



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Ingeniería Agronómica

**Efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi bajo criterios edáficos y calidad de fruto en condiciones de campo, en el sector La Argelia.**

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

#### **AUTOR:**

Juan Fernando Granda Morocho

#### **DIRECTOR:**

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg.

Loja - Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 16 de agosto de 2023

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi bajo criterios edáficos y calidad de fruto en condiciones de campo, en el sector La Argelia**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, de la autoría del estudiante **Juan Fernando Granda Morocho**, con **cédula de identidad** Nro. **1105795510**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
**JOHNNY FERNANDO  
GRANJA TRAVEZ**

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

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



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105795510

**Fecha:** 07 de agosto de 2023

**Correo electrónico:** [juan.f.granda@unl.edu.ec](mailto:juan.f.granda@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 098905213

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

Yo, **Juan Fernando Granda Morocho**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi bajo criterios edáficos y calidad de fruto en condiciones de campo, en el sector La Argelia**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintitrés días del mes de abril del dosmil veinticuatro.

**Firma:**



**Autor/a:** Juan Fernando Granda Morocho

**Cédula:** 1105795510

**Dirección:** Loja

**Correo electrónico:** juan.f.granda@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0989052138

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. Johnny Fernando Granja Trávez  
Mg.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo va dedicado a mis padres, Juan Granda, Wilma Morocho por el apoyo incondicional en cada paso de mi proceso educativo, a mis hermanas por ser la motivación de cada logro obtenido.

*Juan Fernando Granda*

## **Agradecimiento**

Gracias a Dios por permitirme culminar mi carrera por fortalecerme todos los días y permitirme creer en él.

Gracias a mi familia, por brindarme de su apoyo incondicional durante toda mi carrera, por ser siempre mis principales motivadores y los formadores de lo que ahora soy como persona.

Gracias a mis hermanas que, en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan para salir adelante.

Gracias a mis maestros que brindaron su conocimiento y apoyo para salir adelante día a día, en especial a mi asesor de tesis, el Ing. Jhonny Fernando Granja por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico durante todo el desarrollo del proyecto.

***Juan Fernando Granda***

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación .....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos.....	xiii
1. Título .....	1
2. Resumen .....	2
Abstract .....	3
3. Introducción.....	4
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
4. Marco teórico.....	7
4.1. Generalidades .....	7
4.2. Fertilización nitrogenada en arándano .....	7
4.3. Inhibidores de nitrificación .....	7
4.4. Podas.....	8
4.5. Calidad del fruto.....	8
4.6. Estudios de fertilización nitrogenada con inhibidores de nitrificación en algunos cultivos.....	8
5. Metodología.....	10
5.1. Metodología General.....	10
5.1.1. Área de estudio .....	10
5.1.2. Tipo de investigación .....	10
5.1.3. Material vegetal.....	11

5.1.4.	Diseño experimental.....	11
5.1.5.	Modelo Matemático .....	12
5.1.6.	Tratamientos .....	12
<b>5.2.</b>	<b>Metodología para el primer objetivo .....</b>	<b>14</b>
5.2.1.	Área foliar.....	14
5.2.2.	Índice de área foliar (IAF).....	14
5.2.3.	Diámetro de copa.....	14
5.2.4.	Cobertura de la planta.....	14
5.2.5.	Concentración de clorofila .....	15
5.2.6.	Conductancia estomática .....	15
5.2.7.	pH del suelo y Conductividad eléctrica (CE) del suelo.....	15
<b>5.3.</b>	<b>Metodología para el segundo objetivo .....</b>	<b>15</b>
5.3.1.	Porcentaje de cuaje .....	15
5.3.2.	Rendimiento .....	15
5.3.3.	Diámetro ecuatorial y polar (calibre) .....	16
5.3.4.	Firmeza del fruto .....	16
5.3.5.	Grados brix .....	16
5.3.6.	Acidez titulable.....	16
5.3.7.	Análisis estadístico .....	16
<b>6.</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>18</b>
<b>6.1.</b>	<b>Resultados para el primer objetivo.....</b>	<b>18</b>
6.1.1.	Área Foliar.....	18
6.1.2.	Índice de área foliar .....	18
6.1.3.	Diámetro de copa.....	19
6.1.4.	Cobertura de la planta.....	19
6.1.5.	Concentración de clorofila .....	20
6.1.6.	Conductancia estomática .....	21
6.1.7.	Ph del suelo .....	21
6.1.8.	Conductividad eléctrica .....	22
<b>6.2.</b>	<b>Resultados para el segundo objetivo.....</b>	<b>22</b>
6.2.1.	Cuaje.....	22
6.2.2.	Peso del fruto.....	23
6.2.3.	Rendimiento .....	24
6.2.4.	D. Ecuatorial.....	25
6.2.5.	D. polar.....	26

6.2.6. Firmeza.....	26
6.2.7. Brix.....	27
6.2.8 Acidez titulable.....	28
<b>7. Discusión .....</b>	<b>28</b>
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>32</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>33</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>34</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>40</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Descripción del diseño experimental para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	11
<b>Tabla 2.</b>	Descripción de los tratamientos para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	13
<b>Tabla 3.</b>	Dosis de fertilización para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	13
<b>Tabla 4.</b>	Diámetro de copa con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	18
<b>Tabla 5.</b>	Índice de área foliar con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	18

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del experimento del cultivo de arándano en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja. . 10	
<b>Figura 2.</b> Esquema del diseño experimental utilizado para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi..... 12	
<b>Figura 3.</b> Diámetro de copa con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 19	
<b>Figura 4.</b> Cobertura de la planta con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi..... 19	
<b>Figura 5.</b> Concentración de clorofila con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 20	
<b>Figura 6.</b> Conductividad estomática con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 21	
<b>Figura 7.</b> Efecto en el pH del suelo con de la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 21	
<b>Figura 8.</b> Efecto en la conductividad eléctrica con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 22	
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de cuaje con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 23	
<b>Figura 10.</b> Promedio de 10 frutos de arándano con factor poda(A) y con factor fertilización (B) con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 24	
<b>Figura 11.</b> Efecto de la interacción de poda con la fertilización en el rendimiento de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi ..... 25	
<b>Figura 12.</b> Diámetro ecuatorial de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi..... 25	
<b>Figura 13.</b> Diámetro polar de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi..... 26	

<b>Figura 14</b> Firmeza de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi.....	26
<b>Figura 15.</b> Grados brix de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi..	27
<b>Figura 16.</b> Acidez titulable de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi.....	28

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Aplicación de fertilizantes nitrogenados (sulfato de amonio) disuelto en agua para el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi.....	40
<b>Anexo 2.</b> Aplicación de podas en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	41
<b>Anexo 3.</b> Medición de conductancia estomática con parómetro en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi .....	42
<b>Anexo 4.</b> Recolección de muestras de suelo a 10 cm de profundidad con ayuda de un barreno para medición de pH y conductividad eléctrica en el cultivo de arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) var. Biloxi. ....	43
<b>Anexo 5.</b> Medición de diámetro ecuatorial y polar de los frutos de arándanos recolectados con ayuda de un pie de rey .....	44
<b>Anexo 6.</b> Medición de la firmeza de frutos de arándano utilizando un penetrómetro para fruta PCE-PTR 200 .....	44
<b>Anexo 7.</b> Medición de sólidos solubles (Brix) de frutos de arándano con un refractómetro digital para análisis de Brix en alimentos marca HANNA. ....	45
<b>Anexo 8.</b> Certificación de traducción del resumen. ....	46

## **1. Título**

**Efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi bajo criterios edáficos y calidad de fruto en condiciones de campo, en el sector La Argelia.**

## 2. Resumen

El arándano es un cultivo de importancia económica a nivel mundial por ser un fruto con gran demanda por sus propiedades que se le atribuyen a la salud humana. Ecuador, recientemente implementa este cultivo por productores y producido en pocos lugares, por lo que son poco conocidas las técnicas en cuanto a la fertilización nitrogenada y técnicas agronómicas como las podas. Por tal razón, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad de fruto del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var Biloxi sometido a dos intensidades de poda y dos tipos de fertilizaciones, sobre variables morfológicas, fisiológicas de las plantas, el pH y conductividad eléctrica del suelo. El ensayo se estableció en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” en la provincia de Loja, con un diseño experimental de parcelas divididas, en donde se aplicaron 4 tratamientos con 6 repeticiones, siendo la parcela principal el factor poda (con poda y sin poda) y la subparcela el factor fertilización (sulfato de amonio y sulfato de amonio con inhibidor de nitrificación). Los resultados mostraron que, la interacción entre el factor poda y la fertilización nitrogenada fue nula en variables como: área foliar, índice de área foliar, diámetro de copa, cobertura de la planta, conductancia estomática. En cuanto a la concentración de clorofila con SPAD se vio un incremento significativo en los tratamientos con sulfato de amonio más inhibidor de nitrificación DMPP independientemente del factor poda. Por otro lado, el pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo fueron alterados, aunque no de manera significativa para la fertilización haciendo que estos sean más ácidos. En cuanto a variables del objetivo número dos relacionadas con la calidad de fruto Para el diámetro ecuatorial y polar existió gran influencia de la poda, la cual presentó un diámetro ecuatorial promedio de 16,2 mm y un diámetro polar de 12,5 mm mientras que el tratamiento sin poda mostró un diámetro ecuatorial de 14,9 mm y un diámetro polar de 11,4 mm. Para la firmeza del fruto no se encontraron diferencias, todos los tratamientos oscilaban entre los mismos rangos de firmeza. Los sólidos solubles en tratamientos con poda mostraron un promedio de 13%, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo un promedio del 11% peso el tratamiento con poda obtuvo frutos con un peso promedio de 1,98 g; mientras que el tratamiento sin poda presentó un peso promedio de 1,49 g para así realizar un estimado del rendimiento el cual no se vio afectado entre tratamientos pues todos lograron un rendimiento similar.

**Palabras claves:** Arándano, poda, fertilización, inhibidores de nitrificación.

## **Abstract**

Blueberry is a globally significant crop due to its high demand attributed to its perceived health benefits. Ecuador has recently implemented cultivation of this fruit by producers, with limited production in specific locations. Consequently, there is limited knowledge regarding nitrogen fertilization and agronomic techniques such as pruning. The objective of this research was to evaluate the fruit quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) var Biloxi subjected to two pruning intensities and two types of fertilization, focusing on morphological and physiological plant variables, as well as soil pH and electrical conductivity. The trial was conducted at the Quinta Experimental Docente "La Argelia" in the province of Loja, using a split-plot experimental design with four treatments and six repetitions. The main plot represented the pruning factor (with pruning and without pruning), and the subplot represented the fertilization factor (ammonium sulfate and ammonium sulfate with the nitrification inhibitor). Results indicated that the interaction between pruning and nitrogen fertilization had no significant effect on variables such as leaf area, leaf area index, crown diameter, plant coverage, and stomatal conductance. A significant increase in chlorophyll concentration, as measured by SPAD, was observed in treatments with ammonium sulfate combined with the nitrification inhibitor DMPP, regardless of the pruning factor. Soil pH and electrical conductivity (EC) were altered, although not significantly, by fertilization, leading to increased soil acidity. Regarding variables related to the second objective of fruit quality, pruning had a considerable influence on equatorial and polar diameters. Pruned plants exhibited an average equatorial diameter of 16.2 mm and a polar diameter of 12.5 mm, while the non-pruned treatment showed an equatorial diameter of 14.9 mm and a polar diameter of 11.4 mm. No significant differences were found in fruit firmness, with all treatments falling within the same firmness range. Soluble solids in pruned treatments averaged 13%, whereas the non-pruned treatment yielded an average of 11%. Pruned plants produced fruits with an average weight of 1.98 g, while non-pruned plants had an average weight of 1.49 g. Overall, fruit yield estimates were similar across all treatments, indicating that pruning did not significantly impact yield.

**Keywords:** *Blueberry, pruning, fertilization, nitrification inhibitors.*

### 3. Introducción

El arándano es considerado un cultivo con alta rentabilidad, ya que poseen altas expectativas de crecimiento en el mercado internacional debido a sus características nutricionales y su impacto en la salud. Los arándanos contienen principalmente flavonoles, adicionalmente contiene no flavonoides que les otorgan su característica antioxidante, beneficios antialérgicos y antiinflamatorios, previenen el desarrollo de trastornos neurodegenerativos y retrasan el paso del envejecimiento celular, entre otros beneficios (Bedoya-Cataño et al., 2022; Cercado, 2019).

