanda creciente en los mercados internacionales. Los arándanos son plantas arbustivas del género *Vaccinium*, familia *Ericaceae* (Syn. Heath). El género contiene entre 450 y 500 especies con una amplia distribución geográfica en el hemisferio norte. Aproximadamente el 35 % de las especies son originarias de América, 25 % de Norte América y 10 % de Centro y Sur América (Angulo, A. B., Matamoros, R. C., & Gómez-Alpízar, L. 2015).

La regeneración caulinar, es decir, la formación de brotes y entrenudos a partir de explantes, es un proceso crítico en la micropropagación y su eficiencia puede verse comprometida por diversos factores. Por su parte, el uso de la técnica de micropropagación presenta como ventajas plantas libres de patógenos (Chicaiza, A. J. 2021) si se realizan los procesos adecuados de saneamiento. La micropropagación del arándano ha sido un reto, debido a que es una especie arbustiva leñosa

La L-Glutamina, un aminoácido no esencial, ha demostrado tener un papel importante en diversos procesos fisiológicos de las plantas, incluyendo la división celular, el crecimiento de brotes y la respuesta al estrés. Estudios previos sugieren que la aplicación exógena de L-Glutamina puede mejorar la regeneración caulinar en diferentes especies vegetales.

Por lo expuesto, los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación son:

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general.

Evaluar diferentes dosis de L-Glutamina para la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Estudiar el efecto de la L-Glutamina sobre el desarrollo de entrenudos y enraizamiento de segmento nodales de arándano, provenientes de micropropagación.
- Determinar la mejor dosis de L-Glutamina en el desarrollo caulinar y radicular *in vitro* de arándanos variedad Biloxi.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades del cultivo de arándanos

El *Vaccinium corymbosum* L. para Sánchez (2022) es conocido comúnmente como arándano azul, pertenece a la familia de las Ericáceas, es un fruto ampliamente demandado. Este cultivo tiene la facilidad de adaptarse a varios ambientes tales como: bosques de montaña, páramos y matorrales. Los arándanos se desarrollan con un mejor vigor en una variedad de latitudes y temperaturas, generalmente entre 600 y 2 700 msnm con temperaturas de 7 y 24 °C.

La producción comercial de arándanos se basa mayormente en especies del subgénero *Cynacoccus*: variedades o cultivares de *V. corymbosum* L. (highbush) y de *V. ashei* Reade (rabbiteye u ojo de conejo) y rodales naturales de *V. angustifolium* (lowbush). Las variedades o cultivares tipo “Highbush” se dividen con base en su requerimiento de horas frío en 2 tipos: norte (>700 horas frío) y sur (< 400 horas frío) (Angulo, A. B., Matamoros, R. C., & Gómez-Alpízar, L. 2015).

Necesita un requerimiento de 100 -1 200 horas frío, suelos ácidos (pH 4 y 5) con abundante materia orgánica, se desarrolla mejor en suelos franco-arenosos y sustratos orgánicos a base de fibra de coco. Para García *et al.*, (2018) indica que es una planta muy sensible a terrenos saturados con poco drenaje, llega a morir en pocos días. Es un cultivo que necesita una buena porosidad y aireación en el suelo. El fruto del arándano tiene un alto contenido de antocianinas por esa razón su baya es de un color azul blanquecino.

En Ecuador de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) el cultivo de arándanos se inició en el año 2015 y actualmente se cultiva en unas 50 hectáreas de terreno en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Azuay y Loja. En el año 2021, la producción de arándanos en el país alcanzó las 750 toneladas. En 2022, la empresa Hortifrut realizó la primera exportación de arándanos,

enviando 5 toneladas de este fruto a Países Bajos desde el cantón Zapotillo en Loja.

Uno de los factores asociados a este incremento es la demanda de la fruta por parte de los consumidores con base en su valor nutricional y sus beneficios en la salud humana (Howell 2019).

Los frutos de arándano poseen un alto contenido de antocianinas, proantocianidinas y otros flavonoides (Kalt *et ál.* 2003) que, solos o en conjunto, tienen diferentes efectos terapéuticos: antiúlceras, antitumorales, antiinflamatorios y antioxidantes (Angulo, A. B., Matamoros, R. C., & Gómez-Alpízar, L. 2015).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en sus investigaciones manifiestan que el arándano presenta 60 kcal (100 g de fruta) con 0.7 g de proteína, 2 g de fibra, 9.96 gramos de azúcares, 9.7 miligramos de vitamina C, 0.33 gramos de grasas, un bajo contenido de caloría, ricas en vitamina C, una elevada cantidad de fibra dietética. Además, presente minerales de calcio, hierro, potasio taninos astringentes y diversos ácidos orgánicos (Villegas, 2022).

En la actualidad, este frutal se encuentra entre los cultivos comerciales más recientemente sometidos a domesticación, y se dispone de una amplia variedad de cepas. Estas variantes son el producto de cruzamientos entre diversas especies dentro de este género, las cuales han sido adaptadas a diferentes condiciones ambientales (Carrillo, 2021).

En la actualidad en la zona tropical del Ecuador se cultivan dos tipos de arándano; Emerald y Biloxi que comprende las especies que soportan climas cálidos y son comerciales por su agradable sabor. abarca los arbustos más grandes (Zapién y Esteves, 2021).

### **2.1.1 Clasificación taxonómica.**

El arándano de la variedad biloxi es una planta con tallos erectos,

vigorosos y productivos. La de fruta de esta variedad madura tempranamente, presenta un tamaño de baya mediano, buen color, firmeza y sabor. Requiere pocas horas frío y se caracterizan por alcanzar altos rangos de grados Brix. Además, esta variedad es difícil de cultivar, pero en contraparte tiene como cualidades un delicioso y dulce sabor, gran tamaño, textura firme y consistente (Baldomero *et al.*, 2017).

### **Tabla 1.**

#### *Clasificación taxonómica del arándano.*

---

<b>Reino:</b>	Planta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Ericales
<b>Familia:</b>	<i>Ericaceae</i>
<b>Genero:</b>	<i>Vaccinium</i>
<b>Especie:</b>	<i>Vaccinium corymbosum</i> L. cv. Bilox

---

Tomado de *Manejo agronómico del cultivo de arándano*, por Baldomero *et al.*, 2017.

### **2.1.2 Características morfológicas.**

Presenta un sistema radicular superficial, 80 % de ella están en los 40 primeros centímetros del suelo, con raíces finas y fibrosas determinadas por ausencia de pelos absorbentes. Entre la raíz y la parte aérea hay una corona, que tiene la capacidad de sacar rizomas. Por supuesto, la mayoría de las veces se asocia con micorrizas ericoides formadoras de simbióticos, lo que resulta un mayor desarrollo vegetativo. Estas raíces son sensibles al exceso de humedad en suelos pesados (Avila Guerrero, K. O. 2023).

Entre las raíces y la parte aérea se encuentra la corona, capaz de emitir brotes. Las yemas vegetativas y fructíferas están distribuidas separadamente a lo largo de las ramas, a diferencia de otros frutales (Rivadeneria, 2022).

Su follaje es muy simple, distribuidas alternativamente en las ramas,

miden desde 1 cm hasta 8 cm de largo, son de forma variable, pueden ser ovales o lanceoladas y son de color verde pálido. Sin embargo, en otoño se vuelven de color rojizo. El envés de la hoja tiene poros o 'estomas' de tejido epidérmico con una densidad de hasta 300 por milímetro cuadrado (Vivar, 2024).

