



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA

AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS

AGRONÓMICAS DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) VAR. BILOXI EN

CHALTURA – IMBABURA”

AUTORA

Helen Sharaseth Montalvo Montalvo

DIRECTOR

PhD. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno

Ibarra-2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) VAR. BILOXI EN CHALTURA – IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

PhD. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno MSc. _____

DIRECTOR

FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas MSc. _____

ASESOR

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento de autorización de uso y publicación de la obra, declaro mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004406722		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Montalvo Montalvo Helen Sharaseth		
DIRECCIÓN:	Los Óvalos – Natabuela		
EMAIL:	hsmontalvom@utn.edu.ec helenmontalvo24@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062535309	TELÉFONO MÓVIL:	0986227536

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE BIOESTIMULANTES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ARÁNDANO (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) VAR. BILOXI EN CHALTURA – IMBABURA
AUTOR (ES):	Helen Sharaseth Montalvo Montalvo
FECHA DE APROBACIÓN:	16/01/2026
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	PhD. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno MSc.

1. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Helen Sharaseth Montalvo Montalvo, con cédula de ciudadanía Nro. 1004406722, en calidad y titular de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital, autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior artículo 144.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de enero de 2026.

EL AUTOR:

.....

Helen Sharaseth Montalvo Montalvo

C.I.: 1004406722

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Helen Sharaseth Montalvo Montalvo, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 16 días del mes de enero de 2026.

PhD. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 16 días del mes de enero de 2026

Nombres y Apellidos: Helen Sharaseth Montalvo Montalvo. Evaluación de bioestimulantes sobre las características agronómicas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. biloxi en Chaltura – Imbabura. Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 16 días del mes de enero de 2026.

DIRECTOR (A): PhD. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar bioestimulantes sobre las características agronómicas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en Chaltura – Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar las características morfofisiológicas en el cultivo de arándano bajo la aplicación de *Ascophyllum nodosum* L. y aminoácidos.
- Comparar la calidad del fruto entre los tratamientos en estudio
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos.

.....

PhD. Fernando Basantes MSc.

Director de Trabajo de Grado

.....

Helen Sharaseth Montalvo Montalvo.

Autor

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la formación académica y el respaldo institucional necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Agradezco de manera especial al PhD. Fernando Basantes, por su valiosa guía, acompañamiento y dedicación durante el desarrollo de esta tesis, al MSc. Miguel Gómez, por sus sugerencias, su constante apoyo académico y su disposición para acompañarme en esta investigación.

Extiendo también mi gratitud a la empresa AndeanCrop, por facilitarme el acceso a las instalaciones de la finca, permitiendo que la ejecución del experimento se realice de manera adecuada y al MSc. Andrés Arroyo, gerente de la empresa Morera, por su constante apoyo técnico y asesoría durante todo el proceso experimental, su experiencia y colaboración fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a mis amigos, gracias por ser mi apoyo, mi motivación y mi refugio en los días difíciles, con ustedes compartí risas y desvelos. Su amistad convirtió este camino en una experiencia inolvidable y me enseñó que, más allá de un título, lo más valioso que me llevo son las personas con las que lo recorrí.

DEDICATORIA

A mi familia, porque gracias a ustedes aprendí que los sueños se construyen paso a paso. Todo lo que logré en la vida, siempre tendrá su nombre

A mi papá, Jaime Montalvo, gracias por tu ternura, por cada sonrisa que me regalaste incluso en mis días más difíciles, por cada abrazo que me reconfortaba, por consentirme y enseñarme que el cariño también es fortaleza. Siempre serás mi ejemplo de amor genuino y protección.

A mi mamá, Yolanda Montalvo, gracias por guiarme con tu sabiduría, por tu voz que orienta y tus consejos que siempre llegaron en el momento justo. Gracias por ser madre, amiga, refugio y hogar. Tu amor y apoyo constante fueron la luz que me sostuvo en este camino.

A mi hermana, Caroline Montalvo, gracias por ser mi apoyo incondicional, mi motivación para no rendirme, y una de mis mayores razones para continuar incluso cuando el cansancio pesaba. Gracias por sostener mi corazón con tus palabras, con tu risa y fortaleza. Contigo aprendí que el amor también se escribe en compañía. Eres mi apoyo, mi refugio, mi compañera de vida, gracias por tanto, hermana.

A mis compañeros de cuatro patas, que llegaron con un amor tan puro que transformó mis días.

A Violet, gracias por ser esa luz en mi camino, por tu compañía silenciosa en las noches largas de estudio y por enseñarme lo que significa el amor leal y constante. Tu presencia, tu calma y tu mirada me sostuvieron más de lo que las palabras pueden expresar.

Y a mi pequeño Santiago, que con sus travesuras logró robarme sonrisas incluso en los momentos en que me sentía perdida. Gracias por recordarme que la vida siempre guarda algo bonito, aun en los días grises.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 RESUMEN.....	17
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUCCIÓN	19
1.1 Antecedentes.....	19
1.2 Problema.....	21
1.3 Justificación.....	22
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	23
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	23
1.5 Hipótesis.....	23
1.5.1 <i>Hipótesis Nula (Ho)</i>	23
1.5.2 <i>Hipótesis Alternativa (Ha)</i>	23
2 CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1 Descripción del Cultivo de Arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.).....	24
2.2 Origen del Cultivo	24
2.3 Descripción Taxonómica del Arándano	25
2.4 Morfología del Arándano	25
2.4.1 <i>Flores</i>	26

2.4.2	<i>Hojas</i>	26
2.4.3	<i>Raíz</i>	26
2.4.4	<i>Fruto</i>	26
2.5	Prácticas del Cultivo	27
2.6	Características de las Variedades Biloxi	28
2.7	Rendimientos Globales y Tendencias de Producción.....	28
2.8	Bioestimulantes en la Agricultura	29
2.8.1	<i>Tipos de Bioestimulantes</i>	29
2.8.2	<i>Mecanismos de Acción en Plantas</i>	30
3	CAPÍTULO III.....	32
	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1	Caracterización del Área de Estudio	32
3.2	Materiales, Equipos, Insumos y Herramientas.	33
3.3	Métodos	34
3.3.1	<i>Tipo de Estudio</i>	34
3.3.2	<i>Factor en Estudio</i>	34
3.3.3	<i>Diseño Experimental</i>	35
3.3.4	<i>Características del Experimento</i>	36
3.4	Caracterización de la Unidad Experimental	37
3.5	Análisis Estadístico.....	38

3.6	Variables para Evaluarse	38
3.6.1	<i>Número de Basales Nuevos por Planta</i>	38
3.6.2	<i>Longitud del Basal</i>	39
3.6.3	<i>Diámetro del Basal</i>	40
3.6.4	<i>Concentración de Clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2}$)</i>	40
3.6.5	<i>Rendimiento</i>	41
3.6.6	<i>Calibre del Fruto (mm)</i>	42
3.6.7	<i>Análisis Beneficio / Costo</i>	42
3.7	Manejo Específico del Experimento.....	43
3.7.1	<i>Establecimiento del Experimento</i>	44
3.7.2	<i>Aplicación de Extractos a las Unidades Experimentales</i>	44
CAPÍTULO IV		46
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
4.1	Número de Basales Nuevos por Planta.....	46
4.2	Longitud del Tallo	48
4.3	Diámetro del Tallo.....	50
4.4	Concentración de Clorofila.....	52
4.5	Rendimiento.....	55
4.6	Calibre del Fruto (mm).....	58
4.7	Análisis Beneficio - Costo.....	60

5 CAPÍTULO V.....	65
5.1 Conclusiones.....	65
5.2 Recomendaciones.....	65
6 BIBLIOGRAFÍA.....	66
7 ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica del arándano.</i>	25
Tabla 2. <i>Ubicación geográfica y climática de área de estudio.</i>	32
Tabla 3. <i>Materiales y equipos de trabajo utilizados para el desarrollo del experimento.</i>	33
Tabla 4. <i>Dosis de productos para cada tratamiento usado en la investigación.</i>	35
Tabla 5. <i>Características del diseño experimental de la investigación.</i>	37
Tabla 6. <i>Características de la unidad experimental.</i>	37
Tabla 7. <i>Análisis de varianza (ADEVA).</i>	38
Tabla 8. <i>Calibre de Bayas de Arándano usada en la empresa “AndeanCrop”.</i>	42
Tabla 9. <i>Solución nutritiva para fertirrigación de arándano.</i>	44
Tabla 10. <i>Número de basales nuevos por planta de arándano bajo tratamientos con diversas concentraciones de bioestimulantes.</i>	46
Tabla 11. <i>Longitud del tallo (cm) por planta de arándano en el estudio evaluación a diferentes concentraciones de bioestimulantes.</i>	49
Tabla 12. <i>Evaluación del rendimiento total (kg ha⁻¹) del arándano variedad Biloxi bajo diferentes dosificaciones de bioestimulantes.</i>	56
Tabla 13. <i>Análisis de varianza para la variable Calibre de fruto (mm) bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes en plantas de arándano.</i>	58
Tabla 14. <i>Inversión fija para cultivo de arándanos.</i>	61
Tabla 15. <i>Inversión fija para el cultivo de arándanos.</i>	61
Tabla 16. <i>Costo operativo anual para cultivo de arándanos.</i>	62

Tabla 18. *Evaluación financiera Relación Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio en el cultivo de arándano variedad Biloxi para una ha de producción en Chaltura, proyectada para el tercer año. 63*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación de la finca AndeanCrop, ubicada en la provincia de Imbabura, Cantón Antonio Ante, parroquia de Chaltura</i>	33
Figura 2. <i>Diseño experimental en Bloques Completos al Azar</i>	36
Figura 3. <i>Unidad experimental del diseño en bloques completos al azar.</i>	37
Figura 4. <i>Basales nuevos en plantas de arándano variedad Biloxi tratados con bioestimulantes.</i>	39
Figura 5. <i>Medición de los basales en etapa de floración en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.</i>	39
Figura 6. <i>Medición de diámetro de basal con un calibrador de Vernier en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.</i>	40
Figura 7. <i>Medición de clorofila con la ayuda de un Apogee MC-110, en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.</i>	41
Figura 8. <i>Medición de calibre de la vaya con la ayuda de un calibrador de Vernier en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.</i>	42
Figura 9. <i>Diámetro de los tallos (mm) de las plantas de arándano bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes (A. nodosum L. y aminoácidos).</i>	51
Figura 10. <i>Concentración de clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2}$) para la etapa vegetativa y floración en plantas de arándano.</i>	53
Figura 11. <i>Calibre del fruto (mm) de las plantas de arándano bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes (A. nodosum L. y aminoácidos).</i>	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T1.</i>	77
Anexo 2. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T2.</i>	79
Anexo 3. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T3.</i>	81
Anexo 4. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T4.</i>	83
Anexo 5. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T5.</i>	85
Anexo 6. <i>Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T6.</i>	87

**Evaluación de bioestimulantes sobre las características agronómicas de arándano
(*Vaccinium corymbosum* L.) var. biloxi en Chaltura – Imbabura.**

Montalvo Montalvo Helen Sharaseth

*Universidad Técnica del Norte

Correo: hsmontalvom@utn.edu.ec

RESUMEN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), valorado por sus propiedades antioxidantes, enfrenta limitaciones productivas por mal manejo (falta de conocimiento técnico para llevar a cabo una nutrición óptima), restringiendo su potencial agronómico. Se evaluó el efecto de bioestimulantes derivados del alga *Ascophyllum nodosum* L. (AS) y aminoácidos (AN), sobre el desarrollo vegetativo y la calidad del fruto en arándano. Para ello, se establecieron cinco tratamientos y el testigo, bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. No se interfirió en fertirriego del cultivo, y las aplicaciones se efectuaron cada 15 días mediante riego en drench. Los análisis revelaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con el T1 (100% de AS), obteniendo el mayor diámetro de tallo (3.96 mm) frente a los 2.29 mm del testigo. Además, este mismo tratamiento mejoró significativamente la calidad del fruto, alcanzando un calibre de 16.70 mm con respecto al testigo (14.70 mm). En cuanto a las demás variables, aunque no se detectaron diferencias significativas, se evidenció que los tratamientos con combinaciones de ambos bioestimulantes, indujeron una diferencia notable en la brotación, generando 10 brotes más que el testigo. Adicionalmente el tratamiento T3 registro la mayor rentabilidad económica con un retorno de 2.33 USD por cada dólar invertido. Se concluyó que la aplicación de bioestimulantes representó una alternativa eficiente y sostenible para optimizar el desarrollo del arándano, promoviendo una respuesta agronómica favorable y viable para este cultivo.

Palabras clave: *Ascophyllum nodosum* L., aminoácidos, calidad del fruto, desarrollo vegetativo, fertilización sostenible.

Evaluation of Biostimulants on the Agronomic Characteristics of Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) var. biloxi in Chaltura, Imbabura.

Montalvo Montalvo Helen Sharaseth

*Universidad Técnica del Norte

Email: hsmontalvom@utn.edu.ec

ABSTRACT

Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.), valued for their antioxidant properties, face production limitations due to poor management (lack of technical knowledge for optimal nutrition), restricting their agronomic potential. The effect of biostimulants derived from the seaweed *Ascophyllum nodosum* L. (AS) and amino acids (AN) on vegetative development and fruit quality in blueberries was evaluated. Five treatments and a control were established in a randomized complete block design with three replications. Fertigation was not interfered with, and applications were made every 15 days via drench irrigation. The analyses revealed significant differences ($p < 0.05$) with T1 (100% AS), which resulted in the largest stem diameter (3.96 mm) compared to 2.29 mm in the control. Furthermore, this same treatment significantly improved fruit quality, reaching a size of 16.70 mm compared to the control (14.70 mm). Regarding the other variables, although no significant differences were detected, it was evident that the treatments with combinations of both biostimulants induced a notable difference in bud break, generating 10 more shoots than the control. Additionally, treatment T3 registered the highest economic profitability with a return of USD 2.33 for every dollar invested. It was concluded that the application of biostimulants represented an efficient and sustainable alternative to optimize blueberry development, promoting a favorable and viable agronomic response for this crop.

Keywords: *Ascophyllum nodosum* L., amino acids, fruit quality, vegetative development, sustainable fertilization.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es una especie arbustiva perteneciente al género *Vaccinium* y a la familia Ericaceae, originaria del hemisferio norte y distribuida en América del Norte, Europa Central, América del Sur, Madagascar y África. Sus frutos, de tonalidad azulada cercana al negro, han adquirido relevancia en diversas regiones debido a su capacidad de adaptación a diferentes condiciones medioambientales. Esta característica le confiere ventajas competitivas en el mercado, al permitir su cosecha en distintas épocas del año (García y García, 2011).

Forbes et al., (2009) señalan que la productividad y calidad de los cultivos de arándano se ven influidas por factores, incluyendo las prácticas culturales, el clima, la disponibilidad de agua y la nutrición. Este último aspecto es de vital importancia, dado que constituye una parte considerable del costo total de producción. Por tanto, un manejo eficiente de la nutrición puede asegurar un retorno significativo de la inversión para los agricultores. En la agricultura contemporánea, el interés en los bioestimulantes ha aumentado considerablemente, debido a su potencial para contribuir a estrategias sostenibles de producción de alimentos (Khan et al., 2009).

El mercado de los bioestimulantes se estimó en 4.06 mil millones de dólares en 2024 y se prevé que alcance 6.60 mil millones de dólares en 2029, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 10.21 % durante ese período (2024–2029). Este incremento se debe a la creciente conciencia de los agricultores sobre los beneficios que ofrecen estos productos en el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Por tanto, esos productos, ya sean de origen natural o sintético, favorecen el crecimiento vegetal al mejorar la absorción de nutrientes, aumentar la tolerancia al estrés y fortalecer la salud general de las plantas (Mordor Intelligence, 2022). Entre las fuentes naturales más destacadas utilizadas en la elaboración de estos productos, se encuentran las algas marinas.

