



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera De Ingeniería Agronómica

Respuesta a la aplicación de un inhibidor de nitrificación y uso de poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja

Trabajo de Titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Iter Exavier Romero Castillo

DIRECTOR:

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 19 de septiembre de 2022

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración de Trabajo de Titulación denominado: **“Respuesta a la aplicación de un inhibidor de nitrificación y uso de poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, de autoría del estudiante **Iter Exavier Romero Castillo**, con cédula de identidad Nro. **1950008688**, 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. Sc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Iter Exavier Romero Castillo**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1950008688

Fecha: 22 de marzo del 2023

Correo electrónico: iter.romero@unl.edu.ec

Teléfono: 0982598824

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación

Yo, **Iter Exavier Romero Castillo**, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Respuesta a la aplicación de un inhibidor de nitrificación y uso de poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja”** como requisito para optar 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 Digital Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintidós días del mes de marzo del dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: Iter Exavier Romero Castillo

Cédula: 1950008688

Dirección: Av. Buenaventura y El Universo

Correo electrónico: iter.romer@unl.edu.ec

Teléfono: 0982598824

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Johnny Fernando Granja Trávez, Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme dado la vida, por ser mi guía y fortaleza para alcanzar mis anhelos deseados. A mi madre Noemi Castillo por su amor y su paciencia de enseñarme el valor del esfuerzo, sacrificio y entrega. A mi padre Manuel Romero por su apoyo incondicional y su sacrificio. A mis abuelos Julia y Alipio por su apoyo incondicional, por su ejemplo de esfuerzo y perseverancia que me han permitido llegar a cumplir un sueño más. A mi hermana Milena Castillo por sus palabras de aliento, su apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. Gracias por inculcar en mi un ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanos Jefferson Alberca y Emersson Romero quienes, con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia, permitieron que yo logre cumplir mi meta.

A mis amigo/as incondicionales por sus palabras de aliento, sus consejos y por el apoyo incondicional al extender su mano en momentos difíciles, siempre los llevo en mi corazón.

Iter Exavier Romero Castillo

Agradecimiento

A Dios, por haberme dado la vida, salud y sabiduría para cumplir cada una de mis metas. Agradezco a mis padres Manuel y Noemi por su gran amor y apoyo incondicional hacia mí, por sus sabios consejos, su esfuerzo y dedicación para enseñarme a valorar las pequeñas cosas, a mis hermanos Jefferson Alberca, Milena Castillo y Emersson Romero quienes han sido mi inspiración, motivación y ejemplo de lucha para seguir adelante hasta verme realizado como un profesional

A mi director de tesis Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg. Sc., por su apoyo, por los conocimientos brindados y su orientación en el transcurso del desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Loja por la formación académica brindada, y en especial a la carrera de Ingeniería Agronómica por su íntegro trabajo en la formación profesional. Así mismo a los docentes por el apoyo brindando en mi formación académica.

Iter Exavier Romero Castillo

Índice De Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice De Contenidos	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	x
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
3.1. Objetivo General	5
3.2. Objetivos Específicos.....	5
4. Marco Teórico	6
4.1. Generalidades del cultivo	6
4.1.1. Clasificación taxonómica	6
4.1.2. Morfología.....	6
4.2. Fenología	7
4.2.1. Crecimiento vegetativo.....	7
4.2.2. Crecimiento reproductivo.....	8
4.2.3. Fructificación y crecimiento del fruto	8
4.3. Variedades	9
4.4. Características del cv. Biloxi	9

4.5.	Requerimientos edafoclimáticos.....	10
4.5.1.	Clima.....	10
4.5.2.	Suelo.....	11
4.5.3.	Conductividad Eléctrica (CE)	11
4.6.	Manejo del cultivo	11
4.6.1.	Poda.....	11
4.6.2.	Riego	12
4.6.3.	Fertilización.....	12
5.	Metodología	15
5.1.	Ubicación del estudio	15
5.2.	Material vegetal	15
5.3.	Manejo del experimento	15
5.4.	Diseño experimental	16
5.5.	Metodología para el primer objetivo	18
5.6.	Metodología para el segundo objetivo.....	19
5.7.	Análisis estadístico	21
6.	Resultados	22
6.1.	Variables morfológicas.....	22
6.2.	Variables productivas	26
7.	Discusión	32
8.	Conclusiones	38
9.	Recomendaciones	39
10.	Bibliografía	40
11	Anexos	46

Índice de Tablas

Tabla 1. Variedades comerciales de Arándanos.....	9
Tabla 2. Descripción de los tratamientos	17
Tabla 3. Efecto de la poda y fertilización sobre el promedio área foliar y promedio índice de área foliar (IAF).....	23
Tabla 4. Duración en semanas de la fenología de producción de arándano.....	26
Tabla 5. Efecto de la poda y fertilización sobre la floración y fructificación	27
Tabla 6. Efecto de la poda sobre el diámetro ecuatorial y polar del fruto.....	29

Índice de Figuras

Figura 1.	Crecimiento reproductivo de arándano.....	8
Figura 2.	Mapa de ubicación del experimento	15
Figura 3.	Esquema del diseño experimental y tratamientos aplicados.....	17
Figura 4.	Estados de la flor y fruto del arándano cv. Biloxi.	20
Figura 5.	Altura de las plantas de arándano cv. Biloxi.	22
Figura 6.	Diámetro de la copa en plantas de arándano cv. Biloxi.....	23
Figura 7.	Cobertura de las plantas de arándano cv. Biloxi.....	24
Figura 8.	Efecto de la poda y fertilización sobre los valores numéricos de SPAD.....	24
Figura 9.	Efecto de la fertilización sobre el pH del suelo	25
Figura 10.	Efecto de la fertilización sobre la conductividad eléctrica del suelo.....	26
Figura 11.	Efecto del factor poda sobre el rendimiento.....	28
Figura 12.	Efecto de la poda sobre el peso de los frutos.....	28
Figura 13.	Efecto de la fertilización sobre la firmeza del fruto.....	29
Figura 14.	Efecto de la poda sobre los sólidos solubles (° Brix).	30
Figura 15.	Efecto de la poda y fertilización sobre el pH de los frutos.	31
Figura 16.	Efecto de la poda y fertilización sobre la acidez titulable	31

Índice de Anexos

Anexo 1.	Aplicación de podas de formación, fertilización y mediciones morfológicas.....	46
Anexo 2.	Evaluación de variables fenológicas.	47
Anexo 3.	Pruebas de calidad del fruto.	48
Anexo 4.	Análisis de suelo.....	49
Anexo 5.	Fertilizantes y dosis aplicadas.	49
Anexo 6.	Certificación de traducción del Abstract	50

1. Título

Respuesta a la aplicación de un inhibidor de nitrificación y uso de poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.

2. Resumen

El arándano es un cultivo que ha ganado gran importancia en los últimos años, el incremento de su demanda se debe, en otros factores, a los múltiples beneficios que genera su consumo en la salud humana. En Ecuador existe poca información sobre las prácticas de manejo agronómico asociada a poda y fertilización que tienden a incrementar el rendimiento y a la vez la eficiencia de uso del nitrógeno. En el presente estudio se evaluó el efecto de la aplicación de sulfato de amonio y un inhibidor de nitrificación, así como la interacción con el uso de la poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja, para ello se evaluaron cuatro tratamientos: T1 (Con Poda + Sulfato de Amonio), T2 (Sin Poda + Sulfato de Amonio), T3 (Con Poda + Sulfato de Amonio + Inhibidor de nitrificación), T4 (Sin Poda + Sulfato de Amonio + Inhibidor de nitrificación). Se estableció un diseño de parcelas divididas con dos factores (Factor A: poda; Factor B: fertilización) con cuatro tratamientos y seis repeticiones. Se evaluaron parámetros morfológicos, fenológicos y calidad de fruta. La poda más sulfato de amonio y el inhibidor de nitrificación no presentaron diferencias significativas para las variables morfológicas, excepto el IAF donde el tratamiento con poda + sulfato de amonio resalto sobre el resto. El pH y CE presentaron diferencias en los tratamientos con sulfato de amonio más inhibidor de nitrificación. En la fenología no se observó diferencias ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos, sin embargo, en el rendimiento con 0,893 t/ha presento diferencias significativas con respecto a los tratamientos con poda, de la misma manera el peso del fruto, diámetro E. y P., y solidos solubles. Estos resultados muestran que la poda permite producir frutos grandes, una maduración temprana aumentando la calidad del fruto y mejorando el rendimiento.

Palabras clave: *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi, inhibidor de nitrificación, rendimiento.

2.1. Abstract

The blueberry is a crop that has gained great importance in recent years, the increase in its demand is due, in other factors, to the multiple benefits that its consumption generates in human health. In Ecuador there is little information on agronomic management practices associated with pruning and fertilization that tend to increase yield and at the same time the efficiency of nitrogen use. In the present study, the effect of the application of ammonium sulfate and a nitrification inhibitor was evaluated, as well as the interaction with the use of pruning on the phenology and initial production of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) in the La Argelia sector, Loja, for this, four treatments were evaluated: T1 (With Pruning + Ammonium Sulfate), T2 (Without Pruning + Ammonium Sulfate), T3 (With Pruning + Ammonium Sulfate + Nitrification Inhibitor), T4 (Without Pruning + Ammonium Sulfate + Nitrification Inhibitor). A divided plot design was established with two factors (Factor A: pruning; Factor B: fertilization) with four treatments and six repetitions. Morphological and phenological parameters and fruit quality were evaluated. The pruning plus ammonium sulfate and the nitrification inhibitor did not present significant differences for the morphological variables, except for the LAI where the treatment with pruning + ammonium sulfate stood out above the rest. The pH and EC presented differences in the treatments with ammonium sulfate plus nitrification inhibitor. In the phenology, no differences ($P \leq 0.05$) were observed between the treatments, however, in the yield with 0.893 t/ha it presented significant differences with respect to the treatments with pruning, in the same way the weight of the fruit, diameter E. and P., and soluble solids. These results show that pruning allows the production of large fruits, early maturation, increasing fruit quality and improving yield.

Key words: *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi, nitrification inhibitor, performance.

3. Introducción

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es una fruta que pertenece a la familia de las Ericáceas y es originaria del hemisferio norte, conocida por su alto contenido de polifenoles, antioxidantes y vitamina C, cuyo consumo mejora la nutrición y reduce el riesgo de enfermedades degenerativas (Alvarado *et al.*, 2017). Tanto así que el cultivo de arándano está ganando nuevas áreas de comercialización, al ser de gran demanda por los mercados y consumidores a nivel mundial (Meléndez *et al.*, 2021).

La producción y consumo de este fruto continua en aumento a nivel mundial, desde el 2010 hasta el 2019 la producción ha experimentado un crecimiento significativo, duplicando las 439 mil toneladas a casi un millón de toneladas. El mayor productor y consumidor de arándano es EE.UU. alcanzando 446 mil toneladas consumidas al año (Ahumada, 2022). En América del Sur los principales productores son Perú con 16.500 ha cultivadas en el periodo 2020-2021, y exportó 215.356 toneladas con un valor de US\$ 1.277 millones (SENASA, 2022). Mientras que Chile en la misma temporada exportó 154.050 toneladas entre frutos secos y congelados, con un valor de US\$ 729.000 millones de dólares (SimFruit, 2021; Blue, 2022).

Ecuador es un país megadiverso con varios tipos de suelos y microclimas, esto lo convierte en un territorio de gran potencial para la producción de arándanos (Esteves y Zapién, 2021). Este cultivo inicio en el año 2015 con variedades traídas de EE.UU., por un pequeño grupo de emprendedores, que actualmente es la organización FEPEXA (Federación Ecuatoriana de Productores y Exportadores de Arándano). Aproximadamente Ecuador cuenta con 50 ha cultivadas de arándano distribuidas entre Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Azuay, Loja, Santa Elena, El Oro y Manabí. En 2021, Ecuador logró una producción de 750 toneladas y exportó a Países Bajos, España y Alemania (MAG, 2022).

Para cultivar arándano se necesita considerar que, requiere de una precisión en cuanto a prácticas de manejo agrotécnico como: la nutrición, riego y poda (Spiers *et al.*, 2012). La poda es la práctica cultural más importante y utilizada en el cultivo, que permite la estructura a la planta y equilibra el crecimiento vegetativo y reproductivo, optimizando la producción y calidad del fruto (Álvarez y Escobedo, 2016). Una poda severa, a menudo produce ramas jóvenes y vigorosas, que generan frutos de buen tamaño y con gran rendimiento (Pescie *et al.*, 2011).

De todos los minerales, el nitrógeno es el más absorbido por esta especie, esto ocurre por ser plantas originarias de suelos ácidos (Crisóstomo *et al.*, 2014). El nitrógeno influye en el

desarrollo de las plantas como no lo hace otro mineral, jugando un papel crucial como componente estructural de varias moléculas como los aminoácidos, enzimas, proteínas y sistemas de energía vital (Bryla *et al.*, 2012).

En la mayoría de los suelos agrícolas el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+) son las fuentes de nitrógeno más comunes disponibles para las plantas. Se ha observado que el arándano prefiere el amonio (NH_4^+), por ser más estable y menos propenso a lixiviarse, además de generar menos gasto de energía al ser metabolizado (Douglas *et al.*, 2017). Además, los efectos inducidos por el NH_4^+ han demostrado, beneficios en variables vegetativas y fisiológicas como en el crecimiento de brotes, concentración de clorofila foliar e intercambio gaseoso foliar, por esta razón se están implementando estrategias para el mejoramiento y conservación del NH_4^+ usando inhibidores de nitrificación directamente en el suelo (Osorio *et al.*, 2020).

En vista de lo anteriormente expuesto, la presente investigación busca generar información clara y precisa de la influencia de la poda y fertilización nitrogenada, sobre el comportamiento fenológico y productividad de arándano. A fin de cumplir con el propósito de esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

a. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación de un inhibidor de nitrificación y uso de poda sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.

b. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto del inhibidor de nitrificación sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.
- Identificar el tipo de poda más beneficioso sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.

4. Marco Teórico

4.1. Generalidades del cultivo

El arándano (*Vaccinium L.*) es nativo de Asia y Europa y se pueden encontrar en estado silvestre en márgenes de caminos y fronteras. Este frutal pertenece al género *Vaccinium*, familia de las Ericaceae, que constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el hemisferio norte especialmente en América del Norte, Europa Central y Eurasia, América del Sur, y pocas especies en Madagascar y África (García y Gonzales, 2018). Aproximadamente 30 especies del género *Vaccinium*, tienen una importante comercial por sus frutos comestibles (Pino, 2007).