La mayoría de las variedades de arándanos tienen hojas que caen en invierno y cambian de color de verde a amarillo, rojo o violeta, dependiendo de la variedad y de la cantidad de horas de frío acumuladas. En inviernos fríos, todas las hojas pueden caer. Sin embargo, en las nuevas variedades que requieren menos horas de frío, las hojas pueden permanecer durante el invierno, lo que permite un manejo continuo y verde del cultivo (Vinueza, 2023).

En la descripción de Edquén (2019) las flores están dispuestas en inflorescencias, son epigámicas y perfectas, emergiendo de simples yemas laterales. Estos se distinguen en verano por protuberancias de cogollos con escamas marrones. Son de color blanco, tienen 56 pétalos conectados entre sí y tienen forma de campana. Consisten en un ovario inferior unido al cáliz por 5-7 sépalos. Hay de 4-5 células con uno o más óvulos en cada lóbulo, el pistilo consiste en un tubo filamentosos que termina en un pequeño estigma inalterado. Hay de 8-10 estambres. Por lo general, florece en racimos axilares, pero puede ser tardío

El fruto es una baya aproximadamente esférica, de 0.7 a 1.5 cm de diámetro, que varía en color de azul claro a negro azabache, con una capa cerosa epicuticular pulverulenta comúnmente conocida como flor. Tienen hasta 100 semillas. Una característica distintiva es su cicatriz, que comercialmente se dice que es pequeña, seca y tiene una piel exterior firme (Avila, 2023).

## **2.2 Métodos de propagación**

Trauco, (2017) el arándano es una especie en la cual se pueden emplear dos métodos de propagación: método de propagación sexual o

mediante semillas y el método asexual el cual puede ser mediante enraizamiento de estacas, estaquillas o mediante micropropagación. Por consiguiente, el método de propagación sexual es considerada como la manera de reproducción natural la misma que implica la producción de semillas de calidad y el segundo método es conocido como el método de propagación artificial, la cual consiste en obtener raíces adventicias a partir de segmentos de tallos con el propósito de perpetuar la integridad genética

Las especies pertenecientes al género *Vaccinium* poseen una característica genética de gran relevancia ya que no reproducen individuos similares a las plantas madre por lo que son considerados como organismos heterocigóticos (Yamamoto *et al.*, 2017).

Palma (2010), mencionó que estudios realizados han demostrado que en el arándano se han aplicado ciertas técnicas de propagación vegetativa, las cuales tienen como función la conservación del material genético y así garantizar ciertas características que le permitan obtener frutos en menor tiempo y de mejor calidad, por lo que este método se puede realizar ya sea por estacas, segmentos nodales como también mediante micropropagación con fines comerciales.

Yamamoto *et al.*, 2017) manifiesta que la técnica de macropropagación de esquejes de arándanos tiene como principal propósito el desarrollo de raíces adventicias en segmentos de tallos, es por este motivo que la presente técnica es la más común para la reproducción de esta especie, misma que tiene como finalidad el mantenimiento de la pureza genética.

### **2.3 Estadísticas de la producción mundial de arándanos**

De acuerdo con Ortiz (2022), para el año 2021, se sembraron 126 146 hectáreas de arándanos a nivel mundial, y se estima que la superficie de plantación mundial de arándanos es de aproximadamente 0.13 millones de hectáreas en 2022. Entre 2010 y 2019, la producción mundial de arándanos se duplicó de 439 000 t y 26 naciones productoras, a cerca de

1 millón de t y 30 países (USDA, 2021).

Para ese mismo año, en el mundo se importaron alrededor de 429 000 t de arándanos, lo que supone un incremento de 3.17 % más que el año anterior y una media anual de 30 200 toneladas (Ortiz, 2022).

## **2.4 Valor nutritivo**

Las bayas del cultivo de arándano son muy nutritivas, ricas en fibra y libre de grasas y sodio. Su aporte calórico es relativamente bajo, de unas 30 calorías por cada 100 gramos. Además, cuenta con un buen contenido de provitaminas A, vitaminas C, E y magnesio. En concreto, las vitaminas que se encuentran presente dentro de los arándanos son la vitamina C, el niacina (B3) y la riboflavina (Vitamina B2), las cuales está en una proporción de 10, 0.4 y 0.05 miligramos por cada 100 gramos de frutos de arándano. Las sales minerales más cuantiosos dentro de la composición de los arándanos son el potasio, el fósforo y el calcio, las cuales se encuentran en una proporción de 80, 12 y 10 miligramos por cada 100 gramos de arándanos (Torres, 2017).

## **2.5 Establecimiento *in vitro***

Para introducir en un material vegetal que se ha desarrollado en el exterior y es necesario las medidas enfocadas a eliminar los posibles microorganismos que puedan estar determinados sobre él. Seleccionar y separar de la planta el material que se desea cultivar. El material vegetal. Por último, se debe proporcionar al explante un ambiente apropiado a través de medios de cultivo sintéticos y condiciones de incubación adecuadas. Tanto asepsia como la inoculación del material vegetal se lleva a cabo en un ambiente estéril (Lostaunau, 2015).

### **2.5.1 La técnica de micropropagación.**

El cultivo *in vitro* accede el crecimiento y desarrollo de material vegetal en un frasco de vidrio que lo separan del ambiente exterior y lo conservan en condiciones controladas y aséptico. Entre las diversas técnicas de cultivo *in vitro*, la micropropagación está en la producción clonal de vegetales a

partir, generalmente, de ápices y yemas axilares. La elaboración de nuevas plantas se ve favorecida gracias al rápido crecimiento del material vegetal *in vitro* y a la proliferación de tallos, finalmente para formar plántulas que pueden crecer *in vitro* (Palacios, 2022).

## **2.6 Funciones de los aminoácidos**

Los aminoácidos son moléculas orgánicas pequeñas que contienen un grupo carboxilo (COOH) y un grupo amino (NH<sup>2</sup>). El grupo carboxilo es ácido débil, mientras que el grupo amino es básico débil. Todas las proteínas se construyen a partir de 20 aminoácidos, aunque se conocen muchos más aminoácidos; solamente los α-aminoácidos forman parte de las proteínas. Los aminoácidos también intervienen en la síntesis de aminor, alcaloides, vitaminas, enzimas y terpenoides. Participan en funciones metabólicas y de transporte en las plantas, mejoran los procesos de respiración y fotosíntesis, promueven el crecimiento vegetal (Ramírez-Cruz, M. Á., Bautista-Cruz, A., Báez-Pérez, A., Aquino-Bolaños, T., Morales, I., & García-Sánchez, E. (2022).

Los aminoácidos en la planta de arándanos incrementar la producción de biomasa, ayuda a proteger a la planta contra agentes bióticos, aumenta el contenido de antioxidantes de las hojas y mejora la absorción y translocación de nutrientes (Toapanta, 2022).

### **2.6.1 L-Glutamina.**

(Kan *et al.*, 2017) es citado por Ramírez (2022) donde indica que el .Ácido glutámico son los principales sustratos para la formación de tejido y síntesis de clorofila, lo cual incrementa la cantidad de azúcares formados durante la fotosíntesis. El ácido glutámico también contribuye a la aplicación exógena de algunos bioestimulantes como aminoácidos y otros compuestos orgánicos han mostrado estimular el crecimiento vegetal, facilitar la asimilación, la translocación y el uso de nutrimentos, lo que favorece el rendimiento

## 2.7 Medios de cultivo MS (Murashing & Skoog) 1962

Los medios de cultivo es una solución acuosa en donde se localizan disueltas sales minerales que aportan los elementos esenciales Macronutrientes (N, P, K, S, Ca y Mg) y Micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, y Co). Para el crecimiento y desarrollo de los tejidos vegetales, asimismo de carbohidratos, usualmente la sacarosa, para reemplazar el carbono que la planta fija debidamente de la atmósfera por medio de la fotosíntesis. También contiene compuestos orgánicos en pequeñas cantidades como vitaminas, aminoácidos y reguladores del crecimiento (Lostaunau, 2015).