Según Khan et al. (2009), los extractos derivados del alga parda *Ascophyllum nodosum* L. son reconocidos por su capacidad para promover el crecimiento vegetal, a diferencia de los fertilizantes convencionales. Además, actúan como elicitores, los cuales desempeñan un papel crucial al inducir mecanismos de defensa en las plantas. Estos compuestos tienen la capacidad de estimular a la planta para que active sus respuestas de defensa frente a la presencia de patógenos o condiciones ambientales adversas (Gonzales,2019). Asimismo, diversos estudios corroboraron los beneficios de la aplicación de extractos de algas en plantas, evidenciándose mejoras significativas en la germinación, el rendimiento, la resistencia al estrés y la prolongación de la vida útil de productos perecederos (Espinosa et al., 2020).

Investigaciones específicas han respaldado estos descubrimientos. Por ejemplo, López (2021) llevo a cabo un estudio en México, en el que se aplicaron extractos de algas marinas al cultivo de garbanzo. Los resultados mostraron que la altura del garbanzo tratado con extracto de algas alcanzó los 71 cm, mientras que el número de vainas producidas fue de 60.3, en comparación con el grupo de control que presentó una altura de 54 cm y 43.8 vainas.

De igual forma, Zermeño et al. (2015) realizaron una investigación en México sobre el uso de algas marinas como biofertilizante en el cultivo de maíz. En su estudio, se aplicó una dosis de 1.000 cc ha⁻¹ de extracto de algas, y los resultados obtenidos fueron significativamente superiores al tratamiento testigo. Se observó un aumento del 17.3 % en la altura de las plantas y una mejora del 10.5 % en el diámetro del tallo. Además, existen estudios que respaldan el uso de harina de algas marinas como fertilizante para mejorar las propiedades del suelo en el cultivo de cilantro. Por ejemplo, Uribe et al. (2018) demostraron que aplicaciones de 6 y 9 g de harina de algas marinas mejoraron significativamente la longitud del tallo y el porcentaje de biomasa en cilantro.

Otro estudio llevado a cabo en Tisaleo, Tungurahua, reportó un incremento en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Temprana mediante la aplicación de bioestimulantes. Se observó que la aplicación de 0.60 kg de bioestimulantes resultó en un rendimiento mayor en comparación con el grupo de control, que no recibió ninguna aplicación, mostrando un rendimiento de 0.37 kg (Guamán, 2023).

En cuanto a los aminoácidos, Campos (2018) destaca su papel en la nutrición vegetal, no solo por su aporte de nutrientes esenciales y secundarios como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso y zinc, sino también por su influencia en la nutrición carbonada de las plantas y en la mejora de la biomasa del suelo. Esta combinación de efectos positivos se tradujo en un incremento en la firmeza de los frutos de arándano. Así mismo, Gutiérrez et al. (2022) afirman que la aplicación foliar de aminoácidos incrementa la producción de biomasa y grano de maíz, así como la extracción y remoción de nutrientes.

1.2 Problema

En Ecuador, el cultivo de arándano variedad Biloxi ha mostrado un crecimiento progresivo debido a su alto valor comercial, sin embargo, la productividad del cultivo aún es limitada. En la mayoría de las unidades productivas se continúa empleando fertilización química convencional y prácticas de manejo poco tecnificadas, lo que no asegura una adecuada disponibilidad de nutrientes en el suelo y puede generar desequilibrios fisiológicos en la planta.

Esto se traduce en bajo vigor vegetativo, desarrollo irregular de brotes y menor formación de frutos, afectando el rendimiento y la calidad final (Nogales, 2022). Además, estas prácticas contribuyen al deterioro del suelo y pueden incrementar la susceptibilidad de las plantas a estrés biótico y abiótico. Sin embargo, la productividad promedio nacional es significativamente inferior a la de países líderes como Perú y Chile. Ecuador exportó 200 toneladas de arándano en 2022; mientras que, Perú exportó más de 273 00 toneladas (Coronel, 2023).

Esta diferencia se debe, en gran parte, al uso predominante de fertilización química convencional y manejo agronómico empírico, que no garantiza una adecuada absorción de nutrientes ni un equilibrio fisiológico óptimo en las plantas (Nogales, 2022). Además, la aplicación continua de insumos sintéticos puede afectar la microbiota del suelo, reduciendo su fertilidad y aumentando la dependencia de agroquímicos lo que compromete la sostenibilidad

del sistema productivo. En este contexto, el uso de bioestimulantes se presenta como una alternativa capaz de mejorar la eficiencia nutricional, fortalecer la tolerancia a condiciones adversas y aumentar el rendimiento y la calidad del fruto de manera sostenible.

1.3 Justificación

La investigación que se presenta a continuación fue realizada con el fin de impulsar prácticas agrícolas sostenibles que combinen rentabilidad económica, calidad productiva y reducción del impacto ambiental, ya que el uso de bioestimulantes como extractos de algas y aminoácidos han demostrado mejorar la absorción de nutrientes, optimizar la fotosíntesis y aumentar la tolerancia al estrés abiótico en diferentes cultivos, por ejemplo, en arándanos generó incrementos de rendimiento de hasta 20-40 % (Ormazábal et al., 2020).

Investigaciones recientes han demostrado que estos compuestos incrementan la eficiencia en la absorción de nutrientes, mejoran la tolerancia a condiciones de estrés abiótico (temperaturas altas, déficit hídrico) y promueven una mayor acumulación de sólidos solubles y firmeza en el fruto (Sharma et al., 2013), lo cual es clave para la calidad comercial y vida poscosecha.

Desde el punto de vista ambiental, el uso de bioestimulantes contribuye a la reducción de la dependencia de fertilizantes sintéticos y mejora la actividad microbiana del suelo, favoreciendo la regeneración de su estructura y la sostenibilidad del sistema productivo (Rouphael y Colla, 2020). Esto es fundamental en un escenario donde la agricultura enfrenta desafíos relacionados con el cambio climático y la degradación de suelos agrícolas.

En este contexto, los bioestimulantes a base de extractos de algas y aminoácidos se presentan como herramientas innovadoras que mejoran la eficiencia en la absorción de nutrientes y fortalecen la tolerancia de las plantas frente al estrés abiótico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de bioestimulantes sobre las características agronómicas de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxi en Chaltura – Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar las características morfofisiologías del cultivo de arándano bajo la aplicación de *Ascophyllum nodosum* L. y aminoácidos.

Comparar la calidad del fruto entre los tratamientos evaluados.

Analizar los resultados económicos de los tratamientos aplicados.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula (H₀)

La aplicación de bioestimulantes no muestra un efecto favorable en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

1.5.2 Hipótesis alternativa (H_a)

La aplicación de bioestimulantes muestra un efecto favorable en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del cultivo de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.)

El arándano es una especie frutal arbustiva perteneciente al género *Vaccinium*, un género de plantas que abarca arbustos terrestres pertenecientes a la familia Ericaceae. Con alrededor de 450 especies, este género tiene una distribución geográfica extensa, con una notable presencia en Norteamérica, donde aproximadamente el 25% de las especies son nativas, así como en las zonas altas de Centro y Suramérica, donde se encuentra alrededor del 10% de las especies nativas. Además, tiene una representación significativa en Asia tropical, que comprende aproximadamente el 40% de las especies, y se encuentra también en África y Madagascar (Song y Hancock, 2011).

Durante la última década, el mercado de los arándanos ha experimentado un notable crecimiento en la demanda a nivel mundial, consolidándose como la cuarta fruta más importante en términos económicos. Este aumento en la demanda se atribuye, en gran medida, a la percepción de los arándanos como productos naturales con numerosos beneficios para la salud humana (Meléndez-Jácome et al., 2021).

La adaptabilidad de las especies del género *Vaccinium* a condiciones edafoclimáticas diversas, especialmente suelos ácidos y climas fríos, convierte al arándano en una alternativa viable para zonas altas del Ecuador. Según Timoshok (2000), estas condiciones resultan favorables para su desarrollo, lo que abre oportunidades para su producción sostenible en regiones andinas.

2.2 Origen del cultivo

Los frutos silvestres, incluyendo los arándanos, han sido fundamentales a lo largo de la historia de la humanidad. Desde los tiempos de las primeras sociedades cazadoras-recolectoras, estos frutos proporcionaban una fuente esencial de alimento, con variaciones estacionales. Incluso con el desarrollo de la agricultura, las bayas continuaron siendo vitales, tanto como una base alimentaria para los menos privilegiados como un lujo o medicina. Entre todos, el arándano se

destaca por su valor nutricional y propiedades medicinales, utilizadas para tratar diversas dolencias (García et al., 2018).

Asimismo, dominaban técnicas de conservación de alimentos, como la producción de "pemmican", una mezcla de carne seca, arándanos y grasas animales, que servía como alimento nutricional y duradero para largas expediciones. En el año 1912 se obtuvo gracias a este ensayo la primera plantación con finalidad comercial de arándano mejorado. Al paso de los años las investigaciones de mejor genética siguieron hasta conseguir variedades de alta calidad

2.3 Descripción taxonómica del arándano

La taxonomía del arándano, especialmente del *V. corymbosum* L., como se presenta en la Tabla 1. Esta clasificación es esencial para una identificación precisa de las especies y para comprender sus relaciones evolutivas y ecológicas (Martínez y Martínez-Lagos, 2022).

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del arándano.

Clasificación taxonómica del arándano	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.

Fuente: Forbes et al., 2009

2.4 Morfología del arándano

La descripción botánica del arándano es esencial para comprender su biología, manejar su cultivo de manera efectiva y reconocer posibles problemas que puedan surgir durante su desarrollo. Además, permite identificar las características físicas de la planta, como la forma y el tamaño de las hojas, flores y frutos, aspectos cruciales para su cultivo, manejo y reproducción.

2.4.1 Flores

Según García y García (2011), las flores del arándano son pedunculadas, axilares o terminales, dispuestas en racimos de 6 a 10 flores por yema. La corola es acampanada, de color blanco o rosado, compuesta por pétalos fusionados. Posee entre 8 y 10 estambres con anteras aristadas o no aristadas, y un pistilo simple con ovario ínfero de 4 a 10 lóculos. El número de yemas florales por rama está influido por el grosor de la misma y por factores como el cultivar y la aplicación de reguladores de crecimiento.

2.4.2 Hojas

Las hojas son simples, alternas, de borde aserrado y forma lanceolada, con una longitud entre 1 y 8 cm. Presentan un color verde pálido y textura delgada. Su disposición y estructura contribuyen a la eficiencia fotosintética de la planta (García y García, 2011).

2.4.3 Raíz

El sistema radicular del arándano es superficial y fibroso; aproximadamente el 80 % de las raíces se concentra en los primeros 40 cm del suelo. Estas carecen de pelos absorbentes, por lo que la planta depende en gran medida de la micorrización para la absorción de nutrientes. La corona, ubicada entre las raíces y la parte aérea, posee la capacidad de emitir nuevos brotes (García y García, 2011).

2.4.4 Fruto

Es una baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso de 0.5 a 4.0 g y varias semillas en su interior (20 a 100). Los frutos, a medida que maduran, pasan por distintos grados de color, adquiriendo el tono azul característico al finalizar la maduración. A su vez, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y su tamaño se ha relacionado también con el vigor de la rama, es decir, ramas más vigorosas generalmente producen frutos mayores. Además, los primeros frutos maduros de un cultivar a menudo son mayores que los que se recogen más tarde (García y García, 2011).

2.5 Prácticas del cultivo

El cultivo del arándano presenta condiciones específicas en términos de manejo agronómico. En lo que respecta a la distancia de siembra, se recomienda un espaciamiento de 3 metros entre surcos y de 1 a 1.5 metros entre plantas, lo que permite alcanzar una densidad de plantación de entre 2.000 y 2.500 plantas por hectárea. Las arvenses se deben eliminar con el fin de evitar la competencia hídrica mediante herbicidas o de forma mecánica teniendo en cuenta que la parte radicular del arándano es superficial (Strik, 2008).

Un abastecimiento adecuado de agua resulta esencial para el crecimiento óptimo de las plantas, dado que poseen un sistema radicular fibroso y superficial, lo cual las hace susceptibles a las sequías. No obstante, es crucial evitar el exceso de riego, ya que podría causar la muerte de las raíces por falta de oxígeno (Strik, 2008).

La poda constituye una práctica esencial para el adecuado desarrollo del cultivo de arándano, ya que promueve brotes vigorosos, si las plantas no son sometidas a ese manejo agronómico, las ramas tienden a volverse densas e improductivas. (Strik et al., 2003). Esta práctica contribuye además al control de plagas y enfermedades, mejora el tamaño y la calidad de los frutos, y equilibra la producción de ramas nuevas y fuertes, desarrollando un hábito de crecimiento adecuado para la cosecha (Mayorga, 2014). La mayor parte de la poda debe realizarse después de la cosecha (Williamson y Lyrene, 2005).

La recolección o cosecha se realiza de manera selectiva, basada en los índices de madurez del fruto, que incluyen el color y el tamaño. Las bayas del arándano maduran en un período que varía entre 8 y 20 semanas. Una planta madura tiene una producción promedio anual de entre 13 y 18 libras de fruta bajo condiciones como las de Norteamérica (Strik, 2008). No se debe apresurar la cosecha de los frutos cuando estos adquieren un tono azul, ya que desarrollan un mejor sabor, se vuelven más dulces y pueden incrementar su tamaño en un 20% si se dejan en la planta por unos días adicionales después de alcanzar el color azul completo (Strik, 2008).

2.6 Características de las variedades Biloxi

Esta variedad se desarrolla mejor en suelos con pH bajo, pobres en nutrientes, pero con alta materia orgánica. Es muy sensible a la fertilización excesiva, por lo que su manejo orgánico ha sido adecuado para simular las condiciones naturales de su hábitat original. Sus frutos son de gran calidad y sabor dulce con ligera acidez (Hernández, 2014).

Biloxi requiere menos de 150 horas-frío, por lo que se adapta bien a zonas de altura intermedia y climas templados-cálidos, como los valles interandinos del Ecuador, en estudios realizados en Guasca (Colombia), a altitudes comparables con los Andes ecuatorianos, Biloxi presentó rendimientos de aproximadamente 4.1 t ha^{-1} en plantas jóvenes (20 meses) y cerca de 6.5 t ha^{-1} en plantas de 36 meses, bajo manejo tecnificado (Cortés-Rojas et al., 2016). Estos valores sirven como referencia regional, considerando condiciones agroecológicas similares.

2.7 Rendimientos Globales y Tendencias de Producción

En el ámbito global, los rendimientos del cultivo de arándanos han mostrado una tendencia creciente, reflejando la expansión y adaptación de este cultivo en diversas regiones geográficas. Según un estudio realizado por (Martínez y Martínez, 2022), la producción mundial de arándanos ha experimentado un aumento notable, impulsado tanto por la mejora en las técnicas de cultivo como por la expansión a nuevos territorios. Esta expansión se atribuye a la adaptación de variedades más resistentes y a la implementación de tecnologías avanzadas en el manejo agrícola. Además, la creciente popularidad de los arándanos debido a sus reconocidos beneficios para la salud ha estimulado la demanda en el mercado, fomentando así un aumento en la producción.

Según los datos del Centro de Comercio Internacional, la exportación mundial de arándanos alcanzó las 671 000 toneladas en 2019, representando un incremento del 16% respecto al año anterior. Perú, Canadá, Chile, Estados Unidos y España lideran el comercio de esta fruta, abarcando conjuntamente el 68% del mercado. Este crecimiento se atribuye al creciente conocimiento sobre los beneficios saludables de los arándanos. Los principales destinos de importación son Estados Unidos, los Países Bajos, Canadá, Alemania y el Reino Unido (Fresh Plaza, 2021).

2.8 Bioestimulantes en la agricultura

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, aplicados a las plantas o al suelo, estimulan procesos fisiológicos naturales, mejorando la eficiencia en el uso de nutrientes, el crecimiento, la tolerancia al estrés y la calidad del rendimiento, independientemente de su contenido de nutrientes (Jardin, 2015). A diferencia de los fertilizantes, no aportan nutrientes directamente, sino que activan rutas metabólicas que optimizan su absorción y utilización.

De la misma forma Drobek et al., (2019) mantienen un criterio similar ya que definen a los bioestimulantes como preparaciones naturales o microorganismos que por objetivo tienen mejorar la salud y vigor general de la planta, así como optimizar el crecimiento y proteger de infecciones sin tener la capacidad de causar efectos secundarios en la misma.

