



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN  
NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO DE  
MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentada para optar por al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:**

**DANIEL ALEJANDRO DÍAZ BELDUMA**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN  
NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO DE  
MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentada para optar por al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** DANIEL ALEJANDRO DÍAZ BELDUMA

**DIRECTOR:** Ing. VÍCTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Daniel Alejandro Díaz Belduma

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor

Yo, DANIEL ALEJANDRO DÍAZ BELDUMA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de abril de 2023

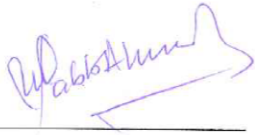
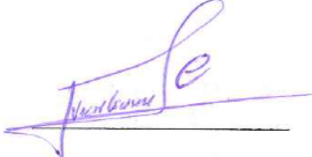



**Daniel Alejandro Díaz Belduma**

**C.I: 172585280-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “EVALUACIÓN DE DOS CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO”, realizado por el señor: **DANIEL ALEJANDRO DÍAZ BELDUMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud del Tribunal, Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero PhD <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-04-19
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-04-19
Ing. Roque Orlando García Zanabria, PhD. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-04-19

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo de investigación con mucho aprecio a mis padres y a toda mi familia que siempre me ha apoyado incondicionalmente con mucho amor y cariño, especialmente a mi padre que ha sido para mí el ejemplo más grande de superación, enseñándome acerca del esfuerzo y sacrificio que se debe hacer en la vida para seguir adelante temer al futuro. Les entrego mi trabajo de investigación como agradecimiento por siempre estar a mi lado y nunca dejar de creer en mí.

Daniel

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y protección de mis peores miedos, agradezco a mi familia por brindarme su apoyo y darme su confianza para poder seguir adelante con mis objetivos.

A los docentes que muy amablemente siempre nos impartieron los conocimientos para poder tener un buen desempeño en la vida laboral y todo lo que implica un futuro como profesional.

A mis amigos de la carrera de Agronomía que compartieron muchos conocimientos y experiencias que me ayudaron a crecer como estudiante, amigo y futuro profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por acogerme e impartir todos los conocimientos que ahora puedo llevarme a mi vida profesional y aplicarlos con el fin de ser cada vez mejor.

A la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP y al Departamento de Manejo de Suelos y Aguas que me dio la oportunidad y los medios para poder realizar mi trabajo de investigación; y a los técnicos de la institución que me compartieron su conocimiento y experiencia para poder crecer como futuro profesional.

*Gracias*

Daniel

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento de problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i> .....	4
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Planta de mortiño.....	5
2.1.1. <i>Origen</i> .....	5
2.1.2. <i>Características botánicas</i> .....	5
2.1.3. <i>Clasificación taxonómica</i> .....	6
2.1.4. <i>Crecimiento del cultivo</i> .....	6
2.1.4.1. <i>Fenología</i> .....	6
2.1.5. <i>Requerimientos edáficos y agroecológicos</i> .....	7
2.1.6. <i>Variedades de mortiño</i> .....	8
2.1.7. <i>Plagas y enfermedades</i> .....	8
2.1.7.1. <i>Plagas</i> .....	8
2.1.7.2. <i>Enfermedades</i> .....	8
2.2. Tasa de crecimiento relativo.....	8



<b>2.3.</b>	<b>Nutrición</b> .....	9
<b>2.3.1.</b>	<b>Solución nutritiva</b> .....	9
<b>2.3.2.</b>	<b>Relación Amonio – Nitrato</b> .....	9
<b>2.3.3.</b>	<b>Tipos de soluciones nutritivas</b> .....	9
<b>2.3.3.1.</b>	<i>Solución de Hoagland</i> .....	9
<b>2.3.3.2.</b>	<i>Solución de Steiner</i> .....	10
<b>2.3.4.</b>	<b>Macroelementos</b> .....	11
<b>2.3.4.1.</b>	<i>Nitrógeno</i> .....	11
<b>2.3.4.2.</b>	<i>Fósforo</i> .....	11
<b>2.3.4.3.</b>	<i>Potasio</i> .....	11
<b>2.3.5.</b>	<b>Microelementos</b> .....	12
<b>2.3.5.1.</b>	<i>Azufre</i> .....	12
<b>2.3.5.2.</b>	<i>Calcio</i> .....	12
<b>2.3.5.3.</b>	<i>Magnesio</i> .....	12
<b>2.3.5.4.</b>	<i>Hierro</i> .....	12
<b>2.3.5.5.</b>	<i>Manganeso</i> .....	13
<b>2.3.5.6.</b>	<i>Zinc</i> .....	13
<b>2.3.5.7.</b>	<i>Cobre</i> .....	13
<b>2.3.5.8.</b>	<i>Boro</i> .....	13
<b>2.3.6.</b>	<b>Sustrato</b> .....	14
<b>2.3.6.1.</b>	<i>Orgánicos</i> .....	14
<b>2.3.6.2.</b>	<i>Inorgánicos</i> .....	14
<b>2.3.7.</b>	<b>Fertilizantes</b> .....	15
<b>2.3.7.1.</b>	<i>Nitrato de Calcio</i> .....	15
<b>2.3.7.2.</b>	<i>Nitrato de Potasio</i> .....	15
<b>2.3.7.3.</b>	<i>Nitrato de Amonio</i> .....	15
<b>2.3.7.4.</b>	<i>Sulfato de Potasio</i> .....	16
<b>2.3.7.5.</b>	<i>Sulfato de Magnesio</i> .....	16
<b>2.3.7.6.</b>	<i>Sulfato de amonio</i> .....	16
<b>2.3.7.7.</b>	<i>Tradecorp</i> .....	16

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	18
<b>3.1.</b>	<b>Características del lugar</b> .....	18
<b>3.1.1.</b>	<i>Localización</i> .....	18
<b>3.1.2.</b>	<i>Ubicación geográfica</i> .....	18

3.1.3.	<i>Condiciones climáticas dentro del invernadero</i> .....	18
3.1.4.	<i>Clasificación ecológica</i> .....	18
3.2.	<b>Materiales</b> .....	19
3.2.1.	<i>Material biológico</i> .....	19
3.2.2.	<i>Materiales de campo</i> .....	19
3.2.3.	<i>Materiales y equipos de oficina</i> .....	19
3.3.	<b>Métodos</b> .....	20
3.3.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	20
3.3.2.	<i>Variables y métodos de evaluación</i> .....	20
3.3.2.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i> .....	20
3.3.2.2.	<i>Altura de planta</i> .....	20
3.3.2.3.	<i>Diámetro de tallo principal</i> .....	21
3.3.2.4.	<i>Número de tallos basales</i> .....	21
3.3.2.5.	<i>Tasa de crecimiento</i> .....	21
3.3.2.6.	<i>Índice de vigor</i> .....	22
3.3.2.7.	<i>Modelo de crecimiento</i> .....	22
3.4.	<b>Manejo del experimento</b> .....	23
3.4.1.	<i>Labores pre-culturales</i> .....	23
3.4.1.1.	<i>Preparación del sustrato</i> .....	23
3.4.1.2.	<i>Llenado de fundas plásticas con sustrato</i> .....	23
3.4.1.3.	<i>Análisis químico del agua</i> .....	23
3.4.1.4.	<i>Análisis físico, químico y microbiológico del sustrato</i> .....	23
3.4.2.	<i>Labores culturales</i> .....	23
3.4.2.1.	<i>Trasplante</i> .....	23
3.4.2.2.	<i>Preparación de solución nutritiva</i> .....	24
3.4.2.3.	<i>Aplicación de solución nutritiva</i> .....	24
3.4.2.4.	<i>Control de plagas</i> .....	24
3.4.2.5.	<i>Deshierba</i> .....	25
3.4.2.6.	<i>Evaluación de variables</i> .....	25
3.5.	<b>Especificaciones del campo experimental</b> .....	25
3.5.1.	<i>Especificaciones del experimento</i> .....	25
3.5.2.	<i>Distancia de plantas</i> .....	25
3.5.3.	<i>Tratamientos en estudio</i> .....	25
3.6.	<b>Tipo de diseño</b> .....	25
3.6.1.	<i>Diseño Experimental</i> .....	25
3.6.2.	<i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	26
3.6.2.1.	<i>Análisis de varianza</i> .....	26

3.6.3.	<i>Análisis funcional</i> .....	26
--------	---------------------------------	----

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	27
4.1.	<b>Procesamiento de resultados</b> .....	27
4.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i> .....	27
4.1.2.	<i>Altura de planta</i> .....	27
4.1.2.1.	<i>Tasa de altura de planta</i> .....	30
4.1.3.	<i>Diámetro de tallo principal</i> .....	32
4.1.3.1.	<i>Tasa de diámetro de tallo</i> .....	35
4.1.4.	<i>Número de tallos basales</i> .....	37
4.1.5.	<i>Índice de vigor</i> .....	39
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	42
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	43
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Taxonomía de la planta de mortiño.....	6
<b>Tabla 2-2:</b>	Soluciones modificadas de Hoagland.....	10
<b>Tabla 3-2:</b>	Relaciones de concentraciones para aniones y cationes.....	11
<b>Tabla 1-3:</b>	Ubicación geográfica de lugar de experimento.....	18
<b>Tabla 2-3:</b>	Características climáticas en el invernadero.....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Tratamientos y concentración de elementos en solución nutritiva.....	20
<b>Tabla 4-3:</b>	Tiempo de riego efectuado para cada tratamiento.....	24
<b>Tabla 5-3:</b>	Esquema del análisis de varianza.....	26
<b>Tabla 1-4:</b>	Análisis de varianza para altura de planta del cultivo de mortiño.....	27
<b>Tabla 2-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta en el cultivo de mortiño.....	29
<b>Tabla 3-4:</b>	Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.....	29
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis de varianza de la variable tasa de altura en mortiño.....	30
<b>Tabla 5-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para tasa de altura en el cultivo de mortiño.....	31
<b>Tabla 6-4:</b>	Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.....	31
<b>Tabla 7-4:</b>	Análisis de varianza para diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.....	33
<b>Tabla 8-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo principal cultivo de mortiño.....	34
<b>Tabla 9-4:</b>	Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.....	34
<b>Tabla 10-4:</b>	Análisis de varianza de Tasa de diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.....	36
<b>Tabla 11-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para tasa de diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.....	36
<b>Tabla 12-4:</b>	Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.....	36
<b>Tabla 13-4:</b>	Análisis de varianza para número de tallos basales en el cultivo de mortiño.....	38
<b>Tabla 14-4:</b>	Análisis de varianza para índice de vigor en el cultivo de mortiño.....	39
<b>Tabla 15-4:</b>	Prueba de Tukey al 5% para índice de vigor en el cultivo de mortiño.....	39
<b>Tabla 16-4:</b>	Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.....	40

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Desarrollo vegetativo de la planta de arándano.....	7
<b>Ilustración 2-2:</b>	Desarrollo vegetativo de la planta de arándano.....	7
<b>Ilustración 1-4:</b>	Altura promedio del cultivo del mortiño por tratamiento. ....	28
<b>Ilustración 2-4:</b>	Curva de altura de planta por tratamiento del cultivo del mortiño.....	30
<b>Ilustración 3-4:</b>	Curva de tasa de altura por periodo de evaluación en mortiño. ....	32
<b>Ilustración 4-4:</b>	Diámetro promedio del tallo principal del cultivo del mortiño por tratamiento.....	33
<b>Ilustración 5-4:</b>	Curva de diámetro de tallo por tratamiento del cultivo del mortiño. ....	35
<b>Ilustración 6-4:</b>	Curva de la tasa del diámetro de tallo por tratamiento cultivo del mortiño.	37
<b>Ilustración 7-4:</b>	Número de tallos basales promedio del cultivo mortiño por tratamiento.....	38
<b>Ilustración 8-4:</b>	Curva de índice de vigor por tratamiento del cultivo del mortiño. ....	40

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA UTILIZADA PARA RIEGO.
- ANEXO B:** ANÁLISIS QUÍMICO DE SUSTRATO UTILIZADO EN EXPERIMENTO.
- ANEXO C:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO UTILIZADO EN EXPERIMENTO.
- ANEXO D:** FERTILIZANTES Y CANTIDAD EMPLEADA PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA
- ANEXO E:** FUENTES FERTILIZANTES EMPLEADAS PARA CADA TRATAMIENTO
- ANEXO F:** HOJAS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES DE PLANTAS DE MORTIÑO
- ANEXO G:** CROQUIS DEL EXPERIMENTO
- ANEXO H:** PRESUPUESTO DEL EXPERIMENTO

## RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos concentraciones de solución nutritiva en la fase vegetativa en el cultivo de mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth) en invernadero; se implementó un diseño completamente Aleatorio (DCA) con 24 observaciones por tratamiento. Los resultados experimentales se sometieron a análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey; Las concentraciones de soluciones nutritivas empleadas fueron: concentración 50% (0.75 nitrato, 0.63 ácido fosfórico, 3.63 sulfato de sodio, 1.16 potasio, 0.69 calcio, 0.91 magnesio, 2.25 amonio, 0.75 hierro, 0.38 manganeso, 0.09 zinc, 0.06 cobre y 0.18 boro)/ meq L<sup>-1</sup> y al 100% ( 1.50 nitrato, 1.25 ácido fosfórico, 7.25 sulfato de sodio, 2.31 potasio, 1.37 calcio, 1.82 magnesio, 4.50 amonio, 1.50 hierro, 0.76 manganeso, 0.17 zinc, 0.11 cobre y 0.35 boro)/ meq L<sup>-1</sup>. Se evaluaron los siguientes parámetros agronómicos cada 30 días: altura de la planta, diámetro del tallo principal, número de tallos basales, porcentaje de prendimiento, tasa de altura de planta, tasa de diámetro de tallo e índice de vigor. Como resultados sobresalientes a los 180 días después del trasplante se obtuvo una altura promedio de 50,79 cm (T2), diámetro de tallo principal promedio de 1,02 cm (T2), número de Tallos basales de 1,54 (T2) y finalmente un índice de Vigor de 53,63 (T1). Se concluye que las plantas con mejores características agronómicas se la obtuvieron en el Tratamiento 2, correspondiente a la concentración del 100% de solución nutritiva, destacado por alcanzar la mayor altura de planta, diámetro, número de tallo basales, tasa de altura de planta y diámetro de tallo, por lo que se recomienda el uso de esta alternativa empleando la dosis antes recomendada.

**Palabras clave:** <MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth)>, <SOLUCIÓN NUTRITIVA>, <CONCENTRACIÓN>, <CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS>, <TASA DE CRECIMIENTO>.



D. KRAL  
Castillo



0823-DBRA-UPT-2023

## SUMMARY

This present research aimed to evaluate the effect of two concentrations of nutritional solution on the vegetative phase in the cultivation of *mortino* (*Vaccinium floribundum*, Kunth) in greenhouse, so that a completely randomized design (CRD) with 24 observations per treatment was implemented. The experimental results were subjected to analysis of variance and separation of means with Tukey's test. The concentrations of nutritional solutions used were as follows: 50% concentration (0.75 nitrate, 0.63 phosphoric acid, 3.63 sodium sulfate, 1.16 potassium, 0.69 calcium, 0.91 magnesium, 2.25 ammonium, 0.75 iron, 0.38 manganese, 0.09 zinc, 0.06 copper and 0.18 boron)/ meq L<sup>-1</sup> and 100% ( 1.50 nitrate, 1.25 phosphoric acid, 7.25 sodium sulfate, 2.31 potassium, 1.37 calcium, 1.82 magnesium, 4.50 ammonium, 1.50 iron, 0.76 manganese, 0.17 zinc, 0.11 copper and 0.35 boron)/ meq L<sup>-1</sup>. The following agronomic parameters were evaluated every 30 days: plant height, main stem diameter, number of basal stems, lodging percentage, plant height rate, stem diameter rate and vigor index. As outstanding results at 180 days after transplanting, an average height of 50.79 cm (T2), average main stem diameter of 1.02 cm (T2), number of basal stems of 1.54 (T2) and finally a vigor index of 53.63 (T1) were obtained. It is concluded that the plants with the best agronomic characteristics were obtained in Treatment 2, corresponding to the 100% concentration of nutritional solution for reaching the highest plant height, diameter, number of basal stems, plant height rate and stem diameter, so it is recommended the use of this alternative using the dose recommended above.

**Key words:** <MORTINO (*Vaccinium floribundum*, Kunth)>, <NUTRITIONAL SOLUTION>, <CONCENTRATION>, <AGRONOMIC CHARACTERISTICS>, <GROWTH RATE>.