### 2.7.1 Reguladores de crecimiento.

Las hormonas o fitohormonas son sustancias naturales, en concentraciones bajas, influyen en los términos fisiológicos de las plantas. Actualmente hay cinco grupos de reguladores de crecimiento, tanto naturales como sintéticos, de acuerdo con las diferencias en sus estructuras y efectos: auxinas, Giberelinas, Citoquininas, etileno e inhibidores. Las tres primeras llamadas hormonas estimuladoras y las dos restantes hormonas inhibidoras (Simirgiotis *et al.*, 2017).

El cultivo es muy sensible a factores abióticos como el pH, estrés hídrico, patógenos, la temperatura y especialmente al método de micropropagación. Como el paso de los tiempos se ha demostrado que el arándano se puede micropropagar por la vía de regeneración de brotes adventicios (organogénesis directa).

Según lo mencionado por Brenes *et al.*, (2015), Señalaron que para poder realizar la micropropagación *in vitro* se necesita explantes y diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento, aminoácidos como es el caso de L-Glutamina, entre otros.

**Auxinas:** Las Auxinas ayudan a la elongación de las células, inducción de callo y formación de raíz y brotes. Se administra bajas concentraciones de auxinas, predominará la formación adventicia de raíces, mientras que a altas concentraciones se promueve la formación

de callos. Las auxinas más usadas en el cultivo de tejidos son IAA, IBA, ANA, 2, 4-D (Tafur, 2018).

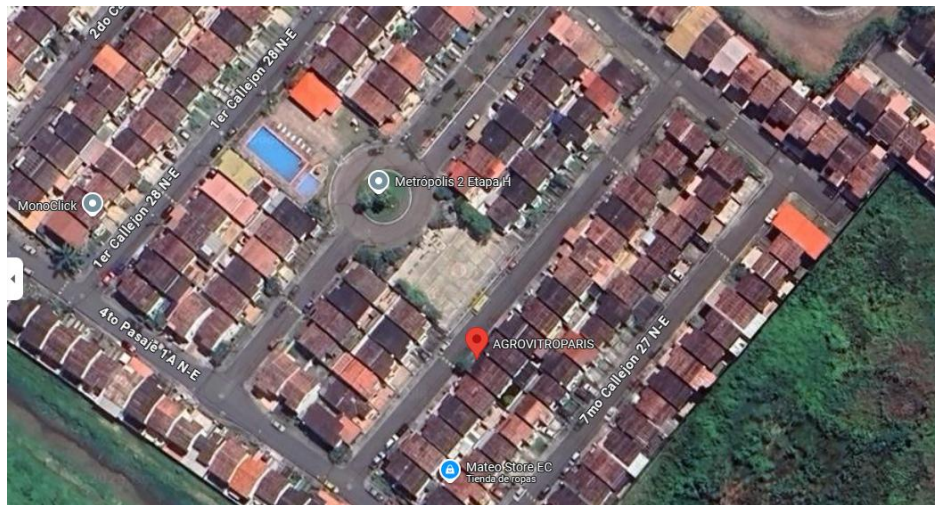
**Citocininas:** Las citocininas promueven la división celular, formación de brotes adventicios y axilares, embriogénesis e inhibición de formación de raíz. Las más utilizadas son: BA (benciladenina) llamada también 6 Bencilaminopurina (BAP), la cinetina y zeatina, utilizadas en concentraciones de 0.3 a 30 mg/l y el 2-iP (2- isopentenilaminopurina) que se utilizan en un rango de 5.0 a 20 mg/l permiten la partición de células para el desarrollo morfológico de la planta (Chicaiza, 2014).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación del experimento

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal AGROVITROPARIS S.A., en la provincia del Guayas cantón Guayaquil.

Figura 1  
Ubicación del experimento.



Tomado de: Google maps, 2025.

##### 3.1.1 Condiciones climáticas de la zona.

Según datos climáticos del METEORED (2025), las condiciones climáticas en Guayaquil son las siguientes:

- Temperatura 22 a 31 °C promedio anual
- Precipitación 2 321 mm
- Heliofanía 132.5 horas/luz/año
- Humedad Relativa 75 %
- Temperatura dentro del fitotrón 27°C

#### 3.2 Material vegetal de inicio

El material vegetal experimentado fueron microestacas de arándanos de la variedad Biloxi, extraídas de plántulas madre seleccionadas por su mejor aspecto agronómico, calidad, vigorosidad.

Las plántulas provinieron de un cultivo ubicado en el cantón Arenillas, provincia de El Oro, los esquejes fueron desinfectados rigurosamente para establecerlos en condiciones de total asepsia en el laboratorio AGROVITROPARIS S.A., con el fin de realizar la investigación utilizando diferentes dosis de L-Glutamina.

Las microestacas de arándanos se encontraban con cuatro meses de haber sido introducidas desde el campo y fueron las que se emplearon para evaluar el efecto del aminoácido en la brotación de yemas neoformadas.

### **3.3 Equipos y materiales**

#### **3.3.1 Equipos.**

- Balanza de precisión
- Balanza analítica
- Destilador de agua
- Autoclave
- Cabina de flujo laminar
- Agitador magnético
- Estufa
- Fitotrón
- Refrigeradora
- pH metro
- Acondicionador de aire

#### **3.3.2 Materiales.**

- Tijeras
- Pinzas
- Mango de bisturí # 4
- Cuchilla de bisturí # 23
- Vidriería Pirex de variada volumetría
- Marcadores permanentes
- Frascos de 200 mL

- Papel aluminio
- Cinta de plástico color blanca
- Cinta adhesiva
- Lámpara de alcohol
- Pulverizador de alcohol
- Papel toalla
- Detergente líquido
- Encendedor para mechero de alcohol

### 3.4 Tipo de investigación

La metodología corresponde al método experimental en laboratorio con condiciones controladas, en donde se evaluó la aplicación de diferentes dosis de aminoácidos (L-Glutamina) para la regeneración caulinar y radicular en plantas in vitro de arándanos.

### 3.5 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por seis dosis de L-Glutamina y se describen a continuación en la Tabla 2:

**Tabla 2.**

*Dosis de tratamientos.*

<b>Nro.</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis (mg)</b>
1	L-Glutamina	30
2	L-Glutamina	40
3	L-Glutamina	50
4	L-Glutamina	60
5	L-Glutamina	70
6	L-Glutamina	80
7	Testigo	0

### 3.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cinco repeticiones. Los datos tomados fueron analizados mediante análisis

de varianza (ANOVA).

**Tabla 3.**

*Esquema de Análisis de varianza.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos (T-1) (7-1)	6
Error experimental T (r-1) 7(5-1)	28
Total (T <sub>xr</sub> -1) (7x5-1)	34

- Ho: No existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.
- H1: Existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

### **3.6.1 Análisis estadístico.**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software InfoStat. Para las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba Tukey a un 95 % de probabilidad.