Año tras año, el arándano se ha posicionado significativamente como una de las frutas con mayor demanda en el mundo, debido a los beneficios que brinda para la salud (González *et al.*, 2013). Se le ha denominado “Super Fruit” por su alto contenido de antioxidantes (antocianina, vitamina C, complejo B, vitamina E, vitamina A), también contienen minerales (cobre, selenio, zinc, hierro) y fibra, que ayudan a proteger de enfermedades como el cáncer, cardiovasculares, arterioesclerosis, entre otros beneficios (Paíta, 2017).

4.1.1. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Retamales y Hancock (2012), taxonómicamente el arándano se clasifica de la siguiente manera:

<i>Clasificación Taxonómica</i>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Subfamilia	Vaccinioideae
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>V. corymbosum L.</i>

4.1.2. Morfología

El cultivar Biloxi no suele ser una variedad tan vigorosa comparada con otros cultivares, presenta una altura de 0,50 a 1,8 m, y en general, la planta presenta una copa bastante compacta en la base, formada por las ramas primarias (González *et al.*, 2017).

- **Raíz:** El sistema radical es superficial, situándose el 80 % de éste en los primeros 40 cm, lo que las vuelve dependientes de una provisión constante de humedad. Tiene raíces

finas y fibrosas que se caracterizan por la ausencia de pelos absorbentes. Posee raíces de 11 mm de grosor y filamentosas de aproximadamente 1 mm, y en condiciones naturales están asociadas a micorrizas, con las cuales mantienen una relación de mutuo beneficio (Torres, 2017).

- **Hojas:** Posee hojas simples y alternas de margen entero o aserrado, que varía de 1 a 8 cm de largo, contiene varias formas desde elípticas, espatuladas, lanceolada u ovalada y de color verde pálido, en ocasiones pueden llegar a tener pubescencia en el envés (Retamales y Hancock, 2012; Torres, 2017). La longitud de la lámina foliar va de 5 a 7 cm aproximadamente, caducas, de coloración verde pálido a muy intenso según el cultivar (Rubio y Gonzáles, 2012).
- **Flores:** Las flores son pedunculadas, axilares o terminales y se abren solitarias o en racimo. La corola acampanada de color blanco y tonalidades rosas en ciertos cultivares, formada por 4 a 5 pétalos fusionados, cuenta con 8 a 10 estambres, su pistilo es simple. El ovario está unido al cáliz; contiene entre cinco y cuatro celdas con uno o más óvulos en cada lóculo (Mesa, 2015; Rubio *et al.*, 2018).
- **Fruto:** Botánicamente el fruto es una baya casi esférica de 0,7 a 1,5 cm de diámetro, su color depende específicamente de la variedad y tiene secreciones cerosas, así mismo se presenta en diferentes colores como pueden ser azul, negro o morado. Algunos frutos contienen hasta 1 000 semillas y comercialmente el fruto tiene una cicatriz que es pequeña (Castillo, 2008; Retamales y Hancock, 2012).

4.2. Fenología

La fenología estudia las manifestaciones de las diferentes etapas de crecimiento, comprende dos fases: fase vegetativa y reproductiva. Así como, en otras especies frutales el arándano depende principalmente de las condiciones ambientales que los rodea. Esta herramienta nos brinda datos sobre el ritmo de los fenómenos biológicos como la brotación, floración y fructificación, los cuales, dependen de las características de la especie y variedad (Montero, 2015).

4.2.1. Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo se divide en cuatro etapas: la primera es la yema vegetativa abierta, la segunda es el brote de entrenudos cortos, la tercera es el alargamiento de entrenudos y

expansión de hojas, y la cuarta es una rama nueva conformada por hojas totalmente expandidas y entrenudos largos (Mesa, 2015).

4.2.2. Crecimiento reproductivo

El crecimiento reproductivo consta de siete etapas: la primera se tiene una yema hinchada y dará origen a las flores, la segunda etapa tenemos la yema abierta y da inicio a la floración, la tercera y cuarta tienen los botones florales con la corola cerrada, la quinta es floración con corola abierta, y la sexta es el cuaje y caída de la corola y la séptima es el fruto verde (Figura 1) (Torres, 2017).



Figura 1. Crecimiento reproductivo de arándano (Rivadeneira y Carlazara, 2011).

La floración está influenciada por la posición de las yemas, primeramente, se abren las yemas ubicadas en la parte superior de las ramas, de la misma manera en el racimo, las flores basales se abren antes que las centrales. Se ha logrado observar que las flores de las ramas delgadas (<0,25 cm de diámetro), se abren antes que de las ramas gruesas (>0,5 cm de diámetro). Por esta razón, en las plantas se puede observar que durante el periodo reproductivo se encuentran flores y frutos en diferentes estados de crecimiento y madurez (Mesa, 2015).

4.2.3. Fructificación y crecimiento del fruto

Castillo *et al.*, (2018) menciona que todas las especies de arándanos comerciales presentan un patrón de crecimiento describiendo tres etapas.

- ✓ La primera etapa: es de división celular en el pericarpio, y dura de 25 a 35 días aproximadamente. El fruto gana peso seco y presenta gran división celular.
- ✓ En la segunda etapa: se da el desarrollo de la semilla, en específico el crecimiento del endospermo y del embrión. Dura aproximadamente 30 a 40 días.
- ✓ La tercera etapa: de 30 a 60 días manifiesta la elongación celular en el mesocarpio, el cambio de color de verde a azul y la acumulación de azúcares.

4.3. Variedades

El arándano es una de las especies que ha sufrido un largo período de domesticación, cruzamientos y mejoras genéticas, lo que han permitido que este fruto se establezca en climas fríos, cálidos y mediterráneos, y su oferta se extiende durante todo el año (González, 2017). Estas especies silvestres fueron domesticadas por primera vez en 1911 por Frederick Coville en el Departamento de Agricultura de EUA (USDA), que por medio de las cruzas logro obtener híbridos (Undurraga y Vargas, 2013).

Algunas especies que pertenecen a este grupo son: arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.), arándano ojo de conejo (*Vaccinium virgatum* Ait., ex *V. ashei* Reade), arándano bajo (*Vaccinium angustifolium* Ait.), arándano europeo (*Vaccinium myrtillus* L.) y arándano (*Vaccinium macrocarpon*). todas las variedades comerciales son el resultado de los programas de mejora. Todos los arándanos pueden ubicarse en las categorías detalladas (Tabla 1) (Castillo, 2008).

Tabla 1. Variedades comerciales de Arándanos

Especies	Categorías	
	Nombre Común	Requerimiento Frío
<i>V. corymbosum</i> L.	Arándanos Altos del Norte(Highbush)	800-1000 H.F.
<i>V. corymbosum</i> L. y <i>V. darrowi</i>	Arándanos Altos del Sur	200-400 H.F. (a veces 600 H.F.)
<i>V. angustifolium</i> y <i>V. myrtilloides</i>	Arándanos Bajos	Requerimientos menores en H.F.
<i>V. virgatum</i> y <i>V. ashei</i> Reade	Arándanos Ojo de Conejo (Rabbiteye)	400-800 H.F.
<i>V. corimbosum</i> y <i>V. angustifolium</i>	Arándanos Medios-Altos	Requerimiento menores de frío

H.F: Horas frio

Fuente: (Castillo, 2008).

4.4. Características del cv. Biloxi

La variedad Biloxi de nombre *Vaccinium corymbosum* L., pertenece al tipo “highbush” (Farfán, 2016), para su domesticación se partió de los ejemplares silvestres *V. corymbosum* y *V. darrowii*, en América del Norte específicamente en Mississippi a principios del siglo XX. La especie *V. darrowii*, es nativa del sudeste de los EE.UU., su principal característica es el bajo requerimiento de horas frio (200 – 400 HF). Esta característica es transmitida a los materiales

provenientes de estas dos especies, como es el caso de la variedad Biloxi (Retamales y Hancock, 2012; Mesa, 2015).

Se caracterizan por el hábito de crecimiento erecto, vigoroso y de estructura arbustiva. Presenta frutos de buena calidad, de maduración temprana y excelente sabor. Se desarrolla en suelos pobres, con alto contenido de materia orgánica, es muy sensible a la fertilización excesiva, y por ello su manejo a nivel orgánico ha sido apropiado simulando condiciones de manejo de las que es procedente (Hernández, 2014).

Su principal característica es el bajo requerimiento de horas frío (200 – 400 HF), con una temperatura inferior a 7 °C, ideal de 16 a 20 °C (Fernández, 2015). La altura de la planta de 0,50 a 1,8 m; se desarrolla muy bien en suelos de textura ligera, con un buen drenaje y buena retención de humedad, con un pH ácido inferior a 5,5 siendo óptimo entre 4,5 y 5,5. Los frutos son de maduración temprana, con tamaño mediano, buen color, firmeza y sabor, teniendo un peso medio de 1,47 g por fruto, contenido de sólidos solubles 13,4 %, pH 3,2 y acidez titulable de 0.97 (Carrillo, 2018).

4.5. Requerimientos edafoclimáticos

4.5.1. Clima

El arándano se desarrolla en una gran variedad de climas, gracias a los procesos de cruzamiento de diferentes especies, han dado como resultado cultivares con altos, medios o bajos requerimientos de horas frío, lo que permite la implementación de cultivos en varias regiones del mundo (Martínez, 2019).

Los requerimientos de frío para los arándanos *Southern Highbush* que pertenece el cultivar Biloxi oscilan entre 400 a 1 100 horas frío, lo corresponde al número acumulado de horas con temperaturas menores a 7,2 °C. Estas horas frío son necesarias para que las yemas del cultivar rompan la latencia o la dormancia (Maticorena, 2017).

La temperatura es un factor importante para el crecimiento de las plantas ya que los brotes florales requieren una temperatura de 24 °C (García y García, 2010). Los mejores frutos se dan en temperaturas nocturnas de 10 °C y diurnas de 26 °C, pero la temperatura óptima oscila entre 20 y 25 °C. Sin embargo, cabe señalar que las temperaturas bajas pueden afectar la floración (Paita, 2017).

4.5.2. Suelo

Los suelos más adecuados para este cultivo son los que presentan un pH entre 4.5 y 5.5, livianos, con buena aireación, con 40 % de porosidad, altos contenidos de materia orgánica (3 a 5%) para retener la humedad que necesitan las plantas y buen drenaje para evitar el encharcamiento que resulta fatal para las raíces. Dado que el sistema radicular de la planta ocupa los primeros 25-30 cm de terreno, será en esta zona donde se deban reunir las condiciones adecuadas para su desarrollo (Carrera, 2012).

4.5.3. Conductividad Eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica (CE) permite medir indirectamente la cantidad de sales que contiene el suelo o el agua. Se ha reportado que el cultivo de arándano es sensible a CE mayores de 1.5 dS m⁻¹ porque daña el sistema radicular, hojas y la producción de frutos (Gurrola, 2020). Así mismo en una investigación realizada por Machado *et al.*, (2014), menciona que las plantas fertilizadas con sulfato de amonio en concentraciones de 0,75 y 1,5 g L⁻¹ alcanzan a 1,5 – 3,0 dS m⁻¹ presentando estrés por salinidad causando la senescencia de las hojas.

4.6. Manejo del cultivo

4.6.1. Poda

La poda es la práctica cultural más utilizada en diferentes especies frutales, cuyo objetivo es lograr un rendimiento estable en cantidad y calidad a lo largo de la vida útil de la planta (Pescie *et al.*, 2011). Esta práctica consiste en la eliminación ordenada e intencional de partes de la planta como las ramillas y brotes, ayudando a renovar la madera. En el cultivo de arándano se realizan dos tipos de poda: de formación y de producción. Con el objetivo de lograr un desarrollo de brotes vigorosos que mantenga el equilibrio entre la producción de follaje y la fruta (Undurraga y Vargas, 2013).

La poda de formación asegura el número adecuado de ramas para dar la estructura a la planta y una entrada temprana a la producción. Eliminar lo que son los brotes delgados para estimular la brotación lateral (Paita, 2017). La poda de producción, es eliminar los brotes que produjeron fruta la producción anterior, así mismo, las ramas viejas improductivas y enfermas, mejorando la aireación y la entrada de la luz al interior de la planta (Gurrola, 2020).

La poda es la práctica cultural favorable para el cultivo de arándanos que logra producir excelentes rendimientos con fruta de alta calidad. Aunque la poda reduce el tamaño de la planta

y el rendimiento del cultivo en la siguiente temporada, si se la realiza correctamente, dará frutos de gran tamaño, maduración temprana y estabilidad en los rendimientos (Muñoz *et al.*, 2017).

4.6.2. Riego

Esta especie al tener raíces superficiales, fibrosas de poca extensión y de carecer de pelos absorbentes es muy propensa a deshidratarse, por lo que es sensible a periodos de sequías estivales, especialmente en fase juvenil. Por esto es necesario mantener el nivel de humedad adecuado (García y González, 2018). Tanto un déficit o exceso de agua es perjudicial para las plantas. El déficit, no permite a las plantas alcanzar su rendimiento potencial, mientras que el exceso de agua puede favorecer al desarrollo de ciertas enfermedades (Pannunzio *et al.*, 2010).

Los requerimientos de agua dependerán de los factores climáticos: temperatura, humedad relativa, el viento y tipo de suelo. En suelos arenosos se aumenta la frecuencia de los riegos, mientras que en suelos francos los riegos son más largos y retienen el agua (Paita, 2017). También se debe considerar el estado de madurez de la planta, si es una plantación adulta tiene mayores exigencias hídricas y estas se concentran especialmente en los períodos de floración y llenado de fruto (Carrera, 2012).

Para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo se debe contar con un sistema de riego. El más utilizado en la zona es el riego por goteo (Gordo, 2008). Donde existen estudios que se han comparado el rendimiento y calidad del fruto bajo tres métodos de riego y los resultados indican que el riego por goteo es el mejor que micro aspersion y aspersion en términos de producción y peso de fruto (Undurraga y Vargas, 2013).

4.6.3. Fertilización

Para tener plantas con el crecimiento ideal, las aplicaciones de fertilizantes deben de hacerse en el momento oportuno, de acuerdo a su etapa de crecimiento y fenología. Los elementos que más absorbe las plantas de arándanos son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y azufre (S), donde el N tiene mayor importancia en la brotación y cuaja, K y P, tiene importancia de cuaja a cosecha y de cosecha a caída de hojas el K, N y P (Hirzel, 2013; Gurrola, 2020).

Para realizar un plan de fertilización se debe partir de un análisis físico y químico del suelo. El análisis de suelo nos permite caracterizar los parámetros de suelo relacionados con su capacidad de reposición de nutrientes; los parámetros de suelo relacionados a la condición del sitio, como pH del suelo, salinidad, entre otros; niveles de disponibilidad de los diferentes nutrientes en el

suelo (Pinochet *et al.*, 2014). Antes de aplicar cada uno de los nutrientes y lograr obtener una fertilización balanceada, se debe de conocer las funciones de cada uno de los minerales a utilizar (Hirzel, 2013).