**Esthela Isabel Colcha Guashpa**

0603020678



## INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium floribundum*) pertenece a un grupo de especies nativas de los páramos ecuatorianos, los cuales corresponden al género *Vaccinium*, de la familia Ericaceae. Se le conoce de varios nombres, como mortiño, uva de monte o uva de los Andes (Loján & Andrade, 2003). Es utilizado desde tiempos antiguos principalmente para el día de los difuntos y en la elaboración de la bebida tradicional conocida como colada morada (Coba et al., 2012); también se lo emplea para la elaboración de mermeladas, salsas y hasta vinos; tiene propiedad antioxidante en el organismo; y nutricionales que atraen el interés de los consumidores ya que tiene alto contenido de fósforo, fibra, calcio y vitaminas B1 y C; al actuar como fuente de aporte de vitamina B ayuda al sistema nervioso, siendo útil contra problemas como la depresión (Riofrio, 2010). Cabe mencionar también que este arbusto muestra gran importancia en la conservación de suelos ya que se lo emplea en la reforestación de los páramos (Coba et al., 2012).

El mortiño es una especie arbustiva que mide 2 m, su fruto es una baya globosa de 5 a 8 mm de diámetro, es de color verde en etapa de crecimiento y color morado a negro cuando alcanza la madurez (Jogensen et al., 1995). Para el caso de *Vaccinium floribundum* la adaptación y crecimiento son procesos muy largos, los cuales serían una influencia que limita su proceso de desarrollo y consecuentemente en su reproducción (Raya et al., 2010; Restrepo, 2013; Medina et al., 2015). Esta especie no ha podido ser utilizada con fines comerciales debido al escaso conocimiento que se tiene sobre su manejo; sin embargo, los pocos estudios que se han realizado, los cuales están enfocados en la propagación o reproducción, permiten tener una referencia al momento de investigar acerca del manejo de esta planta (Cerón, 2019).

Una especie muy cercana al mortiño, es el arándano, siendo un cultivo con bajos requerimientos nutricionales. Debido a la poca información para la nutrición de mortiño se ha empleado como referencia la de arándano. Las recomendaciones referentes a la cantidad total de nutrientes a aportar para el cultivo de arándano, varía dependiendo de la zona productora y los diferentes autores; es así que, recomiendan 58 kg ha<sup>-1</sup> de N en Chile (Vidal, 2007), también sugieren una aportación de 73 kg ha<sup>-1</sup> de P y de 84 a 112 kg ha<sup>-1</sup> de K (Hart et al., 2006).

En la actualidad se dispone de suficiente información sobre el manejo del arándano tanto en producción de sistemas abiertos como cerrados y ocurre todo lo contrario con el mortiño; convirtiéndose en una oportunidad para generar información básica para el manejo de este cultivo y enfocada en el uso de soluciones nutritivas, lo que permitirá obtener datos del desarrollo de la planta en la fase vegetativa (Rivadeneira et al., 2011).

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo investigar el efecto que tendrá el cultivo de mortiño al aplicarse solución nutritiva con dos concentraciones diferentes, teniendo en cuenta que la información recopilada en campo y laboratorio.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento de problema

El mortiño es una planta de los páramos ecuatorianos que a pesar del consumo que ha venido experimentando, no ha podido llevarse como un cultivo del que se pueda obtener una producción segura; partiendo principalmente por los problemas que presenta el mortiño para adaptarse a los diversos medios en los ha sido experimentado; ya sea por factores como la temperatura, clima, solución nutritiva, sustrato o tipo de suelo; el mortiño no ha podido ser domesticado para poder obtener resultados positivos en todo su ciclo.

El interés por la planta de mortiño ha ido aumentando, ya que, a pesar de no ser un cultivo domesticado, tiene un consumo considerable teniendo en cuenta que hasta la actualidad el fruto del mortiño únicamente se lo obtiene de plantas silvestres. Consecuentemente nace la necesidad de conocer las condiciones que serían adecuadas para el manejo de este cultivo. Existen estudios que se respaldan con información de cultivos relacionados, para el caso de la planta de mortiño, se menciona al arándano. De esta manera, se puede tener referencias para el manejo del cultivo de mortiño y sus requerimientos en la fase vegetativa.

La evaluación del efecto de la solución nutritiva en el cultivo de mortiño en su fase vegetativa bajo invernadero, nos permitirá conocer la manera en que responde la planta ante la aplicación de la solución nutritiva para así poder determinar los nutrientes que requiere la planta de mortiño en la fase vegetativa.

#### 1.2. Objetivos

##### 1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de dos concentraciones de solución nutritiva en la fase vegetativa en el cultivo de mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth) en invernadero.

##### 1.2.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo del mortiño en la fase vegetativa en invernadero.

- Determinar la tasa de crecimiento en la fase vegetativa en el cultivo de mortiño.

### **1.3. Justificación**

El mortiño es considerado una especie silvestre desaprovechada, debe ser sometido a un proceso de investigación para generar tecnologías para el manejo e incremento de la producción, de tal manera que, se contribuya a su domesticación y explotación comercial racional, gracias al interés de los productores y mercados nacionales e internacionales. Cabe recalcar que las propiedades nutricionales hacen de esta planta un atractivo con potencial en el mercado, sin embargo, el desconocimiento respecto al manejo y producción de esta planta, son los factores que dificultan su desarrollo como cultivo comercial.

La escasa información que existe para determinar la cantidad de nutrientes que requiere el cultivo de mortiño en su fase vegetativa; esta investigación tiene como propósito evaluar el efecto de las concentraciones de solución nutritiva, para generar información que ayude a entender mejor el comportamiento de la planta y sirvan como aporte para futuros estudios que se apliquen en este cultivo con la finalidad de llegar a su domesticación.

### **1.4. Hipótesis**

#### ***1.4.1. Hipótesis nula***

La aplicación de dos concentraciones de la solución nutritiva no influye en la fase vegetativa en el cultivo del mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth).

#### ***1.4.2. Hipótesis alternativa***

La aplicación de dos concentraciones de la solución nutritiva influye en la fase vegetativa en el cultivo del mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Planta de mortiño

##### 2.1.1. Origen

El mortiño pertenece a la familia de las *Ericáceas*. Esta familia tiene una gran distribución geográfica, en todos los continentes desde las zonas templadas hasta las zonas montañosas neotropicales. De la familia Ericácea existen 4500 especies a nivel mundial, siendo *Vaccinium* uno de los géneros más grandes de esta familia presentando 450 especies (Dávila, 2001).

La planta de mortiño es un arbusto silvestre endémico el cual se localiza en Ecuador y Colombia, es uno de los componentes florísticos más sobresalientes del neotrópico. En el Ecuador se han identificado tres especies de mortiño: *Vaccinium distichum*, *Vaccinium crenatum* y *Vaccinium floribundum*, esta última es la más abundante y se la considera una planta silvestre que aparece en las partes elevadas de la cordillera de los páramos como Ángel en el Carchi hasta Tambo, en Cañar. Como resultado de colectas se lo encuentra en las provincias de Tungurahua, Carchi, Pichincha, Imbabura, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Azuay y Loja (Coba et al., 2012).

Tiene como fruto una baya de sabor agradable, los frutos de especies relacionadas al mortiño eran consumidos incluso antes de la Conquista, teniéndola como fruta ceremonial. Debido a esto, se volvió una tradición el consumo de mortiño en la celebración del “Día de los difuntos” en Ecuador. El fruto de mortiño posee grandes propiedades alimenticias debido a su contenido de azúcares, fibras, lípidos, minerales y vitaminas (Coba et al., 2012).

##### 2.1.2. Características botánicas

La planta de mortiño es una especie arbustiva que puede medir hasta 2 m. Tiene hojas que son pequeñas, de forma ovada, con márgenes finamente aserrados y ápice redondo agudo, presentan nervación pinnada, frecuentemente tienen una coloración granate y posteriormente cambian a verde pálido. Presentan inflorescencias axilares en racimos, flores en tubo de cáliz articulado con pedicelo, corola urceolada blanca o rosa, estambres del mismo largo que el tubo de la corola, anteras con dehiscencia apical, ovario ínfero. El fruto es una baya globosa de 5 a 8 mm

de diámetro, presenta color verde en la etapa de crecimiento y color morado a negro cuando alcanza la madurez (Jogensen, Ulloa & Madsen, 1995).

### 2.1.3. Clasificación taxonómica

**Tabla 1-2:** Taxonomía de la planta de mortiño.

Clasificación	Nombre
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Orden:</b>	Ericales
<b>Familia:</b>	Ericaceae
<b>Subfamilia:</b>	Vaccinioideae
<b>Género:</b>	Vaccinium
<b>Nombre científico:</b>	<i>Vaccinium floribundum</i>
<b>Especies:</b>	<i>Vaccinium Crenatum (G.Don) Swleumer</i> <i>Vaccinium Distichum Luteyn</i>

Fuente: (Gallardo, 2015)

### 2.1.4. Crecimiento del cultivo

#### 2.1.4.1. Fenología

La fenología es una relación entre el desarrollo y/o crecimiento con cambios en la morfología de la planta. Durante el invierno y otoño el arándano se encuentra en tiempo de dormición que se puede observar por el color del follaje (Rivadeneira et al., 2011).

En el cultivo de arándano la fenología se divide en dos fases: vegetativa y reproductiva.

En la fase vegetativa inicia con la yema vegetativa, luego el brote que se presenta entrenudos, posteriormente los entrenudos se alargan y las hojas se expanden, finalmente una rama nueva que conforma las hojas extendidas y entrenudos alargados. (Rivadeneira et al., 2011).



**Ilustración 1-2:** Desarrollo vegetativo de la planta de arándano

Fuente: Rivadeneira (2011)

Mientras que en las fases de crecimiento reproductivo son 6: al inicio presenta una yema hinchada de que se originará a flores, luego dicha yema se abrirá y se iniciará la floración. Luego aparecen botones florales con la corola cerrada, posteriormente la flor con la corola abierta en la floración, después el derrumbe de la corola y cuaje de fruto, y finalmente el fruto verde (Rivadeneira et al., 2011).



**Ilustración 2-2:** Desarrollo reproductivo de la planta de arándano

Fuente: Rivadeneira (2011)

### 2.1.5. *Requerimientos edáficos y agroecológicos*

El mortiño tiene un desarrollo adecuado en suelos ácidos, es decir, con un pH menor o igual a 5.0, también es necesario que estos suelos retengan humedad pero que tengan buen drenaje, se requeriría entonces, suelos arenosos, húmiferos, sueltos y ricos en materia orgánica, es importante que sea un suelo suelto debido a que la planta presenta susceptibilidad a la asfixia radicular.

Igualmente, esta planta crece con respuesta positiva en climas con temperaturas frías o templadas, con temperaturas de 8°C – 16°C, con una humedad relativa de 60% - 80% a una altitud de 1600 – 3800 msnm (SICA, 2001).

### **2.1.6. Variedades de mortiño**

En Ecuador el mortiño es un producto nacional de los páramos, entre las principales variedades se menciona:

3. Mortiño rojo.
4. Mortiño rosado.
5. Mortiño negro.
6. Jersey.
7. Blueray.
8. Duke.
9. Climax.
10. Elliot.
11. Mortiño Americano Gigante. (SICA, 2001)

### **2.1.7. Plagas y enfermedades**

#### **2.1.7.1. Plagas**

En el cultivo de arándano se ha podido observar principalmente el ataque de: Cochinilla (*Aspidiotus* sp) que son un grupo de homópteros que pueden parasitar tallos, hojas y frutos. Pulgón (*Aphis gossypii*), causando daños al extraer la savia de la planta provocando debilitamiento y consecuentemente problemas en la producción. También es atacado por lepidópteros (*Cheimatobia brumata*) que en estado de larva ocasiona daños principalmente en flores y frutos (San Martín, s.f.).

#### **2.1.7.2. Enfermedades**

Entre las principales enfermedades en el cultivo de arándano principalmente están: Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) en la que los daños se suelen localizar fundamentalmente en las terminaciones de los nuevos brotes y en las flores. También Monilia (*Monilia* sp.) Provoca daños en brotes, hojas, flores y frutos. Estos tejidos adquieren un color negruzco y finalmente se marchitan (San Martín, s.f.).

## **2.2. Tasa de crecimiento relativo**

La tasa de crecimiento relativo se define como la ganancia de biomasa por unidad de biomasa y tiempo. Es una de las variables fundamentales para el análisis del crecimiento de plantas. Es así



que la tasa de crecimiento en base a la variable aplicada (como altura, peso, diámetro) puede ser interpretada por medio de la siguiente ecuación:

$$TAP = \frac{a2 - a1}{t2 - t1}$$

Siendo  $a_2$  y  $a_1$  la altura de las plantas en los tiempos 2 y 1 ( $t_2$  y  $t_1$ , respectivamente) (Villar et al., 2008).

## **2.3. Nutrición**

### **2.3.1. Solución nutritiva**

La solución nutritiva es el medio acuoso en el cual se encuentran fertilizantes en el cual se encuentran los nutrientes necesarios para el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas. Una solución nutritiva completa debe estar compuesta por: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, molibdeno, azufre, hierro, cobre, boro, zinc, manganeso y níquel (Axayacatl, 2021).

### **2.3.2. Relación Amonio – Nitrato**

El N representa el cuarto elemento mas abundante que se halla en el tejido vegetal luego del carbono, hidrógeno y oxígeno, además es parte fundamental de una gran cantidad de los constituyentes de las plantas, como clorofila y proteínas, entre otros. Las plantas tienen la alternativa de aprovechar el N en forma de  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ , debido a esto, en hidroponía se puede usar nitrato y amonio en las soluciones nutritivas, se ha fundamentado que en cualquiera de las 2 formas es un aporte positivo o de igual manera puede provocar desbalance en nutrientes de la solución nutritiva. Se ha comprobado que el equilibrio entre el nitrato y amonio es benéfico para el desarrollo y crecimiento de las plantas, pero solo bajo varias condiciones y variando el resultado dependiendo el cultivo (González et al., 2009)

### **2.3.3. Tipos de soluciones nutritivas**

#### **2.3.3.1. Solución de Hoagland**

La solución de Hoagland es una solución nutritiva hidropónica publicada por Hoagland y Arnon en 1938 y revisado por Arnón en 1950, esta solución nutritiva proporciona todos los nutrientes

necesarios para el desarrollo de plantas. La composición de la solución de Hoagland ha tenido cambios para un mejor resultado en las plantas (Tabla 2-2) (Llanos, 2001).

**Tabla 2-2:** Soluciones modificadas de Hoagland.

Compuesto	Macronutrientes				Conc. final en ppm
	Peso molecular gr L <sup>-1</sup>				
KNO <sub>3</sub>	101.1	101.1	6	N	224
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	236.16	236.16	4	K	235
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115.08	115.08	2	Ca	160
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	246.49	246.49	1	P	62
				S	32
				Mg	24

Compuesto	Micronutrientes				Conc. final en ppm
	Peso molecular gr L <sup>-1</sup>				
KCl	74.55	3.728		Cl	1.77
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	61.84	1.546		B	0.27
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	169.01	0.338	1	Mn	0.11
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	287.55	0.575		Zn	0.131
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	249.71	0.125		Cu	0.032
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ( 85% MoO <sub>3</sub> )	161.97	0.081		Mo	0.05
Fe-Quelato	346.08	6.922	1	Fe	1.12

Fuente: Llanos, 2001

### 2.3.3.2. Solución de Steiner

De acuerdo con Steiner (1961), la composición química de una solución nutritiva es determinada por varios factores como son: una relación catiónica mutua, una relación aniónica mutua, la concentración iónica final, el pH. También mencionó unas zonas de concentraciones relativas o relaciones entre iones, en el cual las plantas eran capaces de tomar los nutrientes sin problemas. Para eso, trabajó con los porcentajes de la concentración de cada catión o anión (en meq L<sup>-1</sup>) con respecto a la total de cationes o aniones (Sanchez et al, 2006).