## **3.7. Manejo de Ensayo**

### **3.7.1 Condiciones del laboratorio para iniciar la investigación.**

El proceso inició con la limpieza total de todas las áreas del laboratorio, lavado de cristalería Pirex y los frascos de 200 mL. Después, fueron colocados éstos en un recipiente plástico durante ocho horas con 10 galones de agua incluyendo 10 mL de hipoclorito de sodio. Y finalmente, se los llevó a una rigurosa lavada con jabón líquido y agua, se los colocó en escurridor y finalmente se les dio el secado con la ayuda de una estufa.

### **3.7.2 Preparación de medios de cultivo.**

El proceso continuó con el peso de los reactivos químicamente puros, utilizando balanza analítica marca METTLER TOLEDO. Lo siguiente fue las formulaciones de los medios de cultivos: macronutrientes y micronutrientes, vitaminas de Morel, quelatos de hierro. Como fuente de energía se utilizó azúcar común, Phytigel para gelificar el medio y las fitohormonas (auxinas y citocininas). Adicional a eso, se pesaron las cantidades señaladas en el

diseño estadístico de la L-Glutamina; todos éstos fueron colocados en un Erlenmeyer (1 000 mL) adicionando 300 mL de agua destilada; posteriormente se ubicaron en un agitador magnético hasta homogeneizar todos los reactivos precipitados. Cuando ya estuvieron bien disueltas las soluciones, se adicionó agua destilada al Erlenmeyer hasta completar los 1 000 mL; luego se midió el pH, el cual estaba por encima de 5, por lo que, se adicionaron unas gotas de ácido clorhídrico, quedando éste en 4; y después a éste se le adicionó 2 g de Phytigel de la marca SIGMA y todo el contenido se colocó en la estufa hasta que hierva. Para dispensar el medio en cada recipiente se procedió a añadir 15 mL en cada frasco de 200 mL, tapados, sellados con papel aluminio y con cintas plásticas. Finalmente, se esterilizó el medio en una autoclave a 121 °C por 15 minutos. Para cada tratamiento se utilizó el mismo protocolo. La siembra aséptica se realizó bajo una campana de flujo laminar horizontal, con la ayuda de pinzas, mango de bisturí # 4 y cuchilla # 23; para flamear éstos fue necesario contar con un mechero de alcohol, en cada frasco se colocaron dos explantes (microestacas), cada frasco fue rotulado con la ayuda de un marcador permanente indicando el tratamiento y la respectiva repetición.

En lo relacionado al enraizamiento de las vitroplantas de arándanos, se utilizaron bandejas de color negro con 120 pocillos, y como sustrato se lo realizó con turba rubia. En cada pocillo se colocó una plántula y los primeros riegos fueron con agua destilada, ya que éstas salieron del frasco sin patógenos. Durante ocho días las bandejas permanecieron cubiertas con tapa transparente para que reciban la luz solar y luego se le fue levantando la tapa hasta que las vitroplantas mostraron endurecimiento.

### **3.8 Variables a evaluadas**

A los explantes de cada uno de los tratamientos se les evaluaron mediante las siguientes variables:

#### **3.8.1 Número de explantes contaminados.**

Se contabilizó visualmente los explantes contaminados desde el inicio hasta finalizar el experimento, posteriormente se promedió.

### **3.8.2 Número de entrenudos a los 30 días después de la siembra.**

El número de entrenudos de cada unidad experimental fue contabilizado a los 30 días después de la siembra, cuyos valores fueron promediados.

### **3.8.3 Número de hojas a los 30 días después de la siembra.**

A los 30 días de la siembra se contabilizó visualmente los números de hojas por explante dentro de la unidad experimental (frasco) y se promedió.

### **3.8.4 Altura de la planta a los 30 días después de la siembra (cm).**

A los 30 días después de la siembra se midió con la ayuda de una regla milimetrada la altura de la planta de cada unidad experimental y se promedió dicho valor en centímetros.

### **3.8.5 Número de entrenudos a los 50 días después de la siembra.**

Los entrenudos de cada uno de los explantes se contaron visualmente a los 50 días de la siembra y se promediaron.

### **3.8.6 Número de hojas a los 50 días después de la siembra.**

A los 50 días después de la siembra fueron evaluados los explantes de cada unidad experimental, contabilizando el número de hojas, luego se promedió.

### **3.8.7 Altura de la planta a los 50 días después de la siembra.**

A los 50 días después de la siembra se midió la altura de la planta de los explantes en centímetros de cada unidad experimental, posteriormente se promediaron sus resultados.

### **3.8.8 Longitud de raíz evaluada a los 50 días después de la siembra.**

A los 50 días de la siembra se midió la longitud de las raíces en centímetros con la ayuda de una regla milimetrada por explantes dentro de

la unidad experimental, luego se promediaron los resultados.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Número de explantes contaminados

En la Tabla 4, se visualiza los resultados del análisis de ANOVA referente al promedio del número de explantes contaminados, donde las medias de los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). Resultado que concuerda con Cepeda (2023), en su investigación de protocolo de micropropagación de arándano *in vitro* a través de aminoácidos (glutamina y glicina) donde realizó la aplicación de estos dos aminoácidos, solo y combinados no alcanzaron diferencias significativas. Resultados que difieren de Gutiérrez (2021) dentro de su investigación de micropropagación *in vitro* de arándanos, quien tuvo que utilizar en su investigación aminoácidos, juntamente con fungicida para la obtención de efectos de los tratamientos con diferencias estadísticas en la variable contaminación de explantes con explantes con mayor asepsia. En la presente investigación se observó que la aplicación de L-Glutamina no tuvo efectos significativos en el control de hongos y bacterias en los explantes, ya que dicho aminoácido solo desempeña un papel crucial en la promoción del crecimiento y la regeneración de tejidos, siendo importante la aplicación de fungicidas y bactericidas para evitar explantes contaminados.

**Tabla 4.**

*Promedio de número de explantes contaminados.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de explantes contaminados</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	0.20 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	0.60 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	1.40 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	0.60 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	0.60 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	1.00 A
T7 (Testigo)	1.20 A

X	0.80
p-valor	0.2212

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

#### 4.2 Número de entrenudos a los 30 días después de la siembra

Los resultados del análisis de ANOVA referente al promedio de número de entrenudos evaluados a los 30 días en la Tabla 5, se observó que las medias de los tratamientos reportaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), el Tratamiento 2 reportó el mayor promedio de número de entrenudos a los 30 días de la siembra con 8.80 entrenudos y el Tratamiento 1 presentó el menor promedio de número de entrenudos con 2.30 entrenudos. Resultado que concuerdan con Chen *et al.*, (2018), en China, quienes realizaron un ensayo en el área de laboratorio donde se adicionó el aminoácido L-Glutamina en el medio de cultivo. La presencia de estas sustancias produjo una mejora en la frecuencia de inducción del número de entrenudos de la planta. La presente investigación presentó un efecto positivo en la aplicación de L-Glutamina en los explantes de arándanos incrementando el número de entrenudos, gracias a que la L-glutamina tiene un efecto promotor sobre la división celular, lo que resulta en un aumento en el número de entrenudos.

**Tabla 5.**

*Promedio de número de entrenudos a los 30 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de entrenudos</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	2.30 B
T2(40 mg de L-Glutamina)	8.80 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	6.80 A B
T4(60 mg de L-Glutamina)	7.80 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	7.20 A B
T6(80 mg de L-Glutamina)	8.00 A
T7 (Testigo)	5.00 A B
X	6.56

p-valor	0.0069
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).	