4.6.3.1. Nitrógeno (N)

El arándano no es muy exigente en fertilizantes, pero puede ser dañino si estos productos se aplican en exceso. La necesidad de fertilizar debe surgir de un análisis del suelo. Las mayores exigencias están en el pH y la fertilidad física (Gordo, 2008). La fertilidad nitrogenada del suelo se construye a través de la acumulación de materia orgánica descomponible, la que presenta ciclos relativamente cortos en el suelo y obedientes al ingreso de residuos orgánicos, además de la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Carreño, 2013).

El nitrógeno (N) es el más absorbido de esta especie. Es el constituyente de vitaminas, proteínas, ácidos nucleicos, acelera la división celular y cumple con la síntesis de clorofila, por ende, participa en la fotosíntesis. Influye en el desarrollo de las plantas, el desarrollo de brotes, desarrollo de las yemas florales, aumenta la producción de flores, aumenta el crecimiento de frutos y ayuda a aumentar las reservas para la siguiente temporada. Forma parte en la estructura de varias moléculas que dan energía vegetal (Hirzel, 2013; Douglas *et al.*, 2017).

En la mayoría de los suelos agrícolas las fuentes de nitrógeno más comunes que se encuentran disponibles para las plantas son el nitrato (NO_3^-) y el amonio (NH_4^+). Diversos autores reportan que el arándano tiende a preferir NH_4^+ , por lo que es más estable y menos susceptible a lixiviarse en el suelo y quedarse en profundidad, además requiere menos energía para ser metabolizado a nivel celular. Para mejorar los efectos positivos inducidos por NH_4^+ se emplean estrategias para el mantenimiento del NH_4^+ usando inhibidores de nitrificación directamente en el suelo (Osorio *et al.*, 2019). Por lo tanto, es recomendable utilizar fertilizantes que contengan nitrógeno amoniacal (sulfato de amonio, sulfato de magnesio, urea, triple 18) (Gordo, 2008).

4.6.3.2. Absorción de NH_4^+ y NO_3^-

Para que las plantas de arándano utilicen N disponible en el sustrato o suelo, ocurren los procesos de absorción, asimilación y translocación (Daubresse *et al.*, 2010). La disponibilidad de N en el suelo, depende de las condiciones climáticas (precipitación, temperatura), del tipo de suelo y el pH; la forma que las plantas aprovecharan el N dependerá de la adaptación que presentan en la zona. Las plantas que están adaptadas a pH alto prefieren el NO_3^- , mientras que las plantas que adaptadas a pH bajos prefieren N en forma de NH_4^+ (Gurrola, 2020).

El N es preferido principalmente en la forma de NH_4^+ que el NO_3^- . Esto ocurre cuando la planta al absorber el N en forma de NO_3^- requiere de la enzima nitrato reductasa, que en arándano es muy poco eficiente, para reducirlo a NH_4^+ y luego ser metabolizado hasta aminoácidos para utilizarlo en la biosíntesis de proteínas (Bryla *et al.*, 2008). En NH_4^+ , aún no son conocidos los mecanismos de tolerancia, no obstante, puede estar relacionado con una menor necesidad de cationes o una mayor capacidad de sintetizar ácidos orgánicos (Carreño, 2013).

4.6.3.3. Inhibidor de nitrificación

Desde hace 3 décadas se está investigando los inhibidores de nitrificación que son capaces de retrasar la oxidación biológica del amonio a nitrato cuando se añaden a fertilizantes nitrogenados. En algunos países como Japón, EE.UU. y Alemania, han considerado el uso de IN para resolver problemas de lixiviación de nitratos durante muchos años. Desde 1992, cuando se comenzó a estudiar la Diciandiamid (DCD), para mejorar la fertilización nitrogenada hasta la actualidad existen varios IN como el 3,4 dimetilpirazol fosfato (DMPP); 3-methylpyrazole, la 1H-1-2-4 triazole y el Triazole (Lorén, 2013).

El propósito de un inhibidor de la nitrificación es de mantener el N en forma de amonio estable, reducir las pérdidas por lixiviación y/o las pérdidas de N por desnitrificación, con objeto de mejorar la eficiencia del fertilizante y los rendimientos de los cultivos. Los IN se pueden seleccionar en función a las diversas condiciones climáticas, regímenes de cultivo y el tipo de fertilizante utilizado (Singh *et al.*, 2008).

5. Metodología

5.1. Ubicación del estudio

El presente ensayo se realizó en la provincia de Loja, en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja ubicado en la parroquia Punzara del cantón Loja, con una latitud de 04°01'58.4" Sur y longitud de 79°12'00.5" Oeste (Figura 2), la zona posee una temperatura media de 16.4 °C, una precipitación anual de 1 058 mm, una temperatura media anual de 15.5 °C, Humedad Relativa Media del 78 % y una altitud de 2 150 m.s.n.m. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Loja PDOT, 2020).

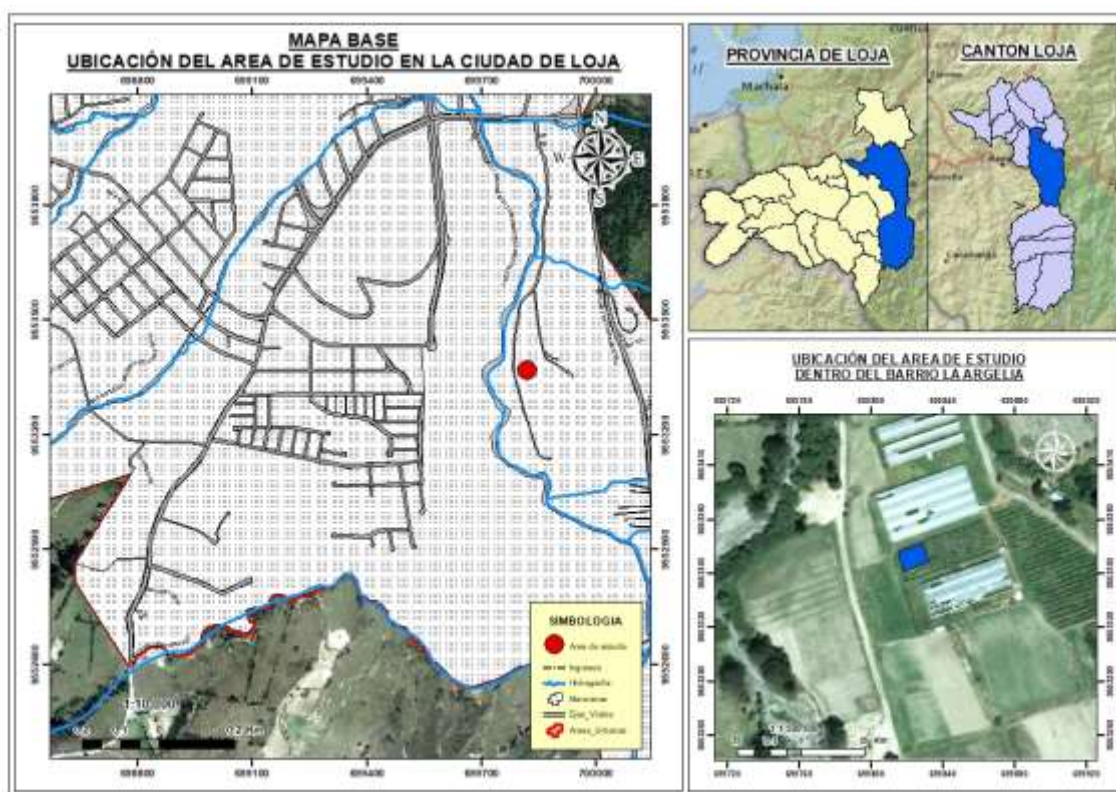


Figura 2. Mapa de ubicación del experimento

5.2. Material vegetal

La investigación se realizó en el cultivo de arándano ya establecido. El material vegetal corresponde a la variedad Biloxi de uno año y 3 meses de edad, las mismas que fueron adquiridas en la empresa Biovegetal de la marca Ecuarándano, propagadas en condiciones in vitro, y posteriormente climatizadas.

5.3. Manejo del experimento

Las plantas se encuentran sobre 6 camas de 0,70 m de ancho por 8 m de largo, las cuales contienen cascarilla de arroz y humus de lombriz, además están a una distancia de siembra de

1 m entre planta y 2 m entre hilera. El tratamiento de poda de producción se la realizó una sola vez en todo el experimento, en la etapa de antesis para estimular el desarrollo de las flores; y la fertilización nitrogenada se aplicó tres veces por semana, desde antesis hasta el crecimiento del fruto, durante el periodo de febrero a septiembre del 2022, donde se realizó la evaluación y el registro de datos de las variables. Además, se realizó el control de las plantas arvenses durante todo el periodo.

Con lo que respecta al factor poda se consideraron dos niveles:

- **CP:** Poda de producción dejando cuatro ramas de mayor vigor y eliminando los brotes laterales.
- **SP:** Plantas sin la aplicación de poda, en las cuales no se eliminó ramas ni brotes laterales.

En cuanto al factor de fertilización nitrogenada, se aplicaron dos fuentes diferentes de nitrógeno con el riego:

- **SA:** El sulfato de amonio en 6 litros de agua para 24 plantas.
- **SA+IN:** El sulfato de amonio con inhibidor de nitrificación o DMPP (3,4-dimetilpirazol fosfato) en 6 litros de agua para 24 plantas.

5.4.Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es un diseño de parcelas divididas (DPD), donde se establecieron los tratamientos en dos factores (poda y fertilización), obteniendo 4 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento (Figura 3).

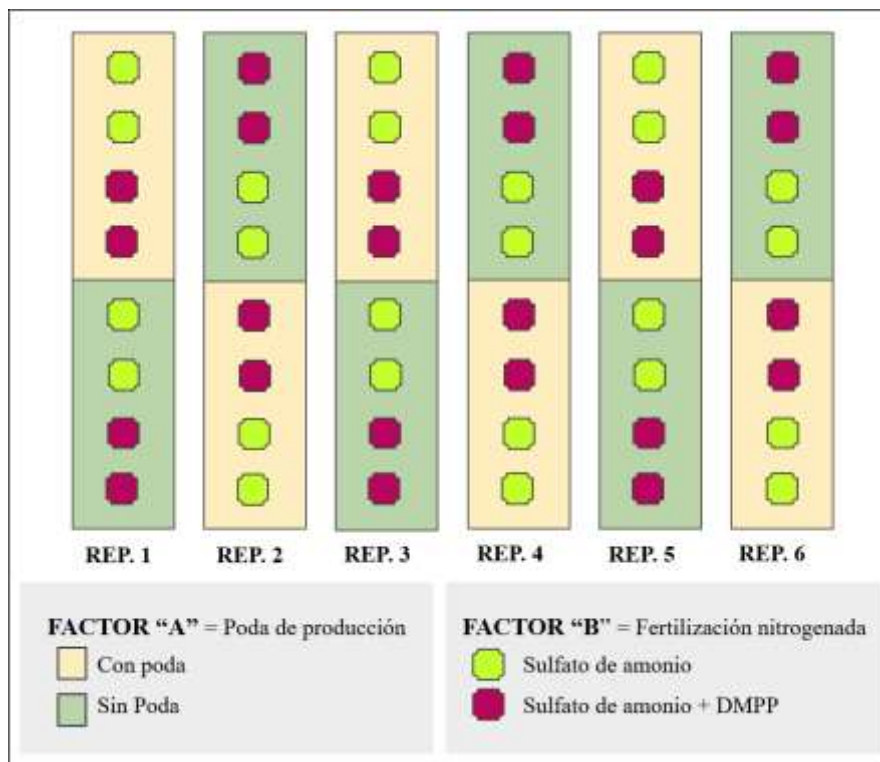


Figura 3. Esquema del diseño experimental y tratamientos aplicados.

5.4.1. Especificaciones del diseño experimental

El experimento contó con 48 plantas, se consideró dos plantas de arándano como una unidad experimental (UE) obteniendo 24 unidades experimentales en total. La poda y la fertilización se aplicaron en dos niveles (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción	
	Poda	Fertilización
T1: CP+SA	4 brazos	Sulfato de amonio
T2: SP+SA	Sin poda	Sulfato de amonio
T3: CP+SA+IN	4 brazos	Sulfato de amonio + inhibidor de nitrificación (DMPP)
T4: SP+SA+IN	Sin poda	Sulfato de amonio + inhibidor de nitrificación (DMPP)

CP: Con poda

SP: Sin poda

SA: Sulfato de Amonio

IN: Inhibidor de nitrificación

5.5. Metodología para el primer objetivo

Determinar el efecto del inhibidor de nitrificación sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.

Para determinar el efecto del inhibidor se evaluó las siguientes variables:

Altura de planta: con la ayuda de un flexómetro se midió desde la base del tallo hasta el ápice del tallo. La toma de datos se la realizó cada 7 días hasta que el cultivo llegó a cosecha.

Promedio de área foliar: se seleccionó 50 hojas al azar, donde se midió el largo de la hoja y el ancho de la lámina foliar con la ayuda de un flexómetro. Se acogió a la fórmula $y = 0.7829x^2 + 1.109x - 0.7626$ desarrollada por Macas (2022), donde se ajusta el modelo polinómico con respecto al ancho de la hoja.

Diámetro de la copa: con un flexómetro se midió el diámetro de los arbustos en dos direcciones: Norte-Sur (d1) y Este-Oeste (d2), así se obtiene dos medidas, siendo la medida final del diámetro de la copa el promedio de las dos medidas tomadas según Maticorena (2017). La toma de datos se las realizó cada 15 días.

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Cobertura de la planta: con los datos del cálculo anterior del diámetro de la copa, se midió la cobertura de la planta promediando los datos con la fórmula del área del círculo ($A = \pi r^2$) (Mesa, 2015).

Índice SPAD: se tomaron 10 hojas para cada unidad experimental con 5 repeticiones por hoja, se midió con el método SPAD, que es un equipo no destructivo, el cual determina el índice relativo de clorofila, presente a través de la medición de las hojas donde no ocurre absorción, en dos regiones de longitud de onda; en las regiones rojas (650 nm) y cercanas a infrarrojas (700 nm hasta 1mm). Se escogieron hojas maduras, de diferentes partes de la planta y se calculó un promedio para que los datos fueran representativos (García, 2021).

Promedio de índice de área foliar: se realizó a través de estimaciones alométricas, donde se consideró los resultados del promedio de área foliar obtenidos anteriormente y la superficie del suelo ocupado. Según Gutiérrez y Peña (2012), el valor es adimensional y se utiliza la siguiente fórmula:

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

Donde;

AF: área foliar por planta y **AS:** área sembrada. Expresión adimensional. La toma de datos se realizó al finalizar el ensayo.

pH del suelo: se tomaron 200 g de suelo, a una profundidad de 5 - 10 cm de cada tratamiento. Posteriormente, se realizó el análisis en el Laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional de Loja, con la ayuda de un potenciómetro se midió el pH, la misma que contenía una mezcla de suelo con agua destilada de 50 ml.