2.8.1 Tipos de Bioestimulantes

Bioestimulantes a base de algas

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* L. se utilizan ampliamente como bioestimulantes por su capacidad para inducir la síntesis de fitohormonas y mejorar la absorción de nutrientes del suelo. Esto conlleva una serie de beneficios, como el aumento del crecimiento de la planta, una germinación más rápida de las semillas, el retraso de la senescencia, una mayor resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas, así como una mejor adaptación a condiciones de estrés, entre otros. Además, estos extractos contienen varias betaínas que actúan como solutos en las plantas, ayudando a tolerar el estrés abiótico, como la salinidad y la sequía (Zamani et al., 2019).

Bioestimulantes a base de aminoácidos

Los bioestimulantes a base de aminoácidos son moléculas esenciales para la estructura de proteínas y péptidos en organismos vivos, incluyendo plantas. Algunos aminoácidos clave obtenidos por las plantas incluyen metionina, glutamato, arginina, alanina y glicina. Actúan como agentes energéticos, proporcionando varios beneficios. En altas temperaturas, la L-prolina retiene más agua en las células, el ácido glutámico refuerza la permeabilidad celular y la L-serina regula la entrada de agua. La L-valina mantiene la integridad de la membrana (Morales, 2023).

Finalmente, en bajas temperaturas, la L-prolina ayuda a reducir el daño por congelación, acumulándose en áreas vulnerables. Mejoran la fotosíntesis y la producción de clorofila, aumentando la eficiencia de la luz. La L-glicina, L-alanina, L-ácido glutámico y L-arginina son relevantes en este proceso. Mejoran la absorción de nutrientes y agua al formar complejos con ellos. Especialmente el ácido glutámico mejora el metabolismo del nitrógeno (Morales, 2023)

2.8.2 Mecanismos de acción en plantas

Los bioestimulantes actúan sobre procesos fisiológicos clave en la planta, favoreciendo su desarrollo y tolerancia frente a condiciones adversas. Su efecto no se basa únicamente en el aporte de nutrientes, sino en la modulación de rutas metabólicas, especialmente relacionadas con el crecimiento, el estrés y la eficiencia en el uso de recursos (Calvo et al., 2014).

Estimulación del sistema radicular

Los bioestimulantes promueven la formación de raíces secundarias y pelos absorbentes, lo que incrementa la superficie de absorción y mejora la captación de agua y nutrientes. En arándano, esta acción es relevante debido a su sistema radicular superficial y con baja capacidad exploratoria. Extractos de algas, como *Ascophyllum nodosum*, han demostrado incrementar la biomasa radicular entre 18 y 35 % en cultivos frutales (Sharma et al., 2013).

Esto favorece un establecimiento vigoroso, crecimiento sostenido y mayor producción de frutos.

Modulación hormonal y regulación del crecimiento

Los bioestimulantes influyen en el equilibrio entre hormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas, responsables de la elongación celular, división celular y diferenciación de brotes.

- Las auxinas regulan el crecimiento apical y el desarrollo radicular.
- Las citoquininas estimulan la brotación lateral y retrasan la senescencia foliar.
- Las giberelinas intervienen en la elongación de tallos y desarrollo floral.

Esta modulación hormonal se traduce en crecimiento vegetativo equilibrado, floración uniforme y mejor cuajado de frutos (Du Jardin, 2015).

Activación de sistemas antioxidantes

El estrés hídrico, salino, lumínico o térmico induce la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS), que dañan membranas y proteínas. Los bioestimulantes aumentan la actividad de enzimas antioxidantes como catalasa, superóxido dismutasa y peroxidasa, reduciendo el daño celular y manteniendo la funcionalidad fisiológica (Rouphael y Colla, 2020).

Mejora en la eficiencia fotosintética y metabolismo del carbono

Los bioestimulantes incrementan la concentración de clorofila, mejoran la apertura estomática y aumentan la tasa fotosintética, lo que permite mayor producción de carbohidratos y mejor llenado de frutos, como consecuencia, se obtiene fruta con mayor tamaño, peso y contenido de sólidos solubles (°Brix), atributos claves para el mercado fresco y de exportación (Battacharyya et al., 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

El presente estudio se desarrolló en la parroquia Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, en las instalaciones de la empresa productora de arándanos “ANDEAN CROP CIA. LTDA.”. Las características geográficas y climáticas se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Ubicación geográfica y climática de área de estudio.

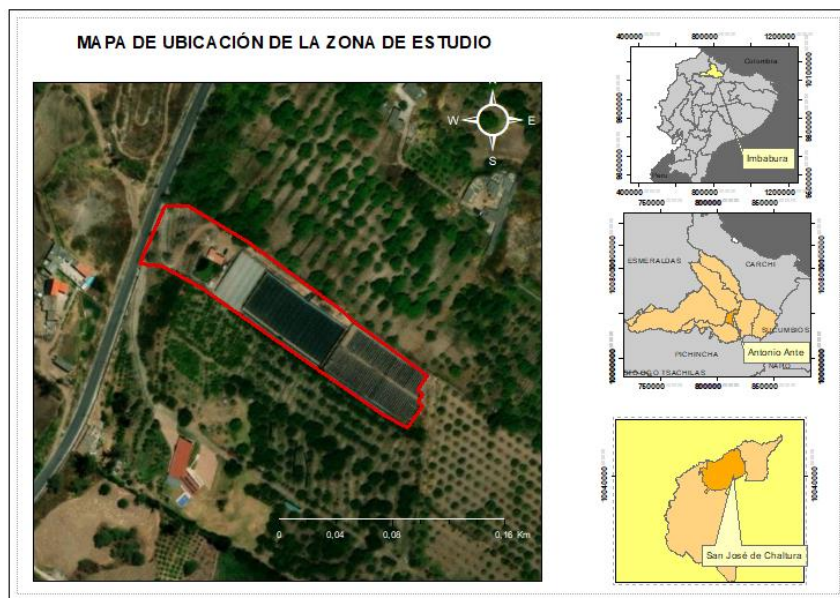
Ubicación geográfica	
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Sector	Chaltura
Altitud	2350 msnm
Temperatura media anual	16.4 °C
Humedad relativa	68.9 %.
Pluviosidad	750 mm año ⁻¹

Fuente: Gobierno Municipal de Antonio Ante

El objetivo primordial de esta investigación fue evaluar las características agronómicas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, a través de la aplicación de bioestimulantes.

Figura 1.

Mapa de ubicación de la finca AndeanCrop, ubicada en la provincia de Imbabura, Cantón Antonio Ante, parroquia de Chaltura.



Fuente: IGM, 2019

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas.

En la Tabla 3 se detallan los insumos, materiales y equipos que fueron utilizados en el campo a lo largo de todo el período de la investigación. Esta información incluye elementos tales como bioestimulantes, herramientas de muestreo, instrumentos de medición, dispositivos de aplicación de tratamientos, entre otros.

Tabla 3.

Materiales y equipos de trabajo utilizados para el desarrollo del experimento.

Materiales	Equipos	Insumos
Libreta de campo	Balanza electrónica	Bioestimulantes
Etiquetas de identificación	Calibrador Vernier	
Cinta métrica	Medidor de concentración de clorofila	
Vasos de precipitado		

3.3 Métodos

La presente investigación se llevó a cabo bajo un enfoque experimental. El estudio se realizó en un cultivo de arándanos cuyas plantas contaban con una edad de seis meses al inicio del ensayo. Dicho cultivo se encontraba establecido en un sistema de producción tecnificado, que incluía fertirriego. Con el fin de evaluar el efecto de los bioestimulantes en el desarrollo del cultivo, se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar. Además, se establecieron seis tratamientos diferentes, cada uno de ellos con tres repeticiones, las cuales se detallarán en los apartados siguientes.

3.3.1 Tipo de estudio

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo mediante la implementación de un diseño experimental de campo. En este contexto, se realizó una investigación directa en el terreno, enfocada en evaluar el impacto de la aplicación bioestimulantes a base de extractos de algas (*Ascophyllum nodosum* L.) y aminoácidos en el cultivo de arándano. Específicamente, se analizaron los cambios en el crecimiento y la producción de los arándanos tras la administración de dichos tratamientos.

3.3.2 Factor en estudio

En esta investigación se seleccionó un único factor de estudio: la aplicación de bioestimulantes. Para ello, se definieron seis tratamientos con distintas dosificaciones, cuya descripción se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4.

Dosis de productos para cada tratamiento usado en la investigación.

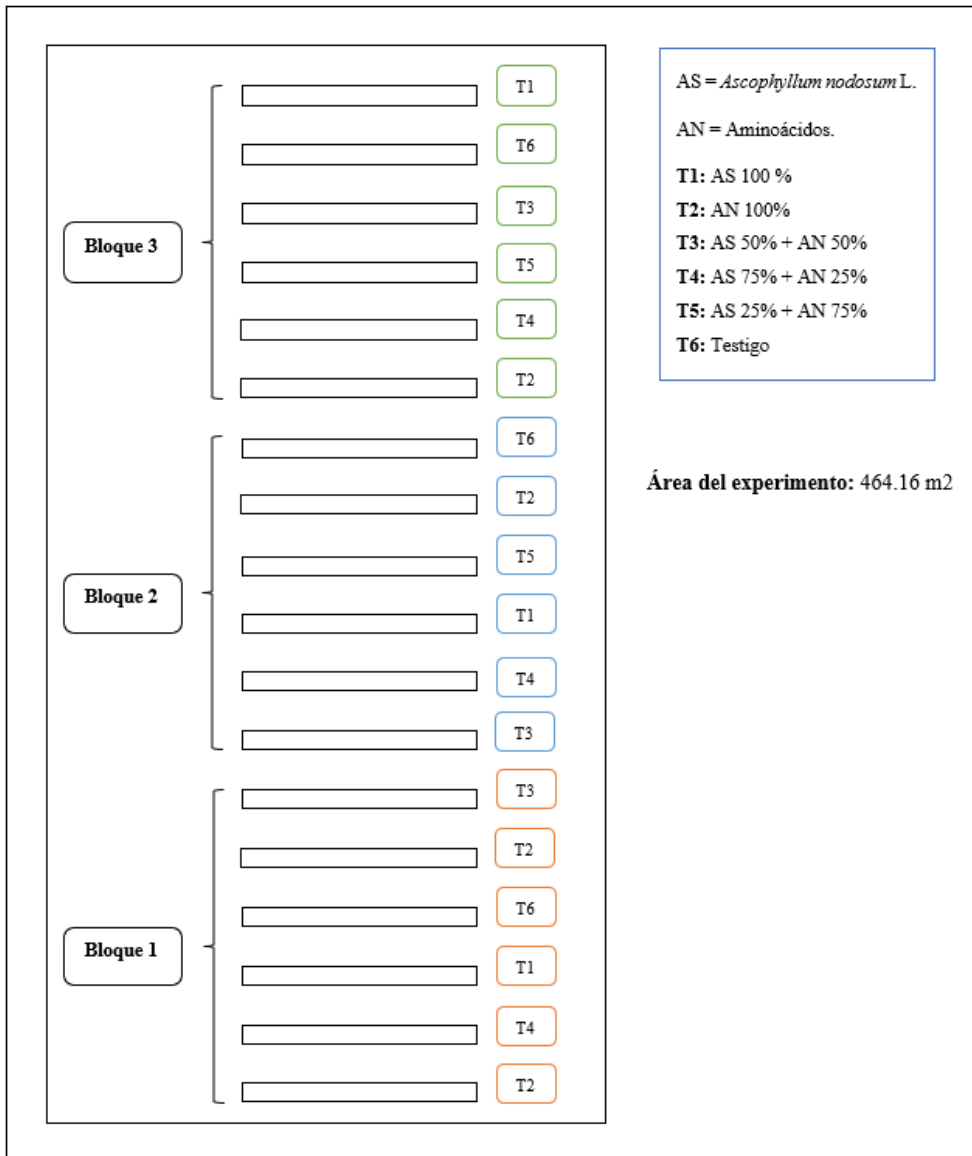
DOSIFICACIÓN DE PRODUCTO NETO EN 1 L DE AGUA					
Tratamiento	<i>Ascophyllum nodosum</i> L. Dosis tratamiento	/	Aminoácidos Dosis / tratamiento	Dosis en %	
				AS	AN
T1	2.27cm ³		0	100%	0%
T2	0		2.27cm ³	0%	100%
T3	1.13 cm ³		1.13cm ³	50%	50%
T4	1.70 cm ³		0.56 cm ³	75%	25%
T5	0.56 cm ³		1.70 cm ³	25%	75%
T6	0		0	0%	0%

Nota: AS = *Ascophyllum nodosum* L., AN = Aminoácidos.

3.3.3 Diseño experimental

Este estudio utilizó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. La Figura 2, muestra cómo se organizaron los tratamientos en los bloques para este experimento.

Figura 2.
Diseño experimental en Bloques Completos al Azar



3.3.4 Características del experimento

La Tabla 5 resume las características esenciales de la unidad experimental empleada en la investigación. Este experimento se estructuró en torno a tres bloques, cada uno de los cuales albergó seis tratamientos.

Tabla 5.*Características del diseño experimental de la investigación.*

Datos	Medidas
Bloques	3
Tratamientos	6
Número de unidades experimentales	18
Área del experimento	464.16 m ²

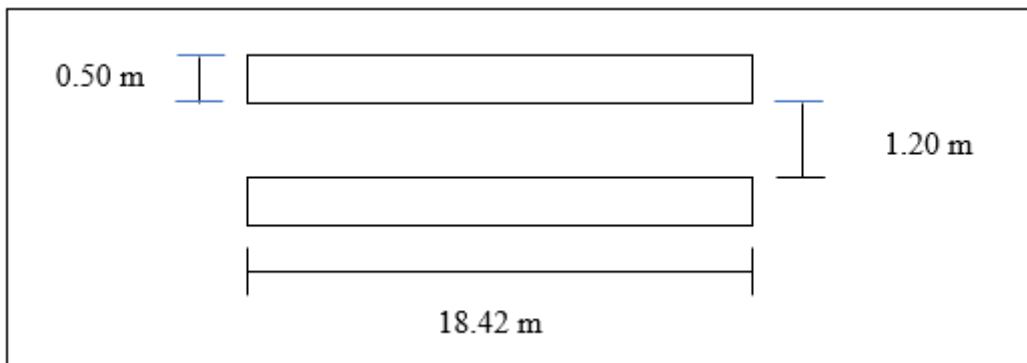
3.4 Caracterización de la unidad experimental

La unidad experimental de la investigación consistió en una cama con 46 plantas de aproximadamente 4 meses, sembradas dentro en bolsas de plástico (capacidad de 50 kg) con sustrato a base de cascarilla de arroz y tierra negra. El cultivo se estableció en un sistema controlado de invernadero.

Tabla 6.*Características de la unidad experimental.*

Datos	Medidas
Número total de plantas por fila	46
Largo y ancho de la cama	18.42/0.50m
Área de cada unidad experimental	9.21 m ²

Cada planta tuvo un sistema de riego por goteo individual y un camino de 1.20 metros entre cada cama, que proporcione un espacio adecuado para acceder fácilmente a tareas de mantenimiento, como la poda, la fertilización y el monitoreo de plagas y enfermedades.

Figura 3.*Unidad experimental del diseño en bloques completos al azar.*

3.5 Análisis estadístico

La Tabla 7 presenta el análisis de varianza (ADEVA) realizado específicamente para un diseño experimental en bloques completos al azar. Este análisis es fundamental para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en el estudio.

Tabla 7.

Análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación	Fórmula	Gl
Bloques	$(B - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	5
Error experimental	$(t - 1)(B-1)$	10
Total	$(t \times B) - 1$	17

Nota: t: número de tratamientos, B: número de bloques

Se empleó el programa estadístico INFOSTAT versión 2020 para la creación de los datos de ADEVAS y pruebas de Fisher al 5% como criterios para el análisis de varianza, que son utilizadas en análisis estadísticos en bloques completos al azar para determinar las diferencias significativas entre las medias de varios grupos en un estudio.

3.6 Variables para evaluarse

Las variables son elementos fundamentales en cualquier investigación, ya que permiten cuantificar, medir y analizar los fenómenos o procesos estudiados.