En el Ecuador se cultivan aproximadamente 50 hectáreas distribuidas en Pichincha, Cotopaxi, Carchi, Imbabura, Tungurahua, Azuay y Loja, obteniendo en el año 2021 un total de producción aproximadamente (MAG, 2022).

Uno de los factores más importantes dentro de este cultivo es su correcta fertilización nitrogenada, en donde los fertilizantes inorgánicos de N, principalmente las formas amoniacaes ( $\text{NH}_4^+$ ), son utilizados en campos comerciales de arándanos para estimular su crecimiento vegetativo y rendimiento de la fruta (Marty et al., 2019a). Sin embargo, el nitrógeno suele perderse temporal o permanentemente por la nitrificación, que es la transformación biológica de nitrógeno bajo forma amonio ( $\text{NH}_4^+$ )/amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) a las formas de N oxidado, nitrito y nitrato, por consecuencia un aumento de nitrógeno en los ecosistemas puede aumentar la concentración de productos tóxicos, como amoníaco, nitrito, ácido nitroso y ácido nítrico, causando contaminación en ecosistemas y en los suministros de agua subterránea (Larios-González et al., 2021).

Los inhibidores de la nitrificación son compuestos biológicos o químicos añadidos a fertilizantes inorgánicos que inhiben la actividad de las enzimas al inhibir la nitrificación, haciendo que este proceso sea más lento en el paso de amonio a nitrito y este a nitrato, además se reducen las pérdidas de N asociadas a los procesos de nitrificación como son desnitrificación y lixiviación, logrando así beneficios ambientales y económicos (Rodrigues dos Santos, 2018).

Otro factor importante es la calidad de fruto para la cual se realiza la aplicación de técnicas culturales como lo son las podas, debido a que el arándano produce más flores que las requeridas para realizar una buena cosecha, la eliminación de algunos brotes mediante podas puede aumentar la calidad de la fruta y concentrar la maduración del fruto. En una planta sin poda, las ramas primarias, y, en consecuencia, las ramas

productivas que de ella surgen, con el tiempo pierden progresivamente la capacidad de producción (Muñoz-Vega et al., 2017a; Pescie et al., 2011).

La fertilización nitrogenada con el uso de inhibidores de nitrificación se ha estudiado en especies como pepino, lechuga, maíz o naranjo dulce (Berríos & Pérez-Pastor, 2020; García-Sepúlveda et al., 2019; Rodríguez et al., 2011a; Ruiz-Olmos, 2018), sin embargo en el cultivo de arándano aún queda por investigar, para lo cual se plantea implementar este proyecto en nuestra ciudad, el cual sigue la línea de investigación de la Universidad Nacional de Loja en Sistemas agropecuarios sostenibles para la soberanía alimentaria, el cual tiene como objetivo contribuir a la generación de conocimiento científico-técnico en el campo agropecuario y del uso y aprovechamiento sostenible de los recursos para la producción, que garanticen la provisión de alimentos para la población nacional y la exportación. Sigue la línea de investigación de la Carrera de Agronomía de la Universidad Nacional de Loja denominada “Tecnologías para la producción y posproducción agrícola sostenible”.

Por ello y basándose en la información obtenida es que se plantea en la investigación el siguiente objetivo principal:

### **Objetivo general**

- Analizar el efecto de inhibidores de nitrificación y podas bajo criterios de calidad del fruto en el cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia de la provincia de Loja

### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del inhibidor de nitrificación dentro de parámetros fisiológicos y edáficos del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia, Loja.
- Identificar el efecto del inhibidor de nitrificación y poda bajo criterios de la calidad del fruto (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia, Loja.

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Generalidades**

El arándano pertenece al grupo de frutos rojos con bayas esféricas que son de color azul oscuro cuando maduran. Para su desarrollo prefiere suelos ácidos, con un pH entre 4.5 y 5.5 porosos, sueltos con buen drenaje debido al sistema radicular poco profundo que posee, que por lo general es restringido a los primeros 20 cm del suelo con raíces estrechas sin pelos. Es conocida como la “súper fruta” por sus características utilizadas en la prevención y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, diabetes, cáncer, enfermedades cardiovasculares, entre otras (Cortés-Rojas et al., 2016).

### **4.2. Fertilización nitrogenada en arándano**

La fertilización de nitrógeno recomendada para los arándanos por lo general oscila entre 20 y 140 kg/ha por año, y varían según la edad, el vigor de la planta, el tipo, la fertilidad del suelo y la ubicación. Recientemente se actualizaron los planes de fertilización de arándanos para el noroeste de los Estados Unidos y recomendaron aplicar 17–26 g de N por planta por año durante los primeros 4 años después de la siembra, de 110 a 160 kg/ha por año los siguientes 3 años y de 160 a 180 kg/ha por año una vez que las plantas alcanzan la madurez (Bryla & Machado, 2011).

Los fertilizantes inorgánicos de N, principalmente las formas amoniacales ( $\text{N-NH}_4^+$ ), se utilizan en los campos comerciales de arándanos para estimular el crecimiento vegetativo y el rendimiento de la fruta y su aplicación suele ir acompañada de tratamientos para el control de malezas (Marty et al., 2019).

### **4.3. Inhibidores de nitrificación**

Los inhibidores de la nitrificación pueden ser bien productos biológicos producidos por las plantas o de síntesis química, estos últimos son añadidos a los fertilizantes granulados, solubles o líquidos y, del mismo modo que los biológicos, son capaces de inhibir el crecimiento de los microorganismos nitrificantes. La mayoría de los inhibidores de nitrificación inhiben el primer paso enzimático de la nitrificación, que limita la velocidad, la conversión de  $\text{NH}_4^+$  en hidroxilamina ( $\text{NH}_2\text{OH}$ ) a través del amoníaco monooxigenasa (Friedl et al., 2020; Rodrigues dos Santos, 2018).

El inhibidor de la nitrificación fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP) es un compuesto poderoso que se puede utilizar para promover la eficiencia en el uso del

nitrógeno (N) y reducir las pérdidas de N de los sistemas agrícolas al desacelerar la nitrificación (Shi et al., 2016).

#### **4.4. Podas**

La poda es una práctica cultural utilizada ampliamente en diferentes especies frutales, cuyo objetivo es lograr una producción estable en cantidad y calidad a lo largo de la vida útil de la planta. Para el cultivo de arándanos tiene como objetivo producir consistentemente buenos rendimientos con fruta de alta calidad. Las ramas más productivas tienen 2,5 a 3,5 cm de ancho en su base y 4 a 6 años de edad, pero se necesitan ramas jóvenes de renovación y ramas mayores de apoyo. Cuando las plantas no se podan suficientemente, el número de brotes florales y bayas es demasiado alto, lo que dará como resultado bayas más pequeñas y de menor calidad (Muñoz-Vega et al., 2017a; Pescie et al., 2011).

#### **4.5. Calidad del fruto**

La cosecha de las frutas en el estado de madurez apropiado es un factor importante, debido a que de él depende la duración en almacenamiento del fruto, la calidad del producto final y la aceptación por parte del consumidor. Los índices más utilizados para medir la madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la prueba de almidón y la acidez, siendo todos ellos de empleo muy práctico (L. Zapata et al., 2013a).

#### **4.6. Estudios de fertilización nitrogenada con inhibidores de nitrificación en algunos cultivos**

En España se realizó un estudio del efecto de la nutrición mixta nítrico/amoniaco (ratio 1:1 a dosis de 18 mM de N•L<sup>-1</sup>) con y sin aplicación del inhibidor de la nitrificación (3,4- dimetilpirazol fosfato) en un cultivo de pepino producido en condiciones sub-óptimas y de alta salinidad. Los resultados demostraron que la aplicación del inhibidor unido a una nutrición mixta nítrica/amoniaco mediante fertirriego no presenta una ventaja ni para la producción ni para sus características (Ruiz-Olmos, 2018).

Berríos-Reyes y Pérez (2021) evaluaron el efecto del uso de inhibidores de la nitrificación sobre el crecimiento y producción de lechuga ‘Iceberg’ en España, en donde se establecieron 3 tratamientos de fertirrigación mediante la incorporación de inhibidores de nitrificación (bajo dos formatos, DMPP y DCD), obteniendo como resultados que la

incorporación de inhibidores de nitrificación no afectó el crecimiento durante el ciclo de cultivo, la producción ni la aptitud para la agroindustria.

Rodríguez et al, (2011) reportaron que con la aplicación de urea de liberación lenta se elevó el rendimiento de grano de trigo en Brasil sobre la urea común. Con 60 kg N ha<sup>-1</sup> de urea NBPT se obtuvo 37.5% más rendimiento de grano y 38% más de N absorbido con relación al suministro de 60 Kg N ha<sup>-1</sup> de urea normal.

Rodríguez et al. (2011) plantearon ver la efectividad del 3,4- dimetilpirazolfosfato (dmpp) en naranjo dulce en el noreste argentino con los tratamientos: 1. (Testigo) 150 kg de N ha<sup>-1</sup> (fertilizante 15-6-15-6); T2. 75 kg de N ha<sup>-1</sup> (sulfonitrato de amonio (SNA) 26 % N) tratado con DMPP (0,8% respecto al N amoniacal); T3. 150 kg de N ha<sup>-1</sup> (SNA 26 % N), tratado con DMPP (0,8% respecto al N amoniacal). Los resultados obtenidos permiten establecer que, en suelos arenosos, el agregado de DMPP mejora la eficiencia de la fertilización nitrogenada. Con igual aporte nitrogenado, se incrementan los rendimientos y las concentraciones foliares de N y con la mitad de la dosis se logran rendimientos equivalentes al testigo.

García-Sepúlveda et al.(2019) Evaluaron el inhibidor de la nitrificación DMPP en la fertilización del maíz forrajero en la Comarca Lagunera de México, para lo cual se evaluaron cinco programas de fertilización con y sin inhibidor de nitrificación DMPP más un testigo regional con fertilización convencional. Se obtuvo que la mejor calidad forrajera con contenido de proteína cruda (8.95%) se registró con el inhibidor de nitrificación (360 kg de N ha<sup>-1</sup> + IN DMPP), de igual manera el tratamiento basado en 240 kg N ha<sup>-1</sup> + IN DMPP fue el que obtuvo el mayor rendimiento (6.05 t ha<sup>-1</sup>) superando al testigo regional (240 kg N ha<sup>-1</sup> sin IN DMPP) en 550 kg/ha<sup>-1</sup>.

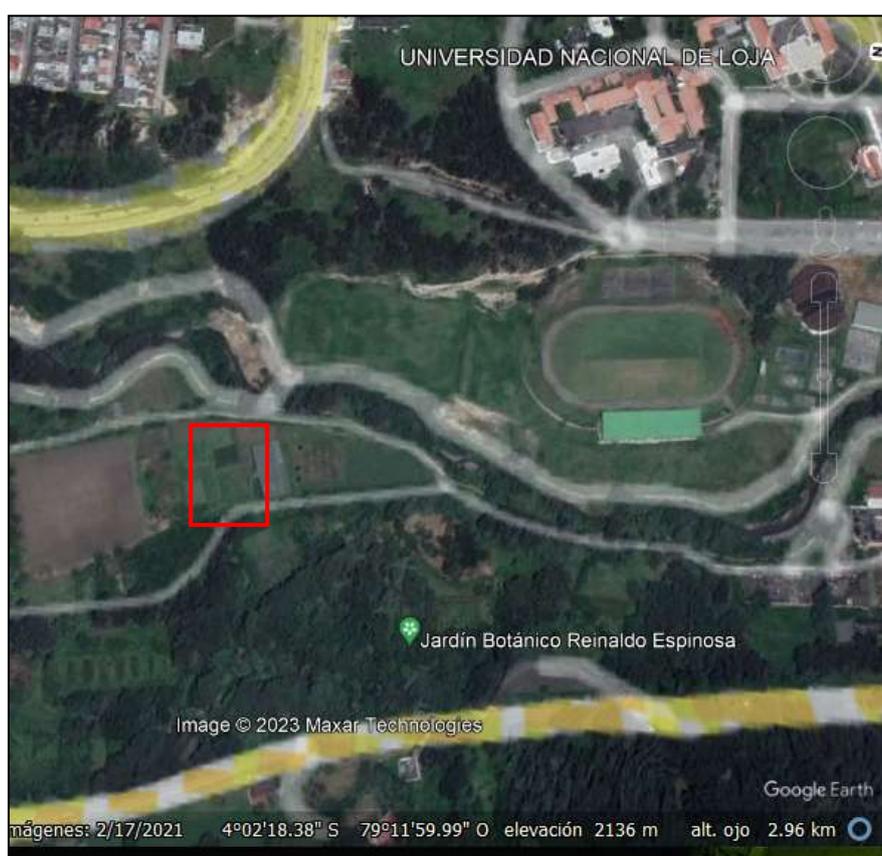
En cuanto a la poda de este cultivo, en un estudio realizado con arándano altos del sur (*Vaccinium corymbosum*) var. O'Neal en la provincia de Buenos Aires se evaluó el efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad del fruto, para lo cual se implementaron 4 tratamientos: 1) en invierno (PI), 2) en invierno y despunte de verano (PIDV), 3) intensa en verano (PIV) y 4) testigo sin podar (testigo). Como resultado se obtuvo que el tamaño de fruto mejoró significativamente con la poda, independientemente del momento o de la intensidad. Sin embargo, las plantas PIV mostraron una reducción significativa del rendimiento de 3,6 kg/planta (Pescie et al., 2011).