Conductividad eléctrica (CE) del suelo: se tomaron 200 g de suelo, a una profundidad de 5 - 10 cm de cada tratamiento. El análisis se lo realizó en el Laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Nacional de Loja, donde se filtró la mezcla de suelo con agua destilada y con la ayuda de un conductímetro (HJ-98312), se midió la CE y se la expreso en deciSiemens por metro suelo (dS/m).

5.6. Metodología para el segundo objetivo

Identificar el tipo de poda más beneficioso sobre la fenología y producción inicial de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) en el sector La Argelia, Loja.

Para comprobar el efecto del tipo de poda se evaluó las siguientes variables:

Fenología: Para hacer el seguimiento a la duración de los estados relacionados con la floración y la fructificación, se observó semanalmente el estado que presenta el primer botón rosado hasta la cosecha del fruto. Para el establecimiento de las etapas, se siguieron las escalas y descripciones propuestas por Rivadeneira y Carlazara (2011) y Pinochet *et al.*, (2014), siendo las siguientes: botón rosado, flor abierta, caída de pétalos, fruto verde, fruto rosado y fruto morado (Figura 4). Con esta información se determinó el tiempo de duración de cada uno de los anteriores estados.

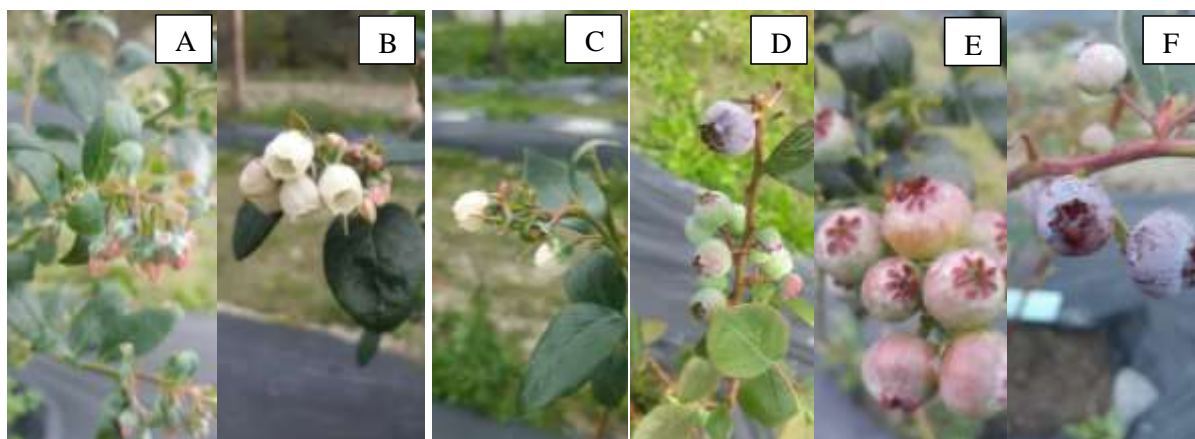


Figura 4. Estados de la flor y fruto del arándano cv. Biloxi: a. Botón rosado, b. Flor abierta, c. Caída de pétalos, d. Fruto verde, e. Fruto rosado, f. Fruto morado.

Rendimiento estimado: el rendimiento estimado del cultivo se determinó mediante la totalidad de frutos cosechados por el peso de 10 frutos por planta (Mesa, 2015). Se estimó la producción por hectárea.

Peso del fruto: se determinó pesando en una balanza digital, 10 frutos al azar por cada tratamiento. Esta labor se realizó en la cosecha.

Diámetro ecuatorial y polar: Se tomó una muestra de 10 frutos por cada tratamiento, y se registró el diámetro ecuatorial y polar de cada uno de los frutos, esta labor se realizó en la cosecha.

Firmeza del fruto: se midió a través de un penetrómetro digital equipado (PCE-FM 200), con una punta roma de 6 mm. Los frutos en estado de madurez (morado) y con epicarpio se lavaron, seguidamente se penetró el fruto en la zona ecuatorial. Los resultados se expresaron en Newtons (N) (Mesa, 2015).

Sólidos solubles: los sólidos solubles totales (SST) se los determinó con un refractómetro a partir del jugo o zumo de 10 frutos. Se los expreso en grados Brix. Esta labor se lo realizó a la cosecha.

pH: Se determinó con un potenciómetro (pHmetro) en la cosecha a partir del jugo o zumo de 10 frutos por cada tratamiento.

Acides titulable (AT): Se seleccionaron 10 frutos por cada unidad experimental, donde la acidez titulable se determinó por valoración con 0,1N NaOH hasta 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 formula (Zapata *et al.*, 2013):

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

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.

5.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se registraron y tabularon en el programa Microsoft Excel, mientras que los análisis de los datos se lo realizó en el Software estadístico InfoStat en versión libre 2020.

Se realizó un análisis de varianza simple ANOVA (por sus siglas en inglés), modelos generales y mixtos, para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos; cuando se encontró diferencias se aplicó pruebas de comparación múltiple de Tukey al 95 % de confianza. Para determinar la relación entre variables se realizó pruebas de Pearson al 95 %.

6. Resultados

6.1. Variables morfológicas

6.1.1. Altura de planta

En la figura 5, se observa los datos de altura de planta de arándano desde 14 hasta los 168 días de evaluación, donde no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización, se registró una altura de 71.5 cm para el Tratamiento con poda + sulfato de amonio, 70.5 cm para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio, 68.7 cm para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio + DMPP y 65.7 cm para el tratamiento con poda + sulfato de amonio + DMPP.

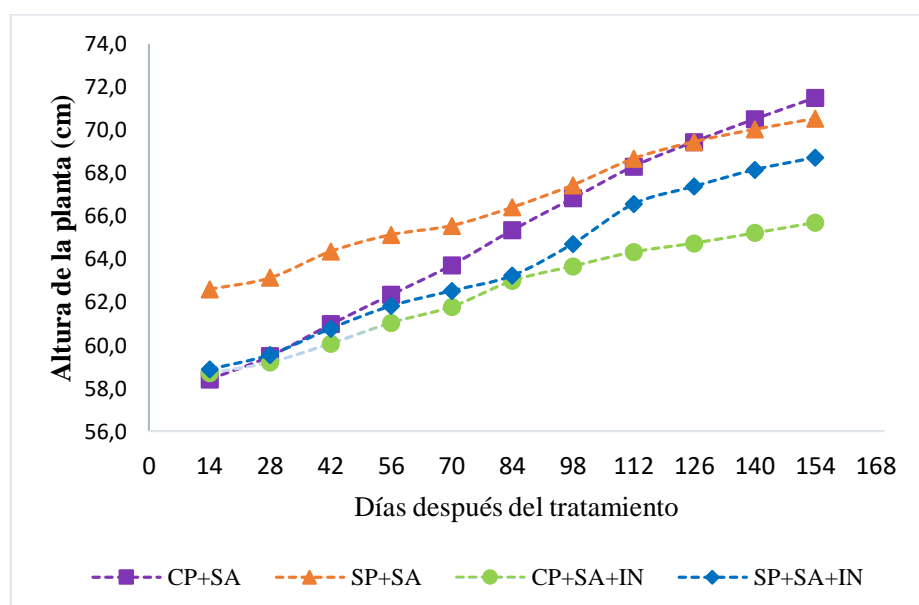


Figura 5. Altura de las plantas de arándano cv. Biloxi, sometidas a cuatro tratamientos.

6.1.2. Promedio índice de área foliar:

Para calcular el área foliar de la planta, se utilizó la fórmula indicada por Macas (2022), la cual se estableció en base a análisis de regresión usando datos de ancho de hoja relacionadas con su área foliar la cual presentó un ajuste polinómico con un $R^2 = 0.9891$.

Los resultados presentados en la Tabla 3, son valores promediados del área foliar e índice del área foliar, evaluados a los 180 días después de iniciar el ensayo. Con lo que respecta área foliar entre la interacción del factor poda y la fertilización, no se presentaron diferencias significativas ($p>0.05$), obteniendo valores de 279.54 a 324.61 cm^2 , sin embargo, para el índice de área foliar si presentaron diferencias significativas ($p<0.05 = 0.0419$), donde el factor poda con sulfato de amonio presentó mayor efecto sobre el IAF con 0.17.

Tabla 3. Efecto de la poda y fertilización sobre el promedio área foliare y promedio índice de área foliar (IAF) en el cultivo de arándano cv. Biloxi., a los 180 días después de iniciar el proyecto.

Tratamiento	Factor		Promedio Área foliar total (cm ²)	Promedio IAF	
	Poda	Fertilización			
T1: CP+SA	Con poda	Sulfato de amonio	324.61	0.17	a
T2: SP+SA	Sin poda	Sulfato de amonio	326.91	0.13	ab
T3: CP+SA+IN	Con poda	Sulfato de amonio + DMPP	279.54	0.11	b
T4: SP+SA+IN	Sin poda	Sulfato de amonio + DMPP	324.05	0.13	ab

6.1.3. Diámetro de la copa

La figura 6, presenta el crecimiento lineal del diámetro de la copa, donde no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización, registrando un diámetro final de 61.53 cm para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio, 58.92 cm para el tratamiento con poda + sulfato de amonio + DMPP, 58.00 cm sin poda + sulfato de amonio + DMPP, 52.66 cm para el tratamiento con poda + sulfato de amonio.

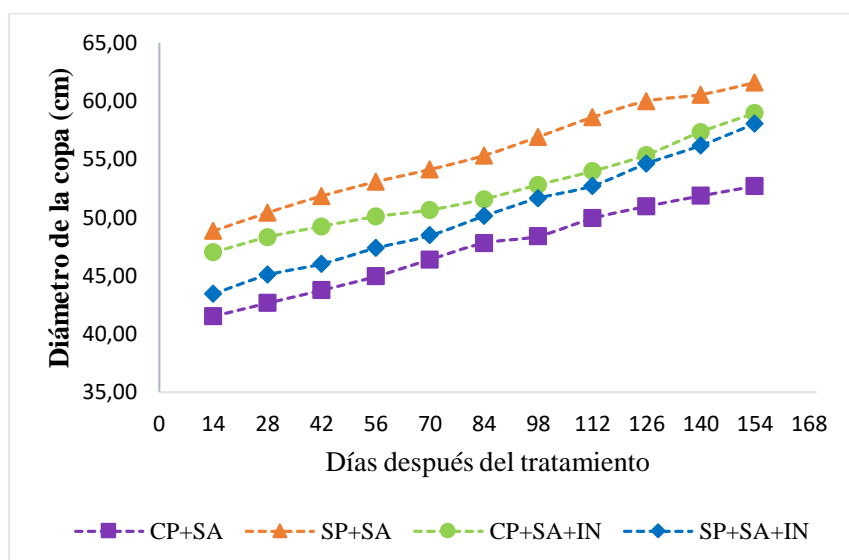


Figura 6. Diámetro de la copa en plantas de arándano cv. Biloxi., sometidas a cuatro tratamientos.

6.1.4. Cobertura de la planta

La figura 7, presenta la cobertura de las plantas de arándanos desde 14 hasta los 168 días de evaluación, no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización, registrando una cobertura final de 3 052.02 cm² para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio, 2 834.91 cm² para el tratamiento con poda + sulfato de amonio +

DMPP, 2 692.34 cm² para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio + DMPP y 2 396.10 cm² para el tratamiento con poda + sulfato de amonio.

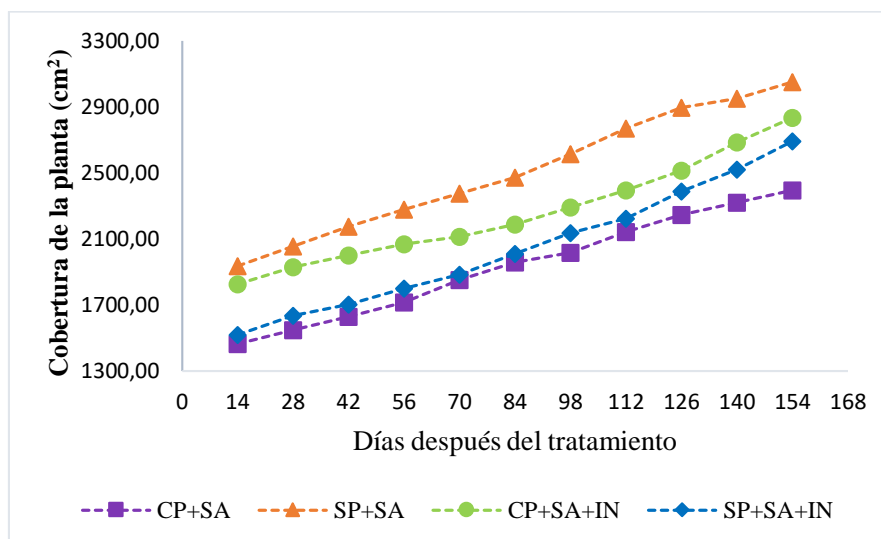


Figura 7. Cobertura de las plantas de arándano cv. Biloxi., sometidas a cuatro tratamientos.

6.1.5. Índice SPAD

De acuerdo al análisis realizado por el método SPAD en las hojas de arándano, no se obtuvo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización, registrando 56.33 para el tratamiento con poda + sulfato de amonio, 55.50 para el tratamiento sin poda + sulfato de amonio + DMPP y 55.47 en las hojas en base al peso húmedo para los tratamientos sin poda + sulfato de amonio y con poda + sulfato de amonio + DMPP como se observa en la **Figura 8**.

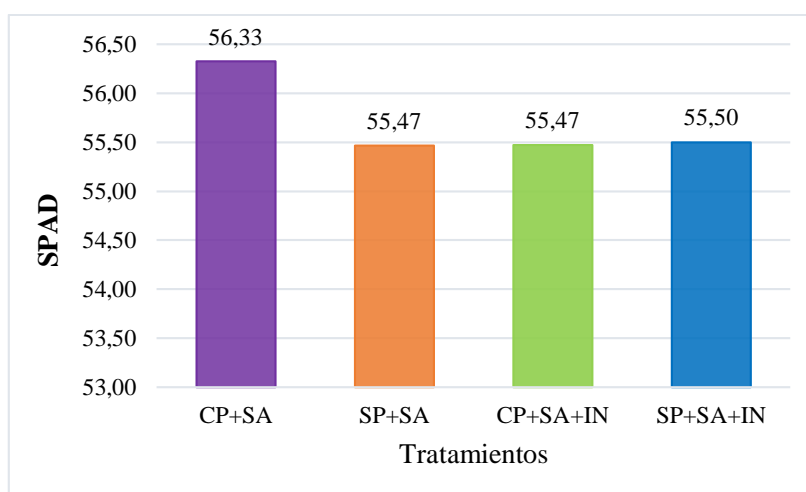


Figura 8. Efecto de la poda y fertilización sobre los valores numéricos de SPAD, en relación con el factor fertilización en el cultivo de arándano cv. Biloxi.