Se estableció que la relación que debe existir entre los aniones deben de oscilar entre; 50-70 % de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 3 - 20% de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y 24 - 40% de SO<sub>4</sub><sup>=</sup>. Para el caso de los cationes 30 - 40% de K<sup>+</sup>, 35 - 55% de Ca<sup>++</sup> y 15 - 30% de Mg<sup>++</sup> (Castellanos, 2009). Esta relación no solo consiste en la cantidad absoluta de cada ion presente en la solución, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que, de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

**Tabla 3-2:** Relaciones de concentraciones para aniones y cationes

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^{=}$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}$
60%	5%	35%	45%	35%	20%

Fuente: INTAGRI, 2009

### 2.3.4. *Macroelementos*

#### 2.3.4.1. *Nitrógeno*

El Nitrógeno es el elemento principal de las sustancias básicas de las plantas como son las enzimas, proteínas, hormonas, aminoácidos. Las plantas absorben de manera activa el nitrógeno por medio de las raíces en forma de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ). También interviene en diversos procesos como la producción de la clorofila y la división celular, igualmente es importante para formar azúcares, lípidos y almidón, entre otras sustancias para procesos básicos y nutrición de las plantas (Lincoln & Zeiger, 2006).

#### 2.3.4.2. *Fósforo*

Presente en los procesos metabólicos, como son la fotosíntesis, degradación de carbohidratos y transferencia de energía. Las plantas absorben este elemento de la solución del suelo como el ion ortofosfato:  $\text{HPO}_4^{2-}$  o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , es fundamental para proporcionar energía que las plantas requieren en su metabolismo y lleva a reacciones químicas en los tejidos vegetales (Raven, Evert, & Eichhorn, 1992).

#### 2.3.4.3. *Potasio*

Involucrado en la formación de enzimas, aminoácidos y proteínas, tiene un papel importante en la absorción de agua e influye directamente en la tasa de transpiración mediante el cierre y apertura estomática, es fundamental para que las plantas puedan resistir ataques de los patógenos. El vigor y rigidez de las plantas son reguladas por este nutrimento, es importante para la formación de almidones y se puede observar en una buena maduración de los frutos que presentan un color intenso, firmeza y mayor vida en anaquel (Epstein & Bloom, 2005).

### **2.3.5. Microelementos**

#### *2.3.5.1. Azufre*

Elemento secundario que constituye la estructura de compuestos orgánicos, algunos que son únicamente sintetizados por las plantas, como son los aminoácidos cisteína, cistina y metionina, los cuales son requeridos para sintetizar proteínas. Presenta funciones que aportan a la planta como sistema de defensa y detoxificación; también es fundamental en la protección de las células en los daños causados por bajas temperaturas (Epstein & Bloom, 2005).

#### *2.3.5.2. Calcio*

Activa y regula el alargamiento y la división celular. También participa en la compartimentación de la célula que tiene relación con la especialización de los órganos celulares. De esta manera, resulta imprescindible para el desarrollo de órganos de crecimiento como raíces, brotes, frutos, etc. También es fundamental para la permeabilidad de la membrana y la absorción de elementos nutritivos (Raven, Evert, & Eichhorn, 1992).

#### *2.3.5.3. Magnesio*

Como componente básico de la clorofila presenta gran importancia en el proceso de la fotosíntesis. Interviene en la activación de numerosas enzimas que son necesarias para el desarrollo vegetal y aporta a la síntesis de proteínas. El magnesio disminuye la transferencia de carbohidratos de las hojas de tallos y raíz, este proceso se vuelve significativo en cultivos como papa o remolacha. Cuando hay deficiencia de magnesio ocurre una clorosis intervenal y manchas rojas en hojas viejas, esto como resultado de la reducida producción de clorofila (Lincoln & Zeiger, 2006).

#### *2.3.5.4. Hierro*

El hierro como microelemento desempeña un papel importante en la síntesis de clorofila al igual que en otros procesos metabólicos y enzimáticos los cuales causarían problemas en el ciclo vital de las plantas si no se ejecuta. Por esto debido a la ausencia de hierro las hojas jóvenes adquieren un color amarillento al no poder producir clorofila. El pH del suelo determina la disponibilidad de hierro en las plantas al igual que los demás micronutrientes. La alcalinidad del suelo causa la disminución de hierro asimilable (Castellanos, 2009).

#### *2.3.5.5. Manganeso*

Es uno de los elementos que más aporta a procesos como la fotosíntesis, respiración y asimilación de nitrógeno. Se encuentra relacionado con la germinación del polen, el alargamiento celular en la raíz y el crecimiento del tubo polínico. La deficiencia de manganeso provoca clorosis intervenal en las hojas jóvenes y retrasar el crecimiento de la planta. Puede ocurrir deficiencia de este elemento cuando el pH del sustrato es superior a 6.5 ya que es fijado y pierde la disponibilidad para su absorción (Navarro & Navarro, 2014).

#### *2.3.5.6. Zinc*

Este elemento interviene principalmente en el funcionamiento y la estabilidad estructural de muchas proteínas para consecuentemente desarrollar actividades reguladoras, estructurales y catalíticas. Aporta también en el mantenimiento de las membranas celulares. La presencia del zinc en el tejido foliar ayuda a las plantas a resistir bajas temperaturas. Un suministro inadecuado de zinc puede resultar en una disminución significativa del rendimiento de los cultivos y de su calidad (Lincoln & Zeiger, 2006).

#### *2.3.5.7. Cobre*

El cobre activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. También es necesario en el proceso de la fotosíntesis, esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas. El cobre es inmóvil; es decir, los síntomas de su deficiencia se presentan en las hojas nuevas. Dichos síntomas varían dependiendo de cada cultivo, normalmente comienzan por enrollamiento y una leve clorosis, sea en toda la hoja o bien entre las venas de las nuevas (Finck, 2021).

#### *2.3.5.8. Boro*

No se necesita en grandes cantidades en las plantas, pero puede causar problemas de crecimiento graves si no se administra en niveles adecuados. El boro se diferencia de otros micronutrientes porque no hay clorosis asociada a su deficiencia, sin embargo, tiene síntomas de toxicidad similares a los de otros micronutrientes. Como el boro ayuda a transportar azúcares, su deficiencia causa una reducción de exudados y azúcares en las raíces de la planta, lo que puede reducir la atracción y colonización de hongos micorrícicos (Castellanos, 2009).

### **2.3.6. Sustrato**

#### **2.3.6.1. Orgánicos**

- Origen natural: Referido a los que se obtienen por descomposición biológica (turba).
- De síntesis: Polímeros orgánicos no biodegradables los cuales se obtienen a través de síntesis química (poliestireno expandido, espuma de poliuretano, etc.).
- Subproductos de actividades agrícolas, urbanas e industriales: Se refiere a materiales al material que atraviesa procesos de compostaje (fibra de coco, cascarilla de arroz, pajas de cereales, cortezas de árboles, residuos sólidos urbanos, etc.) (Sembralia, 2021).

#### **Cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz es un subproducto del proceso de trituración del grano maduro del arroz, se lo utiliza como insumo agrícola que resulta de separar el grano de arroz de su cáscara. Principalmente como sustrato tiene la propiedad de retener la humedad. Tiene nutrientes como K y P, este sustrato al mezclarse con tierra y abonos ayuda a prevenir la compactación del suelo, ayudando al desarrollo radicular de las plantas (Quintero, Guzmán, & Valenzuela, 2012).

#### **Turba**

Se refiere a la acumulación de materia orgánica cuando la tasa de acumulación es mayor a la tasa de mineralización, resultado de que se llegan a formar condiciones no favorables a la biodegradación de dicha materia orgánica en medios aerobios, es decir, son formaciones sedimentarias con exceso de humedad y deficiente oxigenación. (Ecolombriz, 2017)

La turba tiene características significativas como la elevada C.I.C., el pH varía dependiendo el tipo de turba, por ejemplo 3 y 4 en rubia y 7.5 y 8 de la negra. También tiene una alta capacidad de retención de agua, espacio poroso total elevado y facilidad para la extracción de agua por parte de las raíces. Sin embargo, la presencia de elementos nutritivos en la mayoría de turbas suele ser muy baja, llegando al 1% de N. (Ecolombriz, 2017).

#### **2.3.6.2. Inorgánicos**

- Origen natural: Se obtienen de rocas o minerales de diverso origen y no son biodegradables (arena, tierra volcánica, grava, etc.).
- Transformados o tratados: resultado de tratamientos físicos complejos realizados en minerales, sus características originarias son modificadas (lana de roca, perlita, vermiculita, etc.).

- Subproductos industriales: Materiales como: escorias de horno alto (Sembralia, 2021).

### 2.3.7. Fertilizantes

#### 2.3.7.1. Nitrato de Calcio

Es un fertilizante inorgánico que no tiene agua ni coloración, es decir, es una sal anhidra e incolora. Su proceso de obtención es similar al del Nitrato de Potasio, para la fabricación de esta sal se mezcla hidróxido de calcio con ácido nítrico. También dicho, un alcalino muy fuerte (hidróxido de sodio) con un ácido muy fuerte (ácido nítrico) para obtener como resultado la sal del nitrato de Calcio ( $\text{NO}_3$ )<sub>2</sub>. Principalmente se caracteriza por ser higroscópico, es decir, que absorbe humedad; debido a esto es utilizado para disminuir olores en aguas residuales (Navarro & Navarro, 2014).

#### 2.3.7.2. Nitrato de Potasio

El Nitrato de potasio es absorbido de manera eficiente. El efecto sinérgico entre  $\text{K}^+$  y  $\text{NO}_3^-$  facilita la absorción de estos nutrientes por las raíces de las plantas. Adicionalmente la afinidad entre la carga negativa del nitrato y la carga positiva del potasio disminuye las posibilidades de adsorción en las partículas del suelo, haciéndolo disponible para las plantas por un mayor período de tiempo. Aumenta la tolerancia a daños de heladas, también ayuda a construir paredes celulares más gruesas, e incrementa el nivel de electrolitos dentro de las células, lo que incrementa la resistencia de las plantas a los daños por frío (Finck, 2021).

#### 2.3.7.3. Nitrato de Amonio

El Nitrato de Amonio es un fertilizante más resistente ante la pérdida de contenido de N en la atmósfera en comparación con otros fertilizantes nitrogenados. La parte de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) (25% del N total) es rápidamente disponible para ser tomado por las plantas. La parte de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (25% del N total) igualmente puede ser inmediatamente asimilada por la mayoría de las plantas, sin embargo, es oxidada rápidamente por las bacterias del suelo a la forma  $\text{NO}_3^-$ . La fracción restante de urea (50% del N total) por acción de enzimas del suelo es hidrolizada a la forma  $\text{NH}_4^+$ , que subsecuentemente es convertida a  $\text{NO}_3^-$  en la mayor parte de condiciones que existe en el suelo (Navarro & Navarro, 2014).

#### *2.3.7.4. Sulfato de Potasio*

Este fertilizante combina dos nutrientes esenciales, potasio y azufre en formas que son completamente asimilables para la planta. El 50%  $K_2O$  (42% K) y 18% azufre, que indica una elevada concentración de nutrientes que son disponibles para el cultivo. Al ser un fertilizante libre de cloro, el sulfato potásico se convierte en el mayor nutriente para cultivos que son intensivos y sensibles al cloro. En comparación con otras clases de potasio como el cloruro potásico, éste fertilizante presenta un índice de salinidad muy bajo, por lo que resulta como el mejor fertilizante para suelos salinos (Horticultura, 2004).

#### *2.3.7.5. Sulfato de Magnesio*

El sulfato de magnesio granular contribuye Mg soluble, con asimilación rápida. Fertilizante para aplicar al suelo, que contiene S y Mg en la nutrición edáfica y de precisión. Es así que, la importancia del Magnesio radica en su gran participación en la fotosíntesis, debido a que es el elemento central de la molécula de la clorofila, la cual le da la coloración verde a las plantas. El azufre que aporta es de inmediata solubilidad. Como resultado de sus materias primas el Sulfato de Magnesio Agrícola también realiza un importante aporte de Silicio. El silicio aportado tiene un papel elevado debido a sus beneficios con respecto a la sanidad del cultivo y la liberación de elementos nutritivos fijados en el suelo (Cakmak & Yazici, 2015).

#### *2.3.7.6. Sulfato de amonio*

El sulfato de amonio constituye una fuente fundamental de S y N en la nutrición de cultivos. Se lo puede utilizar como fertilizante con aplicación directa y también como elemento para mezclas NPK. Es un fertilizante químico que ayuda a cubrir los requerimientos de N en las plantas y que también ayuda a facilitar la absorción de otros nutrientes como el P y K debido al S de rápida asimilación que contiene, ayudando así al adecuado crecimiento de la planta. Está conformado por amonio y azufre a modo de sulfato, el cual presenta un pH ácido, de esta manera es recomendado para mejorar suelos como calizos y arcillosos (Finck, 2021).

#### *2.3.7.7. Tradecorp*

Es indicado para ayudar a evitar y corregir insuficiencias múltiples de diversos oligoelementos esenciales para los cultivos. Se lo obtiene por mezcla química en fase líquida, tiene las cantidades proporcionadas de cada uno de los oligoelementos para obtener soluciones fertilizantes equilibradas en cultivos hidropónicos, hortícolas, invernaderos, ornamentales, etc.



Se caracteriza también por un aporte uniforme de microelementos aprovechable de forma inmediata a la planta, máxima calidad y homogeneidad en la composición, y riqueza de oligoelementos quelatados, así mismo una gran estabilidad en un amplio rango de pH entre 3 a 9, y a la total quelación de los oligoelementos. Así, éstos se encuentran protegidos frente a posibles interacciones con otros cationes, sales, etc. (Navarro & Navarro, 2014).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Características del lugar

##### 3.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas, de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, ubicado en la parroquia Cutuglahua, cantón Mejía, provincia de Pichincha (Tabla 1-3).

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

**Tabla 1-3:** Ubicación geográfica de lugar de experimento.

Ubicación Geográfica	
Latitud	0° 22' 4,02" S
Longitud	78° 33' 15,96" O
Altitud	3059 msnm

Fuente: IGM, 2023.

##### 3.1.3. Condiciones climáticas dentro del invernadero

**Tabla 2-3:** Características climáticas en el invernadero

Características climáticas	
Temperatura máxima promedio	33,7 °C
Temperatura mínima promedio	6,0 °C
Temperatura promedio	19,85 °C
Humedad relativa	75,6 %

Fuente: Estación meteorológica Vantage Pro 2.

##### 3.1.4. Clasificación ecológica

Según Holdridge (1982), el área experimental corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Montano (bmhM).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. *Material biológico***

Se utilizaron 48 plántulas clonales de mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth) procedentes del Cerro Atacazo ubicado en el Cantón Mejía.

### **3.2.2. *Materiales de campo***

- Cascarilla de arroz.
- Turba.
- 100 bolsas plásticas.
- Baldes de 30Lts.
- Azada.
- Cepillo.
- Letreros de identificación.
- Calibrador pie de rey.
- Regla milimetrada.
- Flexómetro.
- Bomba de aspersión de 20 L.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.

### **3.2.3. *Materiales y equipos de oficina***

- Calculadora.
- Flash memory.
- Computador.
- Libreta.
- Etiquetas.
- Impresora.
- Papel bond.
- Esfero.
- Lápiz.

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo experimental con variables cuantitativas usando método experimental y estadístico con el fin de evaluar el efecto de dos concentraciones de la solución nutritiva en el cultivo de mortiño (Tabla 3-3).

**Tabla 3-3:** Tratamientos y concentración de elementos en solución nutritiva.

Trat.	Conc. (%)	Especies iónicas (meq L <sup>-1</sup> )											
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1	50	0,75	0,63	3,63	1,16	0,69	0,91	2,25	0,75	0,38	0,09	0,06	0,18
2	100	1,50	1,25	7,25	2,31	1,37	1,82	4,50	1,50	0,76	0,17	0,11	0,35

Fuente: Pineda, 2021

#### 3.3.2. Variables y métodos de evaluación

Se evaluaron las 48 plantas cada 30 días a partir de la fecha de trasplante durante 6 meses. Para obtener la información de cada variable se desarrolló las siguientes actividades:

##### 3.3.2.1. Porcentaje de prendimiento

Se evaluó a los 60 días después del trasplante, observando la manera en que reaccionó la planta (marchitez, pérdida de vigor en ramas, coloración de hojas).

Con la cantidad de plantas que prendieron se procedió a calcular el porcentaje de prendimiento. Para obtener este dato se utilizó la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{NPM}{NTP} \times 100$$

En dónde:

PP = Porcentaje de prendimiento (%).

NPM = Número de plantas muertas.

NTP = Número total de plantas.