3.6.1 Número de basales nuevos por planta

La evaluación se realizó cada 15 días, contabilizando manualmente el número de brotes nuevos emergidos desde la base de cada planta. Para evitar confusión entre brotes nuevos y previos, cada brote recién emitido se marcó con listones de color, siguiendo el método propuesto por Miramontes et al. (2011), la unidad de registro fue brotes por planta. Todos estos datos fueron recopilados en un cuaderno de campo y posteriormente transferidos a Excel.

Figura 4.

Basales nuevos en plantas de arándano variedad Biloxi tratados con bioestimulantes.



3.6.2 Longitud del basal

Para medir la longitud de los tallos (basales), se empleó una cinta métrica calibrada en centímetros (cm). La medición se realizó desde la base del tallo, siguiendo su curvatura natural, hasta el ápice de la planta (Meza, 2021). Esta operación se ejecutó cada quince días para monitorear el crecimiento a lo largo del período de estudio.

Figura 5.

Medición de los basales en etapa de floración en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.



3.6.3 *Diámetro del basal*

Para determinar el grosor de los brotes, se midió su diámetro en la mitad de su longitud, utilizando un calibrador Vernier con precisión en milímetros (mm), tal como indica Meza (2021). La medición se realizó cuando los brotes alcanzaron la fase de floración, para asegurar uniformidad fisiológica. La unidad de medida fue milímetros (mm).

Figura 6.

Medición de diámetro de basal con un calibrador de Vernier en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.



3.6.4 *Concentración de clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2}$)*

La concentración de clorofila se determinó utilizando un equipo portátil para medición no destructiva, Apogee MC-110, calibrado en unidades de micro moles por metro cuadrado ($\mu\text{mol m}^{-2}$). Se seleccionaron cuarenta y cinco plantas de cada tratamiento, es decir, quince plantas de cada repetición. Una vez que los tallos estén en floración, para asegurar la comparabilidad de los datos.

Para la toma de datos, se eligió una hoja de la parte media de cada planta. Se aseguró que la hoja seleccionada no tuviera suciedad, plagas o signos evidentes de enfermedades. Además, se evitó utilizar hojas muy jóvenes o maduras, dado que estas pueden tener alteraciones fisiológicas que impacten en la concentración de pigmentos. Finalmente, se colocará el medidor

firmemente sobre la hoja, evitando la nervadura central y presionándola con él ¹. Se registrará la lectura de clorofila en ($\mu\text{mol m}^{-2}$).

Figura 7.

Medición de clorofila con la ayuda de un Apogee MC-110, en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.



3.6.5 Rendimiento

El rendimiento del cultivo se midió en términos de producción por cama en un determinado tiempo (6 cosechas). En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad de medida para el rendimiento es kilogramo por hectárea (kg ha^{-1}). Por tanto, se procedió a medir el área de las camas donde se sembró el cultivo. Después se cosechó los frutos y se pesó con ayuda de una balanza electrónica para determinar la producción total. Finalmente, el rendimiento se calculó usando la siguiente fórmula tomada de (Amaguaña, 2020).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción total (kg)}}{\text{Área cultivada (ha)}} \quad (1)$$

¹ Metodología dictada por el MSc. Miguel Gómez.

3.6.6 Calibre del fruto (mm)

Después de la cosecha, el diámetro de las bayas se midió utilizando un calibrador Vernier, registrando el valor en milímetros (mm).

Figura 8.

Medición de calibre de la vaya con la ayuda de un calibrador de Vernier en plantas de arándano variedad Biloxi tratadas con bioestimulantes.



Posteriormente, las bayas se clasificaron de acuerdo con los estándares comerciales empleados por la empresa AndeanCrop de acuerdo con la Tabla 8. Finalmente se pesó cada categoría con la ayuda de una balanza electrónica.

Tabla 8.

Calibre de Bayas de Arándano usada en la empresa “AndeanCrop”.

Categoría	Diámetro de la Baya (mm)
Pequeño	Menos de 12
Mediano	12 – 14
Grande	Más de 14

3.6.7 Análisis Beneficio / Costo

Para calcular esta relación, se comparó el valor monetario total de los beneficios obtenidos, que incluyen el aumento en el rendimiento y la calidad del fruto, con los costos totales de producción. Esta relación beneficio/costo es esencial para determinar la eficacia económica de los tratamientos, permitiendo identificar aquellos que ofrecen un retorno óptimo de la inversión (Jácome y Carvache, 2017).

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficios totales}}{\text{Costos totales}} \quad (2)$$

Donde:

Beneficios Totales: Es el valor monetario total de los beneficios obtenidos, como el aumento en el rendimiento y la calidad del cultivo.

Costos Totales: Representa los costos totales de producción, incluyendo todos los gastos asociados con la implementación de los tratamientos o prácticas evaluadas.

3.7 Manejo específico del experimento

La fase de campo se realizó en un cultivo de arándanos establecido desde hace 6 meses, por tanto, fue crucial la formación de las plantas. De tal forma se procedió a dar un manejo del cultivo de acuerdo con el cronograma de la finca.

Las labores de la empresa se realizaron con meticulosidad para asegurar el óptimo crecimiento y producción de frutos. Como parte de este manejo, cada tres meses se llevó a cabo un raleo de plantas, eliminando basales ciegos y delgados para permitir que los brotes más vigorosos produzcan frutos de mayor calidad. Además, se aplicó semanalmente melaza mediante drench, para estimular el crecimiento y la salud del sustrato. Al mismo tiempo se procedió a deshierbar quincenalmente y aplicar fungicidas e insecticidas específicos para prevenir enfermedades y controlar plagas.

La finca también cuenta con un sistema de riego por goteo, que se llevó a cabo cuatro veces al día, cada sesión de riego duró cuatro minutos, dos veces al día se realizó el fertirriego utilizando una solución nutritiva adecuada para el crecimiento de los arándanos según lo detalla la Tabla 9. La solución nutritiva se preparó en forma concentrada en dos tanques (A y B), los cuales fueron inyectados al sistema de riego mediante un venturi. La dosificación se ajustó de acuerdo con el caudal de riego, obteniéndose una solución final adecuada a los requerimientos

nutricionales del cultivo de arándano, las otras dos veces se utilizó agua para mantener la humedad del suelo y evitar el estrés hídrico en las plantas.

Tabla 9.

Solución nutritiva para fertirrigación de arándano.

Tanque A		Tanque B	
Producto	Dosis (ppm)	Producto	Dosis (ppm)
Fosfato mono potásico	2 600	Nitrato de calcio	10 600
Sulfato de potasio	6 000	Nitrato de amonio	688
Sulfato de magnesio	1 600	Nitrato de potasio	900
Multimineral	40		

Nota. Las concentraciones indicadas corresponden a soluciones madre preparadas en los tanques A y B. La aplicación se realizó mediante un sistema venturi, por lo que la concentración final suministrada al cultivo dependió del caudal de inyección y de la dilución en el sistema de riego.

3.7.1 Establecimiento del experimento

El establecimiento del experimento se llevó a cabo en un área de 464.16 m², donde se incluye 18 camas. Al mismo tiempo se seleccionó plantas de la misma edad, con un manejo idéntico y tiempos de riego igual, asegurando así la homogeneidad del conjunto. Una vez seleccionada el área, se procedió al etiquetado de cada bloque y tratamiento para distinguirlos claramente. Además, se asignó un número a cada planta para facilitar su identificación durante la toma de datos, asegurando así la precisión en la recopilación de información.

3.7.2 Aplicación de extractos a las unidades experimentales

3.7.2.1 Forma de aplicación

La aplicación de los tratamientos en el estudio se llevó a cabo cada quince días utilizando la técnica de drench. Se utilizó vasos de precipitado de 100 cm³ para garantizar una dosificación precisa en cada planta. Esta metodología permitió una administración cuidadosa y uniforme de los nutrientes alrededor de la base de las plantas, asegurando una absorción eficiente a través del sistema radicular y optimizando así los resultados del estudio.

3.7.2.2 Dosis de aplicación por tratamiento

En el experimento, la dosificación de la solución para todos los tratamientos fue de 34 cm³ por tratamiento en 15 litros de agua. Previamente se llevó a cabo un experimento para determinar la cantidad de centímetros cúbicos que se deben aplicar en cada planta. Se colocaron vasos de precipitado junto a cada planta y se aplicó el drench de manera habitual, tal como lo hacen normalmente los trabajadores. Este experimento se repitió en tres ocasiones para minimizar cualquier margen de error. Al medir los vasos de precipitado, se observó que contenían entre 90 y 110 cm³. En base a estos resultados, se calculó un promedio y se llegó a la conclusión de que cada planta deberá recibir 100 cm³ de la solución.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describe los resultados de cada una de las variables cuantitativas obtenidas en la investigación que se llevó a cabo en la empresa productora de arándanos “AndeanCrop” cantón Antonio Ante

4.1 Número de basales nuevos por planta

En el análisis ADEVA se determinó que no existe diferencia significativa de los tratamientos para la variable número de basales nuevos por planta ($F=7.61$; $gl= 5,10$; $p=0.0535$). Sin embargo, los promedios de cada tratamiento en estudio con valores entre 17 y 27 número de basales nuevos por planta mostrados en la Tabla 10, presentan una significancia agronómica con una variación de 59 % entre los valores más altos (T4 y T5) y el testigo (T6).

Tabla 10.

Número de basales nuevos por planta de arándano bajo tratamientos con diversas concentraciones de bioestimulantes.

Tratamiento	Basales nuevos por planta
T4	27.00 ± 3.21
T5	27.00 ± 2.52
T2	22.67 ± 7.69
T1	22.33 ± 4.06
T3	18.33 ± 4.06
T6	17.00 ± 1.00

De acuerdo con los resultados obtenidos, el tratamiento T4 (75% *Ascophyllum nodosum* L. + 25% aminoácidos) y T5 (25% *Ascophyllum nodosum* L. + 75% aminoácidos) presentaron el

mayor e igual número de basales nuevos y la menor variabilidad (27.00 ± 3.21 y 27.00 ± 2.52 , respectivamente), demostrando una respuesta fisiológica óptima y consistente debida a la sinergia hormonal y nutricional de la bioestimulación, así como a la saturación de la dosis. Las citoquininas presentes en *A. nodosum* lograron superar la latencia celular, promoviendo la diferenciación de células somáticas y favoreciendo una rápida generación de brotes, alcanzando un nivel de eficacia similar al observado en una investigación desarrollada por Asad et al. (2007), quienes demostraron que el uso de un complejo de aminoácidos influye directamente en células somáticas para generar brotes de manera más acelerada con una efectividad del 94%.

Simultáneamente los aminoácidos suministraron a la planta el nitrógeno orgánico necesario para sostener el crecimiento de la gran cantidad de yemas activadas, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Yang et al. (2020), donde demostró que los aminoácidos hacen que la planta mejore el transporte de nitrógeno y por tanto aumenta el número de tallos, biomasa productiva y el rendimiento en general. El hecho de que T4 y T5 no difieran entre sí, significa que se alcanzó la fase de saturación en la curva dosis-respuesta, es decir, la planta cuenta con una señal hormonal adecuada, inclusive con únicamente un 25 % de alga en el tratamiento T5, y dispone del aporte nitrogenado necesario para optimizar al máximo la generación de brotes.

En contraste, T2 (22.67 ± 7.69) y T1 (22.33 ± 4.06) presentaron una respuesta intermedia, aunque en T2 se observó mayor variabilidad entre repeticiones. Para T1 con 100% de aminoácidos, se reitera su papel como reguladores de crecimiento y compuestos nitrogenados esenciales para la síntesis de proteínas y enzimas, esenciales en el desarrollo vegetal por los efectos demostrados frente al crecimiento, división y diferenciación celular a bajas concentraciones (Nuñez, 2016). No obstante, la carencia de hormonas exógenas restringió la activación de un número mayor de basales.

El resultado en T2 (100% *Ascophyllum nodosum*), evidencia que las fitohormonas presentes en el alga, como las citoquininas, estimula el desarrollo de nuevos basales, pero la respuesta es heterogénea, se estima que la planta no cuenta con el respaldo nutricional necesario para que los brotes sean homogéneos y estables. Esto concuerda con García et al. (2023) quien experimentó con la aplicación de *Ascophyllum nodosum* L. en plantas de arándanos y comprobó

que los tratamientos con extractos de alga (2 mL L⁻¹) promovieron la elongación de los brotes, así como la emisión de nuevas cañas en un 46% con respecto al testigo.

Los tratamientos T3 (18.33 ± 4.06) y T6 (17.00 ± 1.00) registraron el menor número de basales, lo que sugiere una menor efectividad en la estimulación del crecimiento vegetativo. El tratamiento T3, que apenas superó al control, evidencia que la limitación no residió en el equilibrio de componentes, sino en la concentración total aplicada. Una baja concentración de bioestimulante, aunque esté balanceada (50/50), no logra alcanzar el nivel mínimo requerido de moléculas activas para suprimir significativamente la dominancia apical e inducir una brotación masiva. Con el menor valor está T6 (Testigo) que representa el nivel de crecimiento interno de las plantas bajo las condiciones específicas del manejo del experimento. Este resultado refleja una respuesta homogénea en ausencia de estímulos externos.

4.2 Longitud del tallo

En el análisis estadístico se determinó que no existe diferencia significativa (F=1.47; gl= 5,360; p=0.1978), lo cual indica que los bioestimulantes no modificaron de manera importante el patrón fisiológico asociado al crecimiento del tallo en las plantas de arándano. Sin embargo, en la Tabla 11 se muestran los promedios de cada tratamiento en estudio con valores entre 50.16 y 56.44 cm longitud de tallo. De acuerdo con los resultados, numéricamente el tratamiento T2 (100% aminoácidos) registró una mayor longitud de tallo y el tratamiento T5 (25% *Ascophyllum nodosum* L. + 75% aminoácidos) tuvo una menor longitud.

Tabla 11.

Longitud del tallo (cm) por planta de arándano en el estudio evaluación a diferentes concentraciones de bioestimulantes.

Tratamiento	Longitud del tallo por (cm)
T2	56.44 ± 1.93
T3	55.14 ± 2.30
T1	53.25 ± 2.13
T6	50.98 ± 2.54
T4	50.43 ± 1.88
T5	50.16 ± 1.95

El tratamiento T2 (100 % Aminoácidos) alcanzó la máxima longitud de tallo de 56.44 ± 1.93 . Este resultado se atribuye a su función como precursores fundamentales de la biomasa y de las estructuras celulares, además de su posible papel como reguladores hormonales. Los aminoácidos constituyen los componentes básicos esenciales de las proteínas que integran las membranas y paredes celulares, así como las enzimas responsables de catalizar los procesos de crecimiento (Corella et al., 2024; Espasa, 2017). En este caso, con su aporte exógeno, la planta puede ahorrar la energía que normalmente emplearía en la asimilación del nitrato, redirigiendo estas fuentes de energía hacia procesos anabólicos de alta demanda, como la división y elongación celular del tallo.

Los aminoácidos suministrados como la fenilalanina y tirosina mediante el tratamiento T2, al ser precursores esenciales de los compuestos fenólicos involucrados en la formación de lignina, mantuvo a la vez la rigidez del tallo resultando en un mayor crecimiento (Maceda et al., 2021). Es posible que ciertos aminoácidos como el triptófano, actuó como precursor de la auxina (AIA), fitohormona que regula la elongación celular en los tallos. Al inducir un aumento en la producción de auxinas, provocada por la elevada concentración de aminoácidos en el tratamiento T2, pudo haber favorecido la mayor longitud de tallo en comparación con el testigo T6.

T3 (50 % *Ascophyllum* + 50 % Aminoácidos) con un valor de 55.14 ± 2.30 cm, se ubica como el segundo más alto, muy próximo a T2. Probablemente esta combinación de una dosis baja y equilibrada sí proporcionó un impulso nutricional y hormonal leve que favoreció la elongación vertical por encima del macollamiento (ramificación de brotes). En el caso del tratamiento T1 (100 % *A. nodosum*), la longitud intermedia registrada (53.25 ± 2.13 cm) resulta coherente. El alga, gracias a su contenido hormonal, como citoquininas y giberelinas, pudo compensar en parte el efecto de la redistribución, ya que las giberelinas estimulan la elongación. Sin embargo, su efecto predominante en la promoción de la ramificación, atribuido a las citoquininas, limitó el crecimiento total en longitud esperado.