6.1.6. Análisis de pH del suelo

Para la interacción del pH entre el factor poda y el factor fertilización no presento diferencias significativas hasta los 170 días después de iniciar el ensayo, sin embargo, el factor fertilización actuó de manera independiente.

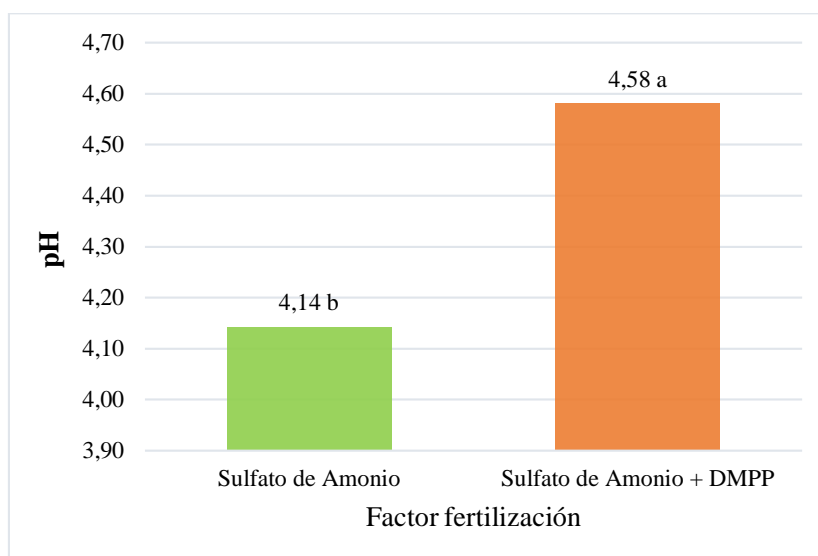


Figura 9. Efecto de la fertilización sobre el pH del suelo en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0.05$).

La figura 9, presenta el pH del suelo en relación a la fertilización nitrogenada donde se encontró diferencias significativas ($p < 0.05 = 0.0001$), presentando una mayor acidez el tratamiento con fertilización de sulfato de amonio con 4.14 de pH, mientras que las plantas fertilizadas con sulfato de amonio + DMPP registraron 4.58 de pH.

6.1.7. Conductividad eléctrica (CE) del suelo

El análisis de datos de CE del suelo no presento diferencias significativas para la interacción entre el factor poda y el factor fertilización, no obstante, el factor fertilización actuó de manera independiente. La figura 10, presenta la evaluación de la conductividad eléctrica al finalizar el ensayo, encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$), entre las diferentes fuentes de fertilización, los valores obtenidos fluctuaron de 0.93 y 0.56 dS/m.

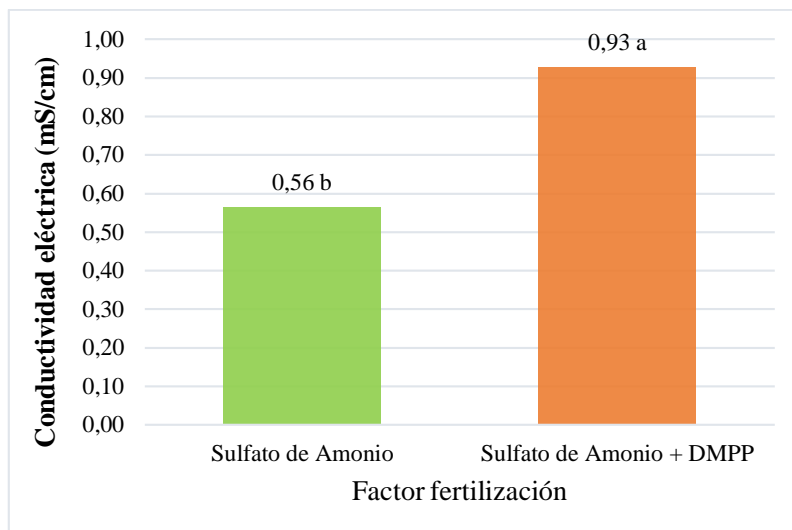


Figura 10. Efecto de la fertilización sobre la conductividad eléctrica del suelo en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test Tukey ($p < 0.05$).

6.2. Variables productivas

6.2.1. Fenología de la fase reproductiva

El seguimiento semanal de las estructuras reproductivas logró determinar la duración en días de las etapas descritas para la flor y crecimiento del fruto de arándano cv. Biloxi. En la etapa de floración se contabilizó el número de flores rosadas, flores abiertas y flores con caída de pétalos de cada tallo de los arbustos. Para la etapa de crecimiento del fruto se contabilizó el número de frutos verdes, frutos rosados y frutos morados de cada tallo de los arbustos (Tabla 4).

Tabla 4. Duración en semanas de la fenología de producción de arándano cv. Biloxi., de un año y dos meses de edad del cultivo.

Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Floración																															
				Cuajado																											
								Crecimiento de la futa																							
								Fruto verde				Fruto rosado																			
																Fruto morado															
																				Cosecha											

Desde el 17 de febrero hasta el 31 de agosto se registró los datos de la fenología reproductiva, en el cultivar Biloxi de un año y dos meses de edad. El periodo de floración comprendió el crecimiento de las flores rosadas que duro 4 semanas del 24 de febrero hasta el 17 de marzo. El cuaje del fruto, inicio con las flores abiertas y terminó con la caída de pétalos y duro 16 días.

Para el crecimiento del fruto se registró los datos de frutos verdes hasta el apareamiento del fruto rosado y tuvo una duración de 140 días; y finalmente la coloración del fruto (fruto morado) tuvo una duración de 71 ± 5 días entre los tratamientos.

6.2.2. Floración y fructificación

Los resultados presentados en la Tabla 4, son valores promediados de floración, porcentaje de cuaja del fruto y porcentaje de frutos cosechados, evaluados desde el 7 hasta el día 203 después de iniciar el ensayo, los mismos que presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización. La floración presentó valores promedio de 265 a 396. El porcentaje de cuaja evaluados desde el día 14 al día 26, presentaron valores de 75.45 a 87.53%. Para el porcentaje de frutos cosechados evaluados desde el día 143 hasta el día 203, presentaron valores de 40.84 a 64.00%.

Tabla 5. Efecto de la poda y fertilización sobre la floración y fructificación del cultivo de arándano cv. Biloxi., a los 206 días después de iniciar el proyecto.

Tratamiento	Factor		N° de flores/planta	% Cuaja	% de fruto cosechado
	Poda	Fertilización			
T1: CP+SA	Con poda	Sulfato de amonio	301 ab	75.45 b	64.00 a
T2: SP+SA	Sin poda	Sulfato de amonio	396 a	87.53 a	40.84 c
T3: CP+SA+IN	Con poda	Sulfato de amonio + DMPP	276 ab	76.12 b	58.68 ab
T4: SP+SA+IN	Sin poda	Sulfato de amonio + DMPP	265 b	81.63 ab	45.84 bc

Los tratamientos sin poda con sulfato de amonio obtienen un mayor número de flores y frutos cuajados. Mientras que para el porcentaje de fruto cosechado los tratamientos con poda y sulfato de amonio obtienen un mayor número de frutos cosechados con un 15 % más que los tratamientos sin poda y sulfato de amonio.

6.2.3. Rendimiento estimado

El rendimiento estimado de cada tratamiento no presentó diferencias significativas para la interacción entre el factor poda y la fertilización ($p > 0.05$), sin embargo, el factor poda actúa de manera independiente. La figura 11, presenta el rendimiento estimado en relación al factor poda, donde se encontró diferencias significativas ($p < 0.05 = 0.0014$) entre los tratamientos. A los 206 días de iniciar el ensayo, el tratamiento con poda registro un rendimiento de 893.30 kg/ha, mientras que el tratamiento sin poda logro un rendimiento de 563.37 kg/ha.

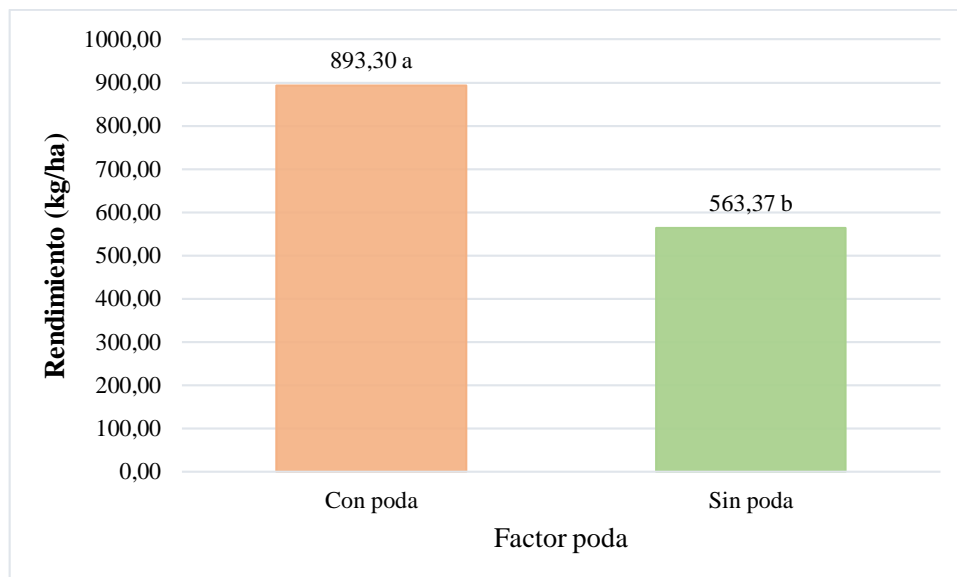


Figura 11. Efecto del factor poda sobre el rendimiento en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0.05$).

6.2.4. Peso del fruto

El peso de los 10 frutos de cada tratamiento no presentó diferencias significativas para la interacción entre el factor poda y la fertilización ($p > 0.05$), sin embargo, el factor poda actúa de manera independiente. La figura 12, presenta el peso de los frutos en relación al factor poda donde se encontró diferencias significativas ($p < 0.05 = 0.0032$). A los 203 días de iniciar el ensayo, el tratamiento de poda obtuvo frutos con un peso promedio de 2.13 g, mientras que el tratamiento sin poda logró un peso promedio de 1,80 g.

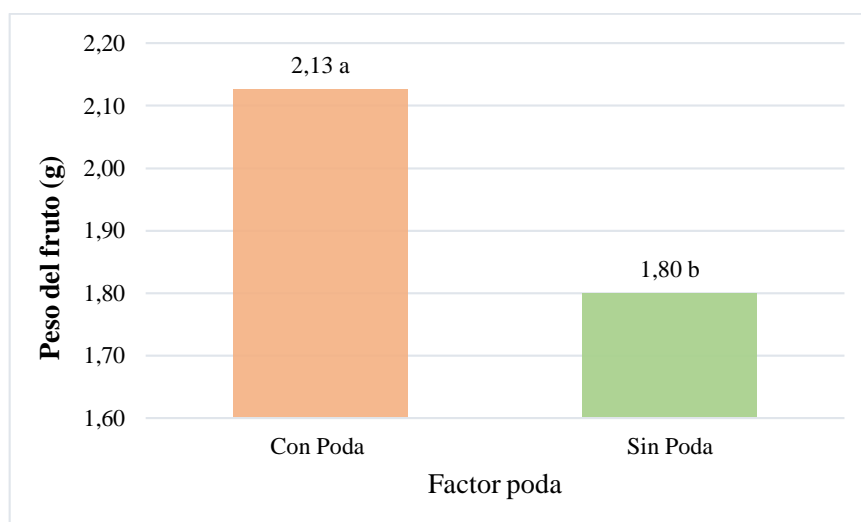


Figura 12. Efecto de la poda sobre el peso de los frutos en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0.05$).

6.2.5. Diámetro ecuatorial y polar

Para el diámetro ecuatorial y polar del fruto, los 10 frutos evaluados de cada tratamiento, no se encontraron diferencias significativas entre la interacción del factor poda y la fertilización ($p>0,05$), sin embargo, el factor poda actuó de manera independiente.

Tabla 6. Efecto de la poda sobre el diámetro ecuatorial y polar del fruto en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p<0.05$).

Factor	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)
Poda	16.16 a	13.15 a
Sin Poda	13.53 b	11.34 b

La tabla 6, presenta el diámetro ecuatorial y polar de los frutos en relación al factor poda donde se encontró diferencias significativas ($p<0.05 = 0.0004$ y 0.0060) entre los tratamientos. El tratamiento con poda obtuvo un promedio de 16.16 mm de diámetro ecuatorial y 13.15 mm de diámetro polar, mientras que el tratamiento sin poda obtuvo 13.53 mm de diámetro ecuatorial y 11.34 mm de diámetro polar.

6.2.6. Firmeza del fruto

Para la firmeza del fruto, los 10 frutos evaluados de cada tratamiento, no se encontraron diferencias significativas entre la interacción del factor poda y la fertilización ($p>0.05$), sin embargo, el factor fertilización actuó de manera independiente.

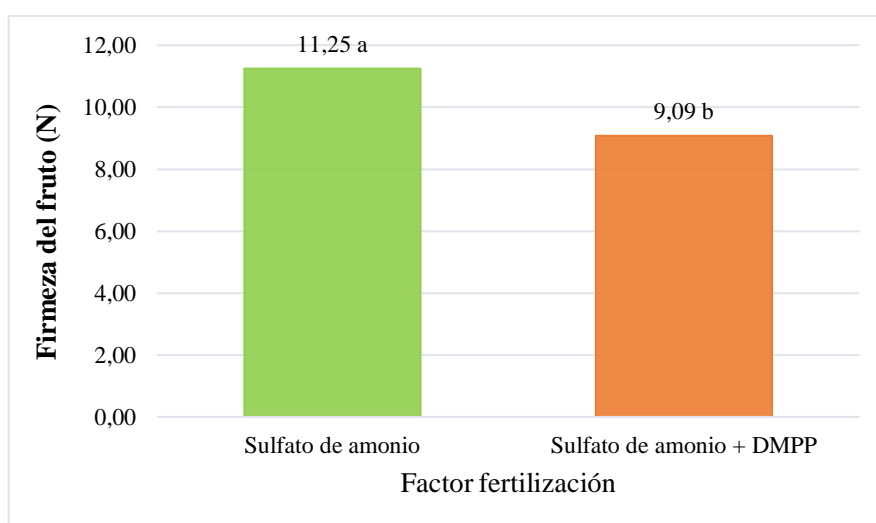


Figura 13. Efecto de la fertilización sobre la firmeza del fruto en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p<0.05$).