##### 3.3.2.2. Altura de planta

Se tomó la medida de la longitud del tallo principal, desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta, haciendo uso de una regla o flexómetro. La toma de datos se realizó cada 30

días después del trasplante durante 180 días y se determinó el promedio expresado en centímetros (cm),

### 3.3.2.3. *Diámetro de tallo principal*

Se midió el diámetro de la base del tallo principal de cada planta haciendo uso de un calibrador pie de rey para expresarlo en cm. Se efectuó esta evaluación cada 30 días después del trasplante hasta los 180 días después del trasplante.

### 3.3.2.4. *Número de tallos basales*

En cada maceta se contó el número de tallos basales. Se realizó la toma de datos cada 30 días después del trasplante hasta los 180 días después del trasplante.

### 3.3.2.5. *Tasa de crecimiento*

Se determinó la tasa de crecimiento del cultivo del mortiño con los datos de altura de planta y diámetro del tallo principal, medidos cada 30 días después del trasplante hasta los 180 días después del trasplante. Para obtenerlo se ubicó, en el eje de las ordenadas el incremento de las variables evaluadas ( $y_2 - y_1$ ) y en el eje de las abscisas se colocó el incremento en el tiempo ( $x_2 - x_1$ ). Los resultados se expresaron en  $\text{cm dia}^{-1}$ .

## **Tasa de altura de planta**

Para determinar la tasa de altura de planta se utilizó la siguiente fórmula:

$$TAP = \frac{a_2 - a_1}{t_2 - t_1}$$

Donde:

- TAP = Tasa de altura de planta ( $\text{mm dia}^{-1}$ ).
- a1 = Altura de planta, primera medición (mm).
- a2 = Altura de planta, segunda medición (mm).
- t1 = Tiempo en la primera medición (día).
- t2 = Tiempo en la segunda medición (día).

## **Tasa de diámetro de tallo principal**

Se determinó la tasa de diámetro del tallo principal haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$TDT = \frac{d2 - d1}{t2 - t1}$$

Donde:

- TDT = Tasa de diámetro del tallo principal (mm día<sup>-1</sup>).  
a1 = Diámetro de tallo, primera medición (mm).  
a2 = Diámetro de tallo, segunda medición (mm).  
t1 = Tiempo en la primera medición (día).  
t2 = Tiempo en la segunda medición (día).

### 3.3.2.6. Índice de vigor

Se utilizó datos de altura de planta y diámetro de tallo perteneciente a cada intervalo de tiempo establecido, es decir, cada 30 días después del trasplante hasta los 180 días después del trasplante.

$$IV = \frac{\text{altura (mm)}}{\text{diámetro (mm)}}$$

### 3.3.2.7. Modelo de crecimiento

Se determinó el modelo de crecimiento en el mortiño para las principales variables con la información que se obtuvo de las evaluaciones realizadas durante la ejecución del experimento.

Se obtuvo la curva de crecimiento del cultivo aplicando la regresión logística.

$$Y = \frac{\alpha}{1 + \beta x e^{(-\gamma x t)}}$$

En dónde:

- Y = Altura de planta y diámetro de tallo principal en el tiempo.  
α = Valor límite de altura de planta y diámetro de tallo principal.  
B = No tiene significado biológico y solo toma lugar en el tiempo inicial T=0.  
γ = Tasa de constante que determina la amplitud de la curva.  
t = Tiempo

### **3.4. Manejo del experimento**

#### **3.4.1. Labores pre-culturales**

##### *3.4.1.1. Preparación del sustrato*

Los sustratos fueron homogenizados con proporciones de: 95% de Cascarilla de arroz y 5% de Turba.

##### *3.4.1.2. Llenado de fundas plásticas con sustrato*

Las fundas plásticas (50 L) fueron llenadas hasta un volumen de 30 L de sustrato, las mismas poseen orificios adecuadamente distribuidos, que permiten drenar el exceso de agua y aumentar la aireación.

##### *3.4.1.3. Análisis químico del agua*

Se tomó una muestra de agua la cantidad de 1 litro, al laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para la determinación de las propiedades químicas, como pH, conductividad eléctrica (CE), aniones ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ ) y cationes ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) (Anexo A).

##### *3.4.1.4. Análisis físico, químico y microbiológico del sustrato*

El sustrato que se empleó en el experimento, se analizó previo al trasplante en una muestra representativa de 1 kg, para análisis de las propiedades físicas como densidad aparente (Ds), porosidad y humedad gravimétrica ( $\theta_g$ ) (Anexo B); además las propiedades químicas como pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), macro (N, P, K, Ca, Mg y S) y micro (Fe, Cu, B, Zn y Mn) elementos y las propiedades microbiológicas como: bacterias, hongos y nematodos (Anexo C),

#### **3.4.2. Labores culturales**

##### *3.4.2.1. Trasplante*

a) Se obtuvieron las plántulas clonales de mortiño (*Vaccinium floribundum*, Kunth) proporcionadas por el Departamento de Biotecnología de la E.E.S.C. - INIAP, las cuales fueron procedentes del Cerro Atacazo en el Cantón Mejía,

b) En cada funda de plástico se colocó una plántula de mortiño de tamaño entre 0.15 m a 0.20 m y se ubicaron en el invernadero con una distancia entre macetas de 1.10 m y entre líneas de riego 1.35 m.

#### 3.4.2.2. Preparación de solución nutritiva

Se tomó como referencia los requerimientos en el cultivo de arándano, ya que es una especie cercana al mortiño y de la que existe más información disponible referente a fertirriego. La solución nutritiva se preparó en un tanque de capacidad de 500 L con los fertilizantes y cantidad previstas (Anexo D)

#### 3.4.2.3. Aplicación de solución nutritiva

Se realizó la aplicación de solución nutritiva por fertirriego. El volumen de agua que se utilizó fue de 250 ml planta<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para el tratamiento 1; y de 500 ml planta<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para el tratamiento 2. La frecuencia de aplicación fue de 5 veces por semana, (1.25 L planta<sup>-1</sup> para el tratamiento 1 y 2.50 L planta<sup>-1</sup> para el tratamiento 2). También se proporcionó riego por aspersión durante 15 minutos 5 veces por semana, para este riego el agua no tenía fertilizante y su aplicación se suspendió cuando se existían bajas temperaturas en el invernadero.

El tiempo de riego se obtuvo con el aforo de los goteros con sus respectivas estacas, para esto se utilizaron vasos plásticos con medida, lo que permitió determinar el tiempo que tardó en alcanzar la cantidad de agua requerida, en base a esto, el tiempo de riego para cada tratamiento se puede observar en la Tabla 4-3:

**Tabla 4-3:** Tiempo de riego efectuado para cada tratamiento.

Tratamiento	Volumen	Tiempo
T1	250 ml	2,10 min
T2	500 ml	3,50 min

Realizado por: Díaz, D. 2023

#### 3.4.2.4. Control de plagas

Se efectuaron monitoreos constantes durante los 6 meses del experimento, con la finalidad de intervenir a tiempo ante el ataque de alguna plaga como el pulgón (*Aphis gossypii*) haciendo uso de Lambdacihalotrina + Tiametoxam 1 cc L<sup>-1</sup>.



#### 3.4.2.5. *Deshierba*

La limpieza de malezas se realizó de manera manual.

#### 3.4.2.6. *Evaluación de variables*

Se realizó las evaluaciones de acuerdo a la información de las actividades que se menciona en la metodología.

### **3.5. Especificaciones del campo experimental**

#### *3.5.1. Especificaciones del experimento*

Número de tratamientos: 2

Número de concentraciones: 2

Número de observaciones: 48

#### *3.5.2. Distancia de plantas*

Entre filas: 1,35m

Entre columnas: 1,10m

Número Plantas por tratamiento: 24

Área total de experimento: 140 m<sup>2</sup>

#### *3.5.3. Tratamientos en estudio*

En los tratamientos en estudio se aplicó la concentración de solución nutritiva propuesta (T1: 50% y T2: 100%) (Anexo E) y se evaluó las variables con las actividades realizadas (Anexo F).

### **3.6. Tipo de diseño**

#### *3.6.1. Diseño Experimental*

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con 24 observaciones por tratamiento.

### 3.6.2. Esquema de análisis de varianza

#### 3.6.2.1. Análisis de varianza

**Tabla 5-3:** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	47
Tratamientos	1
Error experimental	46

**Realizado por:** Díaz, D. 2023

### 3.6.3. Análisis funcional

- Se aplicó prueba de Tukey al 5% cuando hubo diferencias significativas en los tratamientos.
- Se efectuó un modelo de regresión logística.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento de resultados

La comparación de los resultados se realizó con estudios realizados en cultivo de arándano al ser la especie más cercana al mortiño y con más información al respecto, esto debido a que no existen estudios o información disponible del cultivo de mortiño estudiado con soluciones nutritivas.

##### 4.1.1. Porcentaje de prendimiento

La información que se obtuvo posterior a los 60 días después del trasplante, indicó que el porcentaje de prendimiento fue del 100%, con plantas sanas y sin pérdida de plantas durante el resto de tiempo del experimento.

##### 4.1.2. Altura de planta

En análisis de varianza para altura de planta durante todo el ciclo de estudio (Tabla 1-4) se observó alta significancia estadística en cada intervalo de tiempo establecido. Con un promedio general de 31,15.

**Tabla 1-4:** Análisis de varianza para altura de planta del cultivo de mortiño.

FV	GL	p-valor					
		30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	180 ddt
Tratamientos	1	0,0037 **	0,0011 **	0,0022 **	0,0010 **	0,0056 **	0,016 **
Error	46	16,11	39,06	67,32	88,73	100,3	107,86
Total	47						
CV (%)		23,68	28,15	30,49	27,74	25,1	22,07
Promedio		16,95	22,2	26,91	33,95	39,88	47,04

Realizado por: Díaz, D. 2023.

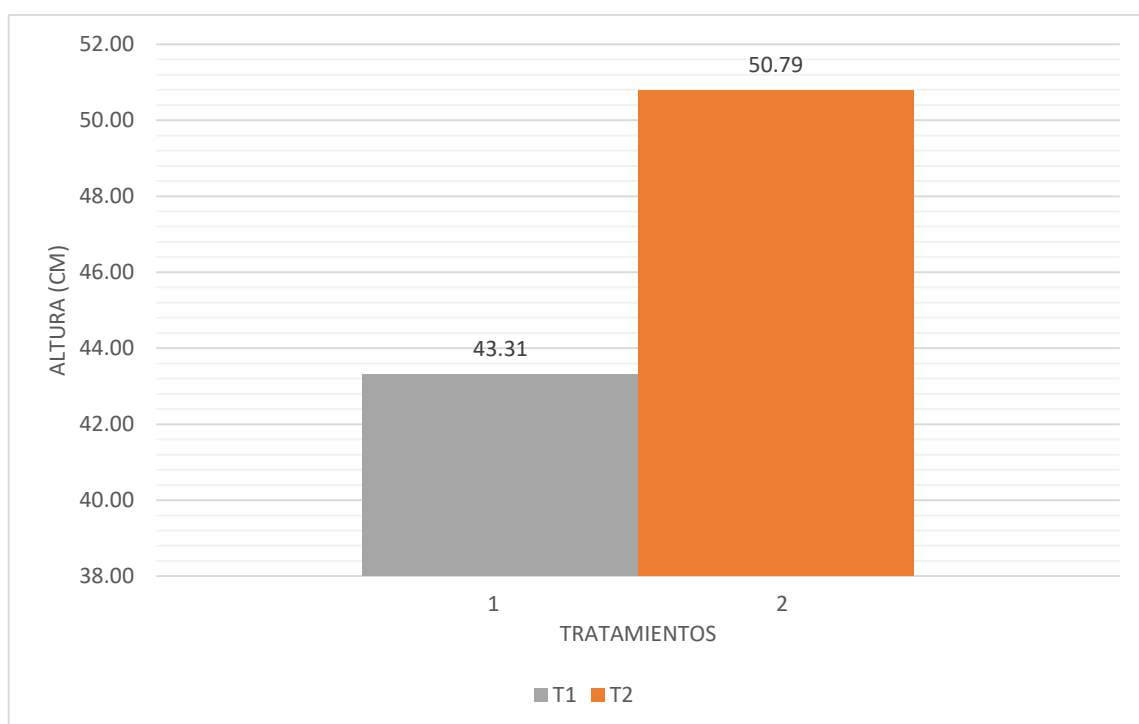
Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \* (Significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \*\* (Altamente significativo)

Como resultado del análisis de varianza para altura de planta mostró, entre los tratamientos, variación altamente significativa para cada periodo de evaluación, resultando datos promedios de altura y coeficiente de variación respectivamente: a los 30 ddt: 23,68% CV, alturas promedio de 18,72 cm (T2) y 15,17 cm (T1); a los 60 ddt: 28,15% CV, alturas promedio de 25,33 cm (T2) y 19,06 cm (T1); a los 90 ddt: 30,49% CV, alturas promedio de 30,75 cm (T2) y 23,07 cm (T1); a los 120 ddt: 27,74% de CV, alturas promedio de 38,75 cm (T2) y 29,15 cm (T2); a los 150 ddt: 25,10% CV, alturas promedio de 44,09 cm (T2) y 35,68 cm (T1); y a los 180 ddt: 22,07% de CV, alturas promedio de 50,78 cm (T2) y 43,30 cm (T1). En base a estos valores de coeficiente de variación podemos mencionar que la altura de las plantas de mortiño tiene una variabilidad moderada al tener valores entre 10% al 30%.



**Ilustración 1-4:** Altura promedio del cultivo del mortiño por tratamiento.

**Realizado por:** Díaz, D. 2023.

Por medio de la observación fenológica directa y mediciones in situ a los 180 ddt, se comprobó que las plantas con mayor altura se encontraron en el tratamiento T2, con un promedio de 50,79 cm a diferencia del tratamiento T1 que presento las plantas con menor altura con un promedio de 43,32 cm (ilustración 1-4).

**Tabla 2-4:** Prueba de Tukey al 5% para altura de planta en el cultivo de mortiño.

Tratamientos	Medias											
	30 ddt		60 ddt		90 ddt		120 ddt		150 ddt		180 ddt	
T1	15,18	a	19,06	a	23,07	a	29,15	a	35,69	a	43,31	a
T2	18,75	b	25,34	b	30,75	b	38,76	b	44,09	b	50,79	b

Realizado por: Díaz, D. 2023.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en todo el ciclo de estudio (Tabla 2-4) indicó que los datos obtenidos estadísticamente presentaron diferencia significativa entre ambos tratamientos, siendo el T2 el que presentó valores más altos de crecimiento durante todas las evaluaciones realizadas en el experimento

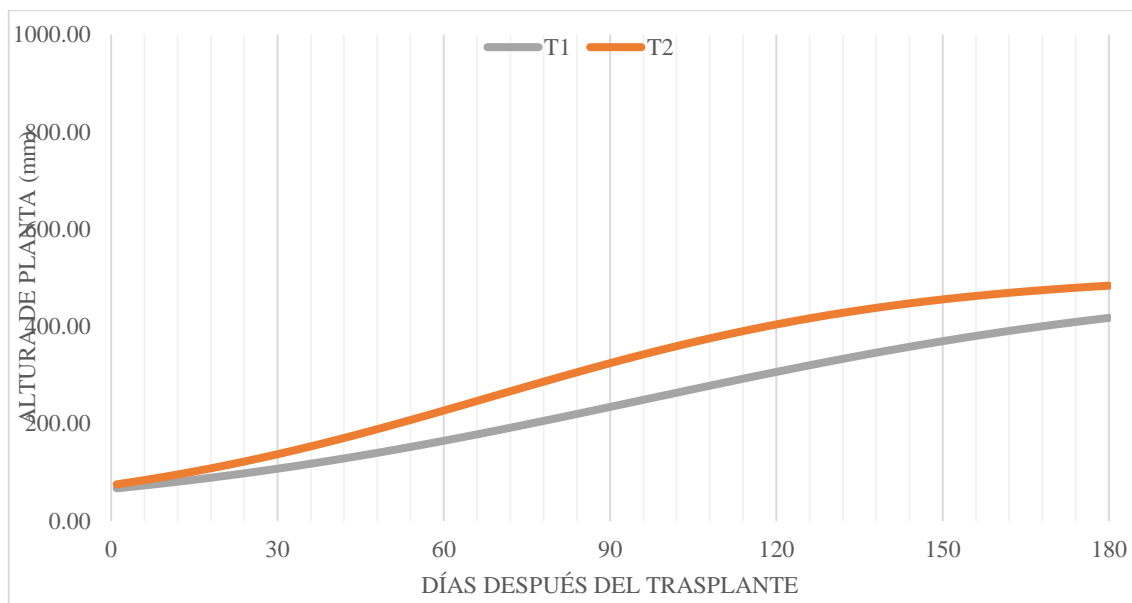
En la variable altura de planta se reflejó principalmente las irregularidades que implica la concentración de la solución nutritiva, en el presente experimento se trabajó con una relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  de 75/25 y un pH entre 4.5 – 5.5; de acuerdo con (Crisóstomo et al., 2014) es eficiente el mayor aporte de  $\text{NO}_3^-$  para la fase vegetativa en el cultivo de arándano con una relación en la solución nutritiva:  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  de 0/100 para obtener resultados positivos en comparación con una relación con mayor aporte de  $\text{NH}_4^+$  aun cuando el pH de la solución nutritiva también es el ideal (ácido). Esta información nos permitió suponer que los datos del cultivo de mortiño fueron bajos debido a la relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  con la que se trabajó.