### 4.3 Número de hojas a los 30 días después de la siembra

De acuerdo con la Tabla 6, se visualizaron los resultados del análisis de ANOVA referente al promedio del número de hojas evaluada a los 30 días, donde las medias de los tratamientos no obtuvieron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). A pesar de no alcanzar diferencias estadísticas, numéricamente los tratamientos con el aminoácido L-Glutamina alcanzaron medias mayores al Tratamiento Testigo. Krapp *et al.*, (2021), manifiestan que la aplicación de L-Glutamina promueve a incrementar el número de hojas en los cultivos, ya que actúa como una fuente de nitrógeno. En nuestra investigación la aplicación de L-Glutamina no tuvo significancia estadística en el cultivo de arándanos *in vitro*, numéricamente presentó un leve efecto del aminoácido en el número de hoja gracias a su fuente de nitrógeno que posee, incrementando levemente en el número de hojas.

**Tabla 6.**

*Promedio de número de hojas a los 30 días de la siembra.*

Tratamientos	Número de hojas
T1(30 mg de L-Glutamina)	4.60 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	7.20 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	7.40 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	7.60 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	6.80 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	7.80 A
T7 (Testigo)	3.00 A
X	6.34
p-valor	0.05114

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

#### 4.4 Altura de la planta a los 30 días después de la siembra (cm)

Según los resultados del análisis de ANOVA del promedio de altura de planta evaluada a los 30 días en la Tabla 7, se observó que las medias de los tratamientos no reportaron diferencias estadísticas ( $p>0.05$ ). A pesar de no obtener diferencias estadísticas, numéricamente los tratamientos con el aminoácido L-Glutamina obtuvieron medias mayores al tratamiento testigo. Forde y Lea (2021), mencionan que mediante la aplicación de L-Glutamina ayuda al crecimiento y desarrollo de las plantas. En la investigación la aplicación de L-Glutamina no presentó significancia estadística en el arándano *in vitro*, numéricamente alcanzó un leve efecto del aminoácido en la altura de planta, ya que el aminoácido L-Glutamina en dosis elevadas tiene la capacidad de la elongación en las plantas ayudando a un mayor crecimiento en los cultivos gracias a su efecto sinérgico como fuente de nitrógeno.

**Tabla 7.**

*Promedio de altura de la planta a los 30 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	3.00 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	5.06 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	4.70 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	4.44 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	3.48 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	4.60 A
T7 (Testigo)	2.80 A
X	4.01
p-valor	0.0234

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

#### 4.5 Número de entrenudos a los 50 días después de la siembra

De acuerdo con el análisis de ANOVA los promedios de altura de planta evaluada a los 50 días visualizados en la Tabla 8, se visualizó que las medias de los tratamientos no reportaron diferencias estadísticas ( $p>0.05$ ). Este

resultado concuerda con Chicaiza (2021), quien en su investigación *in vitro* no presentó diferencias significativas en la variable número de entrenudos a través de la aplicación de diferentes aminoácidos entre ellos la L-Glutamina. En la investigación la aplicación de L-Glutamina no presentó efectos positivos sobre la variable número de entrenudos eso se debe a la contaminación de los explantes por hongos y bacterias reduciendo su capacidad de generar entrenudos.

**Tabla 8.**

*Promedio de número de entrenudos a los 50 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de entrenudos</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	5.60 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	9.00 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	8.40 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	9.00 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	7.60 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	9.60 A
T7 (Testigo)	6.00 A
X	7.89
p-valor	0.1898

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

#### **4.6 Número de hojas a los 50 días después de la siembra**

Según los resultados del análisis de ANOVA del promedio de número de hojas evaluada a los 50 días en la Tabla 9, se observó que las medias de los tratamientos reportaron diferencias estadísticas ( $p<0.05$ ), el Tratamiento 6 reportó el mayor promedio de número de hojas a los 50 días de la siembra con 10.20 hojas y el Tratamiento 7 presentó el menor promedio de número de hojas con 4.80 hojas. Resultado corroborado con Cepeda (2023), quien manifestó que los aminoácidos son esenciales para la fotosíntesis y el crecimiento de las hojas. En esta investigación la aplicación de L-Glutamina presentó un efecto significativo en el número de hojas en relación con el

Tratamiento Testigo donde no se aplica aminoácido, gracias a que la L-Glutamina, ayuda en la síntesis de clorofila y otros compuestos fotosintéticos, mejorando así la eficiencia fotosintética, el crecimiento foliar y el número de hojas.

**Tabla 9.**

*Promedio de número de hojas a los 50 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hojas</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	6.40 A B
T2(40 mg de L-Glutamina)	7.60 A B
T3(50 mg de L-Glutamina)	7.80 A B
T4(60 mg de L-Glutamina)	7.80 A B
T5(70 mg de L-Glutamina)	7.20 A B
T6(80 mg de L-Glutamina)	10.20 A
T7 (Testigo)	4.80 B
X	7.20
p-valor	0.0497

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

#### **4.7 Altura de la planta a los 50 días después de la siembra (cm)**

De acuerdo con los resultados del análisis del ANOVA del promedio de altura de planta evaluada a los 50 días en la Tabla 10, se visualizó que las medias de los tratamientos no reportaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). A pesar de no obtener diferencias estadísticas, numéricamente los tratamientos con el aminoácido L-Glutamina presentaron medias mayores al Tratamiento Testigo. A pesar de no presentar diferencias estadísticas Reyes *et al.*, (2018), mencionan que la L-Glutamina es un aminoácido requeridos por el cultivo de arándanos, ya que desempeña un papel crucial al intervenir en el proceso de absorción de nitrógeno; en los tejidos vegetales, prácticamente todo el nitrógeno es asimilado mediante una reacción catalizada por la glutamina sintetasa, convirtiéndolo en glutamato y sintetizando aminas esenciales para el crecimiento (altura de planta) y desarrollo vegetal. A pesar de ser la L-

Glutamina un aminoácido importante en el cultivo de arándanos, en este estudio la aplicación del aminoácido presentó una leve altura de planta numéricamente, pero estadísticamente no presentó significancia, eso puede darse por la contaminación de los explantes que inhibió su crecimiento.

**Tabla 10.**

*Promedio de altura de la planta a los 50 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	4.68 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	5.48 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	5.60 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	4.90 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	4.22 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	4.90 A
T7 (Testigo)	3.60 A
X	4.77
p-valor	0.5806

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

#### **4.8 Longitud de raíz evaluada a los 50 días después de la siembra**

Según el análisis de ANOVA, los resultados del promedio de altura de longitud de raíz evaluada a los 50 días en la Tabla 11, se visualizó que las medias de los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). A pesar de no obtener diferencias estadísticas, numéricamente los tratamientos con el aminoácido L-Glutamina presentaron medias mayores al Tratamiento Testigo. A pesar de no obtener significancias estadísticas la aplicación de L-Glutamina Jiménez y Abdelnour (2018), expresan que los L-Aminoácidos, como la L-Glutamina, son fundamentales en el metabolismo vegetal y facilitan la absorción de nutrientes y el enraizamiento. Este efecto puede atribuirse a la capacidad de la L-Glutamina para actuar como un precursor en la síntesis de otros aminoácidos esenciales, lo cual es crucial para el crecimiento radicular. A pesar de no presentar significancia estadística

la aplicación de los L-Glutamina, reportó un ligero incremento en la longitud de la raíz numéricamente, la aplicación de este aminoácido no tuvo efectos significativos con lo especifica el autor Jiménez y Abdelnour (2018), que este aminoácido ayuda a incrementar la longitud de la raíz, este efecto se puede deber a la poca dosis de L-Glutamina aplicada en arándanos.