## 5. Metodología

### 5.1. Metodología General

#### 5.1.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja ubicada en la parroquia San Sebastián del cantón Loja, provincia de Loja, a una latitud de 4°02'18'' sur y longitud de 79°12'00'' oeste como se observa en la figura 1. La zona posee una temperatura media de 17 °C, una precipitación anual de 950 mm, humedad relativa media del 72 % y una altitud de 2 133 m.s.n.m (PDOT cantón Loja, 2020).



**Figura 1.** Mapa de ubicación del experimento del cultivo de arándano en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja.

#### 5.1.2. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo y cualitativo debido a que se trabajó en condiciones de campo aplicando tratamientos y otra parte se trabajó en laboratorio para obtener información de variables cualitativas, por lo que se requiere un manejo adecuado de variables para la obtención correcta de resultados.

### 5.1.3. *Material vegetal*

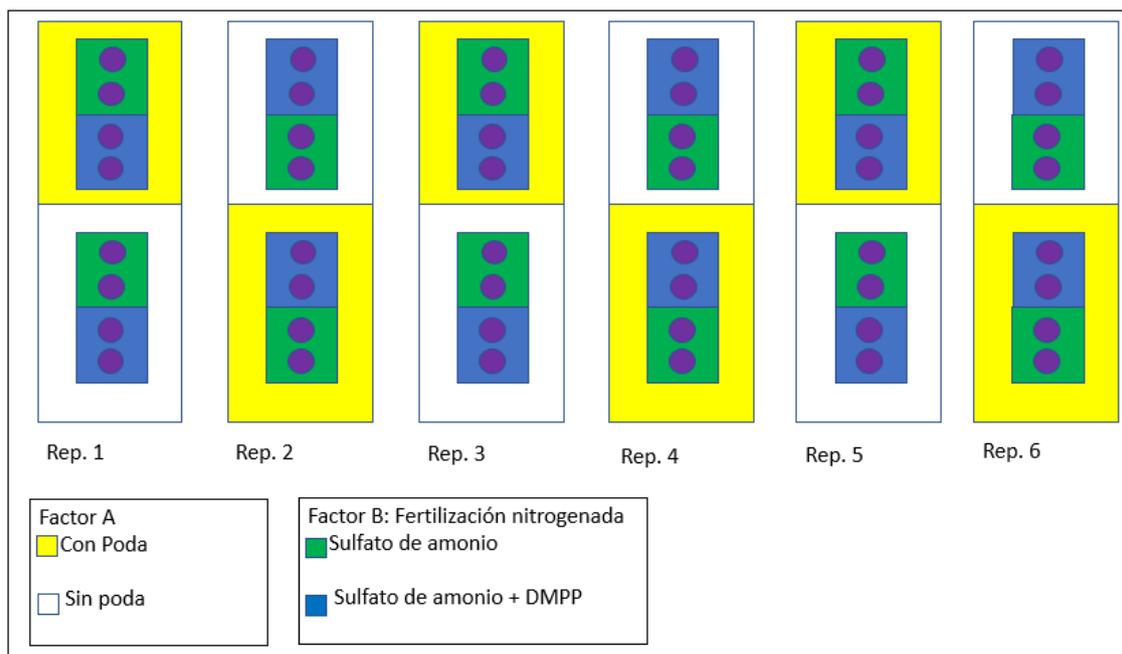
El proyecto se llevó a cabo en un cultivo de arándano variedad Biloxi ya establecido, con plantas de 2 años y 2 meses de edad, en un marco de plantación de 2 m entre filas y 1 m entre plantas. Este cultivo tiene una extensión de 136,6 m<sup>2</sup> con una población de 48 plantas distribuidas en 6 camas levantadas compuestas por tierra conjuntamente con cascarilla de arroz y cubiertas con plástico de color negro.

### 5.1.4. **Diseño experimental**

Se utilizó un arreglo bifactorial con un diseño de parcelas divididas en donde a las parcelas principales se aplicaron el factor poda y en las subparcelas el factor fertilización nitrogenada (Tabla 1). De igual manera se presenta su respectivo esquema de la distribución de los tratamientos y repeticiones (figura 2).

**Tabla 1.** Descripción del diseño experimental para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

<b>Diseño</b>	<b>Descripción</b>
Parcela principal	Poda
Subparcela	Fertilización nitrogenada
Tratamientos	4
Repeticiones	6
Número de unidades experimentales	24 (48 plantas)
Unidad experimental	2 plantas de arándano



**Figura 2.** Esquema del diseño experimental utilizado para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 5.1.5. Modelo Matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y$  = Variable respuesta

$\mu$  = Media global de la variable respuesta.

$\alpha$  = Efecto del factor parcela (Poda)

$\delta$  = Error de la parcela

$\beta$  = Efecto de la subparcela (Fertilización nitrogenada)

$(\alpha\beta)$  = Efecto de la interacción entre parcela y subparcela

$\varepsilon$  = Error de la subparcela

### 5.1.6. Tratamientos

El factor poda tuvo dos niveles: el primer nivel con la aplicación de podas y el segundo nivel sin poda. De la misma manera el factor fertilización nitrogenada tuvo dos niveles: el primer nivel fue la aplicación de sulfato de amonio y el segundo nivel la aplicación de sulfato de amonio con un inhibidor de nitrificación denominado DMPP

(Tabla 2). De igual manera se realizó el cálculo para obtener las cantidades de fertilizantes a utilizar, esto se muestra en la tabla 3.

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

Tratamientos	Tipo de poda	Fertilización nitrogenada
T1	Poda	Sulfato de amonio
T2	Sin poda	Sulfato de amonio
T3	Poda	Sulfato de amonio + Inhibidor de nitrificación (DMPP)
T4	Sin poda	Sulfato de amonio+ Inhibidor de nitrificación (DMPP)

**Tabla 3.** Dosis de fertilización para la evaluación del efecto de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

	g/planta	g/24plantas	1 vez a la semana (g) por 16 semanas
Sulfato de amonio	3.78	66.7	1067.2
sulfato de potasio	1.03	24.89	398.24
DMPP	3.89	93.3	1492.8

La fertilización para el tratamiento con sulfato de amonio sin inhibidor de nitrificación se aplica junto a sulfato de potasio para equiparar las cantidades de nutrientes debido a que el tratamiento con inhibidor de nitrificación se logró conseguir de manera comercial con un producto llamado Novatec el cual contenía potasio (Anexo 1).

En cuanto a la poda, se aplicó una poda de producción la cual consiste en eliminar todos los brotes que produjeron fruta la temporada anterior, así como brotes cruzados, ramas viejas improductivas y enfermas, mejorando la aireación y la entrada de luz hacia el interior de la planta (Anexo 2), dejando solamente cuatro ramas con vigor para su producción, realizada un mes después de la respectiva fertilización de corrección de nutrientes que estaban en deficiencia para el cultivo, conjuntamente con la fertilización nitrogenada semanal establecida en los tratamientos. Luego de este proceso se esperó una semana y se dio inicio a la toma de datos.

## 5.2. Metodología para el primer objetivo

Determinar el efecto del inhibidor de nitrificación dentro de parámetros fisiológicos y edáficos del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia, Loja.

Para el cumplimiento del presente objetivo se evaluaron las siguientes variables:

### 5.2.1. Área foliar

Se tomaron 50 hojas al azar por cada tratamiento, a las cuales se les realizó la medición del largo de la hoja y ancho de la lámina foliar con la ayuda de un flexómetro o regla. Luego estos datos se exportaron a Excel donde se obtiene una regresión polinómica para estimar el área foliar, y el mejor ajuste fue el modelo polinómico utilizando el ancho de la hoja con la siguiente fórmula:

$$y = -0,1985x^2 + 2,5021x + 1,084$$

### 5.2.2. Índice de área foliar (IAF)

Se utilizó la fórmula para estimar el IAF:

$$IAF = \frac{AF}{AS}$$

Donde AF: área foliar por planta y AS: área sembrada.

La toma de datos se realizó al finalizar el ensayo conjuntamente con el área foliar.

### 5.2.3. Diámetro de copa

Se midió con un flexómetro, el diámetro de los arbustos a manera de una cruz de norte a sur (d1) y de este a oeste (d2), los valores obtenidos se remplazaron en la fórmula (Maticorena, 2017):

$$\text{Diámetro} = \frac{(d1 + d2)}{2}$$

Donde: d1 = Distancia norte a sur; d2 = Distancia este a oeste; 2 = Constante. Esta variable se midió en centímetros (cm).

### 5.2.4. Cobertura de la planta

Se midió la copa de la planta con un flexómetro en forma de una cruz, se calculó el radio y luego se promediaron los valores obtenidos utilizando la fórmula  $A = \pi r^2$  (Mesa, 2015).

### **5.2.5. Concentración de clorofila**

La cantidad relativa de clorofila se determinó a través de la medición de la absorción de las hojas. Se realizó la medición en 4 hojas por cada unidad experimental, para esto se utilizó el SPAD (Calderón Medellín et al., 2011).

Para estas tres variables mencionadas de diámetro de copa, cobertura de la planta y concentración de clorofila los datos se tomaron cada 15 días.

### **5.2.6. Conductancia estomática**

Con un porómetro se midió la conductancia estomática de 3 hojas por cada unidad experimental, usando la técnica del estado estacionario (esta técnica mide la presión de vapor y el flujo de vapor sobre la superficie de la hoja) (Pino V. et al., 2019), realizando la medición cada 30 días (Anexo 3).

### **5.2.7. pH del suelo y Conductividad eléctrica (CE) del suelo**

Se tomaron 200 g de suelo, a una profundidad de 5 - 10 cm de cada tratamiento como se muestra en el anexo 4, y se realizó el análisis en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Loja. Para ello se realizó dos veces durante todo el proyecto, una al inicio y una al finalizar.

## **5.3. Metodología para el segundo objetivo**

Identificar el efecto del inhibidor de nitrificación y poda bajo criterios de la calidad del fruto en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia, Loja.

Para el cumplimiento del segundo objetivo se evaluaron las siguientes variables:

### **5.3.1. Porcentaje de cuaje**

Se identificó un brote de yemas florales, en la que se contabilizó el porcentaje de botones florales obtenidos y se le dió un seguimiento hasta identificar el porcentaje de frutos cuajados en base a la floración y finalmente se contabilizó el porcentaje de frutos colectados que se obtuvieron de este brote.

### **5.3.2. Rendimiento**

Para estimar el rendimiento se procedió a contabilizar el número total de frutos obtenidos por planta y se calculó el rendimiento estimado pesando 20 frutos, sacando un promedio y multiplicándolo por el número de frutos por planta.

### **5.3.3. *Diámetro ecuatorial y polar (calibre)***

Se procedió a tomar una muestra de 10 frutos por tratamiento, en los cuales se realizó una medición del diámetro ecuatorial y polar de cada uno de los frutos, este proceso se realizó con un calibre.

### **5.3.4. *Firmeza del fruto***

Se midió a través de un penetrómetro digital equipado con una punta roma de 6 mm. Los frutos se lavaron, seguidamente se penetraron en la zona ecuatorial. Los resultados se expresaron en Newtons (N) (Mesa, 2015).