**Tabla 3-4:** Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.

Tratamiento	P	Altura
T1	$\alpha$	499,2
	$\beta$	6,5128
	$\gamma$	0,0195
T2	$\alpha$	511
	$\beta$	5,9016
	$\gamma$	0,0259

Realizado por: Díaz, D 2023.

Se obtuvo la curva de la variable altura de planta del cultivo de mortiño (Grafico 2-4) en la que podemos observar que el T2 presentó datos notoriamente mayores a partir del día 30 a comparación del T1 que permaneció bajo hasta la última evaluación, teniendo en cuenta que en el T2 se llevó a cabo la mayor concentración de la solución nutritiva aplicada, se estimó que la variable altura se beneficia mejor de una mayor concentración de solución nutritiva.



**Ilustración 2-4:** Curva de altura de planta por tratamiento del cultivo del mortiño.

**Realizado por:** Díaz, D. 2023.

Como lo menciona (Galdámez, 2015), la planta de arándano se beneficia del N en ambas formas ya sea como  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  principalmente con la relación 75/25 con la cual indicó que fue la relación que acumuló la mayor cantidad de nutrimentos independientemente de cada etapa fenológica, lo que nos permitió suponer que el notorio aumento en la variable altura del T2, desde la primera evaluación, es debido a la relación ideal con la que se llevó el experimento.

#### 4.1.2.1. Tasa de altura de planta

En el análisis de varianza para la tasa de altura de todo el ciclo de estudio (Tabla 4-4), indicó que no existe significancia estadística en ninguna de las tomas de datos realizadas en el tiempo establecido.

**Tabla 4-4:** Análisis de varianza de la variable tasa de altura en mortiño.

FV	GL	p-valor				
		30 - 60 ddt	60 - 90 ddt	90 - 120 ddt	120 - 150 ddt	150 - 180 ddt
Tratamientos	1	0,0243 ns	0,1737 ns	0,1478 ns	0,3485 ns	0,4834 ns
Error	46	0,15	0,012	0,027	0,028	0,016
Total	47					
CV (%)		73,62	63,65	59,3	84,34	57,23
Promedio						

**Realizado por:** Díaz, D. 2023.

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \* (Significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \*\* (Altamente significativo)

Como resultado del análisis de varianza para la tasa de altura de la planta de mortiño (Tabla 4-4), mostró que en ningún periodo de evaluación comprendido entre los 30 y los 180 ddt no hubo significancia estadística en ningún tratamiento, con un coeficiente de variación de valores respectivamente de: 73,62%; 63,65%; 59,30%; 84,34% y 57,23% indica que tiene una variabilidad muy alta al tener valores de más del 50%.

**Tabla 5-4:** Prueba de Tukey al 5% para tasa de altura en el cultivo de mortiño.

Tratamientos	Medias				
	30-60 ddt	60-90 ddt	90-120 ddt	120-150 ddt	150-180 ddt
T1	0,13	0,13	0,20	0,22	0,25
T2	0,22	0,18	0,27	0,18	0,22

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 5-4) para la tasa de altura durante todo el ciclo de estudio, indicó que no existe variabilidad notoria que permita aprovechar la información obtenida durante el tiempo de estudio, teniendo en cuenta que es un cultivo perenne, esta variable en un tiempo de estudio más prolongado podría indicar eficientemente el desarrollo del cultivo bajo las condiciones ya establecidas.

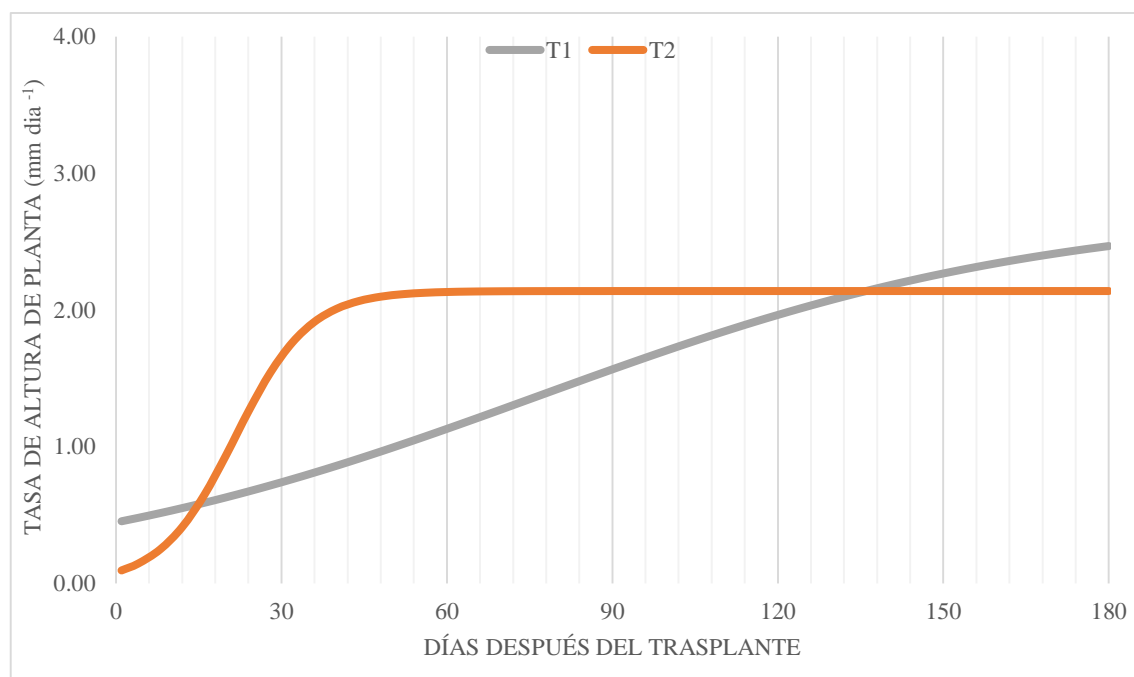
**Tabla 6-4:** Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.

Tratamiento	P	Tasa de altura
T1	$\alpha$	2,7367
	$\beta$	5,1306
	$\gamma$	0,0214
T2	$\alpha$	2,1388
	$\beta$	25,0464
	$\gamma$	0,149

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Luego de que se obtuvo la información referente a la tasa de cada variable, se desarrolló la curva de la altura de planta (Gráfico 3-4) que nos muestra como cada tratamiento tuvo una manera más eficiente de crecimiento que el otro, como es el caso del T1 que tuvo una distinta respuesta a una concentración de la solución nutritiva al 50%, como en el periodo de 30 – 60

ddd el T1 no tuvo una elevada tasa de altura como en el T2, sin embargo se notó el casi nulo aumento en la tasa de altura del T2 al avanzar el tiempo. Es así que, para el periodo 150 – 180 ddt el T2 dejó de mostrar crecimiento notorio. A diferencia del T1 que para el periodo de tiempo final superó la tasa de crecimiento del. Mostrando que el T1 con una concentración de solución nutritiva al 50% tuvo una tasa de altura lenta pero no decreció con el paso del tiempo.



**Ilustración 3-4:** Curva de tasa de altura por periodo de evaluación en mortiño.

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Según (Crisóstomo et al., 2014) las soluciones nutritivas aplicadas en arándano con una relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  igual a 67/33 presentaron mayor crecimiento a diferencia de los demás tratamientos, sin embargo, cabe mencionar que a la 4ta semana la planta de arándano presentó mayor crecimiento que luego fue variando, entonces se supone que la planta de mortiño tuvo un rendimiento similar a partir del día 30, ya que tuvo un efecto notorio en la tasa de altura pero el volumen de solución nutritiva debió ser más efectivo cuando es menor, en este caso, el T1 tuvo al final del periodo de evaluación mejor resultado que el T2.

#### 4.1.3. Diámetro de tallo principal

El análisis de varianza para diámetro de tallo principal durante todo el ciclo de estudio (Tabla 7-4), se observó alta significancia estadística en cada intervalo de tiempo propuesto. Con un promedio general de 0,56.



**Tabla 7-4:** Análisis de varianza para diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.

FV	GL	p-valor					
		30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	180 ddt
Tratamientos	1	0,0017 **	0,0023 **	0,0029 **	0,0065 **	0,0023 **	0,0296 **
Error	46	0,009	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04
Total	47						
CV (%)		43,28	31,71	29,18	27,67	26,13	22,67
Promedio		0,22	0,32	0,49	0,61	0,78	0,94

Realizado por: Díaz, D. 2023.

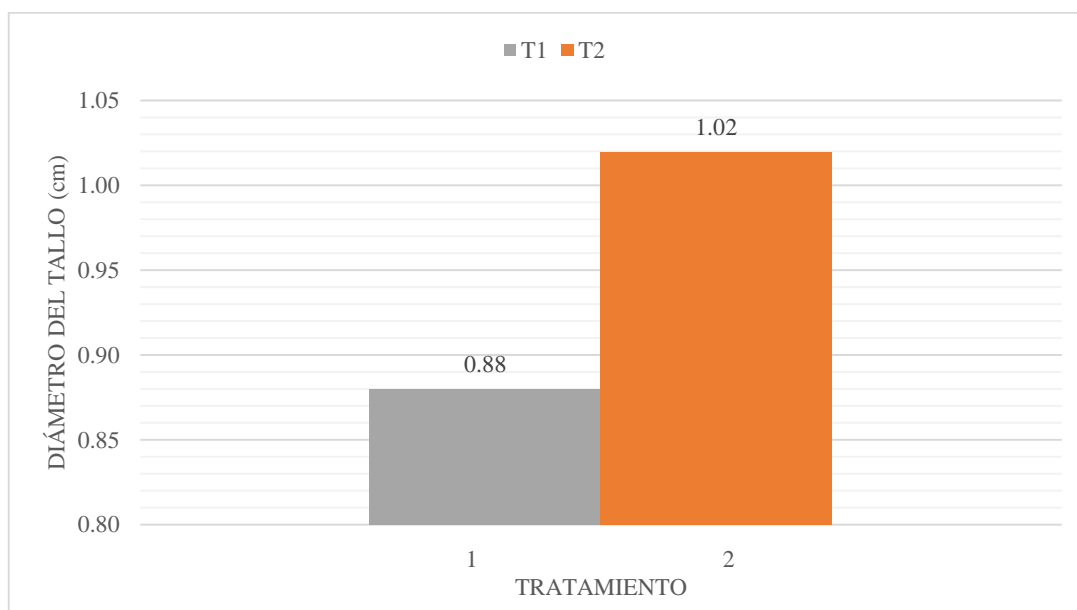
Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \* (Significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = \*\* (Altamente significativo)

Para el análisis de varianza en base a los datos mostró que, entre los tratamientos, hubo variación altamente significativa para todos los periodos de evaluación, resultando con datos de coeficiente de variación y altura promedio de la siguiente manera: a los 30 ddt: 43,28 % de CV, alturas promedio de 0,27 cm (T2) y 0,18 cm (T1); a los 60 ddt: 31,71% de CV, alturas promedio de 0,38 cm (T2) y 0,28 cm (T1); a los 90 ddt: 29,18% de CV, alturas promedio de 0,56 cm (T2) y 0,43 cm (T1); a los 120 ddt: 27,67% de CV, alturas promedio de 0,69 cm (T2) y 0,55 cm (T1); a los 150 ddt: 26,13% de CV, alturas promedio de 0,88 cm (T2) y 0,69 cm (T1); y a los 180 ddt: 22,67% de CV, alturas promedio de 1,02 cm (T2) y 0,88 cm (T1). Los datos de coeficiente de variación nos indican que existe una alta variabilidad al presentar valores mayores al 40%.



**Ilustración 4-4:** Diámetro promedio del tallo principal del cultivo del mortiño por tratamiento.

Realizado por: Díaz, D. 2023.

En la observación fenológica y muestreo in situ a los 180 ddt, que se evaluó el crecimiento del diámetro principal del tallo y se observó que el tratamiento T2 presentó el diámetro máximo con un promedio de 1,02 cm, mientras que el tratamiento T1 presento las plantas con menor diámetro con un promedio de 0,88 cm (Grafico 4-4)

**Tabla 8-4:** Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.

Tratamientos	Medias											
	30 ddt		60 ddt		90 ddt		120 ddt		150 ddt		180 ddt	
T1	0,18	a	0,28	a	0,43	a	0,55	a	0,69	a	0,88	a
T2	0,27	b	0,38	b	0,56	b	0,69	b	0,88	b	1,02	b

Realizado por: Díaz, D. 2023.

En la prueba de Tukey al 5% (Tabla 8-4) para diámetro de tallo principal en todo el ciclo de estudio, indicó que los datos presentan diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el T2 el que evidenció mejores resultados en cada evaluación realizada teniendo en cuenta que el desarrollo en esta variable es notoriamente lento.

De los resultados obtenidos en cuanto a la variable diámetro de tallo principal, presentó mayor respuesta a la concentración de 100% de la solución nutritiva (T2), se presume que esto se debe a que la concentración de la solución nutritiva influye directamente en el desarrollo de la planta de mortiño, cabe mencionar que la concentración  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  de la solución nutritiva es el factor principal que influye en los resultados mostrados en el cultivo de mortiño, según (Gadámiz, 2015) en el cultivo de arándano el diámetro de tallo presenta mejores resultados cuando se combinaron ambas formas de N, especialmente con la relación 25/75 y 50/50.

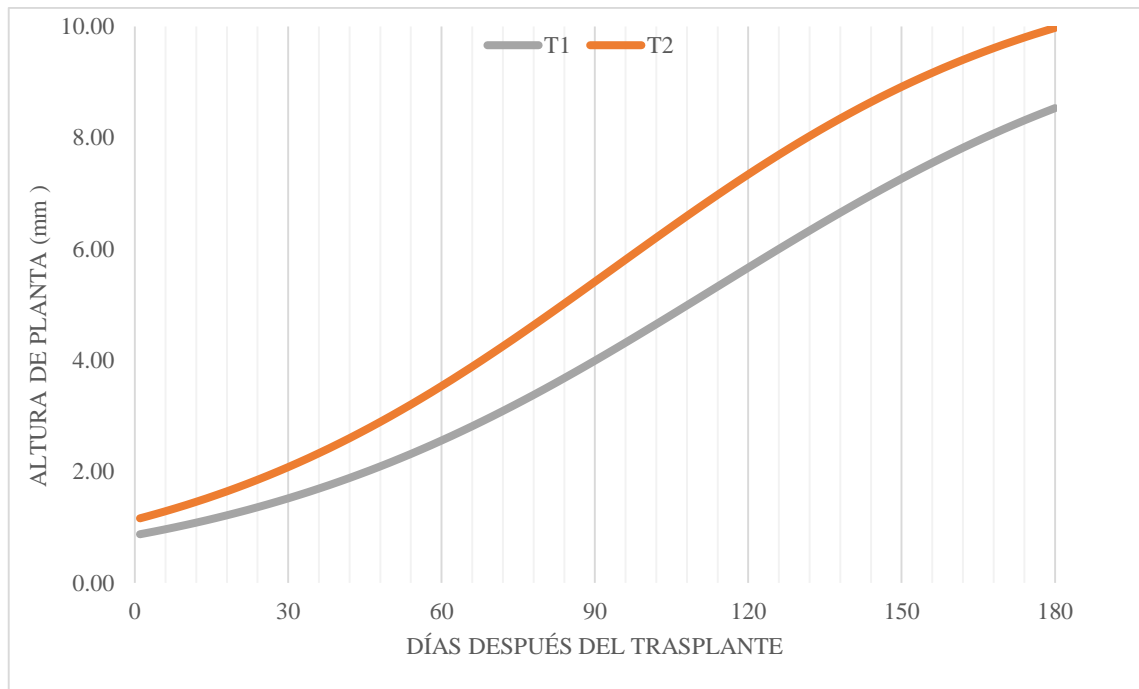
**Tabla 9-4:** Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.