Para García et al. (2023), el crecimiento vegetal estimulado por los extractos de *Ascophyllum nodosum* L. se atribuye a la influencia que estos ejercen sobre las vías de síntesis de fitohormonas en las plantas. No obstante, los datos disponibles no permiten concluir una modulación completa de las fitohormonas por parte de estos extractos, ya que su bioactividad y composición varían según factores como el lugar y época de recolección del alga, su estado fisiológico, además del método de extracción, la dosis aplicada y la frecuencia de uso.

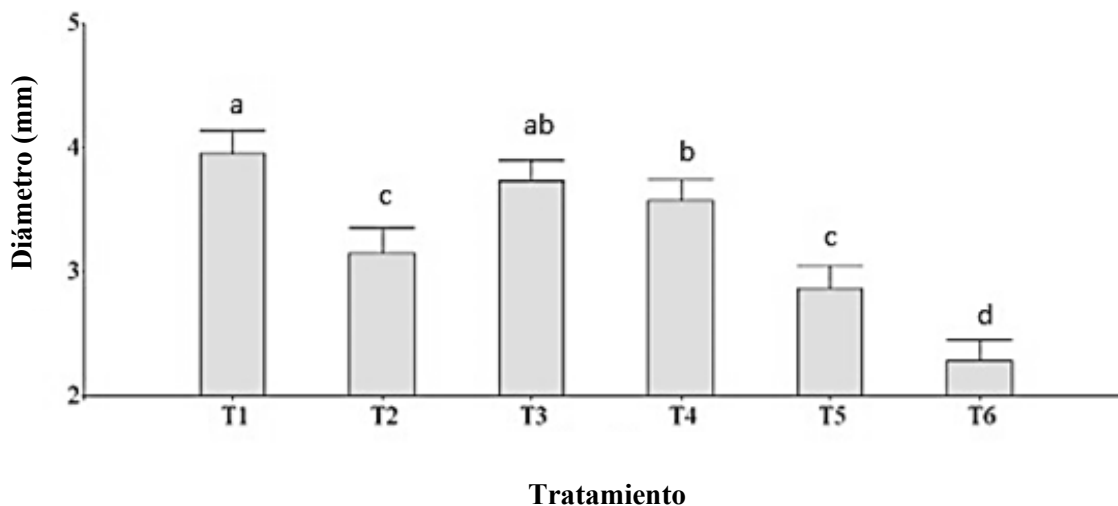
Los tratamientos que mostraron la menor longitud de tallo fueron T4 y T5, destacando que T5 presentó el valor más reducido (50.16 ± 1.95 cm), incluso inferior al del testigo T6 (50.98 cm). Este comportamiento refleja un antagonismo fisiológico clave. Se estima que ocurrió un trade-off hormonal donde las citoquininas presentes en *Ascophyllum nodosum* L. (componentes de T4 y T5) rompen la dominancia apical eficientemente, pero al mismo tiempo inhiben la elongación mediada por auxinas y giberelinas. La fuerte estimulación de brotes basales conduce a una redistribución de fotoasimilados y recursos nutricionales hacia la base, limitando la energía disponible para el crecimiento vertical. En particular, T5 refleja este efecto con mayor intensidad debido a su alta concentración de aminoácidos que, junto con las citoquininas, potencian el crecimiento basal a expensas de la elongación apical.

4.3 Diámetro del tallo

El análisis de varianza para la variable diámetro del tallo reporto significancia estadística para tratamientos ($F=12.36$; $gl= 5,262$; $p<0.0001$), en la Figura 9 se observa el comportamiento de cada tratamiento en estudio.

Figura 9.

Diámetro de los tallos (mm) de las plantas de arándano bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes (Ascophyllum N. y aminoácidos).



El análisis estadístico muestra que el tratamiento T1, con una concentración del 100% de *Ascophyllum nodosum* L., alcanzó un mayor diámetro de 3.96 mm, siendo estadísticamente diferente del tratamiento T6 que obtuvo el menor de los diámetros (2.29 mm), con una diferencia de 1.67 mm. Estos resultados se justifican por la compleja composición del extracto de algas, las cuales aportan altas concentraciones de citoquininas, fitohormonas clave que regulan la división celular mitótica (Sah et al., 2016). La aplicación externa de estos extractos potenció la actividad del cambium vascular, tejido responsable del crecimiento secundario, lo que resultó en un aumento significativo del grosor del tallo.

Este resultado coincide con investigaciones en otras especies que demuestran cómo los extractos de algas contribuyen favorablemente al incremento del diámetro del tallo. Sariñana et al. (2021) señalaron que se observó un impacto beneficioso en las plántulas de tomate, ya que la aplicación de extracto de algas tuvo un efecto positivo en el diámetro de los tallos, alcanzando un incremento del 32.32 % (promedio de 6.65 mm) en relación con el testigo. Aremu et al. (2022) evidenciaron que el uso de bioestimulantes derivados de extractos de algas impacta el crecimiento de la planta, específicamente en el diámetro del tallo de *Abelmoschus esculentus*, logrando un promedio de 7.88 mm, mientras que el control alcanzó únicamente un promedio de 7.50 mm.

Además de las citoquininas, los extractos de alga contienen precursores hormonales como el triptófano, relacionado con la biosíntesis de auxinas (Hayat et al., 2010). La interacción sinérgica entre auxinas, que favorecen el crecimiento radicular y la absorción de nutrientes, y citoquininas, responsables de estimular la división celular en el tallo, resulta esencial para su desarrollo. El mayor diámetro observado en el tratamiento T1 indica que la planta destinó recursos prioritariamente al fortalecimiento de su estructura vascular, optimizando su capacidad de transporte para soportar futuras demandas de crecimiento.

Los tratamientos T3, T4, y T5 que incluyen una proporción de aminoácidos, no lograron alcanzar el diámetro obtenido con T1, del cual se diferencian significativamente con excepción de T3. Esto sugiere que el impacto de los aminoácidos en el grosor del tallo es menos marcado que el del extracto de algas. Aunque los aminoácidos son esenciales para la síntesis de proteínas (Corella et al., 2024) y promueven el crecimiento por elongación, no parecen ejercer un efecto directo tan fuerte sobre la división del cambium como lo hacen las citoquininas. Los datos incluso apuntan a una posible dilución de los aminoácidos en la respuesta del diámetro, aunque sin perder significancia frente al testigo.

En cuanto al tratamiento T2 (100 % aminoácidos), este presentó un diámetro intermedio, lo que refuerza la idea del antagonismo entre las vías de crecimiento. Los aminoácidos puros favorecieron la elongación al proporcionar los recursos necesarios para el estiramiento celular, pero no estimularon la división celular en el cambium con la misma fuerza que el extracto de algas.

4.4 Concentración de clorofila

El análisis ADEVA para la variable concentración de clorofila, muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p=0.4799$) ni en su interacción con la etapa fenológica ($p=0.4940$), sin embargo, hay un efecto altamente significativo de la Etapa ($p<0.0001$). Esto demuestra que el factor que más influyó en la concentración de clorofila no fue el bioestimulante, sino el estado de desarrollo de la planta de arándano.

Tabla 12.

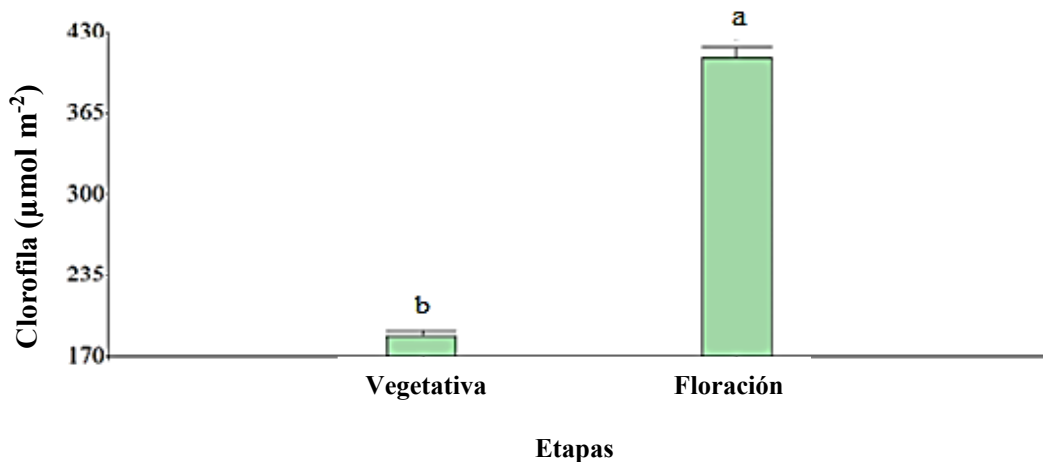
Análisis de varianza para la variable concentración de clorofila bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes en plantas de arándano.

Fuentes de Variación	Grados de libertad F. V	Grados de Libertad Error	F-valor	p-valor
Etapa	1	526	1282.97	<0.0001
Tratamiento	5	526	0.90	0.4799
Etapa: Tratamiento	5	526	0.88	0.4940

La Figura 10 muestra las variaciones en la concentración de clorofila registradas durante las etapas vegetativa y de floración.

Figura 10.

Concentración de clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2}$) para la etapa vegetativa y floración en plantas de arándano.



La etapa de floración presentó una mayor concentración de clorofila ($409.11 \mu\text{mol m}^{-2}$) en comparación con la etapa vegetativa ($187.89 \mu\text{mol m}^{-2}$). Este comportamiento puede estar relacionado con el aumento en la demanda fotosintética que ocurre en la floración, ya que la

planta necesita una mayor producción de fotoasimilados para sostener los procesos de diferenciación floral, polinización y el inicio de la formación de frutos. Para ello, es crucial una adecuada disponibilidad de nitrógeno, ya que este nutriente es fundamental para la síntesis de clorofila y de enzimas clave en el proceso fotosintético, como la ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (RuBisCO) (Rodríguez-Yzquierdo et al., 2019).

Este aumento en la clorofila durante la etapa de floración refleja la prioridad fenológica de la planta de arándano para asegurar su reproducción, independientemente de la aplicación externa de bioestimulantes. La planta tiene un sistema de regulación hormonal y nutricional intrínseco que domina la respuesta fotosintética durante la transición a la floración, por tanto, es en esta etapa donde activa su maquinaria en la producción de clorofila.

Estudios han demostrado que deficiencias de nitrógeno pueden llevar a una reducción en la concentración de clorofila y, por ende, a una disminución en la capacidad fotosintética de la planta. Por ejemplo, en cultivos de maracuyá, se observó que la falta de nitrógeno se manifiesta en clorosis foliar y una reducción significativa en la fotosíntesis neta (Rodríguez-Yzquierdo et al. 2019). Dado que la etapa de floración representa un periodo de alta demanda metabólica y nutricional, la aplicación de bioestimulantes en este momento puede potenciar la eficiencia fotosintética y mejorar el rendimiento del cultivo. Los bioestimulantes que contienen aminoácidos, extractos de algas, o micronutrientes como hierro, zinc y manganeso, pueden favorecer la síntesis de clorofila y la actividad enzimática, fortaleciendo así la capacidad fotosintética de la planta (Rouphael y Colla, 2020).

En cuanto a los tratamientos aplicados y su interacción con la etapa, a pesar de la diversidad en la dosificación de aminoácidos como fuente de nitrógeno y, algas que aportaron micronutrientes esenciales para la clorofila, como el magnesio, hierro y manganeso, se sugiere que la falta de significancia es debido a dos mecanismos:

Posiblemente la disponibilidad de estos nutrientes a través del manejo convencional de la empresa AndeanCop, fue suficiente y no limitó la producción de clorofila. Si ya la planta contaba con los niveles óptimos, al suministrar los bioestimulantes, no se genera un efecto significativo, lo que se conoce como saturación de dosis. Por otro lado, los aminoácidos que

aportan nitrógeno asimilable impactan a la clorofila por el lado de la eficiencia de absorción más que de inducción de síntesis, cuando cuentan con su disponibilidad. Si la clorosis por deficiencia de nitrógeno neta no fue un problema en el tratamiento testigo, los demás tratamientos no iban a mejorar los niveles de clorofila en la planta (Rodríguez-Yzquierdo et al. 2019).

4.5 Rendimiento

El análisis estadístico para de la variable rendimiento del área cultivada en estudio, muestra que no existe diferencia significativa ($F=0.53$; $gl= 5,10$; $p= 0.7471$). Indica que ningún tratamiento de bioestimulación aumentó significativamente el rendimiento del arándano en comparación con el testigo (T6).

El hecho de no presentar diferencias significativas en el rendimiento, puede deberse a una saturación de su potencial genético y del ambiente, tomando en cuenta que la planta de arándano en las condiciones de cultivo ya estaba rindiendo genéticamente bajo las condiciones ambientales (clima, suelo, manejo hídrico y nutricional base), pero aun cuando el aporte de los bioestimulantes mejoró variables secundarias (crecimiento vegetativo) no pudo forzar un aumento en la conversión final de biomasa en fruto. En la Tabla 13 se puede observar el comportamiento de cada tratamiento estudiado.

Tabla 12.

Evaluación del rendimiento total (kg ha⁻¹) del arándano variedad Biloxi bajo diferentes dosis de bioestimulantes.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha⁻¹)
T2	2071.30 ± 444.18
T6	2049.22 ± 401.96
T5	2035.11 ± 388.73
T3	1985.16 ± 165.11
T1	1893.23 ± 279.05
T4	1676.40 ± 93.57

Se puede observar que el mejor tratamiento fue T2 (100% aminoácidos) tuvo un rendimiento de 2071.30 kg ha⁻¹, mientras que el menor rendimiento se observó en T4 (75% *Ascophyllum nodosum* L. + 25% aminoácidos) con un rendimiento de (1676.44 kg ha⁻¹). Estos efectos positivos de los aminoácidos en el rendimiento de este cultivo ocurrieron porque actúan como osmólitos importantes para equilibrar el potencial osmótico celular y controlar el transporte de iones y la apertura de los estomas (Pérez et al., 2024).

Además, algunos estudios indicaron que la arginina y la glicina desempeñan un papel importante en procesos fisiológicos como la fotosíntesis aplicación exógena de triptófano aumenta la conductancia estomática y el uso eficiente del agua, mientras que, la arginina y la glicina aumentan los pigmentos fotosintéticos (Pérez et al., 2024).

Otra posible explicación para estos hallazgos es debido a que los aminoácidos inducen la floración, inhiben la caída de las flores y favorecen la producción de frutos por planta (Al-Karaki y Othman, 2023). Adicionalmente, los aminoácidos son absorbidos rápidamente por la planta y utilizados en la síntesis de proteínas, ahorrando gran cantidad de energía la que se concentra en el incremento de la productividad de las plantas (Peña et al., 2024).

El menor de los rendimientos en T4 (1676.40 kg ha⁻¹) ratifica el antagonismo del desarrollo en crecimiento. El 75 % de *A. nodosum* indujo un excelente desarrollo basal, por lo que la planta

desvió la gran mayoría de sus fotoasimilados y nutrientes hacia la formación y el crecimiento para renovar su estructura, a costas del tamaño del fruto de la cosecha actual.

El rendimiento de T5 (2.035,11 kg ha⁻¹) fue prácticamente igual al del testigo (2.049,22 kg ha⁻¹). Este resultado refleja una extensión del antagonismo observado en T4, en menor intensidad. La mayor proporción de aminoácidos (75 %) pudo haber favorecido la mitigación del estrés osmótico y brindado soporte metabólico, compensando parcialmente la reducción de rendimiento, manteniéndolo cercano al nivel basal. Esto indica que el equilibrio de 75 % aminoácidos y 25 % alga genera un efecto neutro en el rendimiento, donde el beneficio metabólico de los aminoácidos se ve contrarrestado por el costo asociado al crecimiento vegetativo inducido por las citoquininas del alga.