### **5.3.5. *Grados brix***

Se tomó una muestra de 10 frutos obtenidos por tratamiento. Se lavaron, posteriormente se cortaron por la mitad y se los maceró en un mortero, con el líquido extraído se registró la lectura con un refractómetro digital.

### **5.3.6. *Acidez titulable***

Se seleccionaron 10 frutos por cada unidad experimental, donde la acidez titulable se determinó por valoración con 0.1 ml NaOH hasta obtener un pH 8.1- 8.3 de jugo de la fruta diluido en 50 ml de agua desionizada. Los gastos de NaOH se transformaron y se expresaron en gramos de ácido cítrico en 100 ml según la siguiente fórmula (L. Zapata et al., 2013b):

$$\% \text{ de acidez} = \frac{V \times N \times \text{meq} \times 100}{M}$$

Donde:

**V** = Volumen del álcali gastado en la titulación de una alícuota.

**N** = Normalidad de álcali, generalmente 0.1

**meq** = Valor del miliequivalente en gramos del ácido en el que se quiere expresar la acidez.

### **5.3.7. *Análisis estadístico***

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat, en donde los datos ingresados fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA con un p-valor < 0.05. Los supuestos se evalúan para ver si se puede utilizar un análisis paramétrico (en este caso el ANOVA), asimismo se realizó una prueba de comparaciones múltiples mediante el test Tukey al 95% para variables que presenten diferencia estadística significativa. Además,

se realizó un análisis de correlación de Pearson al 95% para estudiar la correlación entre las variables cuantitativas.

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados para el primer objetivo

Determinar el efecto del inhibidor de nitrificación dentro de parámetros fisiológicos y edáficos del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el sector La Argelia, Loja.

#### 6.1.1. Área Foliar

Tras realizar el análisis de datos se encontró que no existen diferencias significativas para el área foliar como se muestra en la tabla 4 con un p-valor de 0,3856.

**Tabla 4.** Área foliar con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi. Las letras iguales indican que no existen diferencias significativas.

t	Poda	Fertilización	Medias
t2	Sin poda	Sulfato de amonio	0,04
t1	Con poda	Sulfato de amonio	0,04
t3	Con poda	Inhibidor DMPP	0,04
t4	Sin poda	Inhibidor DMPP	0,03

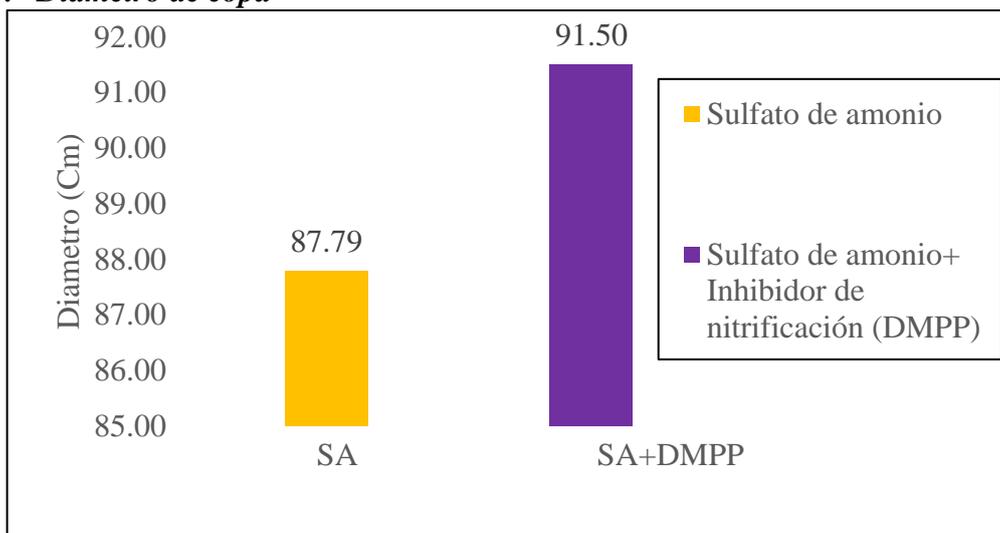
#### 6.1.2. Índice de área foliar

Se encontró que no existen diferencias significativas para el índice de área foliar con respecto a la interacción del tipo de fertilización con el tipo de poda con un p-valor de 0,5232 todas presentan un promedio similar (tabla 5).

**Tabla 5.** Índice de área foliar con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi. no existe diferencia significativa para los tratamientos.

t	Poda	Fertilización	Medias
t1	Con poda	Sulfato de amonio	237.37
t3	Con poda	Inhibidor DMPP	199.71
t4	Sin poda	Inhibidor DMPP	193.01
t2	Sin poda	Sulfato de amonio	199.71

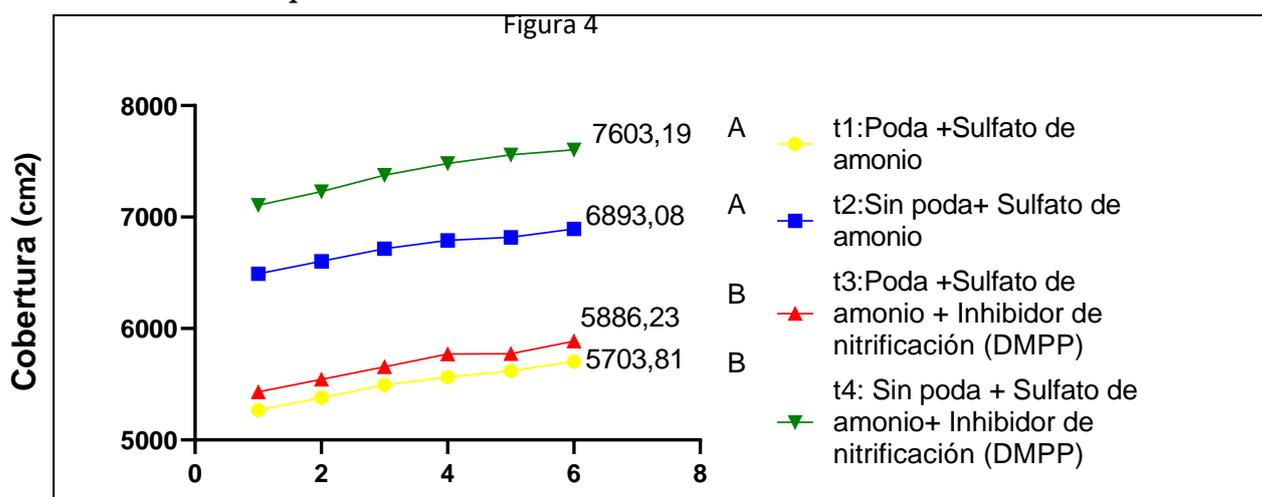
### 6.1.3. Diámetro de copa



**Figura 3.** Diámetro de copa con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

No se encuentran diferencias significativas para el efecto de la poda con fertilización para el diámetro de copa, sin embargo, se puede observar que los promedios más elevados son para los tratamientos a los cuales no se les aplicó poda, además se realizó una comparación en el tipo de fertilización siendo estadísticamente significativo dando un p-valor de 0,0314 en donde la aplicación del sulfato de amonio más inhibidor de nitrificación DMPP obtiene una media de 91,50 cm frente a la fertilización de sulfato de amonio sin inhibidor de nitrificación que tiene una media de 87,79

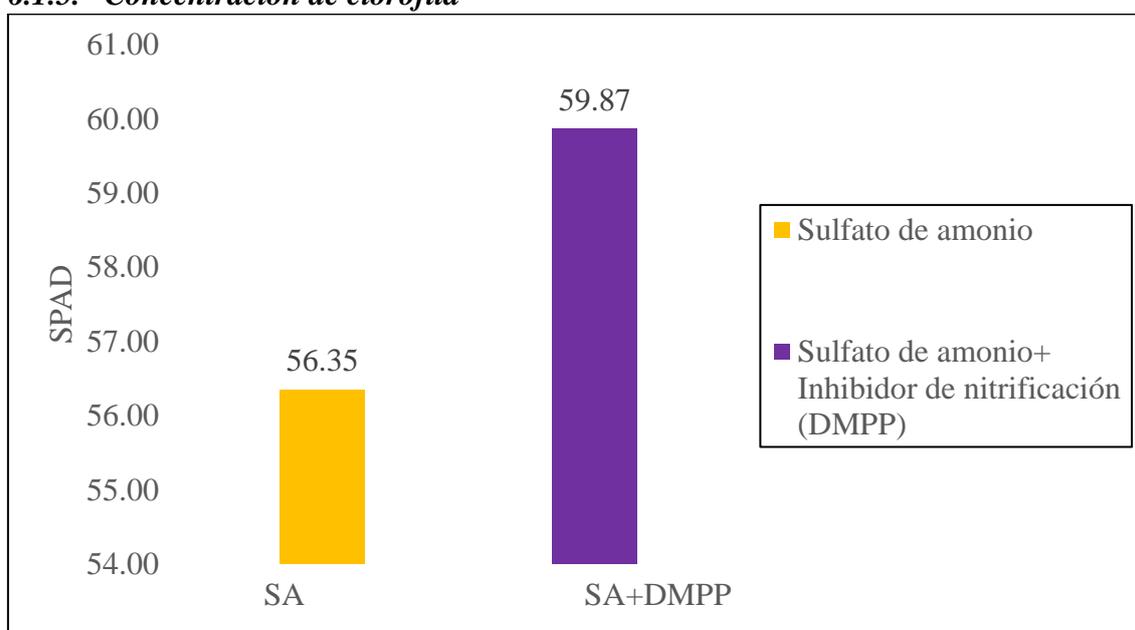
### 6.1.4. Cobertura de la planta



**Figura 4.** Cobertura de la planta con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

Se encuentran diferencias significativas mediante la prueba de tukey ( $\alpha=0,05$ ) letras diferentes muestran diferencias significativas en cuanto a la cobertura, para el efecto de la poda con fertilización con un p-valor de 0,001 siendo el tratamiento sin poda más inhibidor de nitrificación DMPP (t4) el más alto con una media de 7603,19 cm<sup>2</sup> (Figura 4).

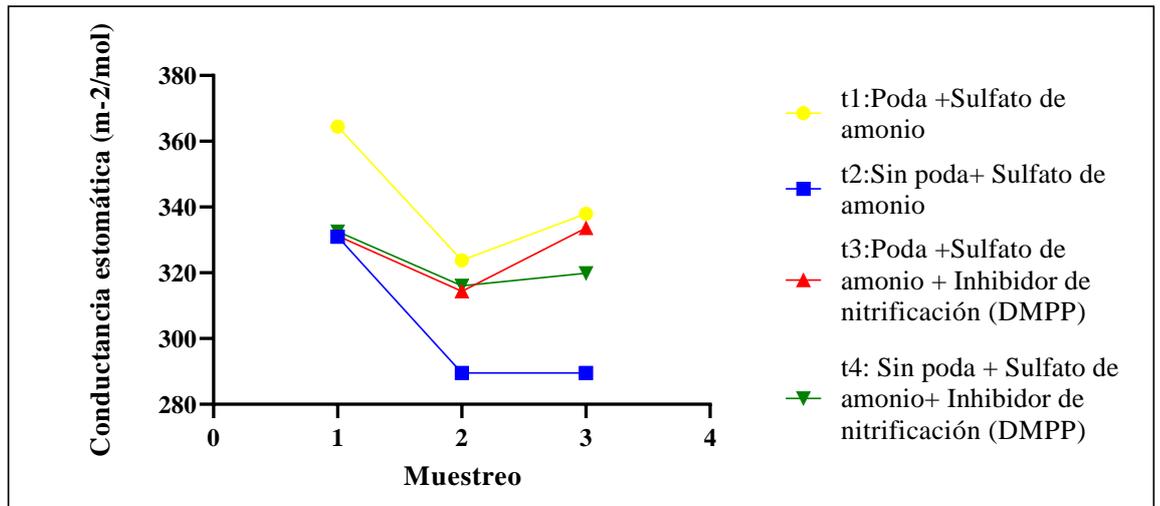
#### 6.1.5. Concentración de clorofila



**Figura 5.** Concentración de clorofila con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

Una vez realizado los análisis no se encuentran diferencias significativas para el efecto de la poda con fertilización ni los días después de la aplicación, sin embargo, se encuentran diferencias significativas con un p-valor de 0,011 para un efecto de la fertilización, siendo el mayor el sulfato de amonio más inhibidor de nitrificación DMPP que obtiene una media de 59,87. (Figura 5)