La figura 13, presenta la firmeza de los frutos en relación al factor fertilización donde se encontró diferencias significativas ($p < 0.05 = 0.0173$) entre los tratamientos. A los 203 días de iniciar el ensayo, el tratamiento de sulfato de amonio obtuvo promedio de 11.25 Newton, mientras que el tratamiento de sulfato de amonio + DMPP logro una firmeza promedio de 9.09 Newton.

6.2.7. Sólidos solubles

No se encontraron diferencias significativas para los sólidos solubles entre la interacción del factor poda y la fertilización ($p > 0.05$), sin embargo, el factor poda actúo de manera independiente. La figura 14, presenta el efecto del factor poda sobre el porcentaje de sólidos solubles, encontrado diferencias significativas ($p < 0.05 = 0.0001$), el tratamiento con poda obtuvo un promedio de 14.29% y el tratamiento sin poda logró un promedio de 12.08%.

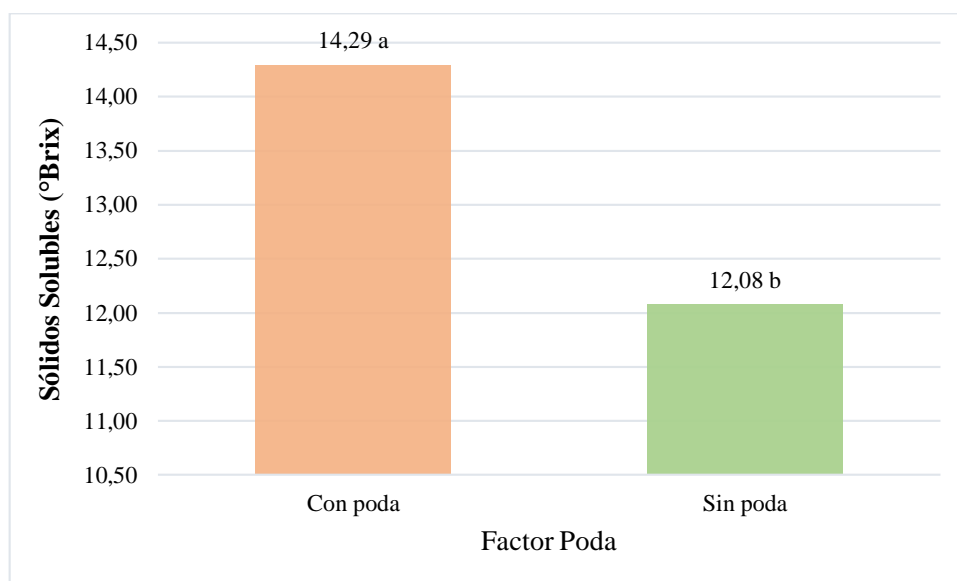


Figura 14. Efecto de la poda sobre los sólidos solubles (° Brix) en el cultivo de arándano cv. Biloxi. Promedio con distintas letras indican diferencia significativa según el test de Tukey ($p < 0.05$).

6.2.8. pH del fruto

El análisis del pH de los frutos a los 203 días de inicio del ensayo, indicaron que no se presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización. Los valores obtenidos fluctuaron de 3.12 a 3.15 de pH como lo indica la **Figura 15**.

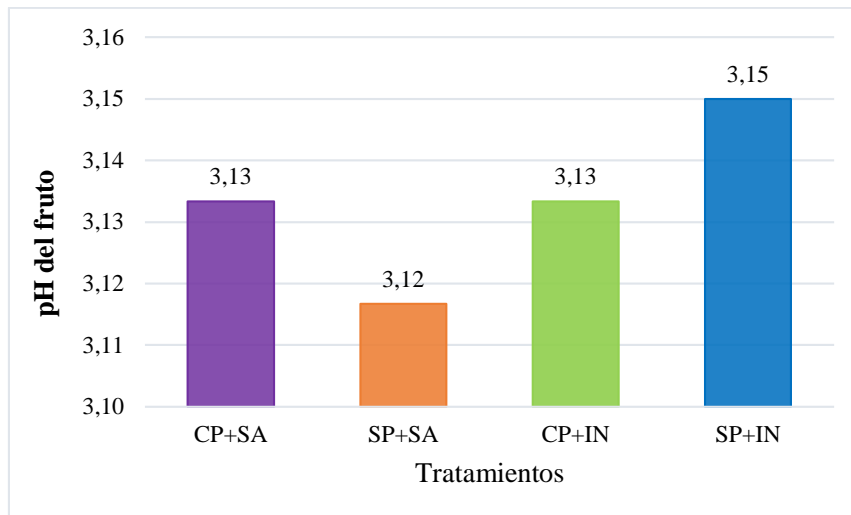


Figura 15. Efecto de la poda y fertilización sobre el pH de los frutos en el cultivo de arándano cv. Biloxi., sometidas a cuatro tratamientos.

6.2.9. Acidez titulable (AT)

El análisis de la acidez titulable a los 203 días de inicio del ensayo, no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la interacción del factor poda y la fertilización. Los valores obtenidos fluctuaron de 0.24 a 0.30 de acidez como lo indica la **Figura 16**.

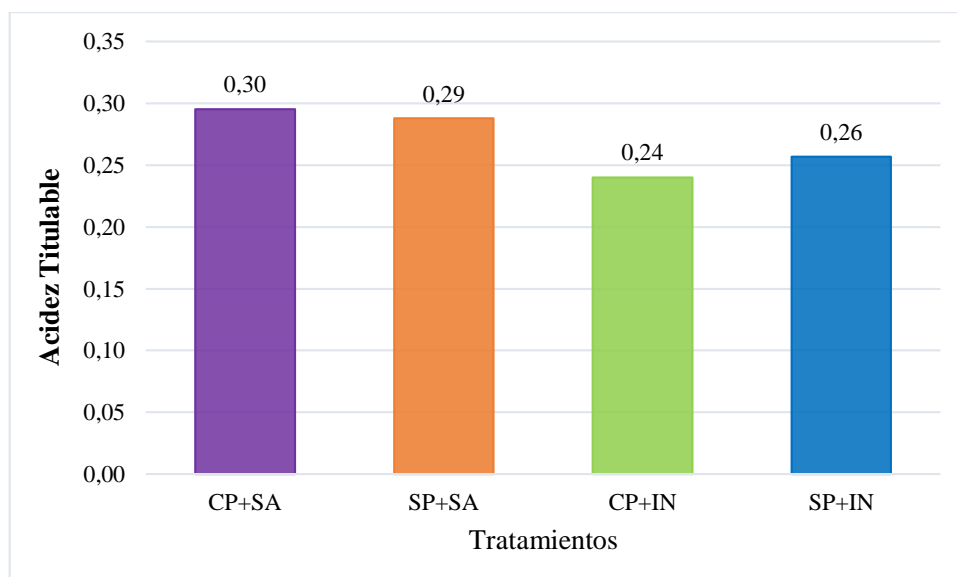


Figura 16. Efecto de la poda y fertilización sobre la acidez titulable en el cultivo de arándano cv. Biloxi., sometidas a cuatro tratamientos.

7. Discusión

7.1. Variables morfológicas

La intensidad de poda y la fertilización nitrogenada, no mostraron ningún efecto significativo ($p > 0,05$) sobre la variable morfológica altura de planta. En todos los tratamientos se observó que la altura obtuvo un crecimiento rítmico (Figura 4), registrando valores de 65.7 a 71.5 cm de altura. Mesa (2015), explica el crecimiento de las plantas de arándano no depende solamente de la poda y fertilización, también de la luz, radiación solar, la temperatura y la humedad relativa. De acuerdo a lo mencionado, los resultados obtenidos no concuerdan con los reportados por Galdamez (2015), que registro valores promedio de 88.66 a 100.33 cm. Es probable que la altura de planta sea mayor, debido a los efectos adversos que implica la nutrición con NH_4^+ causando un exceso de crecimiento vegetativo. En diversos estudios se ha demostrado que al fertilizar NH_4^+ o NO_3^- la longitud del tallo de arándano crece significativamente cuando se adiciona NH_4^+ como única fuente de nitrógeno en comparación con NO_3^- . Gómez, (2010), menciona que la intensidad de poda no se considera determinante para la altura de planta, sin embargo, mejora la penetración de la luz.

Las hojas es la principal fuente de producción de fotoasimilados, se ha demostrado que la capacidad de fotosíntesis de la planta está relacionada con la superficie del limbo expresada como índice de área foliar. El porcentaje del IAF está determinado por el área foliar de la planta y este factor puede predecir la producción de peso seco, la cantidad de clorofila, la temperatura y el fotoperiodo (Tinoco *et al.*, 2008; Quevedo *et al.*, 2012). Al finalizar el presente estudio, el IAF presentó diferencias significativas en la interacción factor poda y fertilización nitrogenada, obteniendo valores de 0.11 a 0.17. Estos resultados son similares a lo reportado por Luna (2015), que al fertilizar arándano en una relación 50/50 de amonio/nitrato obtuvo los mismos resultados expuestos. Pero en relación a la poda es contradictorio a lo reportado por Pérez *et al.* (2015), que al aplicar tres intensidades de poda (25, 50 y 75 %) en el cultivo de chile poblano, donde la poda reflejo valores de 1.30 a 2.71 a los 161 DDT. Ellos sugieren que la poda con mayor número de tallos (4) el IAF foliar aumenta. La poda regula la capacidad vegetativa de la planta y esto permite monitorear el IAF, donde Rojas *et al.*, (2019) presento diferencias significativas con respecto a 4 tipos de podas (Sin poda, al 25 %, 50 % y 75 %) registrando valores de 2.5 a 3.8 en plantas de cacao. Además, menciona que la poda disminuye el IAF y de manera significativa el cuajado, la retención de frutos y la producción de grano seco.

El diámetro de la copa es una de las características importantes para el productor y este es controlado a través de la poda, que logra formar la estructura de la planta (Salas, 2020). Plantas sin poda desarrollan un diámetro de copa alrededor de 1.46 m lo que dificulta al momento de la cosecha, mientras que las plantas podadas a un 40 % logran obtener un diámetro promedio de 1.24 m y es de fácil manipulación en la cosecha (Gómez, 2010). De acuerdo a lo mencionado, durante la evaluación del ensayo el diámetro de la copa, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, se registró un valor de 61.53 cm para el tratamiento sin poda y 58.92 cm registro el tratamiento con poda (4 brazos). Esto indica que mediante la poda es posible controlar tanto la altura de la planta, como el diámetro de la copa y por lo tanto el tamaño de los árboles (Vázquez *et al.*, 2008).

La cobertura, es entendida como el área de terreno que ocupa el agregado de masa vegetal de una planta. A los 168 días de aplicar los tratamientos la cobertura de la planta no expresó diferencias significativas entre los factores, donde el tratamiento CP+SA logro una cobertura de 2 396.10 cm² y el tratamiento evaluado SP+SA logro 3 052.02 cm², sin embargo, estos valores son menores a los reportados por Mesa (2015) que obtuvo 7 700 cm² en plantas Biloxi de un año y 9 400 cm² en plantas de Biloxi de tres años. La poda ayuda a controlar el crecimiento de la cobertura, igualmente la fertilización nitrogenada, esto ocurre, por la aplicación de sulfato de amonio a los tratamientos, debido, a que el NH₄⁺ causa el exceso de crecimiento vegetativo y retrasa la maduración de los tejidos de la planta (Galdamez, 2015).

Con lo que respecta a concentración de clorofila por medio de las lecturas SPAD, no se encontraron diferencias significativas entre la interacción de los factores poda y fertilización nitrogenada, los valores obtenidos de las lecturas SPAD oscilan entre 55.47 y 56.33 entre los tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Gurrola (2020), que al fertilizar NH₄⁺:NO₃⁻ en las relaciones 50:50 y 100:0, encontró que los mayores índices de verdor en las hojas, lo obtuvo el tratamiento con la relación 100:0 con un valor de 58.02. A todos los tratamientos se fertilizó sulfato de amonio y el arándano al preferir NH₄⁺ la absorción es más rápida y por lo tanto puede metabolizar el N rápidamente para la síntesis de pigmentos fotosintéticos como clorofila y carotenoides que son los responsables del color verde en las hojas. Galdamez (2015), reporta que al utilizar diferentes relaciones de NH₄⁺:NO₃⁻ desde 0/100 a 100/0, la que obtiene valores más altos son los tratamientos fertilizados con NH₄⁺ (100/0) con 57.10 %, donde resalta la relación directa de las lecturas SPAD, con el contenido de clorofila y el contenido de nitrógeno en la planta.

7.2. Propiedades químicas del suelo

De acuerdo al análisis de pH del suelo, se encontró diferencias significativas con respecto a la fertilización nitrogenada actúa de forma independiente, los valores fluctúan de 4.14 con sulfato de amonio a 4.58 con sulfato de amonio más DMPP. El arándano comúnmente es fertilizado con sulfato de amonio debido a que las plantas prefieren NH_4^+ y también porque ayudan a mantener el pH apropiado en un intervalo de 4.0 a 5.2 idóneo para el este cultivo (Carrera, 2012). Los arándanos prefieren absorber N en forma de NH_4^+ , porque la absorben de forma rápida debido a que requiere de menos gasto de energía como sucede con el NO_3^- , sin embargo, en concentraciones altas puede ser tóxico para las plantas (Gurrola, 2020). El sulfato de amonio acidifica la rizosfera del suelo por el proceso de nitrificación, donde el amonio se oxida con oxígeno para dar nitrito y convertir esos nitritos a nitratos. Para evitar que este proceso ocurra, se utiliza el DMPP para suprimir la nitrificación del NH_4^+ , lo cual aumenta la disponibilidad del NH_4^+ , mejorando la eficiencia de la fertilización.

La conductividad eléctrica (CE) está directamente relacionada por la cantidad de sales que contiene el suelo o el agua, a mayor CE mayor salinidad en el suelo, y este fenómeno es una desventaja para cultivar arándano (Paredes, 2019). Los resultados del presente estudio, mostraron diferencias significativas con lo que respecta al factor fertilización, obteniendo 0.56 dS/m para el tratamiento SA y 0.93 dS/m para el tratamiento SA+DMPP, encontrándose bajo el rango de 1.5 dS/m óptimo para este cultivo (Gurrola, 2020). La utilización de inhibidores de nitrificación causa una disminución del pH y aumenta la CE en el área radicular, en la zona donde se aplican los fertilizantes, esto es explicado por Noruega (2012) y Olmos (2018) al trabajar con DMPP -25%N y DMPP en el cultivo de pepino, encontraron una disminución en la tasa de nitrificación con el tratamiento DMPP, obteniendo una mayor concentración de amonio, lo que permite a la planta absorber el N con mayor eficiencia, y al ser un fertilizante de liberación lenta es muy difícil ser lavado o lixiviado por el riego, contrariamente a lo que sucede con el NO_3^- el cual se lixivia de manera más rápida. Machado *et al.*, (2014) explica por qué los resultados son inferiores al promedio, y ocurre por las concentraciones del fertilizante, este autor menciona que las plantas fertilizadas con sulfato de amonio en concentraciones de 0.75 y 1.5 g/L alcanzan a 1.5 – 3.0 dS/m presentando estrés por salinidad causando la senescencia de las hojas.