El rendimiento de T3 (1 985.16 kg ha⁻¹) fue inferior al del testigo por muy poco, por lo que junto con su baja eficacia en el desarrollo de nuevos basales, confirma que la dosis aplicada fue subóptima. La concentración de ambos componentes no fue suficiente para provocar un estímulo positivo, sumado a que el limitado crecimiento vegetativo pudo haber desviado recursos suficientes para ocasionar una ligera disminución en la inversión reproductiva.

El tratamiento T1, con un rendimiento de 1 893.23 kg ha⁻¹, fue el segundo más bajo y se ubicó significativamente por debajo del rango del testigo T6. Aun cuando destacó en aumentar el diámetro del tallo y el tamaño del fruto, esta inversión de recursos, impulsada por la alta concentración de citoquininas y auxinas, implicó sacrificar el número total de frutos y la eficiencia global de la planta. El considerable gasto de energía para la división celular mitótica, estimulada por las citoquininas, no fue compensado por el aporte nutricional disponible, provocando una disminución en el rendimiento. Además, la falta de una dosis concentrada de aminoácidos, esencial para manejar posible estrés osmótico y eficiente uso del agua, pudo haber hecho a T1 más susceptible a las condiciones ambientales adversas.

En contraste, el rendimiento de T6 (Testigo) como el segundo mejor, con 2 049.22 kg ha⁻¹ y una variabilidad moderada (± 401.96), representa más que un valor comparable; refleja el potencial productivo intrínseco del cultivo bajo las condiciones habituales de manejo, incluyendo clima, suelo, nutrición mineral y riego, aplicadas por la empresa AndeanCrop.

4.6 Calibre del fruto (mm)

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0.0001$) tanto para el factor tratamiento como para el calibre, lo que indica que ambos influyen de manera significativa en la variable evaluada. Asimismo, se detectó una interacción significativa entre tratamiento y calibre ($p = 0.0017$), lo que sugiere que la respuesta al tratamiento varía según el calibre evaluado.

Tabla 13.

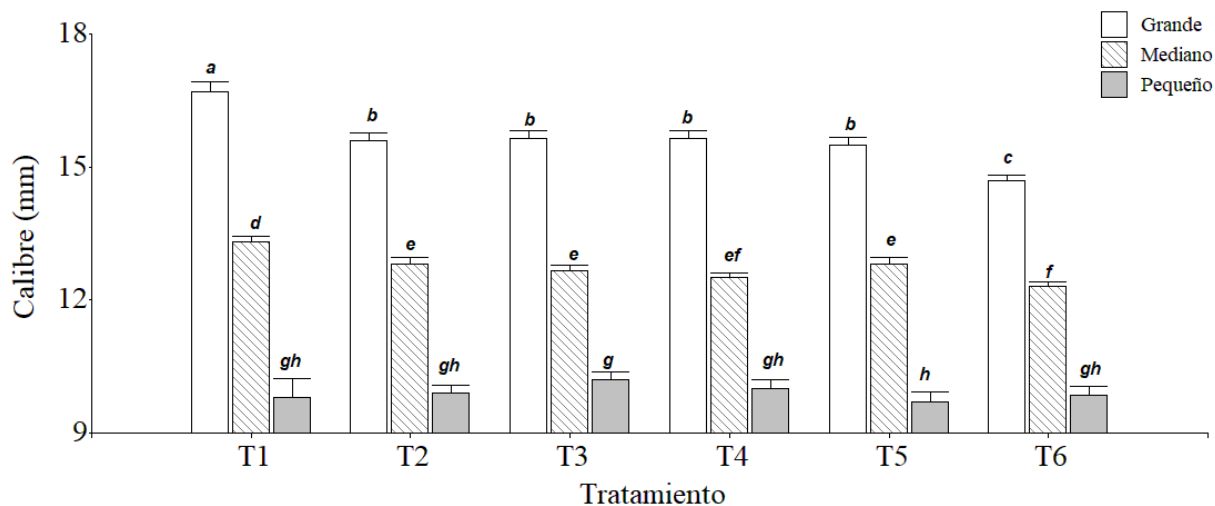
Análisis de varianza para la variable Calibre de fruto (mm) bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes en plantas de arándano.

Fuentes de Variación	Grados de libertad F. V	Grados de libertad Error	p-valor
Tratamiento	5	7.59	<0.0001
Calibre	2	1549.85	<0.0001
Tratamiento: Calibre	10	10	0.0017

En la Figura 11 se observaron diferencias significativas en el calibre de frutos entre tratamientos y calibre.

Figura 11.

Calibre del fruto (mm) de las plantas de arándano bajo diferentes aplicaciones de bioestimulantes (*A. nodosum* L. y aminoácidos).



El tratamiento T1 que tiene 100% *Ascophyllum nodosum* L. presentó el mayor calibre (16.70 mm), siendo estadísticamente superior al tratamiento T6 (14.70 mm) que fue el testigo. En los frutos medianos, T1 (100% *Ascophyllum nodosum* L.) también destacó con un calibre de 13.30 mm, mientras que el tratamiento T6 (testigo) obtuvo 12.30 mm. Finalmente, en la categoría de frutos pequeños T3 (50% *Ascophyllum nodosum* L.+ 50% aminoácidos) tuvo un mayor calibre, siendo este 10.20 mm mientras que T5 (25% *Ascophyllum nodosum* L. + 75% aminoácidos) presentó el menor valor (9.70 mm).

García-Vázquez et. al (2023) mencionan que la aplicación de *Ascophyllum nodosum* L. afectó positivamente al calibre del arándano, ya que se obtuvo más de 13 % de frutos con calibre ≥ 16 mm de diámetro, catalogados como frutos de gran tamaño y calidad, mientras que el testigo obtuvo un porcentaje menor al 3 % de frutos con diámetro ≥ 16 mm. El uso de bioestimulantes, como los extractos de *Ascophyllum nodosum* y los aminoácidos, ha demostrado mejorar significativamente el calibre del fruto en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*). Este efecto se atribuye a la presencia de fitohormonas naturales como citoquininas, auxinas y giberelinas, que promueven la división y expansión celular en las etapas tempranas del desarrollo del fruto (Khan et al., 2009).

Además, los bioestimulantes mejoran la absorción de nutrientes esenciales como potasio, calcio y boro, los cuales están directamente relacionados con la calidad del fruto (Rouphael & Colla, 2020). También se ha observado un aumento en la eficiencia fotosintética y una mejor translocación de fotoasimilados hacia los órganos de reserva, lo que favorece el crecimiento de frutos de mayor tamaño. Asimismo, estos compuestos ayudan a mitigar los efectos del estrés abiótico, permitiendo un desarrollo más uniforme y sostenido durante todo el ciclo del cultivo (Bulgari et al., 2019). En conjunto, estos mecanismos explican el aumento del calibre en frutos de arándano tratados con bioestimulantes.

El mayor calibre de T1 destaca la eficiencia hormonal, tomando en cuenta que los frutos que genéticamente tienen potencial para ser grandes, responden de manera eficazmente al estímulo hormonal concentrado de este tratamiento. Mientras que para T3 (50% Alga + 50% Aminoácidos) con mayor calibre en frutos pequeños, sugiere que, como estos intrínsecamente tienen un menor potencial de crecimiento, esta dosis fue la más efectiva. En este caso la fracción de alga proveyó micronutrientes que son vitales e ideal para mitigar un estrés abiótico leve que pudo limitar el crecimiento de los frutos más débiles.

El mas bajo resultado en frutos pequeños del T5, puede deberse a su gran inversión de recursos en el desarrollo de nuevos basales y la renovación vegetativa, esto probablemente limitó la cantidad de fotoasimilados disponibles para el desarrollo de los frutos, especialmente aquellos con menor capacidad de competencia. En este mismo orden junto a T4, tratamientos de mezclas con proporciones elevadas de aminoácidos y algas, la alta señalización pro-vegetativa, si bien es eficaz para la arquitectura de la planta, tiene un costo metabólico que se refleja en una menor capacidad para aumentar el llenado del fruto.

4.7 Análisis Beneficio - Costo

El análisis económico de la presente investigación se realizó mediante la metodología del beneficio/ costo, se planteó sus ingresos, egresos, costos variables y demás rubros de cada tratamiento cuyos valores fueron proyectados a una hectárea durante cinco años, alcanzando su estabilidad productiva a partir del tercer año, donde mantiene su máximo rendimiento hasta el quinto año, para así obtener los costos de producción de un cultivo de arándanos por hectárea y finalmente obtener la relación de beneficio/costo por tratamiento.

Es necesario determinar los costos de capital y estimar su consumo anual o depreciación. En la Tabla 15 se presenta la inversión inicial de 26 340.00 USD y es tan alta que absorbe toda la utilidad operativa, dando un flujo de caja negativo para todos los tratamientos conforme a lo presentado en los Anexos del 1 al 6.

Tabla 14.

Inversión fija para cultivo de arándanos.

Inversión Fija	Costo Total (USD)
Plantas de arándano	24 600. 00
Sistema de riego	900.00
Mallas anti pájaros	840.00
Total inversión inicial	26 340.00

La depreciación anual de los activos fijos corresponde a la depreciación conforme a lo presentado en la Tabla 15.

Tabla 15.

Inversión fija para el cultivo de arándanos.

Inversión Fija	Costo Total	Vida Útil (Años)	Depreciación Anual
Sistema de riego	900.00	10	90.00
Mallas anti pájaros	70.00	5	14.00
Total depreciación anual			104.00

En función de esto se determinan los costos operativos anuales para el cultivo de arándanos, constantes para cada tratamiento aplicado. La Tabla 16 muestra lo mencionado.

Tabla 16.

Costo operativo anual para cultivo de arándanos.

Categoría	Total USD
Preparación del suelo	4 244.00
Compra de plantas	24 600.00
Plantación/Mantenimiento	450.00
Labores culturales y Fertilización	4 176.00
Control fitosanitario	460.00
Cosecha/Selección, embalaje	90.00
Total costo operativo anual	34 020.00

En la Tabla 18 se detalla el análisis de los costos de producción, los ingresos netos, rentabilidad simple y la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos proyectados para el tercer año, donde alcanzó su estabilidad productiva.

Tabla 17.

Evaluación financiera Relación Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio en el cultivo de arándano variedad Biloxi para una ha de producción en Chaltura, proyectada para el tercer año.

Concepto	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costo operativo	9 152.50	9 152.50	9 152.50	9 152.50	9 152.50	9 152.50
<i>A. nodosum</i>	171.00	–	85.50	133.00	47.50	–
Aminoácidos	–	153.00	76.50	42.50	119.00	–
Total de costos variables (USD)	9 323.50	9 305.50	9 314.50	9 328.00	9 319.00	9 152.50
Depreciación anual	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00	104.00
Subtotal	9 427.50	9 409.50	9 418.50	9 432.00	9 423.00	9 256.50
Administración (2 % CV)	188.55	188.19	188.37	188.64	188.46	185.13
Imprevistos (2 % CV)	188.55	188.19	188.37	188.64	188.46	185.13
Total costos fijos (USD)	377.10	376.38	376.74	377.28	376.92	370.26
Costo total (USD)	9 804.60	9 785.88	9 795.24	9 809.28	9 799.92	9 626.76
Rendimiento (t·ha ⁻¹)	2 366.53	2 589.12	2 481.46	2 095.55	2 543.95	2 561.53
Ingreso bruto (USD)	21 321.55	21 321,55	22 785.42	18 180.40	22 298.66	19 366.23
Ingreso neto (USD)	11 516.95	4 817.48	5 522.52	1 824.50	5 044.70	2 955.66
Rentabilidad simple (%)	117.46	37.94	43.46	14.34	39.69	23.57
Beneficio/Costo	2.17	2.18	2.33	1.85	2.28	2.01

Todos los tratamientos dan como resultado una relación B/C>1 por lo que son rentables. El tratamiento T3 (AS 50% + AN 50%) obtuvo la mejor relación B/C de 2.33 lo que quiere decir que por cada dólar invertido se devuelve 1.33. Con una rentabilidad simple de 43,46 %, indica que convierte mejor la inversión en ganancias. Estos resultados dejan claro que la combinación balanceada de ambos bioestimulantes genera un efecto positivo en el cultivo, promoviendo tanto el crecimiento vegetativo como reproductivo, mejorando la calidad del fruto, su calibre y, consecuentemente, los ingresos por una mayor proporción de fruta de primera categoría. Según Aremu et al. (2021) los aminoácidos desempeñan un rol crucial en el metabolismo del cultivo, en particular en la creación de proteínas, construcción de tejidos y recuperación ante el estrés.

Además, *Ascophyllum nodosum* L. potencia procesos fisiológicos vinculados con el crecimiento de las raíces, la brotación y la formación de frutas.

El tratamiento T5 (AS 25%. + AN 75%) y T2 (100 % AN) son opciones secundarias viables, presentando T2 el mayor rendimiento en volumen, por lo que con una aplicación concentrada de solo aminoácidos puede ser efectiva. Por otro lado, T5 generó un ingreso bruto ligeramente mayor que T2 a pesar de un rendimiento menor, lo que implica que la combinación utilizada de algas y aminoácidos produjo arándanos de mayor valor comercial.

Asimismo, el tratamiento T4 (AS 75% + AN 25%) presentó la menor relación costo/beneficio más desfavorable (1.85), generando el ingreso más bajo por la menor producción de fruta. Se asocia con la peor respuesta agronómica y, por ende, el riesgo financiero más alto. Esto indica que un desbalance hacia una mayor proporción de *Ascophyllum nodosum* sin suficiente soporte de aminoácidos limita el desarrollo productivo del cultivo. Esto podría estar asociado a que los procesos de desarrollo reproductivo, llenado de frutos y calidad, requieren del aporte complementario de aminoácidos para lograr mayor eficiencia fisiológica (Peña et al., 2024).

Finalmente, el tratamiento T6 (testigo sin aplicación), a pesar de registrar una relación costo/beneficio menor (2.06) está por encima de T4. Este hallazgo demuestra que la producción sin bioestimulantes puede llegar a volúmenes aceptables, aunque con frutas de menor calidad, lo cual afecta directamente el precio de venta y la rentabilidad final de la cosecha.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los tratamientos T4 (75 % *Ascophyllum nodosum* + 25 % aminoácidos) y T5 (25 % *Ascophyllum nodosum* + 75 % aminoácidos) registraron el mayor número de basales nuevos (27 brotes por planta), lo que representa un incremento aproximado del 59 % respecto al tratamiento con menor brotación (T6, 17 brotes por planta), evidenciando una respuesta agronómica favorable contribuyendo a la renovación estructural de la planta.

El tratamiento T1 (100 % *Ascophyllum nodosum* L.) presentó los mejores resultados en diámetro del tallo y calibre del fruto, alcanzando un diámetro promedio de tallo de 9.96 mm y un calibre máximo de 16.70 mm, lo que confirma que este extracto favorece el vigor estructural de la planta y mejora significativamente la calidad comercial del arándano.

Finalmente, el tratamiento combinado AS 50% + AN 50% (T3) se identificó como la alternativa más eficiente desde el punto de vista técnico y económico, al generar una relación beneficio/costo favorable, obteniéndose aproximadamente 2.33 USD por cada dólar invertido

5.2 Recomendaciones

Realizar aplicaciones combinadas de bioestimulantes en fases tempranas del desarrollo vegetativo, dado que T4 y T5 favorecieron la emisión de brotes, lo cual puede tener un impacto positivo en ciclos productivos futuros.

Focalizar la aplicación de bioestimulantes durante la etapa de floración, donde la demanda de clorofila y nutrientes es alta, para mejorar la eficiencia fotosintética y posiblemente la cuaja y el llenado de frutos.