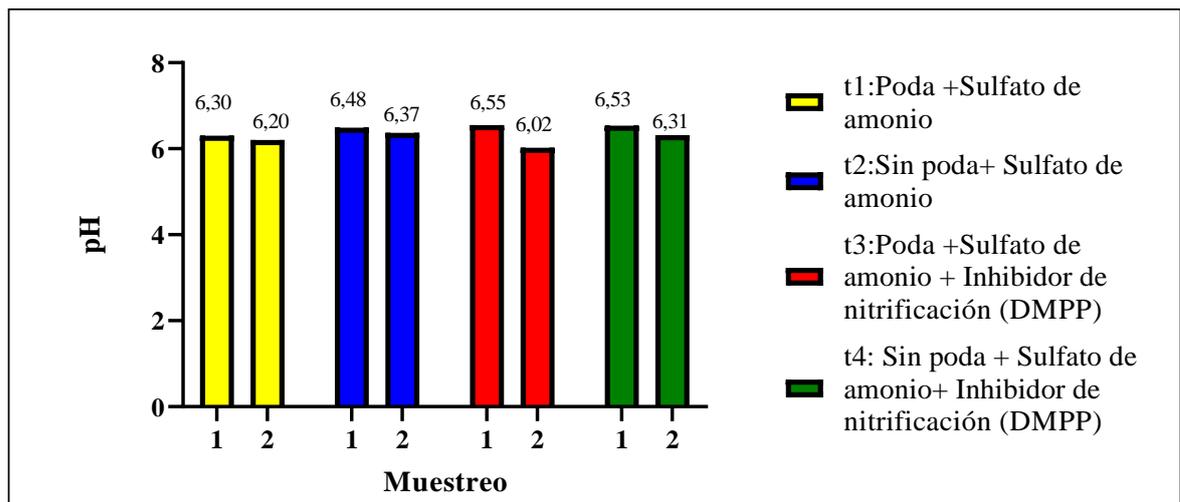
### 6.1.6. Conductancia estomática



**Figura 6** Conductividad estomática con la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

La conductancia estomática no presenta diferencias significativas entre tratamientos, pero se puede observar la tendencia que siguen los tratamientos que después de 30 días después del primer muestreo la conductancia desciende y posteriormente trata de mantenerse (figura 6.).

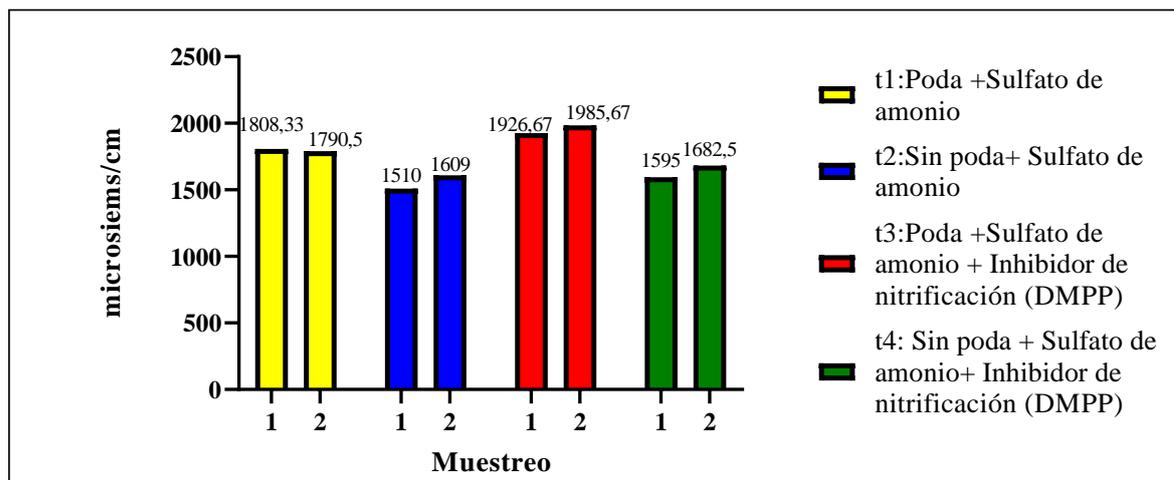
### 6.1.7. Ph del suelo



**Figura 7** Efecto en el pH del suelo con de la aplicación de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

Analizando los datos se encontró que no existe diferencia significativa entre tratamientos para la interacción de la fertilización con la poda, sin embargo, con un p-valor de 0,0106 existen diferencias estadísticamente significativas entre el muestreo 1 realizado a las 2 semanas de haber aplicado los fertilizantes y el muestreo 2 realizado al finalizar el ensayo lo que nos quiere decir que en general pH del suelo ha disminuido (Figura 7).

### 6.1.8. Conductividad eléctrica



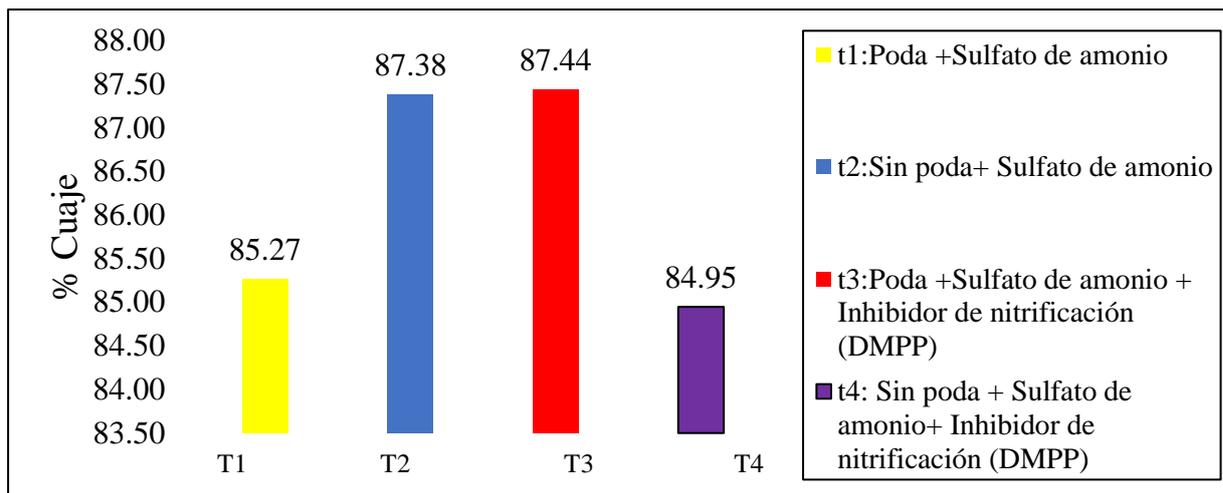
**Figura 8.** Efecto en la conductividad eléctrica con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

Según el análisis de varianza realizado no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, la mayoría mantiene sus valores iguales al primer muestreo realizado que va desde en promedio desde los 1500 a 2000 microsiems/cm (Figura 8).

## 6.2. Resultados para el segundo objetivo

### 6.2.1. Cuaje

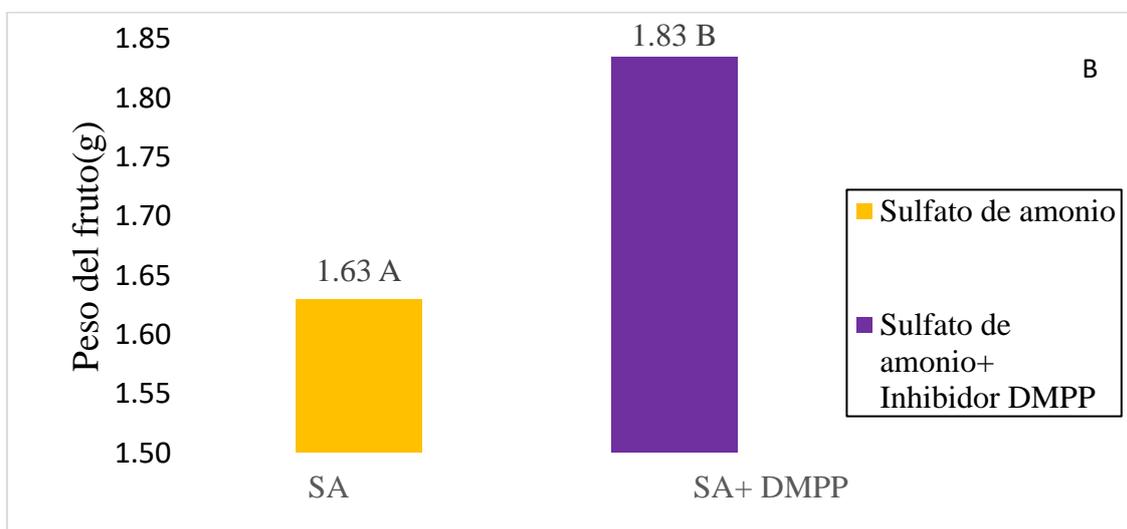
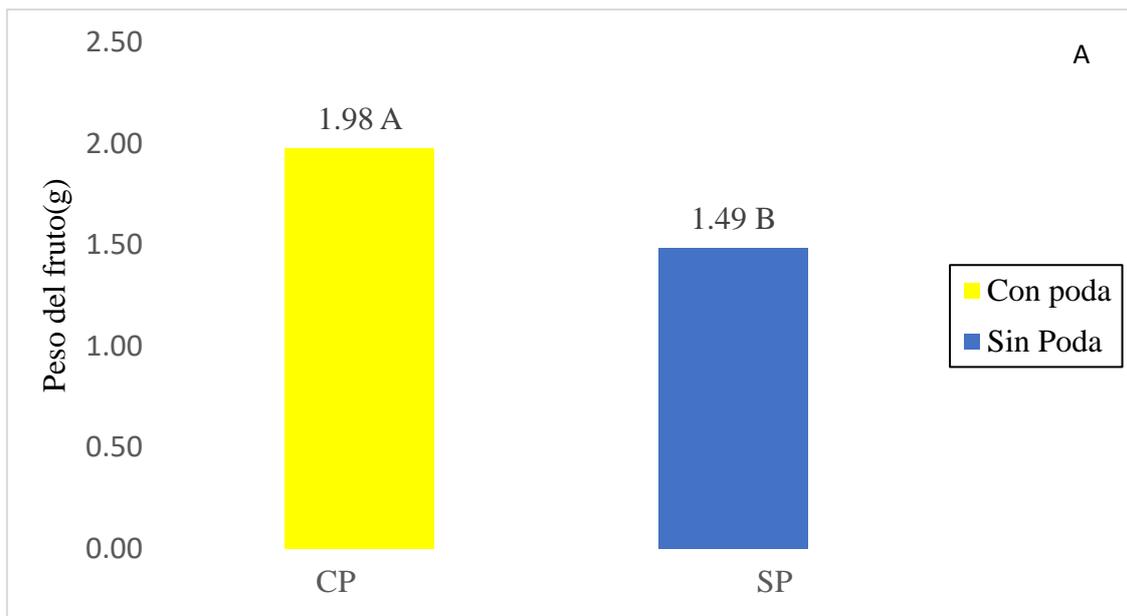
En cuanto al porcentaje de cuaje no se encuentran diferencias significativas en las interacciones de los dos factores conjuntamente, como se observa los valores están en un rango de 84,95 y 87,44 como se muestran en la figura 9.