Tratamiento	P	Diámetro
T1	$\alpha$	10,5835
	$\beta$	11,3114
	$\gamma$	0,0214
T2	$\alpha$	11,2939
	$\beta$	8,9189
	$\gamma$	0,0234

Realizado por: Díaz, D 2023

La curva de la variable diámetro de tallo (Gráfico 5-4) nos muestra una mayor elevación de la curva del T2, lo que indicó que la concentración de la solución nutritiva tuvo mayor influencia

en el diámetro de tallo de la planta de mortiño a diferencia del T1, el cual recibía el 50% de la misma.



**Ilustración 5-4:** Curva de diámetro de tallo por tratamiento del cultivo del mortiño.

**Realizado por:** Díaz, D. 2023.

La manera en que el N es asimilado por la planta, es decir, en forma de  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  a pesar de que ambas son aprovechables por la planta de arándano, según (Galdámez, 2015) en su investigación realizada en arándano, menciona que la solución nutritiva tuvo mayor influencia en el diámetro de tallo, especialmente con la relación  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  de 25/75 suponiendo que el N en forma de  $\text{NO}_3^-$  tuvo mejor efecto en el diámetro del tallo, su información muestra que a los 60 días después de iniciados los tratamientos, las plantas con solución nutritiva con relación  $\text{NH}_4^+$  o  $\text{NO}_3^-$  de 75/25, tuvieron un diámetro de tallo promedio de 9.33 mm. A diferencia de la planta de mortiño que a los 60 días tuvo un diámetro de tallo promedio de 3.88 mm. Se comprende entonces que la asimilación del mortiño no fue eficiente como la planta de arándano.

#### 4.1.3.1. Tasa de diámetro de tallo

El análisis de varianza para la variable tasa de diámetro de tallo principal de todo el ciclo de estudio (Tabla 10-4), mostró que no existe significancia estadística para ningún dato de las evaluaciones en los respectivos intervalos de tiempo.

**Tabla 10-4:** Análisis de varianza de Tasa de diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.

FV	GL	p-valor				
		30-60 ddt	60-90 ddt	90-120 ddt	120-150 ddt	150-180 ddt
Tratamientos	1	0,8999 ns	0,1313 ns	0,6683 ns	0,5612 ns	0,1536 ns
Error	46	0,000007	0,000007	0,000006	0,000010	0,000018
Total	47					
CV (%)		75,17	46,99	63,63	57,52	76,82
Promedio						

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Al efectuar la prueba de Tukey al 5% para la tasa de diámetro de tallo principal a lo largo de todo el ciclo de estudio (Tabla 10-4); no presentó valores que muestren significancia estadística con valores de coeficiente de variación respectivamente de: 75,17%; 46,99%; 63,63%; 57,52% y 76,82%. Indicó que estos valores de CV muestran una variabilidad muy alta con valores mayores al 50%

**Tabla 11-4:** Prueba de Tukey al 5% para tasa de diámetro de tallo principal en el cultivo de mortiño.

Tratamientos	Medias				
	30-60 ddt	60-90 ddt	90-120 ddt	120-150 ddt	150-180 ddt
1	0,0034	0,0050	0,0037	0,0045	0,0064
2	0,0035	0,0062	0,0041	0,0062	0,0047

Realizado por: Díaz, D. 2023.

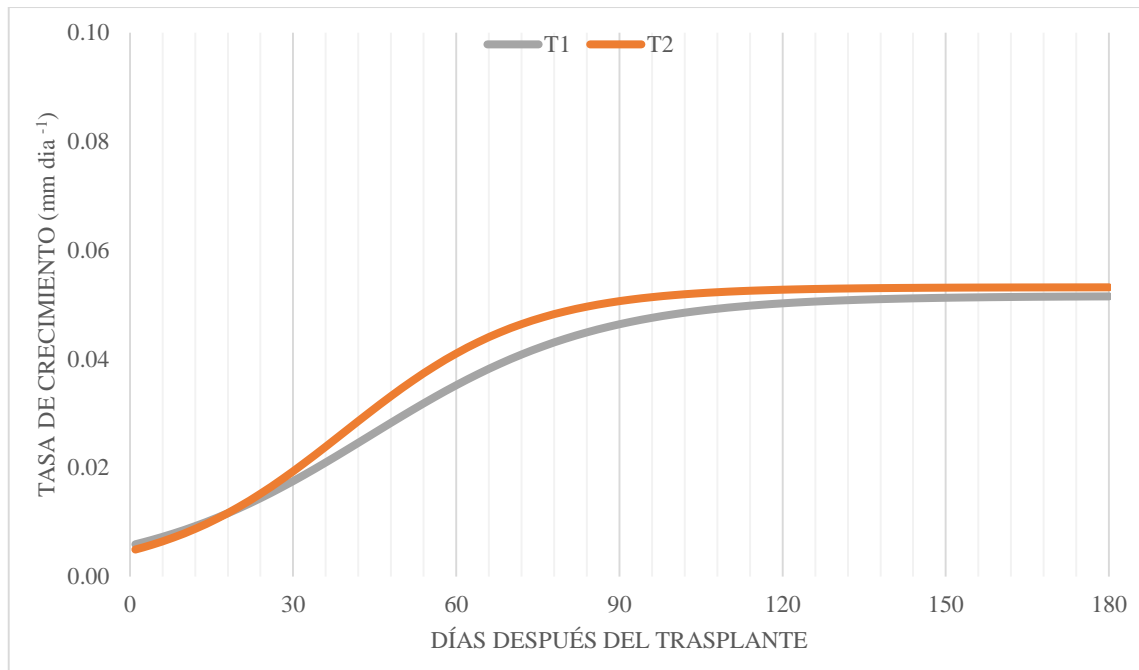
**Tabla 12-4:** Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.

Tratamiento	P	Tasa de diámetro
T1	$\alpha$	0,0516
	$\beta$	8,066
	$\gamma$	0,0475
T2	$\alpha$	0,0532
	$\beta$	10,2977
	$\gamma$	0,0591

Realizado por: Díaz, D. 2023.

En la curva para la tasa del diámetro de tallo (Gráfico 6-4) se observó que la curva de crecimiento en ambos tratamientos es apenas diferenciada, ya que representando el T2 la curva

con valores más altos en la tasa de crecimiento del diámetro de tallo, sigue sin ser muy notorio con respecto a la curva de crecimiento del T1, se supone que a pesar de que influye de manera positiva una mayor concentración de solución nutritiva, los resultados en la tasa de diámetro mostró que no varía mucho al final del tiempo en el que se llevó a cabo el experimento.



**Ilustración 6-4:** Curva de la tasa del diámetro de tallo por tratamiento del cultivo del mortiño.

**Realizado por:** Díaz, D. 2023.

La tasa de diámetro de tallo de la planta de mortiño nos presentó valores muy inferiores al ser un cultivo perenne y que durante el tiempo de evaluación hubo cambios mas notorios en la variable altura, es por eso que casi no se diferencian entre ambos tratamientos ya que a partir del día 120 ambos tratamientos dejaron de incrementar notoriamente su tasa de crecimiento, (Galdámez, 2015) indicó que la planta de arándano y su desarrollo en la variable diámetro del tallo con la solución en relación 75/25, no mostraron crecimiento notorio conforme progresó el tiempo de estudio del experimento.

#### **4.1.4. Número de tallos basales**

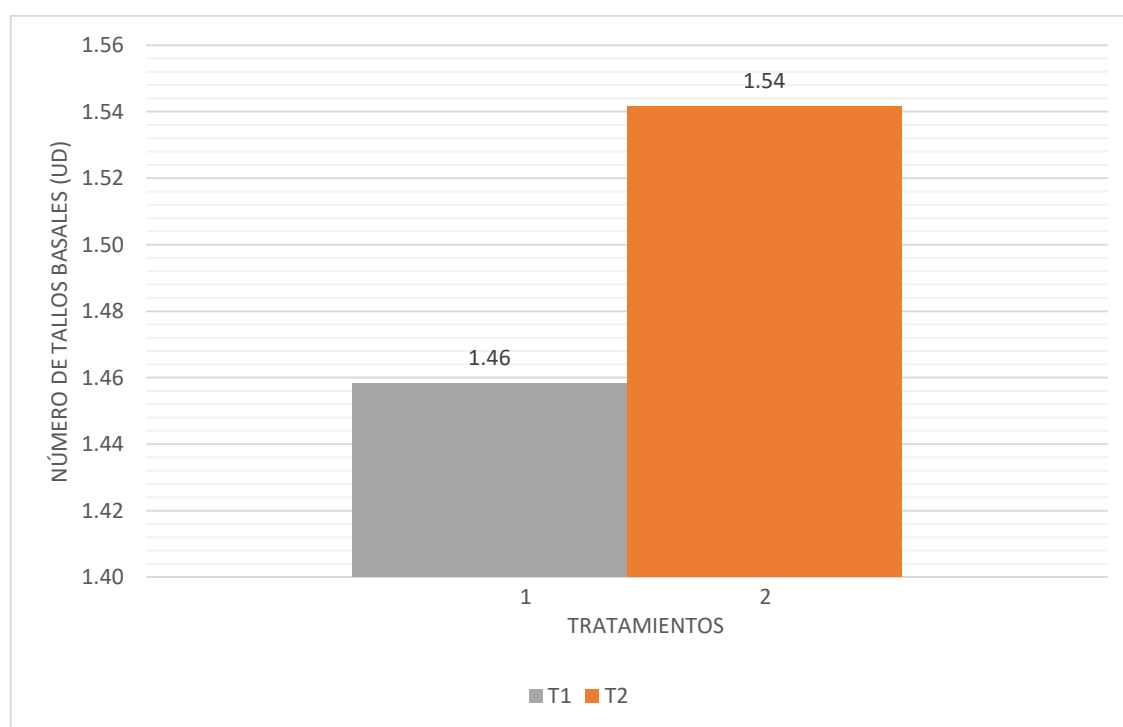
En el análisis de varianza para número de tallos basales durante todo el periodo de estudio (Tabla 13-4), no se observó diferencias estadísticas significativas en ningún intervalo de tiempo. Con un promedio general de 1,50 y un coeficiente de variación de 55,53%.

**Tabla 13-4:** Análisis de varianza para número de tallos basales en el cultivo de mortiño.

FV	GL	p-valor	
		180 ddt	Significancia
Tratamientos	1	0,73	ns
Error	46	0,69	
Total	47		
CV (%)		55,53	
Promedio		1,50	

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Se evaluó la cantidad de tallos basales a lo largo del ciclo de estudio en un intervalo de 30 días y durante 6 meses, sin embargo, no presentó cambio en dicha cantidad desde que fue registrada a partir de la fecha en que se realizó el trasplante.



**Ilustración 7-4:** Número de tallos basales promedio del cultivo del mortiño por tratamiento.

Realizado por: Díaz, D. 2023.

El número de tallos basales que se mostró por medio de la observación fenológica directa a los 180 ddt, se presentó que las plantas con el valor promedio más alto en el tratamiento T2, con 1,54 mientras que el tratamiento T1 presento con valor promedio más bajo de 1,46 cm (Gráfico 7-4)

#### 4.1.5. Índice de vigor

El análisis de varianza para el índice de vigor para los 180 ddt (Tabla 14-4), indica que a los 30 ddt hubo alta significancia estadística en los tratamientos, sin embargo, para el resto de intervalos de tiempo no presentó significancia estadística. Con un promedio general de 62,9.

**Tabla 14-4:** Análisis de varianza para índice de vigor en el cultivo de mortiño.

FV	GL	p-valor					
		30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	180 ddt
Tratamientos	1	0,0099 **	0,8251 ns	0,6232 ns	0,3058 ns	0,5173 ns	0,8695 ns
Error	46	1368,39	549,94	259,05	158,16	166,78	133,32
Total	47						
CV (%)		41,15	32,49	28,61	22,44	24,63	22,77
Promedio		89,88	72,16	56,24	56,02	52,41	50,69

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Como resultado del análisis de varianza para el índice de vigor de la planta de mortiño (Tabla 14-4), indicó que, entre los tratamientos, a los 30 ddt hubo variación altamente significativa con un CV de 41,15%, con valores promedio de 104,24 (T1) y 75,53 (T2). Sin embargo, a partir de los 60 ddt hasta los 180 ddt no presentó variación significativa presentando valores de CV y promedios respectivamente: a los 60 ddt: 32,49% de CV con promedios de 72,91 (T1) y 71,41 (T2); a los 90 ddt: 28,61% de CV con promedios de 55,09 (T1) y 57,39 (T2); a los 120 ddt: 22,44% de CV con promedios de 57,90 (T2) y 54,15 (T1); a los 150 ddt: 24,63% de CV con promedios de 53,63 (T1) y 51,20 (T2); y a los 180 ddt: 22,77% de CV con promedios de 50,97 (T2) y 50,42 (T1). Con valores mayores al 30% de CV indicó que existe alta variabilidad.

**Tabla 15-4:** Prueba de Tukey al 5% para índice de vigor en el cultivo de mortiño.

Tratamientos	30 ddt		60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	180 ddt
T1	104,24	a	72,91	55,10	54,15	53,63	50,97
T2	75,53	b	71,41	57,39	57,91	51,20	50,42

Realizado por: Díaz, D. 2023.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para índice de vigor (Tabla 15-4), indicó que en el T1 en la primera evaluación, presentó alta significancia estadística con un valor de 104,24 en comparación con el T2 con 75,53; sin embargo, en el resto de evaluaciones no presentó cambios significativos en el cultivo de mortiño; según (INIA, 2017) el arándano tiene susceptibilidad a problemas radiculares cuando el medio edáfico no presenta buena filtración como la asfixia

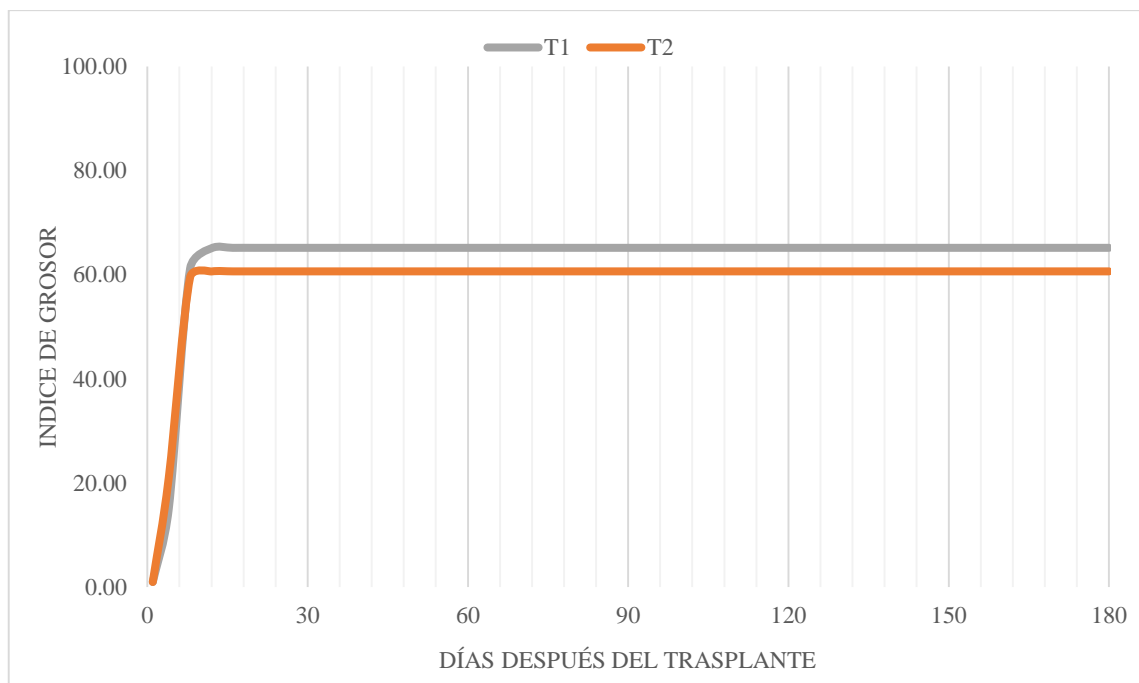
radicular, también (Crisóstomo et al., 2014) mencionó que el arándano es capaz de tomar N tanto en forma de  $\text{NO}_3^-$  como de  $\text{NH}_4^+$  durante la fase vegetativa, dicho esto, se presume que la planta al inicio del experimento asimiló eficientemente los nutrientes de la solución nutritiva hasta que la relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  empezó a influir con el paso del tiempo en el desarrollo de la planta.