Se propone repetir estas aplicaciones durante dos o tres ciclos más para confirmar la consistencia de los resultados y ajustar las dosis óptimas según el ambiente y el manejo agronómico.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaguaña, D. (2020). *Efecto de la aplicación de Bacillus subtilis en el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) a tres dosis y tres frecuencias*. Repositorio UCE:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/97283926-8a8d-4995-8e85-50614a0b2fb5/content>
- Aremu, A., Makhaye, G., Tesfay, S., Gerrano, A., Plooy, C. P., & Amoo, S. (2022). *Influence of Commercial Seaweed Extract and Microbial Biostimulant on Growth, Yield, Phytochemical Content, and Nutritional Quality of Five Abelmoschus esculentus Genotypes*. *Agronomy*, 12(2), 428. doi:10.3390/agronomy12020428
- Asad, S., Arshad, M., Mansoor, S., & Zafar, Y. (2007). *Effect of various amino acids on shoot regeneration of sugarcane (Saccharum officinarum L.)* African Journal of Biotechnology. file:///D:/Downloads/Asadetal.pdf
- Battacharyya, D., Babgohari, M., Rathor, P., Prithiviraj, B., & Prithiviraj, B. (30 de Noviembre de 2015). *Extractos de algas como bioestimulantes en horticultura*. *Ciencia hortícola*:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030442381530176X?via%3Dihub>
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). *Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions*. *Revista Agronomy*:
file:///D:/Downloads/Biostimulants_Application_in_Horticultural_Crops_u.pdf
- Campos, J. H. (2018). *Uso de aminoácidos aplicados al suelo para mejorar firmeza de frutos en arándano*. *Revista frutícola COPEFRUT S.A*:
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/62747/NR41346.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Carrera, J. (2012). *Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias*. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, Gobierno de España: <https://frutales.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/pf-17-manual-practico-para-la-implantacion-de-arandanos-serida1.pdf>
- Corella, R., Litting, D., & Gálvez, F. (2024). *Efectos de los aminoácidos en la producción de cultivos*. REVISTA INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS: [file:///D:/Downloads/EFFECTOS_DE_LOS_AMINOACIDOS_EN_LA_PRODUCCION_DE_CUL%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/EFFECTOS_DE_LOS_AMINOACIDOS_EN_LA_PRODUCCION_DE_CUL%20(2).pdf)
- Coronel, V. (7 de Julio de 2023). *Análisis del comportamiento de la exportación de arándano ecuatoriano en el período 2018-2022 para determinar su potencial y viabilidad de acceso a nuevos mercados*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26239/1/UPS-CT010950.pdf>
- Cuellar, M. E., & Morales, F. (2006). La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Colombiana de Entomología* 32, 1-9.
- Dias, J. (2019). *Plant growth regulators in horticulture: practices and perspectives*. Obtenido de Biotecnología Vegetal: <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v19n1/2074-8647-bvg-19-01-3.pdf>
- Elansary, H. (1 de Diciembre de 2017). Green roof Petunia, Ageratum, and Mentha responses to water stress, seaweeds, and trinexapac-ethyl treatments. págs. 39, 145.
- Espasa, R. (2017). *Fertilización con aminoácidos*. Obtenido de Revista Horticola: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1983_12_33_35.pdf
- Espinosa, A., Hernández, R., & González, M. (2020). *Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas*. Obtenido de

Revisión Biotecnología Vegetal: <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n4/2074-8647-bvg-20-04-257.pdf>

Fall Creek Farm & Nursery, Inc. (2011). <https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>. Obtenido de Fall Creek:
<https://www.fallcreeknursery.com/commercial-fruit-growers/varieties/biloxi>

Forbes, P., Mangas, R., & Pagano, N. (2009). *Producción de Arándanos*. Obtenido de Forbes:
<https://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/disenio/producciondearandanos.pdf>

Fresh Plaza. (17 de Septiembre de 2021). *Resumen del mercado global del arándano*. Obtenido de FreshPlaza: <https://www.freshplaza.es/article/9356124/resumen-del-mercado-global-del-arandano/>

García, J. C., & García, G. (2011). *Guía de cultivo orientaciones para el cultivo del arándano. Proyecto de cooperación "Nuevos Horizontes"*. Obtenido de Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino.España.:
file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/GUIA_DE_CULTIVO_ORIENTACIONES_PARA_EL_CU.pdf

García, J. C., Gonzales, G. G., & Cioria, M. (2018). *El cultivo del arándano en el norte de España*. Obtenido de SERIDA: <file:///D:/Downloads/74521.pdf>

García-Vázquez, I., Calderón-Zavala, G., & Arévalo-Galarza, M. (2023). *BIORREGULADORES Y BIOESTIMULANTES EN EL DESARROLLO, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE FRUTO DE ARÁNDANO BILOXI*. Obtenido de Revista Fitotec: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v46n4/0187-7380-rfm-46-04-383.pdf>

Gonzales, I. (2019). *Estudo da aplicación de extractos dunha alga mariña (Sargassum)*. Obtenido de Universidad de A CORUÑA:
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24488/GonzalezCuns_Ismael_TFM_2019.pdf

- González, P. (21 de Junio de 2018). *El arándano, un fruto de reciente producción en el país*. Obtenido de Revista LÍDERES: <https://www.revistalideres.ec/lideres/arandano-fruto-reciente-produccion-ecuador.html>
- González, H., & Sadeghian, S. (Octubre de 2012). *Alternativas generales de fertilización para cafetales en la etapa de producción*. Obtenido de Cenicafe: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/1107/3/avt0424.pdf>
- Guamán, G. (2023). *Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y*. Obtenido de DOCUMENTO FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38264/1/038%20Agronom%c3%ad a%20-%20Guam%c3%a1n%20Tisalema%20Lizbeth%20Gissel.pdf>
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., & Ahmed, I. (2010). *Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review*. Obtenido de Springer-Verlag and the University of Milan: <https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/counter/pdf/10.1007/s13213-010-0117-1.pdf>
- Hernández, D. (2014). *Estudio nutrimental de arándano azul (Vaccinium corymbosum L.) cv. Biloxi en Los Reyes, Michoacan*. Obtenido de Colegio De Postgraduados, Mexico.: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2378/Hernandez_Hernandez_D_DC_Edafologia_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jácome, I., & Orly, C. (2017). *ANÁLISIS DEL COSTO – BENEFICIO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN*. Obtenido de Revista Contribuciones a la Economía : [file:///D:/Downloads/Dialnet-AnalisisDelCosto-9031809%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/Dialnet-AnalisisDelCosto-9031809%20(2).pdf)
- Jaramillo, G. M. (13 de Marzo de 2019). *Cambios en la estructura y las propiedades fisicoquímicas de frutos de arándano por aplicación de factores emergentes de conservación*. Obtenido de Tesis presentada para optar al título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires en el área de Química Industrial:

file:///D:/Downloads/CONICET_Digital_Nro.7d4fc109-c9ac-4708-9109-66ba379e9714_A%20(2).pdf

Khan, W. R. (2009). *Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development*.

Obtenido de file:///D:/Downloads/s00344-009-9103-x.pdf

Lima, A. (2019). *Crecimiento y dedarrollo vegetativo de arándano (Vaccinium corymbosum*

L. Var. Biloxi), en tres tipos de pisos altitudinales de la provincia de Loja . Obtenido

de Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo Universidad de Loja:

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22469/1/Andreina%20Mariela%20Lima%20Balc%C3%A1zar.pdf>

López, M. A. (2021). *Aplicación de soluciones de extractos de algas marinas en garbanzo*

(Cicer arietinumL.) Bajo riego por goteo: crecimiento, calidad y rendimiento.

Obtenido de Brazilian Journal of Animal and Environmental Research:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/29131/22985>

Maceda, A., Soto-Hernández, M., Peña-Valdivia, C., Trejo, C., & Terrazas, T. (2021). *Lignin:*

composition, synthesis and evolution. Obtenido de Revista Madera y Bosques:

<https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v27n2/2448-7597-mb-27-02-e2722137.pdf>

Martínez, L. (2019). *Factibilidad para la implementación de un cultivo de arándano*

(Vaccinium Corymbosum L.) en la vereda llano verde del municipio de Úmbita,

Boyacá. Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. :

https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3003/1/TGT_1536.pdf

Martínez, P. J., & Martínez-Lagos, J. (2022). *Aspectos generales en producción de*

arándanos. Obtenido de INIA:

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68580/NR42873.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez-Gutiérrez, A., Zamudio-González, B., Cardoso Galvão, J. C., Espinosa-Calderón,

A., Tadeo-Robledo, M., Vázquez-Alarcón, A., & Villegas-Aparicio, Y. (2022).

EFEECTO DE AMINOÁCIDOS FOLIARES EN LA EXTRACCIÓN Y REMOCIÓN DE

- NUTRIENTES EN MAÍZ*. Obtenido de Revista Fitotec:
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v45n2/0187-7380-rfm-45-02-173.pdf>
- Mayorga, C. (2014). *MANEJO INTEGRADO DE PODAS DE CULTIVO DE ARANDANO (Vaccinium corymbosum L)*. Obtenido de UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA: <https://cdn.blueberriesconsulting.com/2020/09/MANEJO-INTEGRADO-DE-PODAS-DE-CULTIVO-DE-ARANDANO-.Bogota.pdf>
- Meléndez-Jácome, M., Flor-Romero, L., Vásquez-Castillo, W., & Racines-Oliva, M. (2021). *Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere Vaccinium*. Obtenido de Scientia Agropecuaria: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v12n1/2306-6741-agro-12-01-109.pdf>
- Meyer, H., & Prinsloo, N. (2008). *Assessment of the Potential of Blueberry*. Obtenido de Small Fruits Review: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1300/J301v02n03_02
- Meza, G. (19 de Noviembre de 2021). *Efecto del método de aplicación del fertilizante químico en la productividad del cultivo de café (Coffea)*. Obtenido de Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable: [file:///D:/Downloads/ljuarez,+2_813%20\(4\).pdf](file:///D:/Downloads/ljuarez,+2_813%20(4).pdf)
- Meza, M. (2021). “*EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA LUZ ARTIFICIAL SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL CRISANTEMO (Chrysanthemum sp.) EN CHAVEZPAMBA, PICHINCHA*”. Obtenido de Depositorio UTN: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11593/2/03%20AGP%20300%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Miramontes, A., Ángel, M., González, V., Ruiz, L., & Aguilera, A. (2011). *CINÉTICA DE CRECIMIENTO FOLIAR Y DESARROLLO DE BROTES EN SELECCIONES INJERTADAS DE ZAPOTE MAMEY*. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v2n6/v2n6a8.pdf>

- Morales, E. (31 de Enero de 2023). *Los aminoácidos y sus funciones en las plantas* . Obtenido de MYCSA: <https://myscainc.com/newsletter/blog/2023/01/31/los-aminoacidos-y-su-funcionamiento-en-las-plantas/>
- Mordor Intelligence. (2022). *Análisis de tamaño y participación del mercado de bioestimulantes tendencia de crecimiento y previsiones hasta el 2029*. Obtenido de Análisis de tamaño y participación del mercado de bioestimulantes TENDENCIAS DE CRECIMIENTO Y PREVISIONES HASTA 202 Source: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-plant-biostimulant-market-industry>
- Müller, D., & Leyser, O. (2011). *Auxin, cytokinin and the control of shoot branching*. Obtenido de Annals of Botany: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3091808/pdf/mcr069.pdf>
- Muñoz, C. (1988). *Arándano: variedades y su propagación*. Obtenido de INIA: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/41513>
- Nogales, P. (2022). *Elaboración de un plan de negocios para la comercialización de arándanos*. Obtenido de Udla: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/13926/4/UDLA-EC-TMAE-2022-12.pdf>
- Núñez, J. (2016). *BIOSÍNTESIS Y REGULACIÓN FISIOLÓGICA DE ARGININA EN PLANTAS*. Obtenido de Programa de biología: <file:///D:/Documents/Tesis/TESIS/Capitulo%204%20Resultados/Nu%C3%B1ez%20016.pdf>
- Ormazábal, Y. M., Mena, C. A., Cantillana, J. C., & Lobos, G. E. (2020). *Caracterización de predios productores de arándanos (Vaccinium corymbosum), según nivel tecnológico. El caso de la región del Maule-Chile*. Obtenido de Informacion Tecnologica 31(1):41-52.: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v31n1/0718-0764-infotec-31-01-41.pdf>
- Peña, K., Trocones, A., Delgado, L., Martínez, Y., Martín, Y., Caler, A., & Rodríguez Fernández, J. C. (2024). *Promotor del crecimiento mejora calidad y reduce*

- permanencia en vivero de Acacia mangium Willd.* Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Forestales : <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v15n86/2007-1132-remcf-15-86-52.pdf>
- Pérez, X. (24 de Mayo de 2023). *W20: Actualización de arándanos.* Obtenido de TRIDGE: <https://www.tridge.com/stories/w20-blueberry-update>
- Pérez, Y., Calero, A., Kolima, P., Gutiérrez, J., & Rodríguez, V. (2024). *Densidades de plantas y aplicación foliar de aminoácidos incrementan el rendimiento del ajonjolí.* Obtenido de Revista Agrarios: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10053258>
- Pernía, J., & Sanabria, M. (2021). *El manejo integral de plagas y enfermedades en cultivos como una alternativa de compromiso para el cumplimiento de la responsabilidad social ambiental en la agricultura.* Obtenido de revista de Investigación En Ciencias Sociales: <https://revistas.uclave.org/index.php/dissertare/article/view/3170/1971>
- Peteira, B., Fernández, A., Rodríguez, H., & González, E. (2008). *Efectos del BION y del FitoMas-E como inductores de resistencia en plantas de arroz infestadas con Stenotarsonium spinki.* Obtenido de Revista de Protección Vegetal: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v23n1/rpv06108.pdf>
- Rivadeneira, M., & Carlazara, G. (2011). *Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándano.* Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.: <https://blueberriesconsulting.com/comportamiento-fenologico-de-variedades-tradicionales-y-nuevas-de-arandanos/>
- Rivera, M. (2020). *Establecimiento de desarrollo semi-comercial con aplicaciones de JUNIperus® para recuperación de estrés en plantas de Arándano (Vaccinium myrtillus L).* Obtenido de Agroenzymas: https://agroenzymas.com/blog_10.html
- Rodríguez, R. (2021). *Manejo agronómico del cultivo de arándano (Vaccinium spp) en condiciones del valle de Chao, La Libertad.* Obtenido de Repositorio UPAO: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8236>

- Rodríguez-Yzquierd, G., Pradenas-Aguila, H., Basso-de-Figuera, C., Barrios-García, M., León-Pacheco, R., & Pérez-Macias, M. (2019). *Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá*. Obtenido de Agronomía Mesoamericana: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n1/2215-3608-am-31-01-00117.pdf>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2010). *Bioestimulantes vegetales: fundamento, estado del arte y evolución*. Obtenido de Department of Agricultural Sciences,: https://com-mendeley-prod-publicsharing-pdfstore.s3.eu-west-1.amazonaws.com/70c4-PUBMED/10.3389/fpls.2020.00040/fpls_11_00040_pdf.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBoaCWV1LXdlc3QtMSJIMEYCIQCpjvZxlihKLfZ3xmLfp6bKl3Ma8KWJFpdi65h1EIsLbQIhAKD%2BOKS27D
- Sah, S., Reddy, K. R., & Li, J. (2016). *Ácido abscísico y tolerancia al estrés abiótico en plantas de cultivo*. Obtenido de https://com-mendeley-prod-publicsharing-pdfstore.s3.eu-west-1.amazonaws.com/ca45-PUBMED/10.3389/fpls.2016.00571/fpls_07_00571_pdf.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBgaCWV1LXdlc3QtMSJGMEQCIGcIT1yUA8kRV%2B%2Fp5aVSVOF2Kx7PNxCcCupaITwccbe%2FAiATF31DT4
- Shukla, P. (29 de mayo de 2019). Bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum*: aplicaciones sostenibles en agricultura para la estimulación del crecimiento de las plantas, la tolerancia al estrés y el control de enfermedades.
- Song, G.-Q., & Hancock, J. (2011). *Vaccinium*. In Kole, C (ed.). Obtenido de Berlin Heidelberg, SpringerVerlag. p. 197-221: <file:///D:/Downloads/Vaccinium.pdf>
- Strik, B. (2008). *Growing blueberries in your home garden*. Obtenido de Oregon State University: https://www.masoncd.org/uploads/3/1/5/9/31598011/growing_blueberries_in_your_home_garden_osu_2.pdf