**Tabla 11.**

*Promedio de longitud de raíz a los 50 días de la siembra.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de raíz</b>
T1(30 mg de L-Glutamina)	6.42 A
T2(40 mg de L-Glutamina)	8.80 A
T3(50 mg de L-Glutamina)	6.64 A
T4(60 mg de L-Glutamina)	7.96 A
T5(70 mg de L-Glutamina)	7.68 A
T6(80 mg de L-Glutamina)	9.54 A
T7 (Testigo)	5.72 A
X	7.54
p-valor	0.2419

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

#### **4.9 Análisis económico**

En la Tabla 12, se visualiza lo invertido en el presente trabajo de investigación. En materiales directos se compraron los explantes de arándanos a USD 0.65 por unidad, el valor de los tubos de ensayo fue de USD 1.50 por unidad y la L-Glutamina se compró en el mercado a USD 25.00 por gramo. Según los tratamientos estudiados con su respectiva dosis, se dividió el valor de gramo (1 000 mg) para la cantidad mg utilizada en cada tratamiento. El tratamiento más costoso fue el seis (T6) por USD 4.15, mientras que el tratamiento más bajo fue el tratamiento siete (T7) por USD 2.15.

A continuación, se detallan los costos de inversión en el proyecto de investigación:

**Tabla 12.***Costos por tratamiento.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Materiales directos</b>	<b>Unidad (USD)</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Total</b>
T1	L-Glutamina (30 mg)	USD	0.75	2.90
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T2	L-Glutamina (40 mg)	USD	1.00	3.15
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T3	L-Glutamina (50 mg)	USD	1.25	3.40
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T4	L-Glutamina (60 mg)	USD	1.50	3.65
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T5	L-Glutamina (70 mg)	USD	1.75	3.90
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T6	L-Glutamina (80 mg)	USD	2.00	4.15
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	
T7	Testigo	USD	0.00	2.15
	Tubo de ensayo	USD	1.50	
	Explantes	USD	0.65	

## 5 CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusión

De acuerdo al primer objetivo que fue medir el efecto de la L-Glutamina sobre el desarrollo de entrenudos y enraizamiento de segmento nodales de arándano, provenientes de micropropagación, los tratamientos de L-Glutamina no presentaron diferencias estadísticas en el enraizamiento de segmento nodales de arándano y desarrollo de entrenudos a los 50 días, sin embargo, a los 30 días si presentó diferencias estadísticas donde el Tratamiento 6 (80 mg de L-Glutamina) reporta un desarrollo de entrenudos ligeramente superior a los 30 días.

Con respecto a determinar la mejor dosis de L-Glutamina en el desarrollo caulinar y radicular *in vitro* de arándanos variedad Biloxi, los diferentes tratamientos no alcanzaron una diferencia muy significativa, para poder recomendarlos.

Finalmente, sobre el siguiente objetivo de realizar el análisis económico de los tratamientos evaluados, se determina que económicamente no es viable el uso de L-Glutamina; principalmente por su elevado costo donde no se obtienen los resultados esperados de una buena asepsia total.

### 5.2 Recomendaciones

Realizar nuevas investigaciones con otros aminoácidos con diferentes dosis en la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos.

Realizar otros estudios de L-Glutamina con el uso de fungicida para analizar la contaminación de explantes en plantas *in vitro* de arándanos.

Realizar otras investigaciones experimentando diferentes dosis de distintos aminoácidos con otro tipo de variedades de arándanos.

## REFERENCIAS

- Angulo, A. B., Matamoros, R. C., & Gómez-Alpizar, L. (2015). Micropropagación de cuatro cultivares de arándano (*Vaccinium* spp.) a partir de segmentos foliares de dos procedencias. *Agronomía Costarricense*.
- Avila Guerrero, K. O. (2023). Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L), en el Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).
- Baldomero, N., Yescas, A., y Morales, V. (2017). Manejo agronomico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en la sierra norte de Oaxaca. *Universidad y Ciencia*, 6, 138–155
- Brenes Angulo, A., Castillo Matamoros, R., y Gómez-Alpizar, L. (2015). Micropropagación de cuatro cultivares de arándano (*Vaccinium* spp.) a partir de segmentos foliares de dos procedencias. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 7-23.
- Castillo Varela, C. (2024). Aporte de aminoácidos en la producción de arándano. *Revista Redagráfica* 2 (1). 2-4.
- Carrillo, M. (2021). Jorge Retamales: El Tour Mundial del Arándano permitirá comprobar la alta diversidad de zonas de cultivo y prácticas de manejo. *Blueberries Consulting*.  
<https://doi.org/https://blueberriesconsulting.com/el-tour-mundial-del-arandano-permitiracomprobar-la-alta-diversidad-de-zonas-de-cultivo-y-practicas-de-manejo2/>
- Cepeda, J. (2023). Optimización del protocolo de micropropagación *in vitro* de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi a partir de segmentos nodales. Recuperado de:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37876/1/BQ%20345.pdf>

Chen, L., Cai, Y., Liu, X., Yao, W., Guo, W., Sun, S., Wu, C., Jian, B., Han, T., & Hou, W. (2018). Improvement of Soybean Agrobacterium-Mediated Transformation Efficiency by Adding Glutamine and Asparagine into the Culture Media. *International Journal of Molecular Sciences*, 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms19103039>

Chicaiza, A. J. (2021). Organogénesis directa en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.): Revisión de Literatura (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021).

Chicaiza Vargas, R. I. (2014). Sustratos y reguladores de crecimiento para la propagación por estaca de morochillo o uvilla de árbol (*Acnistus arborescens*) (Bachelor's thesis).

Edquén Quintana, M. 2019. Seta de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. En Biloxi, región Jesús-Cajamarca. Consultado el 20 de abril de 2023. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3242>

Forde, B. G., y Lea, P. J. (2021). Glutamate in plants: Metabolism, regulation, and signaling. *Journal of Experimental Botany* 58(9).

García Rubio JC, García Gonzáles de Lena G y Ciordia Ara M. (2018). El cultivo de arándano en el norte de España. España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 188 p. Disponible en <http://www.serida.org/pdfs/7452.pdf>

Gutiérrez, M. (2021). Control de contaminantes microbianos en el establecimiento *in vitro* por segmentos nodales de *Vaccinium corymbosum* (Arándano). Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Disponible en

<https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12920/11126/42.0251.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Howell, J. S. (2019). Evaluation of three *in vitro* bioassays for measuring the anthelmintic activity of plant extracts containing condensed tannins (Doctoral dissertation, University of Georgia).

Jiménez, V., & Abdelnour, A. (2018). Protocolo de micropropagación de arándano nativo de Costa Rica (*Vaccinium consanguineum*). Recuperado de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-144.pdf>

Kalt, W., Lawand, C., Ryan, D. A., McDonald, J. E., Donner, H., Y Forney, C.F. (2003). Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(6), 917-923.

Kan CC, Chung TY, Wu HY, Juo YA, Hsieh MH (2017). Exogenous glutamate rapidly induces the expression of genes involved in metabolism and defense responses in rice roots. *BMC Genom.* 18: 186-202. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3588-7>

Krapp, A., Berthomé, R., Orsel, M., mercey-Boutet, S., Yu, A., Castaings, L. y Vedele, F (2021). Arabidopsis roots and shoots show distinct temporal adaptation patterns toward nitrogen starvation. *Plant Physiology* 157(3).