**Figura 9.** Porcentaje de cuaje con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.2. *Peso del fruto*

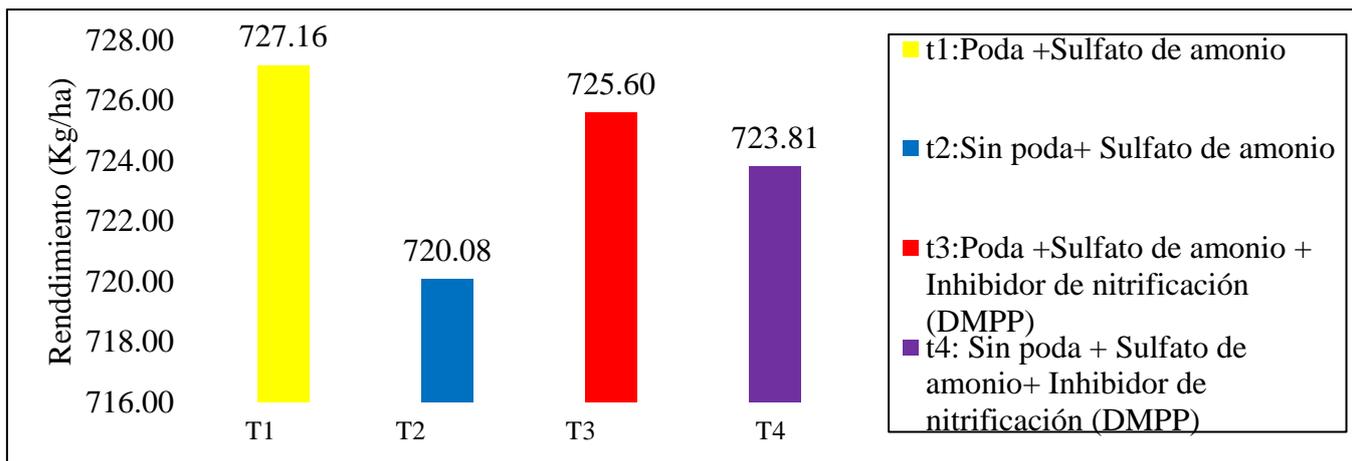
El peso de los 10 frutos en cada tratamiento no mostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la interacción entre la poda y la fertilización. En cambio, el factor poda tuvo un efecto independiente en el peso de los frutos, como se muestra en la figura 10A, donde se encontraron diferencias significativas. A las 16 semanas de iniciado el ensayo, el tratamiento con poda obtuvo frutos con un peso promedio de 1,98 g; mientras que el tratamiento sin poda presentó un peso promedio de 1,49 g. De igual manera el factor fertilización independientemente de la poda tuvo una diferencia significativa entre los tratamientos con inhibidor con un promedio de 1.83 y sin inhibidor con un promedio de 1.63 tal como se muestra en la figura 10B todo esto realizado mediante pruebas de tukey ( $\alpha = 0,05$ ) letras diferentes muestran diferencias significativas en cuanto al peso del fruto.



**Figura 10** Promedio de 10 frutos de arándano con factor poda(A) y con factor fertilización (B) con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.3. Rendimiento

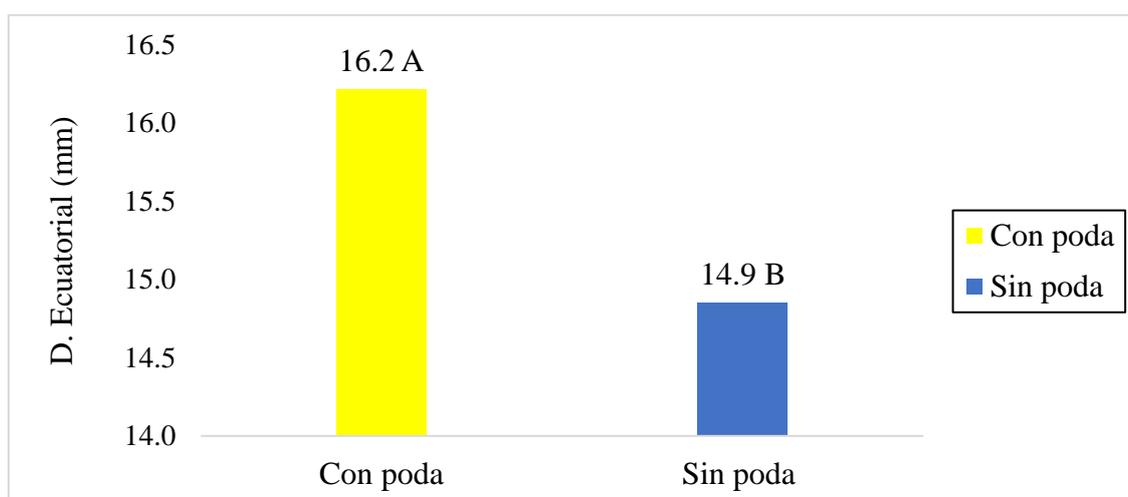
No se encontró diferencias significativas en el rendimiento estimado al analizar efecto de los tratamientos ( $p > 0,05$ ) ni diferencias de los factores por separados (Figura 11)



**Figura 11.** Efecto de la interacción de poda con la fertilización en el rendimiento de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

#### 6.2.4. D. Ecuatorial

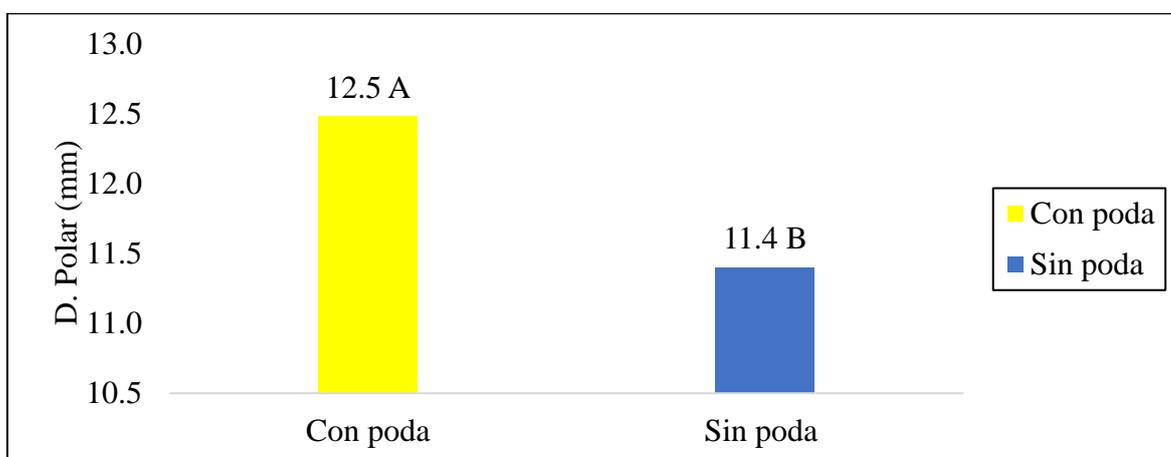
No presentó diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) al analizar el efecto de los tratamientos en cuanto al diámetro ecuatorial, al evaluar los 10 frutos de cada tratamiento. Por otra parte, el factor de poda tuvo un efecto independiente en estos parámetros. La figura 12 muestra los resultados del diámetro ecuatorial frutos con relación al factor de poda, revelando diferencias significativas mediante la prueba de tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para lo cual letras diferentes muestran diferencias significativas en cuanto al diámetro ecuatorial. El tratamiento con poda presentó un diámetro ecuatorial promedio de 16,2 mm, mientras que el tratamiento sin poda mostró un diámetro ecuatorial de 14,9 mm.



**Figura 12.** Diámetro ecuatorial de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.5. *D. polar*

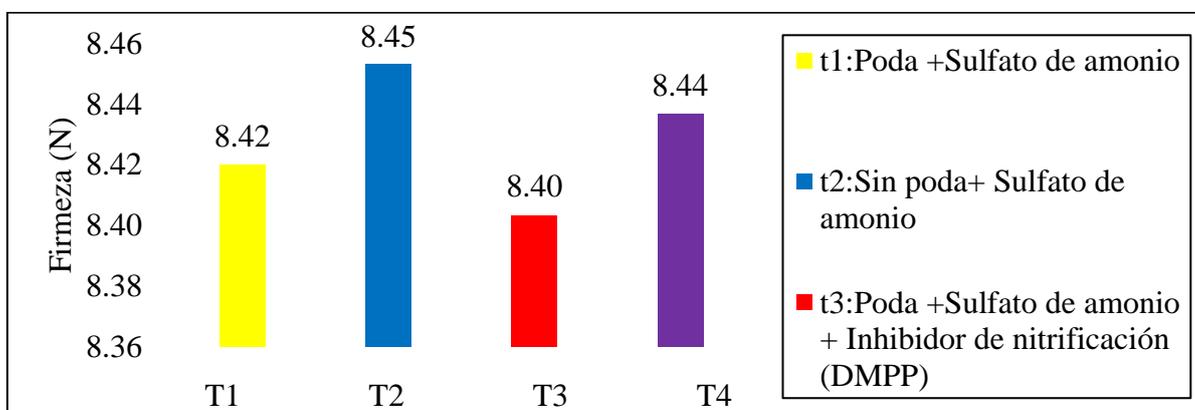
No presentó diferencias significativas ( $p>0,05$ ) al analizar el efecto de los tratamientos en cuanto al diámetro ecuatorial y polar de los frutos, al evaluar los 10 frutos de cada tratamiento. Por otra parte, el factor de poda tuvo un efecto independiente en estos parámetros. La figura 13 muestra los resultados del diámetro polar de los frutos con relación al factor de poda, revelando diferencias significativas mediante la prueba de tukey ( $\alpha=0,05$ ) en donde letras diferentes muestran diferencias significativas en cuanto al diámetro polar la. El tratamiento con poda presentó un diámetro un diámetro polar de 12,5 mm, mientras que el tratamiento sin poda mostró un diámetro polar de 11.4 mm.



**Figura 13.** Diámetro polar de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.6. *Firmeza*

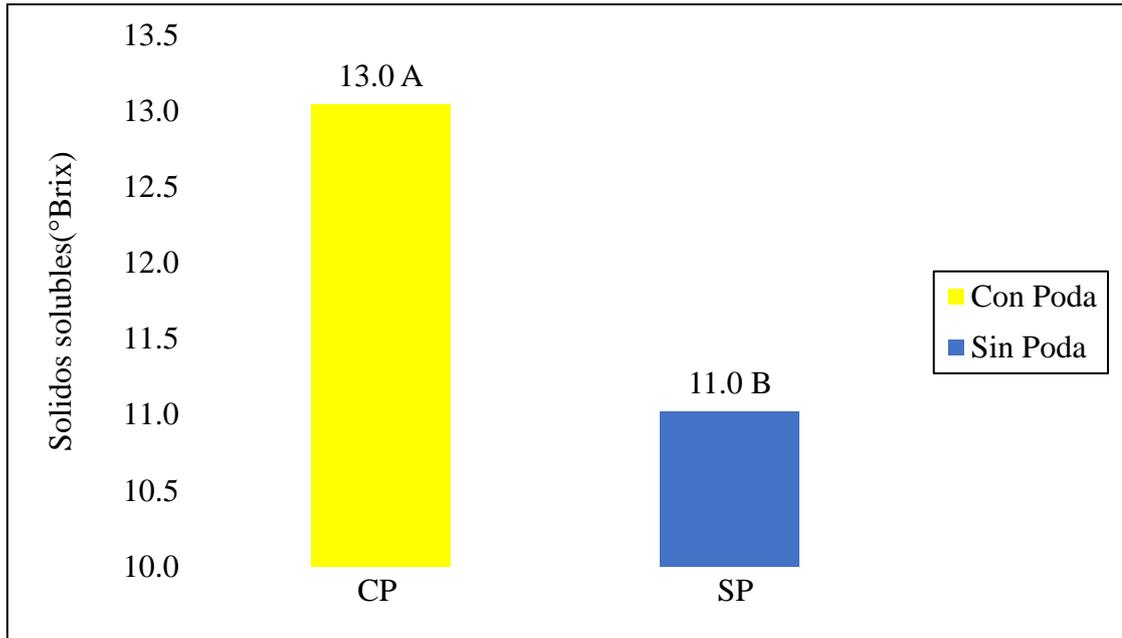
No se observó diferencias significativas entre la interacción del factor de poda y la fertilización en cuanto a la firmeza del fruto, al evaluar los 5 frutos de cada tratamiento. Todos los promedios oscilan entre 8.40 y 8.45 tal como lo muestra la figura 14.



**Figura 14** Firmeza de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.7. Brix

No se encontró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en los sólidos solubles al analizar el efecto de los tratamientos, Sin embargo, se observó un efecto independiente significativo de la poda mediante la prueba de tukey ( $\alpha = 0,05$ ) en donde letras diferentes muestran diferencias significativas en cuanto a grados brix. El tratamiento con poda mostró un promedio de 13%, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo un promedio de 11% (Figura 15).



**Figura 15.** Grados brix de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

### 6.2.8 Acidez titulable

No se encontró diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en la acidez titulable al analizar el efecto de los tratamientos, Sin embargo, se observó un efecto independiente significativo de la poda mediante la prueba de tukey ( $\alpha=0,05$ ) en donde letras diferentes muestran diferencias significativas para la acidez titulable. El tratamiento con poda mostró un promedio de 1.07%, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo un promedio de 1.37% (Figura 16).