**Tabla 16-4:** Valores de los parámetros correspondientes al modelo de crecimiento.

Tratamiento	P	Índice de vigor
T1	$\alpha$	65,1672
	$\beta$	172
	$\gamma$	0,9863
T2	$\alpha$	60,6432
	$\beta$	188,6
	$\gamma$	1,1516

Realizado por: Díaz, D. 2023.

En la curva del índice de vigor (Gráfico 8-4) se observó que ambos tratamientos indican una línea recta en un punto de la gráfica únicamente variando el T1 que se encuentra con valores poco más altos que del T2, teniendo en cuenta que el T1 trabajó con 50% de la concentración de la solución nutritiva aplicada, resultó ser el tratamiento con mayores valores de crecimiento en comparación del T2.



**Ilustración 8-4:** Curva de índice de vigor por tratamiento del cultivo del mortiño.

Realizado por: Díaz, D. 2023.



La influencia de la concentración de la solución nutritiva fue evidente en distintas variables, en la variable altura a mayor concentración tuvo mejores resultados, por otro lado la variable diámetro de tallo se beneficia más del 50% de la concentración, por lo se presume que como resultado de estas variables el índice de grosor resaltó en el T1. (Zárate et al., 2017) indicó que el pH de la solución nutritiva para el cultivo de arándano siempre debe ser ácido, a pesar de que comparó soluciones con pH 4,5 y 5. Las plantas mostraron similar crecimiento y desarrollo, se supone entonces que mientras el pH de la solución nutritiva sea ácido, no habrá mayores cambios en la planta, sin embargo la concentración y el volumen de la solución nutritiva que se aplica muestran diferencias notorias.

## CONCLUSIONES

El tratamiento 2, correspondiente a la concentración al 100% de la solución nutritiva presentó mejores características agronómicas para las variables: altura de planta, diámetro de tallo y tasa de altura y diámetro.

Las concentraciones de la solución Nutritiva si influyó significativamente en el crecimiento, y desarrollo del cultivo del Mortiño, siendo la concentración al 100% con una frecuencia de riego de 5 veces/semana de 500 mL planta<sup>-1</sup> la que presentó los mejores resultados.

La tasa de crecimiento del mortiño en su fase vegetativa dentro del periodo de evaluación comprendido entre los 30 ddt y los 180 ddt fue estadísticamente similar en los tratamientos, siendo valores muy bajos que representarían mejores interpretaciones en un tiempo más amplio de evaluación.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar diferentes concentraciones de solución nutritiva para comparar con los resultados obtenidos en esta investigación.

Asegurar que la solución nutritiva siempre presente un pH ácido de 5.

Monitorear constantemente el desarrollo del cultivo con el fin de realizar podas y guía de crecimiento de ramas para evitar plantas rastreras.

Buscar suficiente información previa a realizar un experimento con este cultivo para evitar problemas en la fundamentación del marco teórico y la comparación de los resultados.

## GLOSARIO

**Control fitosanitario:** Son las técnicas y métodos que ayudan a la prevención, eliminación y control de enfermedades en las plantas, teniendo en cuenta el impacto ambiental que pueda llegar a tener (Vidal, 2007).

**Curva de crecimiento:** Funciona como un reflejo del comportamiento de una planta en relación al tiempo dentro de un ecosistema particular (Lincoln & Zeiger, 2006).

**Especie silvestre:** también conocida como nativa o autóctona, coexisten ligadas a los procesos de selección natural las cuales generalmente no han sido domesticadas ni cultivadas desarrollándose en sus hábitats naturales (Loján & Andrade, 2003).

**Fertilizantes químicos:** Consisten en nutrientes elaborados principalmente de origen animal, vegetal, mineral o sintético. También se encuentran los elaborados con los nutrientes principales para la tierra (N, Na y K) (Finck, 2021)

**Invernadero:** Consiste en un recinto cerrado, acondicionado para mantener una temperatura ideal que proteja a las plantas de los cambios radicales del tiempo invernal como frío intenso, heladas, etc. (Tapia et al., 2013)

**Manejo Integrado de plagas:** Se refiere a la manera en la que se mantienen los huertos de manera segura o que el daño de plagas y enfermedades se encuentre bajo el nivel económico aceptado, pensado también en el bienestar de la salud humana y ambiental (Zárate et al., 2017)

**Sistema de riego:** Sistema por el cual se proporciona agua suficiente a los cultivos con el fin de cumplir con las necesidades hídricas de la planta (Tapia et al., 2013)

**Solución nutritiva:** Consiste en un medio por el cual se disuelven nutrientes esenciales para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas (Crisóstomo et al., 2014).

**Sustrato:** En la agricultura se refiere a todo material natural, sólido o de síntesis que permite el desarrollo del sistema radical y el desarrollo del cultivo interviniendo en la nutrición de la planta (Chambers & Beilman, 2011)

**Turba:** Carbón ligero, de aspecto terroso y esponjoso. Surge en lugares pantanos gracias a la descomposición de restos vegetales (Quintero et al., 2012)

## BIBLIOGRAFÍA

**CAKMAK, I., & YAZICI, A.** *El Magnesio, un Nutriente Olvidado que Puede Salvar tu Cultivo.* Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/magnesio-nutriente-olvidado-salvar-cultivo>

**CASTAÑEDA, I.** *Caracterización y divulgación del conocimiento de poblaciones de Vaccinium Meridionales.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

**CASTELLANOS, J.** *Manual de producción de tomate en invernadero.* México: INTAGRI.

**CERÓN, B.** *Caracterización agronómica y determinación del tiempo térmico en las etapas iniciales de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) para prospección fozada en la hacienda el prado IASA I - ESPE.* Sangolqui : ESPE .

**COBA, P., CORONEL, D., VERDUGO, K., PAREDES, M., YUGSI, E., & HUACHI, L.** Estudio etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 10. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400002.pdf>

**CRISÓSTOMO, M., HERNÁNDEZ, O., LÓPEZ, J., DOMINGUEZ, C., & PINEDO, A.** *Relaciones amonio/nitrato en soluciones nutritivas ácidas y alcalinas para arándano.* Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000300016](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300016)

**ECOLOMBRIZ.** *La turba: el abono perfecto para las plantas. Usos en la agricultura.* Obtenido de [www.PortalFruticola.com](http://www.PortalFruticola.com): <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/08/10/la-turba-el-abono-perfecto-para-las-plantas-usos-en-la-agricultura/#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista,los%20que%20va%20destinada%20normalmente.>

**EPSTEIN, E., & BLOOM, A.** *Mineral Nutrition of Plants : Pinciples and perspectives. 2nd edition.* USA: Sinauer Ass.

**FINCK, A.** *Fertilizantes y fertilización.* Barcelona: Reverté.

**GALDÁMEZ, C.** *Respuesta del arándano (*Vaccinium corymbosum* L) a la aplicación de soluciones nutritivas con diferente relación  $NH_4^+/NO_3^-$ .* México: Colegio de Postgraduados.

**GARCÍA, J., GARCÍA, G., & CIORDIA, M.** *El cultivo de arándano en el norte de España.* España: SERIDA.

**GONZÁLEZ, J., RODRÍGUEZ, M., SANCHEZ, P., & GAYTÁN, E.** Relación amonio / nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía. *Agric. Téc. Méx* [online], 5-11. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172009000100001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000100001)

**HART, J., STRIK, B., WHITE, L., & YANG, W.** *Nutrient Management for Blueberries in Oregon.* Obtenido de *Nutrient Management Guide*: [https://www.researchgate.net/publication/265930928\\_Nutrient\\_management\\_for\\_blueberries\\_in\\_Oregon](https://www.researchgate.net/publication/265930928_Nutrient_management_for_blueberries_in_Oregon)

**HERNÁNDEZ, M., BACA, G., TIRADO, L., & COLINAS, T.** Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Interciencia*, 12.

**HORTICULTURA.** *Sulfato de Potasio, el fertilizante de confianza.* Obtenido de Canales Sectoriales Interempresas: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/74025-Sulfato-de-Potasio-el-fertilizante-de-confianza.html>

**INIA.** *Manual de manejo agronómico del arándano.* Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-arandanos.pdf?sfvrsn=0>

**INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (IGM).** Carta Topográfica 1:250000. 2023.

**ISAZA, G., PÉREZ, M., LAINES, J., & CASTAÑÓN, G.** Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y Ciencia*, 233–243.

**JOGENSEN, P., ULLOA, R., & MADSEN, J.** A floristica analysis of the high andes of Ecuador. *The New York Botanical Garden*, 221-237.

**LINCOLN, T., & ZEIGER, E.** *Fisiología vegetal.* Los Ángeles: Universitat Jaume I.

**LOJÁN, L., & ANDRADE, C.** *El verdor de los Andes Ecuatorianos, realidad y promesas.* Pichincha: Cámara Ecuatoriana del Libro - Núcleo de Pichincha.

**MEDINA, L., ARIAS, M., COLORADO, C., & CARDONA, L.** Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual Development analysis of Mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) plants derived from clonal and sexual propagation. *Ecofisiología*, págs. 65–77.

**MESA, P.** *Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arandano Vaccinium corymbosum l. x v. darowii) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia).* Cajicá: Universidad Militar Nueva Granada.

**NAVARRO, G., & NAVARRO, S.** *Fertilizantes Química y Acción.* Madrid: Ediciones Paraninfo

**ORTEGA, C., GELACIO, A., MONTOYA, R., GONZÁLEZ, A., JUÁREZ, C., SÁNCHEZ, E., & HERNÁNDEZ, E.** *Concentración de la solución nutritiva y su relación con la producción y calidad de arándano azul.* Obtenido de Ciencia y Tecnología Agropecuaria: <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1296/702>

**QUINTERO, M., GUZMÁN, J., & VALENZUELA, J.** Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.). *Scielo*, 12.

**RAVEN, P., EVERT, F., & EICHHORN, S.** *Biología de las plantas.* México:Reverte.

**RAYA, J., AGUIRRE, C., GIL, K., & SIMPSON, J.** La domesticación de plantas en México: comparación de la forma cultivada y silvestre de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *Polibotánica*.

**RESTREPO, D.** *Micropropagación clonal de tres genotipos mortiño, Vaccinium meridionale SW, por proliferación de yemas axilares.*

**RIOFRIO, C.** *Elaboración de gomas masticables de mortiño.* Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3974/T-PUCE-3233-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**RIVADENEIRA , M., & CARLAZARA, G.** *Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándano.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

**SANCHEZ, P., TORRES, L., CASTELLANOS, J., & CASTILLO, G.** Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Universidad y Ciencia.*

**UNDURRAGA, P., & VARGAS, S.** *Manual de Arándano.* Chile: INIA.

**VIDAL, I.** *Fertirriego en berries.* Chile: Fac. de Agronomía, Universidad de Concepción.

**VILLAR, R., RUIZ, J., QUERO, J., POORTER, H., VALLADARES, F., & MARAÑÓN, T.** Tasas de crecimiento en especies leñosas: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante, 191-227.

**ZÁRATE, N., ALAVEZ , Y., & DOMINGUEZ, M.** Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vacciniumcorymbosum* L.) en la sierra norte de oaxaca. *Universidad & Ciencia*, 145-147.

  
D. J. R. A. L. /  
San Castillo





## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA UTILIZADA PARA RIEGO.



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

#### RESULTADOS

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Tipo de Muestra:	Agua de Riego		
Número de Muestra:	# 1		
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra Agua 1		
Contenido de macro- y microelementos en mg / l (equivalente a ppm)			
Análisis	Unidad	*Recomendación: Agua de Riego para Cultivos Agrícolas Intensivos	Resultado
pH	-	5,4 - 8,8	5,8
Conductividad (CE)	mS/cm	< 1,0 (ideal: < 0,5)	0,17
Dureza Total	-	-	-
Clasificación	-	-	agua muy blanda
Grado Dureza °d	°d	-	2,8
Dureza en mmol/l	mmol/l	-	0,50
Dureza equivalente CaCO <sub>3</sub> en ppm	mg/l	< 275	50,0
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	mg/l	< 30	1,7
Fosfato (PO <sub>4</sub> )	mg/l	< 15	1,0
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	mg/l	< 72	5,3
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	< 106 (ideal: < 53)	2,0
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	< 183	85,0
∑ Aniones	meq/l	-	1,59
Amonio (NH <sub>4</sub> )	mg/l	< 4,5	0,1
Potasio (K)	mg/l	< 20	2,2
Magnesio (Mg)	mg/l	< 30	4,3
Calcio (Ca)	mg/l	< 60	13,0
Sodio (Na)	mg/l	< 70 (ideal: < 35)	9,4
∑ Cationes	meq/l	-	1,47
Hierro (Fe)	mg/l	< 1,5	0,097
Manganeso (Mn)	mg/l	< 0,5	0,033
Cobre (Cu)	mg/l	< 0,1	0,082
Zinc (Zn)	mg/l	< 0,3	0,092
Boro (B)	mg/l	< 0,3	0,101

**ANEXO B: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUSTRATO UTILIZADO EN EXPERIMENTO.**

 <p><b>INIAP</b> INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORTALECIMIENTO Y PROMOCIÓN DE LA AGRICULTURA</p>	<p><b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b>  <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b>                  Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.                  Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240                  Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	 <p><b>LASPA</b></p>
---	---	---

N° muestra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Na*	Cl*	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CE	Humedad	Materia orgánica	Carbono orgánico	Ph	C/N	Identificación de la muestra
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	ppm	ms/cm	(%)	(%)	(%)			
22-0225	0,50	0,05	0,37	0,19	0,10	0,09	3,1	22,2	5,5	901,63	126,9				0,28	88,30	79,98	46,39	5,99	92,21	Cascarilla de arroz + Turba

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

**ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO UTILIZADO EN EXPERIMENTO.**

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-3828860 ext.:2075	<b>PGT/N/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Rev. 9</b>
		<b>Hoja 1 de 1</b>

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	TIPO DE ANÁLISIS	MÉTODO	FAMILIA	GÉNERO/ESTADIO	ESPECIE	CONTEO	UNIDAD
N-22-013	Muestra - 2	Nematológico suelo	PEE/N/16 PEE/N/14	-- --	Fitoparásitos Saprófitos	-- --	0 0	Nemátodos/ 100 g de sustrato

**Analizado por:** Ing. Ximena Navarrete.

**Revisado por:** Ing. Ximena Navarrete.

**Observaciones:** En la muestra de sustrato analizado no se encontró la presencia de nematodos fitoparásitos ni saprófitos.