Lima, A. 2019. Crecimiento y desarrollo *vegetativo del arándano (Vaccinium corymbosum* L.). Var. Biloxi) en tres alturas en la Provincia de Loja (Ph.D., Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja, Loja. Ecuador). Consultado el 18 de abril de 2023. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22469>

- Lostaunau, G. (2015). Efecto de diferentes de concentraciones de ácido giberélico en la multiplicación de arándano (*Vaccinium corymbosum* cv. Biloxi), en la provincia de Huaraz Ancash. Huaraz - Perú: Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de: <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1092>
- Orga Porras, J. (2021). Cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en tanques en Villacurí, Estado de Ica. Consultado el 21 de abril de 2023. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4981>
- Ortiz, M. (2022). La producción mundial de arándanos alcanzaría las 935.500 toneladas este año. Recuperado el 20 de mayo de 2023 de: <https://redagricola.com/la-produccion-mundial-de-arandanos-alcanzaria-las-935-500-toneladas-este-ano/>
- Palacios Landeo, E. (2022). Establecimiento *in vitro* del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) de la variedad biloxi y micropropagación en condiciones de laboratorio en la provincia de Acobamba–Huancavelica.
- Palma, I. (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. Universidad De La Frontera Facultad De Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco – Chile. Pp. 58. Consultado 08 febrero 2021. Disponible en: <file:///C:/Users/Dellpc/Downloads/tesis%20arandano%20marco%20teorico.pdf>.
- Ramírez-Cruz, M. Á., Bautista-Cruz, A., Báez-Pérez, A., Aquino-Bolaños, T., Morales, I., & García-Sánchez, E. (2022). La aplicación foliar de ácido glutámico mejora el rendimiento y algunos parámetros físicos y químicos de la calidad del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Interciencia*, 47(1/2), 31-38.

- Reyes, J., Arzate, A., & Piña, J. (2018). Fuentes de sacarosa y nitrógeno orgánico influyen en la embriogénesis somática de *Agave angustifolia*. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n7/2007-0934-remexca-9-071508.pdf>
- Rico, M. 2016. Efecto del nitroprusiato de sodio en la regeneración *in vitro* de un híbrido del género *Polianthes*. Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco, A.C. Pp. 128. Consultado 09 de febrero 2021. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/93/1/Margaritha%20Elizabeth%20Rico%20Lemus.pdf>
- Rivadeneria, M. (2022). Cultivo del arándano. En Cultivo, poscosecha, procesado y comercio de berries (págs. 203-2021). <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12070>.
- Rodríguez, M. (2021). Asiento Blueberry De Alta Densidad, Opción Para Primeros Años De Producción. Consultado el 21 de abril de 2023. Disponible en: [https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf\\_000082.pdf](https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000082.pdf)
- Sánchez Panimboza, D. (2022). Efecto de sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de arándano (*Ericaceae vaccinium*) cultivar Biloxi a nivel de vivero en Guayaquil (Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Agrícolas). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59546>
- Simirgiotis, M. J., Quispe, C., Mocan, A., Villatoro, J. M., Areche, C., Bórquez, J., & Echiburu-Chau, C. (2017). UHPLC high resolution orbitrap metabolomic fingerprinting of the unique species *Ophryosporus triangularis* Meyen from the Atacama Desert, Northern Chile. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(2), 179-187.

- Tafur Tarrillo, R. (2018). Efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares y un regulador de crecimiento, sobre el crecimiento y desarrollo en plantas de *eucaliptus globulus*, bajo condiciones de vivero, distrito San Silvestre de Cochan, San Miguel, Cajamarca.
- Trauco, M. (2017). Efecto de cuatro concentraciones de Citoquininas en la multiplicación “*in vitro*” de Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). cv. Biloxy, Trujillo–La Libertad. Pp. 72. Consultado: 08 febrero 2021. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9944/Trauco%20Vilcarromero%20Mariela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toapanta Caiza, M. (2022). Establecimiento in vitro de plantas de arándanos variedad Biloxi (*Vaccinium corymbosum* L.) en el medio WPM. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36064/1/Tesis-316%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20%20Toapanta%20Caiza%20Marcia%20Viviana.pdf>
- Torres, J. (2017). El Cultivo de Arándano (*Vaccinium myrtillus* L.). Saltillo - Coahuila - México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42843/Torres%20P%C3%A9rez%20Juan%20Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- USDA, Foreign Agricultural Service. (2021). Arándanos en el mundo: pasado, presente y futuro. U.S. Department of Agriculture. Obtenido de: <https://www.fas.usda.gov/data/blueberries-around-globe-past-present-and-future>
- Villegas Lozada, L. (2022). Evaluación de tres sustratos para el desarrollo del cultivo Biloxi de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en el municipio de Montalvo (Tesis de Doctorado). Consultado el 19 de abril de 2023.

Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34563?locale=de>

Vinueza, D. (10 de Abril de 2023). Arándano, un mercado naciente con grandes oportunidades. Revista líderes: <https://www.revistalideres.ec/lideres/aran-dano-mercado-ecuador-oportunidades.html>

Vivar, E. (2024). Los arándanos de altura que coquetean con Asia, España e Israel. Forbes: <https://www.forbes.com.ec/negocios/los-arandanos-altura-coquetean-asia-espana-e-israel-n55296>

Zapién, M., & Esteves, E. (2021). Arándanos: gran potencial para exportación. MAÍZ&SOYA: <https://www.maizsoya.com/lector.php?id=20200828>

Yamamoto, L; Assis, A; Koyama, R; Borges, W; Favetta, V; Antunes, L; Roberto, S. R. (2017). Substrates and IBA concentrations on rooting of herbaceous cuttings of blueberry 'Woodard'. *Agronomy Science and Biotechnology*, 3(2), 113- 113. Consultado 09 febrero 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.33158/ASB.2017v3i2p113>

## ANEXOS

### Anexo 1.

*ANOVA del número de explantes contaminados.*

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,20	6	0,87	1,48	0,2212
Tratamiento	5,20	6	0,87	1,48	0,2212
Error	16,40	28	0,59		
Total	21,60	34			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,53541**

Error: 0,5857 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	1,40	5	0,34 A
T7	1,20	5	0,34 A
T6	1,00	5	0,34 A
T2	0,60	5	0,34 A
T5	0,60	5	0,34 A
T4	0,60	5	0,34 A
T1	0,20	5	0,34 A

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

### Anexo 2.

*ANOVA del número de entrenados a los 30 días después de la siembra.*

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	148,39	6	24,73	3,78	0,0069
Tratamiento	148,39	6	24,73	3,78	0,0069
Error	183,00	28	6,54		
Total	331,39	34			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,12894**

Error: 6,5357 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	8,80	5	1,14 A
T6	8,00	5	1,14 A
T4	7,80	5	1,14 A
T5	7,20	5	1,14 A B
T3	6,80	5	1,14 A B
T7	5,00	5	1,14 A B
T1	2,30	5	1,14 B

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

### Anexo 3.

ANOVA del número de hojas a los 30 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,89	6	16,65	2,43	0,0514
Tratamiento	99,89	6	16,65	2,43	0,0514
Error	192,00	28	6,86		
Total	291,89	34			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,25355

Error: 6,8571 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	7,80	5	1,17 A
T4	7,60	5	1,17 A
T3	7,40	5	1,17 A
T2	7,20	5	1,17 A
T5	6,80	5	1,17 A
T1	4,60	5	1,17 A
T7	3,00	5	1,17 A

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

### Anexo 4.

ANOVA de altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,38	6	4,06	2,95	0,0234
Tratamiento	24,38	6	4,06	2,95	0,0234
Error	38,61	28	1,38		
Total	63,00	34			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,35593