7.3. Rendimiento

Las variables productivas como el rendimiento están determinadas por las características del cultivar, además del manejo cultural y las condiciones climáticas de la zona (Retamales y Hancock, 2012). Las condiciones climáticas influyen directamente sobre la fenología, duración de su crecimiento, maduración de los frutos y época de cosecha. Asimismo, la floración, el cuaje y desarrollo del fruto son los procesos que determinan el rendimiento de un frutal (Rodríguez, 2012). La floración, durante el estudio se concentró en cuatro semanas, desde el 24 de febrero hasta el 17 de marzo. Los resultados del estudio con respecto a la floración, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, encontrando valores promedios de 265 a 396 flores. Estos resultados son similares a los expuestos por Muñoz *et al.* (2017) y Gutiérrez (2021), que mencionan que la poda ayuda a la disminución del número de flores por la eliminación de ramas, además que al fertilizar NH_4^+ con 10 % de calcio y 24 % de silicio tiene una influencia directa con la calidad y producción. Y destacan que el periodo de floración logra llegar a su máximo hasta los 40 días.

Con lo que respecta a porcentaje de frutos cuajados, tuvo una duración de 16 días aproximadamente, empezando el 10 de marzo hasta el 25 de mayo, y el crecimiento del fruto tuvo una duración de 140 días aproximadamente empezando el 24 de marzo hasta el 18 de agosto. Esto concuerda con lo expuesto por Mesa (2015), en cuanto al del cuaje del fruto obteniendo una duración de 15 días, mientras que el crecimiento del fruto obtuvo de 70 ± 34.87 días en plantas Biloxi de un año de edad. Los porcentajes del cuaje de frutos durante el estudio fue de 75.45 % al tratamiento CP+SA y 87.53 % al tratamiento SP+SA, estos resultados son similares a los reportados por Muñoz *et al.* (2017), al trabajar con una intensidad de poda de 25, 50 y 75 % obteniendo resultados entre 77 y 82 % de frutos cuajados, además destaca que la polinización y el daño por helada disminuye el número de frutos por planta.

Para el fruto logrado o cosechado, durante el estudio se concentró en 56 días, desde el 14 de julio hasta el 15 de septiembre, con un porcentaje de 40.84 y 45.84 % para los tratamientos sin poda, y para los tratamientos con poda resultó con 58.68 y 64.00 %. Estos resultados son similares a los expuestos por Gutiérrez (2021), que menciona que la cosecha del fruto llega al pico entre 50 a 60 días, con un porcentaje de cuaja entre 30 a 83.01 % para el tratamiento testigo y el tratamiento con poda. Muñoz *et al.* (2017), reporta resultados similares con porcentajes de cuaja de 66 a 72 % al trabajar con intensidades de podas altas.

Con lo que respecta al rendimiento, se encontró diferencias significativas con respecto al factor poda, con un rendimiento estimado de 563.37 kg/ha para el tratamiento sin poda y 893.30 kg/ha para el tratamiento con poda en plantas de 1 año de edad, resultando valores inferiores a los reportados por Pescie *et al.* (2011) y Maticorena *et al.* (2017) con un promedio total de 2 112,34 y 8 018.97 kg/ha, y argumentan que el rendimiento está, en mayor medida, en función a la cantidad de brotes por planta y del número de frutos por cada brote; y en menor medida al peso del fruto. De acuerdo con Alvarado (2017) otro factor a tener en cuenta es la edad de las plantas, debido a que el rendimiento en los frutales varía en función de la edad de las plantas, y a medida que avanza en el tiempo el rendimiento aumenta. En los cultivos de arándanos alcanzan su máximo rendimiento al noveno año de la plantación. De acuerdo con lo mencionado, Mesa (2015) reportó resultados similares en plantas de arándano cv. Biloxi de uno y tres años de edad con valores de 737.81 y 1 531.94 kg/ha.

7.4. Calidad del fruto

La calidad del fruto involucra al peso, diámetro ecuatorial y polar, firmeza del fruto, sólidos solubles (° Brix), pH y acidez titulable. Con lo que respecta al peso del fruto, se encontró diferencias significativas con respecto al factor poda, con un peso promedio de 1.80 g al tratamiento sin poda, mientras que el tratamiento con poda registro 2.13 g, estos resultados superan al peso promedio de 1.47 g propio de la variedad (Carrillo, 2018). La poda reduce el tamaño de la planta, pero permite tener menor carga frutal, hay mayor disponibilidad de agua y carbohidratos, lo que produce un mayor peso de los frutos (Muñoz *et al.*, 2017). Estos resultados son similares a los reportados por Pescie *et al.*, (2011), al aplicar altas intensidades de poda antes y después de las cosechas.

En cuanto al diámetro ecuatorial y polar del fruto se observó diferencias significativas para el factor poda, el diámetro ecuatorial registro un valor de 16.16 y 13.53 mm para los tratamientos con poda y sin poda respectivamente, mientras que el diámetro polar registro 13.15 y 11.34 mm para los tratamientos con poda y sin poda respectivamente. Estos resultados son similares a los reportados por Rodríguez y Morales (2015) y Muñoz *et al.* (2017), que mencionan que el diámetro ecuatorial depende directamente de la especie y el cultivar, que puede variar entre 0.7 a 0.15 mm, y el diámetro polar está determinado por la poda, mientras se realice una poda ligera el resultado es similar a no podar.

La firmeza se refiere a la estructura del fruto y la fuerza requerida para romper sus tejidos carnosos. Los resultados obtenidos durante el presente estudio se encontró diferencias

significativas con relación al factor fertilización, encontrándose valores de 9.09 N al fertilizar con sulfato de amonio más DMPP y 11.25 N fertilizando sulfato de amonio más muriato de potasio, estos resultados son similares a los reportados por Mesa (2015) y Gurrola (2020), mencionan que al aplicar diferentes dosis de $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ (0:100, 50:50, 100:0) la firmeza de los frutos aumenta a la dosis 0:100. Sin embargo, Villarreal *et al.* (2009) reporta resultados diferentes al mencionado, quienes indicaron que la presencia de NH_4^+ afecta la absorción de cationes divalentes como el Ca y en consecuencia influye en la firmeza de los frutos. El amonio afecta a la absorción de Ca incidiendo en la firmeza del fruto, el Ca estabiliza y da fuerza a la pared celular, otorgando la firmeza al fruto Castillo *et al.* (2016).

En cuanto a los sólidos solubles se observó que presentó diferencias significativas para el factor poda, el valor de azúcares al momento de la cosecha fue de 12.08 % para el tratamiento sin poda y 14.29 % para el tratamiento con poda, estos resultados están dentro del promedio propio del cultivar con 13.4 % de azúcar de acuerdo a Alvarado (2017). Los resultados concuerdan con lo registrado por Muñoz *et al.* (2017), menciona que a mayor intensidad de poda mayor azúcar en el fruto, además, indica que el contenido de sólidos solubles está fuertemente asociado al peso del fruto, ya que al aumentan con el tamaño del fruto.

Finalmente, para pH y acidez titulable del fruto no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a pH se observó valores de 3.12 a 3.15, valores parecidos a los reportados por Gündüz *et al.* (2015) y Carrillo (2018) con un promedio de 3,2 de pH. La acidez titulable indica el porcentaje de ácidos orgánicos contenido en el fruto (Rojas y Herrera, 2019). En los resultados de acidez titulable se observó valores de 0.24 a 0.30 de acidez, valores muy inferiores a los reportados por Carrillo (2018) con valores de 0,97 de acidez y a los reportados por Muñoz *et al.* (2017) con valores de 0.75 a 1.05 de acidez. Los cambios de acidez titulable son mayores que en otros constituyentes debido a la maduración del fruto y por esto podría ser útil como indicador de cosecha (Rincón *et al.*, 2015).

8. Conclusiones

- La interacción entre la fertilización nitrogenada y la poda, no influyó en las variables morfológicas como: altura de planta, promedio área foliar, diámetro de copa, cobertura de la planta, pero sí, favoreció al promedio de IAF, el número de flores/planta y porcentaje de cuaja.
- La aplicación de fuentes nitrogenadas alteró el pH del suelo, se redujo hasta un 4.14, que es óptimo para su desarrollo; sin embargo, la CE no resultó afectada, manteniéndose bajo los rangos tolerables ($<1.5 \text{ dS m}^{-1}$).
- La aplicación de poda influyó positivamente en las variables evaluadas, el T1 y T3 (con poda) presentó mejores resultados en relación a los tratamientos sin poda, logrando incrementar el rendimiento en un 37 %, de igual manera, mejora la calidad del fruto en un 15 % con respecto al: peso de fruto y al porcentaje de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pero no tiene efecto sobre la firmeza de fruto.

9. Recomendaciones

- Se recomienda mantener la toma de datos relacionados con la fenología, el rendimiento y calidad de frutos durante unos años más, con la finalidad de caracterizar la dinámica de la producción de las plantas.
- Al final del estudio realizar un análisis de suelo de micro y macronutrientes para comprender como puede existir competencia entre ellos, especialmente de Ca y amonio.
- Realizar análisis más profundos del contenido nutrimental de las hojas y frutos, para sustentar los múltiples beneficios para la salud humana, que brinda el arándano.

10. Bibliografía

- Ahumada, O. (2022). *El comercio de arándanos se expande a nivel mundial*. Foreign Agricultural Service. Disponible en: https://www.fas.usda.gov/sites/default/files/2021-10/GlobalBlueberriesFinal_1.pdf
- Álvarez, M., & Escobedo, J. (2016). *5 tipos de poda en arándano (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su influencia en determinados parámetros productivos*. Refseek. pág. 2.
- Alvarado, L., Calderón, Z., Sánchez, P., y Rebollar, A. (2017). Thidiazuron spraying and gibberellic acid combined with pruning on cranberry (*vaccinium spp.*) phenology. *AgroProductividad* (Vol. 10, Núm. 12; p: 121-127).
- Blue, B. (2022). *La exportación de arándanos frescos chilenos aumentó en un 6% durante 2021*. Blue Magazine – Berries Consulting. Disponible en: <https://blueberriesconsulting.com/la-exportacion-de-arandanos-frescos-chilenos-aumento-en-un-6-durante-2021/#:~:text=Durante%202021%2C%20se%20exportaron%2019,17.8%25%20comparado%20al%20periodo%20anterior.>
- Bryla, D., Machado, R., y Shireman, A. (2008). *Effects of method and level of N fertilizer application on soil, pH, EC, and availability of NH₄ + and NO₃ - in blueberry*. Disponible en: [http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/person/34338/Presentations/ISHSPoster - Brylaetal.2008.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/person/34338/Presentations/ISHSPoster-Brylaetal.2008.pdf)
- Bryla D, Strik B, Bañados MP, Righetti TL (2012). *Respuesta del arándano alto al fertilizante nitrogenado durante el establecimiento del campo-II: requerimientos de nutrientes de las plantas en relación con el suministro de fertilizante nitrogenado*. *HortScience* 47(7):917–926
- Carreño, L. (2013). *Fertilización nitrogenada de arándano alto (Vaccinium Corymbosum L.) en suelos volcánicos del sur de Chile* (segundo año de estudio). [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Austral de Chile.
- Carrera J. (2012). *Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias*. Tresalia Comunicación. Asturias.
- Carrillo, E. (2018). *Producción de Arándano Hidropónico en Sustrato Orgánico e Inorgánico*. [Maestría]. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Castillo, C. (2008). *Manual de Buenas Prácticas Agrarias Sostenibles de los Frutos Rojos*. Fundación Doñana 21. España.
- Castillo, A., Avitia, E., Valdez, L., Pineda, J., y Aguilar, S. (2016). Dinámica nutrimental en hoja y fruto de arándano tipo Ojo de Conejo (*Vaccinium ashei* Reade). *Tecnociencia* Vol. X, Núm. 2.

- Crisóstomo, M., Hernández, O., López, J., Manjarrez, C., & Pinedo, A. (2014). Relaciones Amonio/Nitrato en Soluciones Nutritivas Ácidas y Alcalinas para Arándano. Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300016
- Daubresse, M., Vedele, D., Chardon, F., Dechorgnat, J., Gaufichon, L., y Suzuki, A. (2010). *Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture*. *Jornaul of the Annals of Botany*.
- Douglas, S., Doyle, J., y Malladi, A. (2017). *Nitrogen-source preference in blueberry (Vaccinium sp.): Enhanced shoot nitrogen assimilation in response to direct supply of nitrate*. *Journal of Plant Physiology*.
- Esteves, E., y Zapién, M. (2021). *Arándanos: gran potencial para la exportación*. Maíz y Soya – Universidad de Florida, Fort Pierce.
- Farfán, H., (2016). *Posibilidades de producción del cultivo de arándano (Vaccinium myrtillus) bajo las buenas prácticas agrícolas (bpa) en una finca del municipio de Vallapinzón, Cundinamarca* [Tesis Ingeniero Agropecuario]. Bogotá, Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle. 72-74pp
- Fernández, Patricio. (2015). *Desarrollo genético y experiencias en zonas no tradicionales con el uso de nuevas variedades*. Ponencia presentada en el segundo seminario de Blueberries. Miraflores, Perú.
- Galdamez, C. (2015). *Respuesta del arándano (Vaccinium corymbosum L.) a la aplicación de soluciones nutritivas con diferente relación NH_4^+/NO_3^-* [Tesis Ingeniero Agropecuario]. Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas.
- García, J., y García, G. (2010). *Guía de cultivo orientaciones para el cultivo del arándano*. Proyecto de cooperación “Nuevos Horizontes”. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. España. pp: 32.
- García, A. (2021). *Evaluación de productos bioestimulantes por etapa fenológica y determinación de áreas agroecológicas aptas para el cultivo de arándano azul en el estado de Aguascalientes* [Maestría en Ciencias Agronómicas]. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- García, J. C., González, G. G. (2018). *El cultivo de arándano en el norte de España*. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales del Principado de Asturias.
- González, A. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 12 pp.
- González G., Abel S., Juan P., y Ellena D. (2013). *ARÁNDANOS: Optimización de la productividad de la mano de obra y tecnologías para el incremento de calidad y condición en el sur de Chile*. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 277. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7609>