- Timoshok, E. (2000). *The ecology of bilberry (Vaccinium myrtillus L.) and cowberry (Vaccinium vitis-idaea L.) in Western Siberia*. Obtenido de Russian Journal of Ecology: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02799719.pdf>
- Uribe, M., Mateo, L., Mendoza, C., Amora, E., González, D., & Durán, D. (2018). *Efecto del alga marina Sargassum vulgare C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro*. Obtenido de Scielo: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v36n3/0718-3429-idesia-01202.pdf>
- Valverde, L., JosselynMoreno-Quinto, Quijije-Quiroz, K., Castro-Landín, A., Merchán-García, W., & Ortega, J. (2020). *Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (Coffea arábica L.)*. Obtenido de Journal of the Selva Andina Research Society: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942020000100003
- Vásquez, M. (6 de Enero de 2023). *Evaluación de bioestimulantes posterior a la poda en el cultivo de arándanos (Vaccinium corymbosum L) var. Biloxi en las condiciones climáticas de la parroquia de San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante*. Obtenido de Proyecto previo para la obtención del título de Ingeniero Agropecuario : [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TESIS%20FINAL%20MARCO%20V%20C3%81SQUEZ%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/TESIS%20FINAL%20MARCO%20V%20C3%81SQUEZ%20%20(1).pdf)
- Williamson, J., & Lyrene, P. (2005). *Guía para el cultivo de arándanos en Florida*. Obtenido de Institute of food and agricultural sciences, university of Florida: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Guia_para_el_Cultivo_de_los_Arandanos_en.pdf
- Yakhin, O., Lubianov, A., Yakhin, I., & Brown., P. H. (2017). *Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective*. Obtenido de Frontiers in Plant Science: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.02049/full>
- Yang, G., Wei, Q., Huang, H., & Xia, J. (2020). *Amino Acid Transporters in Plant Cells: A Brief Review*. Obtenido de Plants: <https://com-mendeley-prod-publicsharing->

pdfstore.s3.eu-west-1.amazonaws.com/b335-
PUBMED/10.3390/plants9080967/plants_09_00967_pdf.pdf?X-Amz-Security-
Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEA8aCWV1LXdlc3QtMSJHMEUCIQD5aG4w08tIv%2Br
KryPkCLcl7oHjPdbEVM1IZrsOB62eeAIgcR4RH579%2

Zamani-Babgohari, Critchley, M., & Norrie, A. (2019). *Aumento de la tolerancia al estrés por congelación de Nicotiana tabacum L. cv. Cultivos de células Bright Yellow-2 con la adición de medio de extracto de Ascophyllum nodosum (L.)*. Obtenido de In Vitro Cell.Dev.Biol: file:///D:/Downloads/s11627-019-09972-8.pdf

Zermeño, A., Cárdenas, J., Ramírez, H., Benavides, A., Cadena, M., & Campos, S. (Diciembre de 2015). *Fertilización biológica del cultivo de maíz*. Obtenido de Revista mexicana de ciencias: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263143809012.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T1.

		unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5		
			cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	subtotal			4244			0			0			0			0	
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	subtotal			24600			0			0			0			0	
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	subtotal				450			0			0			0		0	
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
	subtotal				4176			5080			5080			5080			5080
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
	subtotal				460			460			472,5			472,5			472,5
7. BIOESTIMULANTES	A. Nodosum	1/2 L	18	9,5	171	18	9,5	171	18	9,5	171	18	9,5	171	18	9,5	171
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
	subtotal				261			3771			3771			3771			3771
	TOTAL CD				34191			9311			9323,5			9323,5			9323,5
COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14

	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
	TOTAL CI	Subtotal			104			104			104			104			104
	TOTAL CD+CI				34295			9415			9427,5			9427,5			9427,5
GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	685,9		2%	188,3		2%	188,55		2%	188,55		2%	188,55
	imprevistos			2%	685,9		2%	188,3		2%	188,55		2%	188,55		2%	188,55
		subtotal			1371,8			376,6			377,1			377,1			377,1
COSTO TOTAL					35666,8			9791,6			9804,6			9804,6			9804,6
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																
	primera		1474,23	10	14742,3	1687,31	10	16873,1	1834,03	10	18340,3	2080,76	10	20807,6	2300,84	10	23008,4
	segunda		369	6	2214	424,35	6	2546,1	461,25	6	2767,5	498,15	6	2988,9	553,5	6	3321
	tercera		50	3	150	65,55	3	196,65	71,25	3	213,75	76,95	3	230,85	85,5	3	256,5
		total	1893,23		17106,30	2177,21		19615,85	2366,53		21321,55	2655,86		24027,35	2939,84		26585,9
Análisis Financiero																	
Ingreso Bruto					17106,30			19615,85			21321,55			24027,35			26585,9
Ingreso Neto					-18560,50			9824,25			11516,95			14222,75			16781,3
Rentabilidad					-52,03859051			100,3334491			117,4647614			145,0620117			171,1574159
Beneficio/Costo					0,48			2,00			2,17			2,45			2,71

Anexo 2.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T2.

		unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5		
			cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			4244			0			0			0			0
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			24600			0			0			0			0
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			450			0			0			0			0
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
		subtotal			4176			5080			5080			5080			5080
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
		subtotal			460			460			472,5			472,5			472,5
7. BIOESTIMULANTES	Aminoácidos	1/2 L	18	8,5	153	18	8,5	153	18	8,5	153	18	8,5	153	18	8,5	153
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
		subtotal			243			3753			3753			3753			3753
	TOTAL CD			34173			9293			9305,5			9305,5			9305,5	
COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14
	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
	TOTAL CI	Subtotal			104			104			104			104			104

	TOTAL CD+CI				34277				9397				9409,5			9409,5		9409,5
GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	685,54			2%	187,94			2%	188,19			2%	188,19	188,19
	imprevistos			2%	685,54			2%	187,94			2%	188,19			2%	188,19	188,19
		subtotal			1371,08				375,88				376,38				376,38	376,38
COSTO TOTAL					35648,08				9772,88				9785,88				9785,88	9785,88
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																	
	primera		1400	10	14000	1727,94	10	17279,4	1878,2	10	18782	2028,46	10	20284,6	2133,84	10	21338,4	21338,4
	segunda		500	6	3000	597,2	6	3583,2	649,14	6	3894,84	701,06	6	4206,36	773,96	6	4643,76	4643,76
	tercera		171,3	3	513,90	56,85	3	170,55	61,78	3	185,34	66,73	3	200,19	85,5	3	256,5	256,5
		total	2071,3		17513,90	2381,99		21033,15	2589,12		22862,18	2796,25		24691,15	2993,3		26238,66	26238,66
Análisis Financiero																		
Ingreso Bruto					17513,90			21033,15			21321,55			24691,15				26238,66
Ingreso Neto					-18134,18			11260,27			11535,67			14905,27				16452,78
Rentabilidad					-50,87			115,22			117,88			152,31				168,13
Beneficio/Costo					0,49			2,15			2,18			2,52				2,68

Anexo 3.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T3.

	unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5			
		cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	subtotal			4244			0			0			0			0	
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	subtotal			24600			0			0			0			0	
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	días/jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	subtotal			450			0			0			0			0	
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
	subtotal			4176			5080			5080			5080			5080	
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
	subtotal			460			460			472,5			472,5			472,5	
7. BIOESTIMULANTES	A. Nodosum	1/2 L	9	9,5	85,5	9	9,5	85,5	9	9,5	85,5	9	9,5	85,5	9	9,5	85,5
	Aminoácidos	1/2 L	9	8,5	76,5	9	8,5	76,5	9	8,5	76,5	9	8,5	76,5	9	8,5	76,5
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
	subtotal			252			3762			3762			3762			3762	
	TOTAL CD			34182			9302			9314,5			9314,5			9314,5	
COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14
	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
	subtotal			104			104			104			104			104	
	TOTAL CD+CI			34286			9406			9418,5			9418,5			9418,5	

GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	685,72		2%	188,12		2%	188,37		2%	188,37		2%	188,37
	imprevistos			2%	685,72		2%	188,12		2%	188,37		2%	188,37		2%	188,37
		subtotal			1371,44			376,24			376,74			376,74			376,74
COSTO TOTAL					35657,44			9782,24			9795,24			9795,24			9795,24
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																
	primera		1584,48	10	15844,80	1822,15	10	18221,5	1980,6	10	19806	2139,05	10	21390,5	2376,72	10	23767,2
	segunda		393,82	6	2362,92	452,89	6	2717,34	492,28	6	2953,68	531,66	6	3189,96	590,73	6	3544,38
	tercera		6,86	3	20,58	7,89	3	23,67	8,58	3	25,74	9,26	3	27,78	10,29	3	30,87
		total	1985,16		18228,30	2282,93		20962,51	2481,46		22785,42	2679,97		24608,24	2977,74		27342,45
Análisis Financiero																	
Ingreso Bruto					18228,30			20962,51			22785,42			24608,24			27342,45
Ingreso Neto					-17429,14			11180,27			12990,18			14813,00			17547,21
Rentabilidad					-48,88			114,29			132,62			151,23			179,14
Beneficio/Costo					0,51			2,14			2,33			2,51			2,79

Anexo 4.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T4.

		unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5		
			cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor: (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			4244			0			0			0			0
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			24600			0			0			0			0
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			450			0			0			0			0
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
		subtotal			4176			5080			5080			5080			5080
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
		subtotal			460			460			472,5			472,5			472,5
7. BIOESTIMULANTES	A. Nodosum	1/2 L	14	9,5	133	14	9,5	133	14	9,5	133	14	9,5	133	14	9,5	133
	Aminoácidos	1/2 L	5	8,5	42,5	5	8,5	42,5	5	8,5	42,5	5	8,5	42,5	5	8,5	42,5
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
		subtotal			265,5			3775,5			3775,5			3775,5			3775,5
	TOTAL CD			34195,50			9315,5			9328			9328			9328	
COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14
	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
	TOTAL CI	Subtotal			104			104			104			104			104
	TOTAL CD+CI				34299,50			9419,5			9432			9432			9432

GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	685,99		2%	188,39		2%	188,64		2%	188,64		2%	188,64
	imprevistos			2%	685,99		2%	188,39		2%	188,64		2%	188,64		2%	188,64
		subtotal			1371,98			376,78			377,28			377,28			377,28
COSTO TOTAL					35671,48			9796,28			9809,28			9809,28			9809,28
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																
	primera		1175	10	11750	1351,25	10	13512,5	1468,75	10	14687,5	1586,25	10	15862,5	1762,5	10	17625
	segunda		430	6	2580	494,5	6	2967	537,5	6	3225	580,5	6	3483	645	6	3870
	tercera		71,44	3	214,32	82,15	3	246,45	89,3	3	267,9	96,44	3	289,32	107,16	3	321,48
		total	1676,44		14544,32	1927,9		16725,95	2095,55		18180,4	2263,19		19634,82	2514,66		21816,48
Análisis Financiero																	
Ingreso Bruto					14544,32			16725,95			18180,4			19634,82			21816,48
Ingreso Neto					-21127,16			6929,67			8371,12			9825,54			12007,20
Rentabilidad					-59,23			70,74			85,34			100,17			122,41
Beneficio/Costo					0,41			1,71			1,85			2,00			2,22

Anexo 5.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T5.

		unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5		
			cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor: (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			4244			0			0			0			0
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			24600			0			0			0			0
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			450			0			0			0			0
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
		subtotal			4176			5080			5080			5080			5080
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Época lluviosa																
	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
		subtotal			460			460			472,5			472,5			472,5
7. BIOESTIMULANTES	A. Nodosum	1/2 L	5	9,5	47,5	5	9,5	47,5	5	9,5	47,5	5	9,5	47,5	5	9,5	47,5
	Aminoácidos	1/2 L	14	8,5	119	14	8,5	119	14	8,5	119	14	8,5	119	14	8,5	119
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
		subtotal			256,5			3766,5			3766,5			3766,5			3766,5
	TOTAL CD				34186,50			9306,5			9319			9319			9319

COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14
	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
	TOTAL CI	Subtotal			104			104			104			104			104
	TOTAL CD+CI				34290,50			9410,5			9423			9423			9423
GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	685,81		2%	188,21		2%	188,46		2%	188,46		2%	188,46
	imprevistos			2%	685,81		2%	188,21		2%	188,46		2%	188,46		2%	188,46
		subtotal			1371,62			376,42			376,92			376,92			376,92
COSTO TOTAL					35662,12			9786,92			9799,92			9799,92			9799,92
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																
	primera		1451	10	14510	1692,64	10	16926,4	1839,83	10	18398,3	1987,02	10	19870,2	2207,79	10	22077,9
	segunda		497,61	6	2985,66	548,26	6	3289,56	596	6	3576	643,63	6	3861,78	715,13	6	4290,78
	tercera		86,5	3	259,50	99,48	3	298,44	108,12	3	324,36	116,78	3	350,34	129,75	3	389,25
		total	2035,11		17755,16	2340,38		20514,4	2543,95		22298,66	2747,43		24082,32	3052,67		26757,93
Análisis Financiero																	
Ingreso Bruto					17755,60			20514,4			22298,66			24082,32			26757,93
Ingreso Neto					-17906,52			10727,48			12498,74			14282,40			16958,01
Rentabilidad					-50,21			109,61			127,54			145,74			173,04
Beneficio/Costo					0,50			2,10			2,28			2,46			2,73

Anexo 6.

Costos de los insumos utilizados en la evaluación del tratamiento T6.

		unidad	Año 1			Costo año 2			Costo año 3			Costo año 4			Costo año 5		
			cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha	cant.	costo	total/ha
COSTOS DIRECTOS																	
1. PREPARACIÓN DEL SUELO Y SUSTRATO	Tractor: (arada)	horas	8	25,00	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fundas	unidad	8200	0,42	3444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cascarilla se arroz	toneladas	6	100	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			4244			0			0			0			0
2. VARIEDAD	Biloxi	plantas	8200	3,00	24600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			24600			0			0			0			0
3. PLANTACIÓN MANTENIMIENTO	Plantación	jornales	2	225	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		subtotal			450			0			0			0			0
4. FERTILIZACIÓN	Macro y micro nutrientes	quintal	48	77	3696	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850	50	77	3850
5. LABORES CULTURALES	Deshierba / formación de coronas	jornal	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30	2	15	30
	Formación de plantas (poda)	plantas/jornal	2	225	450	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200	4	300	1200
		subtotal			4176			5080			5080			5080			5080
6. CONTROLES FITOSANITARIOS	Insecticida + fungicida+ herbicidas	kg	8	12,5	100	8	12,5	100	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5	9	12,5	112,5
	aplicación	jornales	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360	24	15	360
		subtotal			460			460			472,5			472,5			472,5
	Cosecha/selección y embalaje	jornales	6	15	90	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600	12	300	3600
		subtotal			90			3600			3600			3600			3600
	TOTAL CD				34020			9140			9152,5			9152,5			9152,5
COSTOS INDIRECTOS	Malla anti pájaro	rollo (2m*150m)	12	70	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14
	Sistema de riego	Bomba, riego por goteo	1	900	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90	1	90	90
		Subtotal			104			104			104			104			104
	TOTAL CD+CI				34124			9244			9256,5			9256,5			9256,5
GASTOS GENERALES	Administrativos			2%	682,48		2%	184,88		2%	185,13		2%	185,13		2%	185,13
	imprevistos			2%	682,48		2%	184,88		2%	185,13		2%	185,13		2%	185,13

		subtotal			1364,96			369,76			370,26			370,26			370,26
COSTO TOTAL					35488,96			9613,76			9626,76			9626,76			9626,76
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN	Rendimiento																
	primera		930	10	9300	1069,5	10	10695	1162,5	10	11625	1255,5	10	12555	1395	10	13950
	segunda		945,1	6	5670,60	1086,87	6	6521,22	1181,38	6	7088,28	1275,89	6	7655,34	1417,65	6	8505,9
	tercera		174,12	3	522,36	200,24	3	600,72	217,65	3	652,95	235,06	3	705,18	261,18	3	783,54
	total		2049,22		15492,96	2356,61		17816,94	2561,53		19366,23	2766,45		20915,52	3073,83		23239,44
Análisis Financiero																	
Ingreso Bruto					15492,96			17816,94			19366,23			20915,52			23239,44
Ingreso Neto					-19996,00			8203,18			9739,47			11288,76			13612,68
Rentabilidad					-56,34			85,33			101,17			117,26			141,40
Beneficio/Costo					0,44			1,85			2,01			2,17			2,41