Error: 1,3790 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	5,06	5	0,53 A
T3	4,70	5	0,53 A
T6	4,60	5	0,53 A
T4	4,44	5	0,53 A
T5	3,48	5	0,53 A
T1	3,00	5	0,53 A
T7	2,80	5	0,53 A

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

## Anexo 5.

ANOVA de número de entrenudos a los 50 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72,74	6	12,12	1,58	0,1898
Tratamiento	72,74	6	12,12	1,58	0,1898
Error	214,80	28	7,67		
Total	287,54	34			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,55673

Error: 7,6714 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	9,60	5	1,24 A
T4	9,00	5	1,24 A
T2	9,00	5	1,24 A
T3	8,40	5	1,24 A
T5	7,60	5	1,24 A
T7	6,00	5	1,24 A
T1	5,60	5	1,24 A

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

## Anexo 6.

ANOVA de número de hojas a los 50 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80,00	6	13,33	2,45	0,0497
Tratamiento	80,00	6	13,33	2,45	0,0497
Error	152,40	28	5,44		
Total	232,40	34			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,68052

Error: 5,4429 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	10,20	5	1,04 A
T4	7,80	5	1,04 A B
T3	7,80	5	1,04 A B
T2	7,60	5	1,04 A B
T5	7,20	5	1,04 A B
T1	6,40	5	1,04 A B
T7	4,80	5	1,04 B

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

## Anexo 7.

ANOVA de altura de la planta a los 50 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,53	6	2,42	0,80	0,5806
Tratamiento	14,53	6	2,42	0,80	0,5806
Error	85,12	28	3,04		
Total	99,66	34			

### Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 3,0401 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	5,60	5	0,78
T2	5,48	5	0,78
T6	4,90	5	0,78
T4	4,90	5	0,78
T1	4,68	5	0,78
T5	4,22	5	0,78
T7	3,60	5	0,78

## Anexo 8.

ANOVA de longitud de raíz a los 50 días después de la siembra.

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,80	6	9,30	1,42	0,2419
Tratamiento	55,80	6	9,30	1,42	0,2419
Error	183,34	28	6,55		
Total	239,14	34			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,13370

Error: 6,5479 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	9,54	5	1,14 A
T2	8,80	5	1,14 A
T4	7,96	5	1,14 A
T5	7,68	5	1,14 A
T3	6,64	5	1,14 A
T1	6,42	5	1,14 A
T7	5,72	5	1,14 A

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

### **Anexo 9.**

*Visualización de hojas 30 después de siembra de plántulas de arándanos (Vaccinium corymbosum L.) Variedad Biloxi.*



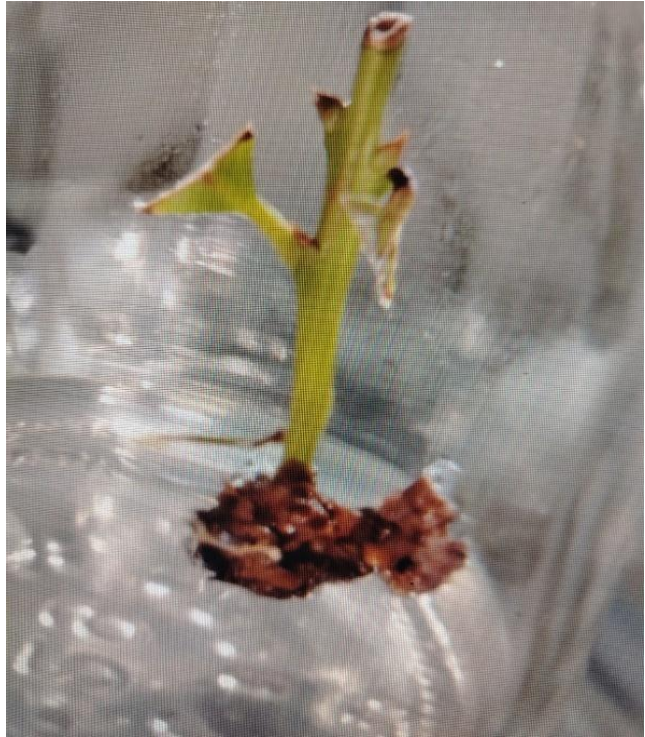
### **Anexo 10.**

*Visualización de hojas 50 días después de siembra de plántulas de arándanos (Vaccinium corymbosum L.) Variedad Biloxi.*



**Anexo 11.**

*Explante contaminado por hongos en plántula de arándanos (Vaccinium corymbosum L.) Variedad Biloxi.*



**Anexo 12.**

*Tratamientos de L-Glutamina en arándanos (Vaccinium corymbosum L.) variedad Biloxi.*



**Anexo 13.**

*Visualización de entrenudos en plántula de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Bolixi.*



**Anexo 14.**

*Asepsia de cristalería.*



**Anexo 15.**

*Desarrollo de explantes en fitotrón.*



**Anexo 16.**

*Vitroplantas de arándanos en etapa de enraizamiento.*





## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**, con C.C: **#0929673812** autor del trabajo de titulación: **Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la regeneración caulinar en plantas *in vitro* de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la provincia del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 12 de septiembre de 2025**

---

Nombre: **Romero Morán, Manuel Jeanpierre**

C.C: **0929673812**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Evaluación de diferentes dosis de aminoácidos para la regeneración caulinar en plantas <i>in vitro</i> de arándanos ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) variedad Biloxi, en la provincia del Guayas.		
<b>AUTOR</b>	Romero Morán, Manuel Jeanpierre		
<b>REVISOR/TUTOR</b>	Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph.D.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Carrera de Agropecuaria		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agropecuario		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	12 de septiembre de 2025	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	42
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Agronomía, producción de cultivos, biotecnología vegetal.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Multiplicación clonal, ácido glutámico, arándanos, crecimiento caulinar, variedad Biloxi, <i>in vitro</i> .		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> El arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.), conocido por su alto valor nutricional y comercial, se ha consolidado globalmente. En Ecuador, la variedad Biloxi destaca por su calidad. Sin embargo, la multiplicación <i>in vitro</i> enfrenta desafíos debido al estrés en las plántulas, afectando el crecimiento. Este estudio se enfoca en evaluar el efecto de diferentes dosis de L-Glutamina en la regeneración caulinar de arándanos Biloxi <i>in vitro</i> . Los objetivos específicos incluyen estudiar el efecto de L-Glutamina en el desarrollo de entrenudos y enraizamiento de segmentos nodales, determinar la dosis óptima para la regeneración caulinar y radicular, y realizar un análisis económico de los tratamientos. Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y cinco repeticiones, evaluando variables como el número de explantes contaminados, entrenudos, hojas, altura de plantas y longitud de raíces a los 30 y 50 días después de la siembra. La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal AGROVITROPARIS S.A., utilizando microestacas de arándano establecidas asépticamente. Con el objetivo enfocado en evaluar el desarrollo de entrenudos y enraizamientos, los resultados mostraron que, a los 50 días, no se observaron diferencias significativas. Sin embargo, a los 30 días, el T6 presentó un desarrollo superior, alcanzando diferencia estadística en ese momento. Los resultados orientados a determinar la mejor dosis para el desarrollo caulinar y radicular no mostraron diferencias significativas para poder recomendar. Finalmente, el análisis económico demostró que no es viable debido a su elevado costo y a la falta de resultados consistentes.			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-99-164-2007	<b>E-mail:</b> manuel.romero04@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADORA DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Noelia Caicedo Coello, MSc.		
	<b>Teléfono:</b> +593-987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			