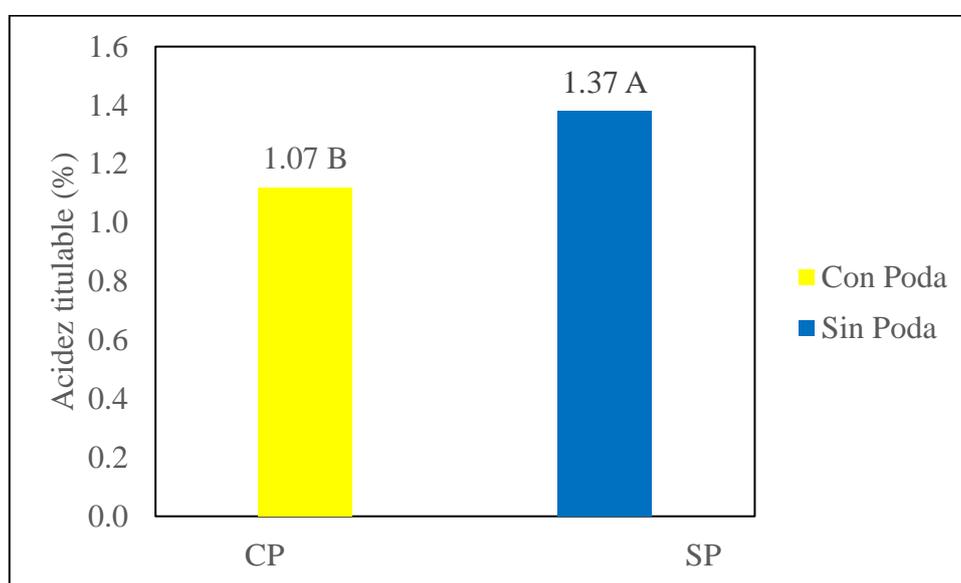


Figura 16. Acidez titulable de 10 frutos de arándano con uso de inhibidores de nitrificación y poda en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi

## 7. Discusión

El área foliar en esta investigación se pudo ver afectada por el estrés salino pues Mazón (2022) al estudiar el efecto de diferentes concentraciones de sales en tres variedades de frijol reportaron una disminución significativa del crecimiento cuando las plantas recibieron tratamiento de estrés salino de moderado (Conductividad eléctrica,  $[CE=2.3 \text{ dS m}^{-1}]$ ) en nuestro caso la conductividad eléctrica está por encima de 1,5 dS/m.

Como menciona Salgado-Vargas et al. (2018) esto provoca la reducción en la capacidad de absorción de agua disminuyendo la expansión foliar y la pérdida de turgencia de las plantas, ya que como menciona Frías-Ortega et al. (2020) el arándano azul cv. Biloxi es sensible a la conductividad eléctrica cuando el valor de conductividad eléctrica es mayor a 1,0 dS/m, puesto que afecta al crecimiento vegetativo.

En el caso del diámetro de copa y cobertura de planta se obtiene que todas las plantas se desarrollaron de manera similar por la fertilización aplicada, pues la adición de N inorgánico mejora la biomasa vegetativa en el cultivo de arándano en comparación con fertilizantes orgánicos, según un estudio realizado por Marty et al. (2019). Ruiz-Olmos (2018) en su estudio realizado en el cultivo de pepino obtuvo que el uso del DMPP aplicado en la fertilización sobre el cultivo no incrementó diámetro ni vigor de las plantas. De igual manera podemos decir que con la poda es posible controlar tanto la altura de la planta, como el diámetro de la copa (Vázquez et al., 2008).

En la concentración de clorofila las plantas tratadas con sulfato de amonio + inhibidor de nitrificación presentaron altos valores de SPAD, similares a los observados por Covarrubias et al. (2014) y Martínez et al. (2015) en plantas de vid y fresa, respectivamente, quienes reportaron incrementos en los valores de SPAD ante el tratamiento de sulfato de amonio + DMPP. Galdamez (2015), en un estudio obtuvo que al utilizar diferentes relaciones de  $\text{NH}_4^+$ :  $\text{NO}_3^-$  desde 0/100 a 100/0, la que obtiene valores más altos son los tratamientos fertilizados con  $\text{NH}_4^+$  (100/0) con 57.10 %, donde resalta la relación directa de las lecturas SPAD, con el contenido de clorofila.

En cuanto a la conductancia estomática no se encuentran diferencias significativas para los tratamientos. Tal como menciona Morales (2017), la respuesta de las estomas a las variaciones ambientales son múltiples y tienen efectos cuantitativamente diferentes, incluso a veces opuestos, en la conductancia estomática. Sin embargo, Geiger et al. (1999) señalaron que las plantas que obtienen N en forma de  $\text{NH}_4^+$  tienen una mayor conductancia estomática en comparación con aquellas que dependen exclusivamente de  $\text{NO}_3^-$  como fuente de nutrición.

Se muestran diferencias estadísticamente significativas entre el muestreo 1 y el 2 lo que nos quiere decir que el pH del suelo disminuyó con el uso de estos fertilizantes como menciona Granja (2016), quien afirma que el uso continuo de fertilizantes de fuente amoniacal, particularmente del sulfato de amonio, reduce de forma sustancial el pH de suelos alcalinos. A pesar de no existir diferencias significativas entre fertilizantes con y

sin DMPP, en donde se aplicó el inhibidor de nitrificación DMPP se obtiene pH más bajo que el resto de tratamientos, esto coincide con los trabajos realizados por Li et al (2011) y Cao et al. (2018) en suelo de los pastizales de Mongolia Interior el cambio del DMPP en el pH del suelo.

En cuanto al porcentaje de cuaje no se encuentran diferencias significativas en las interacciones de los dos factores conjuntamente, ni en factores separados como la poda o fertilización, es decir que los porcentajes de cuaje son similares entre tratamientos, una de las causas posibles es que esta variable depende en mayor medida de los insectos polinizadores ya que en un estudio realizado concluyen que la contribución de los insectos polinizadores a la cosecha de manzanas, kiwis y arándanos fue estimada, respectivamente, en un 97,4-100 % (según la variedad), 78,5 % y 98,9 (Miñarro & Garcia, 2016).

El tratamiento con poda presentó un diámetro ecuatorial promedio de 16,2 mm y un diámetro polar de 12,5 mm, mientras que el tratamiento sin poda mostró un diámetro ecuatorial de 14,9 mm y un diámetro polar de 11,4 mm. Dando a entender que en los tratamientos en los que se aplica poda los frutos tienen mayor calibre, de igual manera Muñoz (2017) en su estudio demostró que se obtiene un mayor diámetro ecuatorial en el tratamiento de mayor intensidad de poda, correspondiente a 14,55 mm, y el menor diámetro ecuatorial se obtuvo en el tratamiento de menor intensidad de poda, correspondiente a 12,60 mm. De igual manera obtuvo un mayor diámetro en los tratamientos de mayor intensidad de poda, correspondientes a 11,54 mm., y el menor diámetro se obtuvo en los tratamientos de menor intensidad de poda, correspondientes a 9,60 mm.

Para la firmeza del fruto no se encontraron diferencias, todos los tratamientos oscilaban entre los mismos rangos de firmeza puesto que Zapata (2010) menciona que La firmeza es un atributo de la textura de las frutas y vegetales que está relacionada con el punto de cosecha, la calidad para su comercialización y el procesamiento. Este atributo está ligado con los cambios físico-químicos y estructurales del material biológico. Otro factor importante que pudo haber afectado la firmeza del fruto que está dentro del factor fertilización estudiado en esta investigación es la concentración de Ca en los frutos, existiendo la probabilidad de que concentraciones de Ca en el fruto hayan sido afectadas por el  $\text{NH}_4^+$  por competencia (Jesus et al., 2021).

El tratamiento con poda mostró un promedio de 13%, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo un promedio de 11%. Coincidiendo con Muñoz que sigue el mismo patrón en donde los tratamientos de mayor intensidad de poda, obtiene 12,22%, y el menor porcentaje se obtuvo en los tratamientos sin poda correspondientes a 10,66 % Es importante señalar que el cultivar 'Biloxi', se caracteriza por presentar niveles de azúcar de 13.4%. Morgan et al. (1984) indican que el contenido de SST está fuertemente asociado con el peso del fruto, ya que aumentan con el tamaño de éste. Estos resultados coinciden a lo encontrado por Galindo et al. (2004) en zarzamora.

A las 16 semanas de iniciado el ensayo, el tratamiento con poda obtuvo frutos con un peso promedio de 1,98 g; mientras que el tratamiento sin poda presentó un peso promedio de 1,49 g lo que coincide con Muñoz (2017) en el estudio realizado con intensidades de poda obteniendo mayor peso por fruto en los tratamientos de mayor intensidad de poda, correspondientes a 1,93 g fruto. Una de las causas se puede dar que a menor carga frutal hay mayor disponibilidad de agua y carbohidratos, lo que produce un mayor peso de los frutos esto realizado en un cultivo de tomate (Gautier et al., 2001).

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, todos los tratamientos obtuvieron un rendimiento similar que va desde los 720.08 hasta los 727.16 kg/ha lo que coincide con Pescie (2011) en donde el rendimiento de fruta en plantas no mostró diferencias significativas con respecto a las plantas del testigo, al cabo de los dos años de tratamiento (4.94 y 5.56 kg/planta respectivamente). (Siefker & Hancock, 1986) indican que la producción en arándano está fuertemente determinada por el número de frutos que producen las ramas y el peso de los frutos, lo que podría explicar que las plantas sin podar producen una cantidad de frutos mayor a las plantas con poda sin embargo estos frutos son pequeños y su calidad es menor como los resultados de Jansen (1997) en donde nos muestra que el rendimiento no disminuye drásticamente, y que sería compensado por el peso del fruto.

En cuanto a la acidez titulable se obtuvo que los tratamientos en los que no se les aplica poda obtienen un porcentaje más elevado de acidez titulable, esto coincidiendo con los datos obtenidos por Muñoz (2017) en donde La acidez titulable de la fruta presentó diferencias, observándose la mayor acidez en el tratamiento sin poda (1,05) y la menor acidez se obtuvo en los tratamientos de mayor intensidad de poda (0,75) esto debido a que a medida que el fruto madura en la planta disminuye la acidez titulable,

mientras que los sólidos solubles aumentan, tal y como se evidencia en la investigación.

## 8. Conclusiones

- La aplicación de inhibidores de nitrificación conjuntamente con las podas no presenta alguna interacción con respecto al diámetro de copa o a su cobertura, esto debido a que tras la aplicación de fertilizante inorgánico en las plantas presenta un crecimiento similar en todas las plantas independientemente si se utilizó o no el inhibidor de nitrificación DMPP.
- En cuanto a la concentración de clorofila existen diferencias significativas para los tratamientos en donde se utilizó sulfato de amonio más el inhibidor de nitrificación independientemente del tipo de poda.
- El pH del suelo se ve afectado por el uso de fertilizantes de fuente amoniacal, particularmente del sulfato de amonio, el cual reduce de forma sustancial el pH de suelos alcalinos.
- Para el diámetro ecuatorial y polar existió gran influencia de la poda, la cual presentó un diámetro ecuatorial promedio de 16,2 mm y un diámetro polar de 12,5 mm , mientras que el tratamiento sin poda mostró un diámetro ecuatorial de 14,9 mm y un diámetro polar de 11.4 mm.
- Los sólidos solubles en tratamientos con poda mostró un promedio de 13%, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo un promedio de 11% es importante señalar que el cultivar 'Biloxi', se caracteriza por presentar niveles de azúcar de 13.4%..
- En cuanto al peso el tratamiento con poda obtuvo frutos con un peso promedio de 1,98 g; mientras que el tratamiento sin poda presentó un peso promedio de 1,49 g se puede dar que a menor carga frutal hay mayor disponibilidad de agua y carbohidratos
- El rendimiento no disminuye drásticamente con la poda, ya que sería compensado por el peso del fruto, por lo que esta variable no presenta diferencia significativa entre tratamientos
- Existe una relación inversa en cuanto a los sólidos solubles y acidez titulable, en donde a menor porcentaje de acidez titulable los de sólidos solubles aumentan.