- González A., Morales C., Riquelme J., Hirzel J., France A., Pedreros A., Uribe B., y Robledo P. (2017). *Manejo Agronómico de Arándano, Establecimiento del cultivo*. (cap.3, p.23). En: Hirzel J.(ed.8). Santiago, Chile. INIA: 98pp. (Colección INIA N°6).
- Gómez, M. (2010). *La poda en la productividad de Arándano (Vaccinium spp.) en Michoacán* [Tesis para maestría en ciencias en Horticultura]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Gordó, M. (2008). *Guía práctica para el cultivo de Arándanos en la zona norte de la provincia de Buenos Aires*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpmg_0801.pdf
- Gurrola, J. (2020). *Respuesta del arándano (Vaccinium corymbosum L.) a la fertilización de amonio y nitrato en hidroponía con raíces separadas*. [Tesis para maestría en ciencias]. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Gündüz, K., Serçe, S., and Hancock, J.F. (2015). *Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics*. J. Food Compos. Anal. 38:69-79. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.09.007>
- Gutiérrez, S. (2021). *Evaluación de productos bioestimulantes por etapa fenológica y determinación de áreas agroecológicas aptas para el cultivo de arándano azul en el estado de Aguascalientes* [Tesis para maestría en ciencias]. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Hernández D. (2014). *Estudio nutrimental de arándano azul (Vaccinium corymbosum L.) en los Reyes-Michoacán*. [Tesis de grado de Posgrado en Edafología]. Campus de Montecillo, Escuela de investigaciones agrícolas. Michoacán, México. 5p.
- Hirzel, J. (2013). *Fertilización en Arándano*. Obtenido de Manual de Arándano: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39097.pdf>
- Lorén, F. (2013). *Estudio de la fertirrigación nitrogenada con el inhibidor de la nitrificación 3,4 DIMETILPIRAZOLFOSFATO (DMPP) en melocotonero 'Miraflores'*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Zaragoza.
- Luna, J. (2015). *Relación nitrato: amonio en el cultivo del arándano en condiciones hidropónicas* [Tesis de Ingeniería Agrícola]. Universidad Michoacana De San Nicolas De Hidalgo.
- Machado, A., Bryla, R., y Vargas, O. (2014). *Effects of salinity induced by ammonium sulfate fertilizer on root and shoot growth of highbush blueberry*. Acta Horticulturae, 1017, 407-414. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1017.49>
- Martínez, L. R. (2019). *Factibilidad para la Implementación de un Cultivo de Arándano (Vaccinium Corymbosum L.) en la Vereda Llano Verde del Municipio de Úmbita, Boyacá* [Licenciatura]. Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Maticorena, M. F. (2017). *Cinco Tipos de Poda en Arándano (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su Influencia en Determinados Parámetros Productivos*. [Tesis]. Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Meléndez, M., Romero, L., Sandoval, M., Vasquez, W., y Racines, M. (2021). *Vaccinium spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere*. Scientia Agropecuaria vol.12 no.1. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.013>
- Mesa Torres, Paola Andrea (2015). *Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (Vaccinium corymbosum L. x V. darowii) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia)*. Colombia, Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, tesis de licenciatura.
- Montero, I. (2015). Caracterización físico-química y sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) en Jalisco [Tesis de Licenciatura, Universidad De Guadalajara]. Disponible en: http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler_Montero_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Noguera, V. (2014). *Evaluación del DMPP (3,4-Dimetilpirazol fosfato) sobre la concentración de nitratos y amonio de un suelo arenado cultivado con pepino bajo invernadero* [Tesis de Maestría, Universidad De Almería]. Disponible en: <http://repositorio.ual.es/handle/10835/2716>
- Muñoz, P., Serri, H., Lopéz, M., Faundez, M., y Palma, P. (2017). *Efecto de Diferentes Intensidades de Poda Sobre el Rendimiento y Calidad de Fruta en Arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Brigitta*. Chilean J. Agric. Anim. Sci.
- Olmos, C. R. (2018). *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* (Doctoral dissertation). Universidad de Almería.
- Osorio, R., Cáceres, C., y Covarrubias, J. (2019). *Vegetative and Physiological Responses of "Emerald" Blueberry to Ammoniacal Sources with a Nitrification Inhibitor*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. Doi: <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00135-7>
- PDOT (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Loja.
- Paita, M. (2017). *Situación Actual Del Cultivo Del Arándano (Vaccinium corymbosum L.) en Huarmey* (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pannunzio, A., Vilella, F., Texeira, P. y Premuzik, Z. (2010). *Impacto de los sistemas de riego por goteo en arándanos*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.
- Paredes, C. (2019). *Instalación del cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) Var. Biloxi bajo riego por goteo en Chao – Libertad* [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13446/Blas%20Paredes%2c%20Carlos%20Evair.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pérez, M., Ayala, R., Ojeda, C., Flores, W., Magdaleno, F., y Sifuentes, E. (2015). *Índice de área foliar de cultivo de Chile Poblano mediante dos métodos en condiciones protegidas*. Ciencias de la Biología y Agronomía.
- 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*. Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA), 3.

- Pino, C. M. (2007). *Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (Vaccinium corymbosum L.)* (Doctoral dissertation). Universidad Austral de Chile.
- Pinochet, D., Artacho, P., y Sandoval, A. (2014). *Manual de Fertilización de arándanos Cultivados en el Sur de Chile*. Universidad Austral de Chile. Obtenido de: <http://www.agriismart.com/wp-content/uploads/2015/04/Manual-Ar%C3%A1ndanos.pdf>
- Quevedo, E., Arévalo, M., y Escalante, G. (2012). *Determination of a Mathematical Model to Estimate the Area and Dry Weight of the Leaf Limbo of Prunus persica cv. Jarillo*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 65 (2). Obtenido de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/36458>
- Retamales, J., y Hancock, J. (2012). Blueberries. Massachusetts: *Centre for Agricultural Bioscience International*.
- Rincón, S., Buitrago, C., Balaguera, H., y Moreno, G. (2015). *Classification of Different Maturity Stages of Agraz (Vaccinium meridionale Swartz) Fruit*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Doi: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>
- Rivedeneira, M., y Carlazara G. (2011). *Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos*. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.
- Rodríguez, M. y Morales, D. (2015). *Efecto de mallas sombreadoras sobre la producción y calidad de frutos de arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Brigitta*. Revista Scientia Agropecuaria vol.6 no.1
- Rojas, E., Gutiérrez, E., Pardo, C., y Ramírez, R. (2019). *Comportamiento vegetativo y reproductivo del cacao (Theobroma cacao L.) por efecto de la poda*. Revista Fitotecnia Mexicana.
- Rojas, N., y Herrera, M. (2019). *Influencia de la adición de cloruro de calcio y eritorbato de sodio en cubierta comestible de alginato sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (Vaccinium corymbosus L.)* [Tesis de Ingeniería de Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Rubio, J., y González, G. (2012). Orientaciones para el Cultivo de Arándano. Obtenido de Guía de Cultivo: http://www.naviaporcia.com/images/documentos/documento_173.pdf
- Rubio, J., González, G., y Ciordia, M. (2018). *El Cultivo del Arándano en el Norte de España*. Obtenido de SERIDA: Sistema Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario: <http://www.serida.org/pdfs/7452.pdf>
- Salas, D. (2020). *Cultivo de arándanos*. Proyectos Peruanos – El Aliado de su Inversión.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). (2022). *Exportaciones de arándano fresco (Toneladas)*. Agencia Agraria de Noticias. Obtenido de: <https://agraria.pe/noticias/exportacion-mundial-de-arandanos-alcanzaria-cerca-de-2-200-m-27099>
- SimFruit. (2021). *Temporada 2020-2021: Industria del arándano de Chile proyecta mantener volúmenes de exportación y seguirá potenciando la calidad*. Portal Oficial de la Fruta Chilena de Exportación. Obtenido de: <https://www.simfruit.cl/temporada-2020->

2021industria-del-arandano-de-chile-proyecta-mantener-volumenes-de-exportacion-y-seguira-potenciando-la-calidad/

- Singh, J. (2008). *The role of inhibitors in the bioavailability and mitigation of nitrogen losses in grassland ecosystems*. *Developments in Soil Science*, 32, pp.329–362.
- Spiers, J. M., and D. A. Marshall. 2012. *Macronutrient distribution in 'Tifblue' Rabbiteye blueberry*. *International Journal of Fruit Science* 12:48-53.
- Tinoco, C., Ramírez, F., Villarreal E., y Ruiz, A. (2008). *Arreglo espacial de híbridos de maíz, índice de área foliar y rendimiento*. *Agricultura Técnica en México* 34(3): 271-278.
- Torres, J. J. (2017). *El cultivo de Arándano (Vaccinium myrtillus L.)* (Tesis). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Undurraga, P., y Vargas, S. (2013). *Manual de Arándano*. Boletín INIA N° 263. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Vázquez, V., Pérez, M., García, O., y López, M. (2008). *Intensidad de poda sobre el vigor, producción y peso del fruto, del mango 'Ataulfo'*. *Revista Scielo - Ser.Hortic* vol.15 no.2.
- Villarreal, M., Parra, S., Sánchez, P., Hernández, S., Enciso, T., Corrales, M., y Armenta, A. (2009). *Fertirrigación con diferentes formas de nitrógeno en el cultivo de tomate en un suelo arcilloso*. *Interciencia*, 34 (2), 135-139. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200012
- Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., y Carlazara, G. (2013). *Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia de recolección de bayas de arándanos*. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 186-194.

11. Anexos

Anexo 1. Aplicación de podas de formación, fertilización y mediciones morfológicas.



Figura 17. Realización de poda.



Figura 18. Aplicación de fertilizantes en forma de corona



Figura 19. Planta sin aplicación de poda.



Figura 20. Planta con aplicación de poda.



Figura 21. Toma de datos de la altura de planta.



Figura 22. Hoja de arándano para determinar su área foliar.

Anexo 2. Evaluación de variables fenológicas.

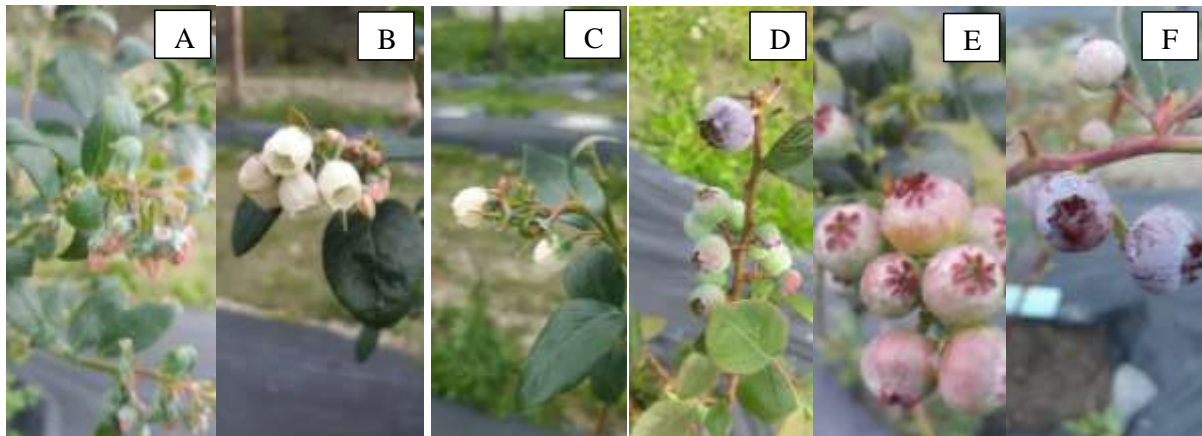


Figura 23. Etapa reproductiva del arándano cv. Biloxi: a. Botón rosado, b. Flor abierta, c. Caída de pétalos, d. Fruto verde, e. Fruto rosado, f. Fruto morado.

Anexo 3. Pruebas de calidad del fruto.



Figura 24. Peso de frutos.



Figura 25. Toma de datos de firmeza del fruto con un penetrómetro.



Figura 26. Toma de datos sólidos solubles (° Brix).



Figura 27. Toma de datos de acides titulable.

Anexo 4. Análisis de suelo.



Figura 28. Peso de 20 g de suelo para evaluar pH y CE.



Figura 29. Colocación de muestras de suelo en el agitador.



Figura 30. Filtrar la mezcla de suelo con agua.



Figura 31. Toma de datos de pH y CE.

Anexo 5. Fertilizantes y dosis aplicadas.

Tabla 7. Productos y dosis empleadas en el arándano cv. Biloxi.

Fertilizantes	g/planta	g/24plantas	3 veces a la semana (g)
Sulfato de amonio	1,39	33,3	100,0
Muriato de potasio	7,78	186,8	560,4
Inhibidor de nitrificación (DMPP)	1,94	46,7	140,0

Anexo 6. Certificación de traducción del Abstract

ABSTRACT

The blueberry is a crop that has gained great importance in recent years, the increase in its demand is due, in other factors, to the multiple benefits that its consumption generates in human health. In Ecuador there is little information on agronomic management practices associated with pruning and fertilization that tend to increase yield and at the same time the efficiency of nitrogen use. In the present study, the effect of the application of ammonium sulfate and a nitrification inhibitor was evaluated, as well as the interaction with the use of pruning on the phenology and initial production of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi) in the La Argelia sector, Loja, for this, four treatments were evaluated: T1 (With Pruning + Ammonium Sulfate), T2 (Without Pruning + Ammonium Sulfate), T3 (With Pruning + Ammonium Sulfate + Nitrification Inhibitor), T4 (Without Pruning + Ammonium Sulfate + Nitrification Inhibitor). A divided plot design was established with two factors (Factor A: pruning; Factor B: fertilization) with four treatments and six repetitions. Morphological and phenological parameters and fruit quality were evaluated. The pruning plus ammonium sulfate and the nitrification inhibitor did not present significant differences for the morphological variables, except for the LAI where the treatment with pruning + ammonium sulfate stood out above the rest. The pH and EC presented differences in the treatments with ammonium sulfate plus nitrification inhibitor. In the phenology, no differences ($P \leq 0.05$) were observed between the treatments, however, in the yield with 0.893 t/ha it presented significant differences with respect to the treatments with pruning, in the same way the weight of the fruit, diameter E. and P., and soluble solids. These results show that pruning allows the production of large fruits, early maturation, increasing fruit quality and improving yield.

Key words: *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi, nitrification inhibitor, performance.

Yo, Rosa Amelia Díaz Díaz, por la presente certifico que traduje el documento adjunto del idioma Inglés al Español y que, es una traducción correcta de acuerdo a los documentos originales. Así lo certifico, en base a la formación de grado en la Enseñanza del Inglés como lengua extranjera.



Lcda. Rosa Amelia Díaz Díaz

Registro SENESCYT 1080-03-461522