## **9. Recomendaciones**

- Realizar este tipo de investigación de inhibidores de nitrificación en diferentes etapas fenológicas del cultivo.
- Se recomienda seguir con la investigación pues este es un cultivo de importancia económica que sigue creciendo dentro de nuestro país y provincia, creando interés en productores de la localidad.
- Realizar esta investigación bajo condiciones controladas como invernadero para evitar alteraciones en los datos por la gran variabilidad de condiciones climáticas presentes.

## 10. Bibliografía

- Bedoya-Cataño, J. F., Ramón-Palacio, C., Gil-Garzón, M. A., & Ramírez-Sánchez, C. (2022). Extracción de antioxidantes de los arándanos (*Vaccinium corymbosum*): Efecto de solventes verdes sobre polifenoles totales, capacidad antioxidante y comportamiento electroquímico. *TecnoLógicas*, 25(53).  
<https://www.redalyc.org/journal/3442/344270031012/>
- Berríos, P., & Pérez-Pastor, A. (2020). *Efecto del uso de inhibidores de la nitrificación sobre el*.
- Berríos-Reyes, P. A., & Pérez-Pastor, A. (2021). *Efecto del uso de inhibidores de la nitrificación sobre el crecimiento y producción de lechuga 'Iceberg'*.  
Universidad Politécnica de Cartagena.  
<https://repositorio.upct.es/handle/10317/10277>
- Bryla, D., & Machado, R. (2011). Comparative Effects of Nitrogen Fertigation and Granular Fertilizer Application on Growth and Availability of Soil Nitrogen during Establishment of Highbush Blueberry. *Frontiers in Plant Science*, 2.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2011.00046>
- Calderón Medellín, L. A., Bernal Rozo, A. M., & Pérez Trujillo, M. M. (2011). Ensayo Preliminar sobre la Utilización de un Medidor Portátil de Clorofila para Estimar el Nitrógeno Foliar en Orégano (*Origanum vulgare* L.). *Facultad de básicas*, 7(2), 150-165.
- Cercado, A. (2019). *“PROPUESTA DE UN PLAN DE COMERCIALIZACIÓN PARA EXPORTACIÓN DE ARÁNDANO FRESCO AL MERCADO DE CANADÁ, DE LA EMPRESA SAN JUAN DE CHONGOYAPE, 2018—2021”*.  
<https://core.ac.uk/reader/479883833>

- Cortés-Rojas, M. E., Mesa-Torres, P. A., Grijalba-Rativa, C. M., & Pérez-Trujillo, M. M. (2016). Yield and fruit quality of the blueberry cultivars Biloxi and Sharpblue in Guasca, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(1), 33-41.
- Frías-Ortega, C., Alejo, G., Bugarin-Montoya, R., Aburto-González, C., Juárez-Rosete, C., Urbina-Sánchez, E., & Sánchez-Hernández, E. (2020). Concentración de la solución nutritiva y su relación con la producción y calidad de arándano azul. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21, 1-14.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1296](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1296)
- Friedl, J., Scheer, C., Rowlings, D. W., Deltedesco, E., Gorfer, M., De Rosa, D., Grace, P. R., Müller, C., & Keiblinger, K. M. (2020). Effect of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on N-turnover, the N<sub>2</sub>O reductase-gene nosZ and N<sub>2</sub>O:N<sub>2</sub> partitioning from agricultural soils. *Scientific Reports*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59249-z>
- García-Sepúlveda, J. L., Cueto Wong, J. A., Figueroa Viramontes, U., Reta Sánchez, D. G., García Sepúlveda, J. L., Cueto Wong, J. A., Figueroa Viramontes, U., & Reta Sánchez, D. G. (2019). Inhibidor de la nitrificación DMPP en la fertilización del maíz forrajero en la Comarca Lagunera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1849-1861.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.2079>
- Gautier, H., Guichard, S., & Tchamitchian, M. (2001). Modulation of Competition between Fruits and Leaves by Flower Pruning and Water Fogging, and Consequences on Tomato Leaf and Fruit Growth. *Ann. Bot.*, 88, 645-652.  
<https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1518>
- Jesus, G. L. de, Pauletti, V., Zawadneak, M. A. C., Cuquel, F. L., Jesus, G. L. de, Pauletti, V., Zawadneak, M. A. C., & Cuquel, F. L. (2021). Calidad de la fresa

afectada por la relación nitrato:amonio en la solución nutritiva. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(5), 753-763.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2764>

Larios-González, R. C., Centeno, L. G., Ríos, M. J., Espinoza, C. del S. A., & Salazar, J. R. C. (2021). Pérdidas de nitrógeno por volatilización a partir de dos fuentes nitrogenadas y dos métodos de aplicación. *Siembra*, 8(2), Article 2.

<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2475>

MAG. (2022). *Ecuador entra a competir en el mercado internacional de arándanos – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-entra-a-competir-en-el-mercado-internacional-de-arandanos/>

Marty, C., Lévesque, J.-A., Bradley, R. L., Lafond, J., & Paré, M. C. (2019a). Lowbush blueberry fruit yield and growth response to inorganic and organic N-fertilization when competing with two common weed species. *PLoS ONE*,

14(12), e0226619. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226619>

Marty, C., Lévesque, J.-A., Bradley, R. L., Lafond, J., & Paré, M. C. (2019b). Lowbush blueberry fruit yield and growth response to inorganic and organic N-fertilization when competing with two common weed species. *PLOS ONE*,

14(12), e0226619. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226619>

Maticorena, M. (2017). *Cinco Tipos de Poda en Arándano (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su Influencia en Determinados Parámetros Productivos*.

Universidad Nacional Agraria La Molina.

Mazón-Suástegui, J. M., García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C. M., Batista-Sánchez, D., Ruiz-Espinoza, F. H., Mazón-Suástegui, J. M., García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C. M., Batista-Sánchez, D., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2022). Índice de tolerancia al estrés salino y análisis de crecimiento de dos variedades de frijol

- (*Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* L., Walp.), cultivadas en un medio salino (NaCl) y tratadas con medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1083>
- Mesa, P. (2015). *Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (V. corymbosum x V. darrowii) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia)*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Miñarro, M., & Garcia, D. (2016). Manzana, kiwi y arándano: Sin insectos no hay frutos ni beneficios. *Tecnología Agroalimentaria*, 18, 4-8.
- Muñoz-Vega, P., Serri, H., López, M. D., Faundez, M., Palma, P., Muñoz-Vega, P., Serri, H., López, M. D., Faundez, M., & Palma, P. (2017a). EFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE PODA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L. ) cv. BRIGITTA. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 33(3), 285-303. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902017005000706>
- Muñoz-Vega, P., Serri, H., López, M. D., Faundez, M., Palma, P., Muñoz-Vega, P., Serri, H., López, M. D., Faundez, M., & Palma, P. (2017b). EFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE PODA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTA EN ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L. ) cv. BRIGITTA. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 33(3), 285-303. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902017005000706>
- PDOT cantón Loja. (2020). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Municipio de Loja*. <https://www.loja.gob.ec/files/image/LOTAIP/podt2014.pdf>
- Pescie, M., Borda, M., Fedyszak, P., & López, C. (2011). Efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad del fruto en arándano altos del sur

(*Vaccinium corymbosum*) var. O'Neal en la provincia de Buenos Aires. *RIA: Revista Investigaciones Agropecuarias*, 37.

Pino V., E., Montalván D., I., Vera M., A., & Ramos F, L. (2019). La conductancia estomática y su relación con la temperatura foliar y humedad del suelo en el cultivo del olivo (*Olea europaea* L.), en periodo de maduración de frutos, en zonas áridas. La Yarada, Tacna, Perú. *Idesia (Arica)*, 37(4), 55-64.

<https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000400055>

Rodrigues dos Santos, M. (2018). *Evaluación del efecto de los inhibidores de la nitrificación derivados de dimetilpirazol y la nutrición amoniacal sobre la fisiología de las plantas*. <https://academica->

[e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/32554](https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/32554)

Rodríguez, V. A., Luaces, P. A., Píccoli, A. B., Mazza, S. M., & Martínez, G. C.

(2011a). Efectividad del 3,4- dimetilpirazolfosfato (DMPP) en naranjo dulce en el noreste Argentino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 1344-1349.

<https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400035>

Rodríguez, V. A., Luaces, P. A., Píccoli, A. B., Mazza, S. M., & Martínez, G. C.

(2011b). Efectividad del 3,4- dimetilpirazolfosfato (DMPP) en naranjo dulce en el noreste Argentino. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1344-1349.

<https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400035>

Ruiz-Olmos, C. (2018). *Efecto de la nutrición mixta nítrico/amoniacal con el uso del inhibidor de la nitrificación (3,4- dimetilpirazol fosfato) en un cultivo de pepino producido en condiciones sub-óptimas y de alta salinidad. Effect of a nitrate/ammonium mixed nutrition with the use of nitrification inhibitor ( 3 ,4- dimethylpyrazole phosphate) in a cucumber crop on suboptimal and high*

- salinity conditions* [[Http://purl.org/dc/dc/mitype/Text](http://purl.org/dc/dc/mitype/Text), Universidad de Almería].  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=181474>
- Salgado Vargas, C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V. H., Colinas León, M. T. B., Salgado Vargas, C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V. H., & Colinas León, M. T. B. (2018). Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia*, 52(2), 231-239.
- Shi, X., Hu, H.-W., Müller, C., He, J.-Z., Chen, D., & Suter, H. C. (2016). Effects of the Nitrification Inhibitor 3,4-Dimethylpyrazole Phosphate on Nitrification and Nitrifiers in Two Contrasting Agricultural Soils. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(17), 5236-5248. <https://doi.org/10.1128/AEM.01031-16>
- Siefker, J. H., & Hancock, J. F. (1986). Yield Component Interactions in Cultivars of the Highbush Blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111(4), 606-608. <https://doi.org/10.21273/JASHS.111.4.606>
- Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., & Carlazara, G. (2013a). Evaluación De Parámetros De Calidad Que Ayuden a Definir La Frecuencia De Recolección De Bayas De Arándanos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 186-194.
- Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., & Carlazara, G. (2013b). Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia la frecuencia de recolección de bayas de arándanos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2), 186-194.
- Zapata, L. M., Malleret, A. D., Quinteros, C. F., Lesa, C. E., Vuarant, C. O., Rivadeneira, M. F., & Gerard, J. A. (2010). Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración. *Ciencia, docencia y tecnología*, 41, 159-171.

## 11. Anexos



**Anexo 1.** Aplicación de fertilizantes nitrogenados (sulfato de amonio) disuelto en agua para el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi



**Anexo 2.** Aplicación de podas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi



**Anexo 3.** Medición de conductancia estomática con parómetro en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi



**Anexo 4.** Recolección de muestras de suelo a 10 cm de profundidad con ayuda de un barreno para medición de pH y conductividad eléctrica en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi.



**Anexo 5.** Medición de diámetro ecuatorial y polar de los frutos de arándanos recolectados con ayuda de un pie de rey



**Anexo 6.** Medición de la firmeza de frutos de arándano utilizando un penetrómetro para fruta PCE-PTR 200



**Anexo 7.** Medición de sólidos solubles (Brix) de frutos de arándano con un refractómetro digital para análisis de Brix en alimentos marca HANNA.

Lic. Alexander Masache Escobar, Mgs

0987216493

[alexander.masache@educacion.gob.ec](mailto:alexander.masache@educacion.gob.ec)

Loja - Ecuador

Loja, 23 de abril del 2024

El suscrito, Alexander Masache Escobar, Mgs, **DOCENTE EDUCACIÓN BÁSICA** (registro de la SENESCYT número: 1031-2023-2668502), **ÁREA DE INGLÉS-UNIDAD EDUCATIVA PADRE JULIÁN LORENTE**, a petición de la parte interesada y en forma legal

### **CERTIFICA:**

Que la traducción del resumen del documento adjunto, solicitado por el señor: **Juan Fernando Granda Morocho**, con cédula de ciudadanía No 1105796510, cuyo tema de investigación se titula: "*Effect of nitrification inhibitors and pruning on blueberry (Vaccinium corymbosum L.) var. Biloxi under edaphic criteria and fruit quality under field conditions in the La Argelia sector*" ha sido realizado y aprobado por mi persona, Alexander Masache Escobar, Mgs. Docente de Educación Básica en la enseñanza del inglés como lengua extranjera.

El apartado del Abstract es una traducción textual del Resumen aprobado en español.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes, facultando al portador del presente documento, hacer uso legal.



-----  
Lic. Alexander Masache Escobar, Mgs.  
English Professor

**Anexo 8.** Certificación de traducción del resumen.