**ANEXO D: FERTILIZANTES Y CANTIDAD EMPLEADA PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.**

Fertilizantes	meq /L	Peq	mg/L	ml/L	g/L	Canti dad	Unid ad	Fuente de nutriente
<b>KNO<sub>3</sub></b>	0,16	101	15,77		0,01577	3,2	g	Nitrato de K
<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O</b>	0,37	118	43,77		0,04377	8,8	g	Nitrato de Ca
<b>NO<sub>3</sub>(NH<sub>4</sub>)</b>	1,00	80	80		0,08	16,0	g	Nitrato de amonio
<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	2,09	87	181,4		0,1814	36,3	g	Sulfato de K
<b>MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O</b>	1,34	123	164,9		0,1649	33,0	g	Sulfato de Mg
<b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	3,50	66	231		0,231	46,2	g	Sulfato de amonio
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	1,25	98		0,0843		16,9	cc	Ácido fosfórico
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	0,44	49		0,0144		2,9	cc	Ácido sulfúrico
<b>TRADECORP AZ IX</b>								
<b>BENTLEY</b>			25,42		0,0254	5,1	g	Tradecorp

**ANEXO E: FUENTES FERTILIZANTES EMPLEADAS PARA CADA TRATAMIENTO.**

<b>Fertilizantes</b>	<b>Tratamientos</b>	
	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Nitrato de potasio (mg L <sup>-1</sup> )	7.80	15.77
Nitrato de calcio (mg L <sup>-1</sup> )	21.80	43.77
Nitrato de amonio (mg L <sup>-1</sup> )	40.00	80.00
Sulfato de potasio (mg L <sup>-1</sup> )	90.70	181.42
Sulfato de magnesio (mg L <sup>-1</sup> )	82.40	164.93
Sulfato de amonio (mg L <sup>-1</sup> )	115.50	231.00
Ácido fosfórico (ml L <sup>-1</sup> )	0.04	0.08
Ácido sulfúrico (ml L <sup>-1</sup> )	0.01	0.01
Tradecorp AZ (mg L <sup>-1</sup> )	12.50	25.00

ANEXO F: HOJAS DE EVALUACIÓN DE VARIABLES DE PLANTAS DE MORTIÑO

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO

Mortiño clon de planta madre del Atacazo

Actividad: 1<sup>ra</sup> Toma de datos

Fecha: 30/04/2021

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
1	10,4	1	0,12
2	8,4	1	0,05
3	8,6	1	0,12
4	11,7	2	0,16
5	16,3	1	0,1
6	15,2	2	0,11
7	12,2	1	0,1
8	16,2	1	0,1
9	10,6	1	0,1
10	11,7	2	0,1
11	14,4	1	0,1
12	16	1	0,1
13	14,2	1	0,1
14	21,7	3	0,2
15	15,2	1	0,1
16	14,8	1	0,13
17	18,8	1	0,3
18	18,2	1	0,1
19	24,6	1	0,3
20	10,2	1	0,21
21	17,7	2	0,28
22	18,3	1	0,26
23	23,3	4	0,28
24	15,6	3	0,26
25	19,6	2	0,29

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
26	20,2	3	0,3
27	24,3	1	0,4
28	16,1	1	0,11
29	21,2	1	0,3
30	19,8	1	0,42
31	19,8	1	0,3
32	21,3	1	0,2
33	26,9	1	0,4
34	15,9	2	0,22
35	20,4	1	0,5
36	17,6	3	0,26
37	23,7	2	0,3
38	16,2	1	0,3
39	14,3	1	0,1
40	15,4	2	0,18
41	15,8	1	0,2
42	10,7	1	0,2
43	18,8	1	0,35
44	16,7	2	0,35
45	13,6	1	0,28
46	20,8	4	0,25
47	21,1	1	0,23
48	19,1	2	0,3
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO

**Mortiño clon de planta madre del Atacazo**

Actividad: 2<sup>da</sup> Toma de datos

Fecha: 31/05/2021

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
1	12,35	1	0,15
2	9,1	1	0,11
3	10,9	1	0,15
4	14,42	2	0,35
5	16,7	1	0,2
6	18,2	2	0,25
7	13,2	1	0,29
8	18	1	0,25
9	16,4	1	0,18
10	20,6	2	0,25
11	20,1	1	0,3
12	17,6	1	0,3
13	17,8	1	0,3
14	31,2	3	0,2
15	24,9	1	0,5
16	15,6	1	0,15
17	21,2	1	0,35
18	21,9	1	0,45
19	27	1	0,45
20	13,6	1	0,25
21	19,2	2	0,35
22	24,6	1	0,35
23	36	4	0,3
24	17,6	3	0,28
25	30,8	2	0,4

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
26	23,6	3	0,4
27	28,9	1	0,22
28	28,1	1	0,4
29	35,3	1	0,4
30	33,2	1	0,5
31	22,2	1	0,5
32	30,3	1	0,35
33	32,8	1	0,52
34	18,9	2	0,25
35	37,2	1	0,6
36	24,8	3	0,35
37	29,8	2	0,4
38	17,3	1	0,35
39	15,7	1	0,12
40	23,3	2	0,12
41	18,3	1	0,25
42	22,6	1	0,5
43	21,8	1	0,4
44	17,7	2	0,4
45	16,1	1	0,4
46	24,6	4	0,3
47	24,2	1	0,3
48	30,6	2	0,4
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello

**Mortiño clon de planta madre del Atacazo**

Actividad: 3ª Toma de datos

Fecha: 30/06/2021

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
1	15,42	1	0,18
2	10,4	1	0,2
3	11,3	1	0,22
4	15,3	2	0,42
5	18,3	1	0,4
6	19,4	2	0,5
7	20,5	1	0,5
8	20,8	1	0,35
9	17,4	1	0,29
10	29,5	2	0,4
11	25,8	1	0,5
12	22,5	1	0,46
13	19,8	1	0,4
14	30,4	3	0,4
15	37,7	1	0,75
16	19,5	1	0,3
17	23,3	1	0,5
18	24,8	1	0,6
19	28,6	1	0,65
20	23,5	1	0,4
21	21,2	2	0,5
22	34,8	1	0,48
23	37,8	4	0,53
24	24,9	3	0,43
25	44	2	0,58

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
26	27,1	3	0,6
27	37,2	1	0,35
28	40,2	1	0,8
29	43,2	1	0,73
30	37,3	1	0,75
31	23,6	1	0,7
32	39,2	1	0,5
33	40,2	1	0,75
34	23,1	2	0,65
35	48,2	1	0,8
36	31,8	3	0,5
37	30,1	2	0,65
38	19,4	1	0,5
39	16,5	1	0,15
40	29,1	2	0,35
41	22,2	1	0,55
42	31,4	1	0,6
43	22,1	1	0,45
44	21,2	2	0,5
45	18,1	1	0,45
46	29,3	4	0,5
47	28,7	1	0,42
48	34,8	2	0,6
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO

**Mortiño clon de planta madre del Atacazo**

Actividad: 4<sup>ta</sup> Toma de datos

Fecha: 30/07/2021

Plan.	Altura	Tallos	DAC
N°	cm	N°	cm
1	19,1	1	0,22
2	11	1	0,26
3	14,4	1	0,29
4	18,8	2	0,58
5	19,2	1	0,48
6	28,6	2	0,54
7	26,5	1	0,52
8	23,8	1	0,44
9	26	1	0,36
10	30,3	2	0,45
11	33,2	1	0,59
12	35,9	1	0,55
13	21,2	1	0,5
14	36,1	3	0,55
15	48,8	1	0,88
16	28,4	1	0,61
17	27,7	1	0,7
18	40,2	1	0,7
19	30,6	1	0,75
20	32,8	1	0,54
21	24,3	2	0,51
22	43,8	1	0,76
23	42,5	4	0,73
24	38,4	3	0,64
25	47,8	2	0,77

Plan.	Altura	Tallos	DAC
N°	cm	N°	cm
26	37,8	3	0,64
27	43,5	1	0,94
28	44	1	0,9
29	50	1	0,84
30	44,5	1	0,86
31	38,4	1	0,81
32	52,4	1	0,52
33	52	1	0,83
34	39,5	2	0,69
35	52,8	1	1,02
36	46,8	3	0,64
37	38,8	2	0,7
38	30	1	0,56
39	17,2	1	0,23
40	33,2	2	0,48
41	34	1	0,7
42	32,3	1	0,66
43	32,2	1	0,52
44	32,2	2	0,71
45	20,4	1	0,55
46	38	4	0,68
47	31,5	1	0,46
48	40,3	2	0,82
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO

**Mortiño clon de planta madre del Atacazo**

Actividad: 5<sup>ta</sup> Toma de datos

Fecha: 31/08/2021

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
1	30	1	0,32
2	13,5	1	0,33
3	25	1	0,38
4	21	2	0,65
5	24	1	0,64
6	30	2	0,66
7	35	1	0,69
8	25	1	0,66
9	32	1	0,55
10	34	2	0,60
11	40	1	0,69
12	47	1	0,59
13	25	1	0,56
14	35	3	0,65
15	48	1	1,10
16	38	1	0,37
17	36	1	0,34
18	55	1	0,90
19	48	1	0,92
20	36	1	0,65
21	39	2	0,64
22	45	1	1,16
23	44	4	0,38
24	49	3	0,84
25	51	2	0,91

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
26	41	3	0,72
27	50	1	1,09
28	49	1	1,09
29	55	1	0,86
30	46	1	1,14
31	50	1	1,06
32	54	1	0,92
33	57	1	0,98
34	54	2	0,83
35	57	1	1,20
36	52	3	0,89
37	41	2	0,91
38	38	1	0,76
39	20	1	0,38
40	46	2	0,54
41	39	1	0,89
42	36	1	0,85
43	35	1	0,65
44	43	2	0,84
45	25	1	0,61
46	39	4	0,85
47	38	1	0,52
48	45	2	1,18
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS CONCENTRACIONES DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA FASE VEGETATIVA EN EL CULTIVO DE MORTIÑO (*Vaccinium floribundum*, Kunth) EN INVERNADERO

**Mortiño clon de planta madre del Atacazo**

Actividad: \_\_\_\_\_

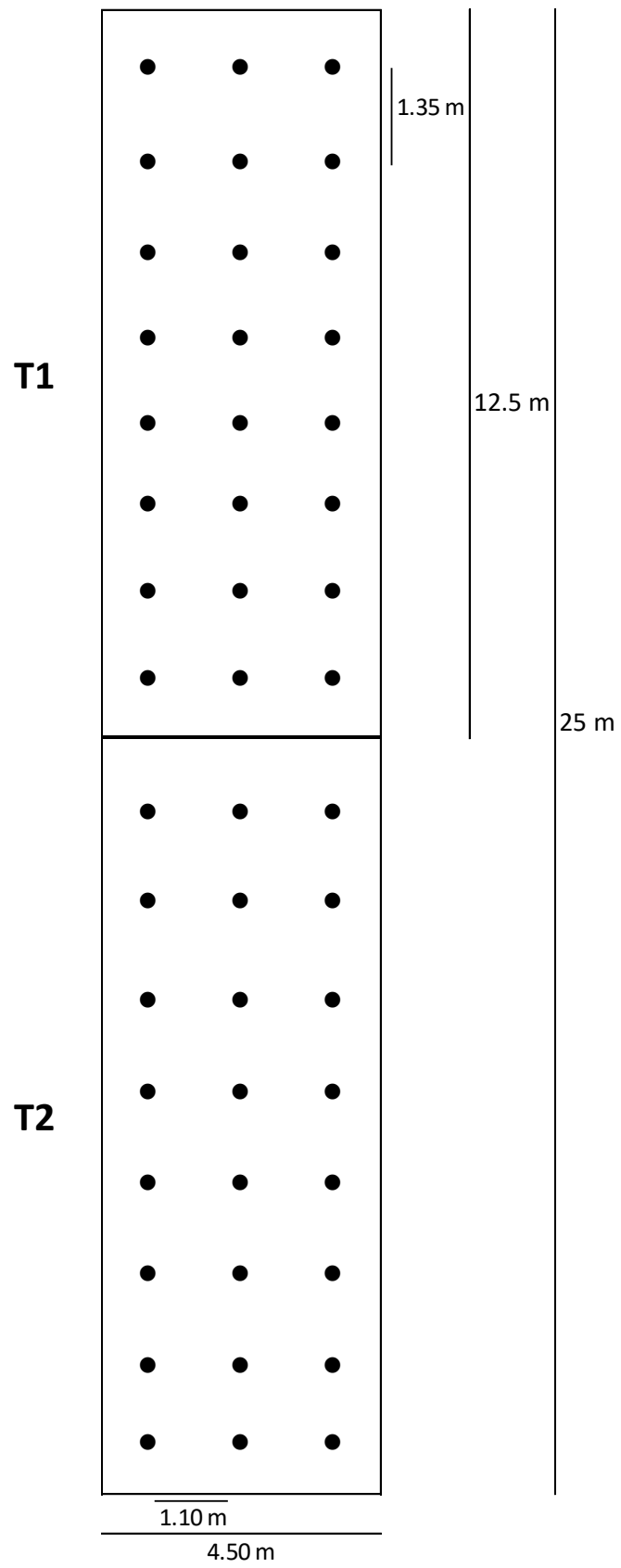
Fecha: 30/09/2021

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
1	36,6	1	0,6
2	17,5	1	0,48
3	36,5	1	0,35
4	26	2	0,71
5	37,2	1	0,66
6	36,8	2	0,89
7	42,1	1	0,85
8	34,5	1	0,80
9	29,8	1	0,92
10	49,8	2	0,53
11	46,5	1	1,25
12	56,5	1	1,06
13	37,1	1	0,91
14	40,2	3	0,84
15	51,4	1	1,25
16	49,2	1	1,15
17	46,6	1	1,04
18	64,3	1	0,96
19	62,4	1	0,97
20	39,5	1	0,79
21	44	2	0,80
22	43,5	1	0,92
23	42,8	4	0,77
24	51,2	3	1,06
25	55,2	2	1,00

Plan. N°	Altura cm	Tallos N°	DAC cm
26	52,6	3	1,07
27	57,2	1	1,19
28	52,1	1	1,23
29	52,2	1	0,83
30	52,5	1	1,30
31	53,0	1	1,18
32	54,8	1	0,93
33	69,8	1	1,21
34	67,3	2	1,0
35	57,8	1	1,37
36	51,8	3	0,98
37	55,2	2	1,02
38	41,2	1	0,85
39	19,5	1	0,16
40	52,2	2	0,93
41	40,6	1	0,96
42	51,8	1	0,83
43	54,2	1	0,88
44	47,8	2	0,88
45	30,2	1	0,92
46	44,6	4	0,92
47	45,0	1	1,05
48	47,5	2	0,93
49			
50			

DAC: Diámetro altura del cuello

ANEXO G: CROQUIS DEL EXPERIMENTO



**ANEXO H: PRESUPUESTO DEL EXPERIMENTO**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Investigador*</b>				
Principal	Día	20.00	100.00	2000.00
Auxiliar	Día	20.00	50.00	1000.00
<b>Subtotal</b>				3000.00
<b>Equipos y herramientas</b>				
Gotos	Unidad	50.00	0.40	20.00
Fundas plásticas de 25 u	Paquete	4.00	20.00	80.00
<b>Subtotal</b>				100.00
<b>Preparación del sustrato</b>				
Cascarilla de arroz	m <sup>3</sup>	3.00	10.00	30.00
Turba	Saco	1.00	45.00	45.00
Mezclado y llenado de fundas	Jornal	2.00	15.00	30.00
<b>Subtotal</b>				105.00
<b>Insumos</b>				
Plántula de Mortiño	Unidad	50.00	0.80	40.00
Nitrato de Potasio	kg	2.00	1.41	2.82
Nitrato de Calcio	kg	2.00	0.66	1.32
Nitrato de Amonio	kg	1.00	1.35	1.35
Sulfato de potasio	kg	2.00	2.86	5.72
Sulfato de magnesio	kg	2.00	0.45	0.90
Sulfato de Amonio	kg	2.00	1.35	2.70
Ácido fosfórico	L	1.00	15.00	15.00
Ácido sulfúrico	L	1.00	15.00	15.00
Tradecorp AZ	kg	1.00	20.00	20.00
Raizyner gns	L	1.00	15.40	15.40
Engeo	L	1.00	98.00	98.00
<b>Subtotal</b>				218.21
<b>Labores Culturales</b>				
Trasplante	jornal	1.00	15.00	15.00
Aplicación de solución nutritiva	jornal	2.00	15.00	30.00
Control manual de malezas	jornal	2.00	15.00	30.00
Controles fitosanitarios	jornal	3.00	15.00	45.00
<b>Subtotal</b>				120.00

<b>Materiales de oficina</b>				
Marcador permanente	Unidad	5.00	2.00	10.00
Etiquetas	Rollo	2.00	4.00	8.00
Libro de Campo	Unidad	1.00	5.00	5.00
Hojas	Resma	5.00	5.00	25.00
<b>Subtotal</b>				48.00
<b>Movilización</b>				
Movilización a la investigación	Unidad	20.00	10.00	200.00
<b>Subtotal</b>				200.00
<b>Servicios de Laboratorio</b>				
Análisis químico agua	Unidad	1.00	80.00	80.00
Análisis físico sustrato	Unidad	1.00	30.00	30.00
Análisis microbiológico sustrato	Unidad	1.00	35.40	35.40
Análisis químico sustrato	Unidad	1.00	38.00	38.00
<b>Subtotal</b>				183.40
<b>Publicación de tesis</b>				
Empastado	Unidad	8.00	10.00	80.00
Documento impreso	Unidad	8.00	10.00	80.00
Visita del tribunal de tesis	Unidad	1.00	100.00	100.00
<b>Subtotal</b>				260.00
<b>Subtotal costos directos</b>				4234.61
<b>Costos Indirectos</b>				
Imprevistos 5%				211.73
<b>Subtotal costos indirectos</b>				211.73
<b>Total</b>				4446.34



**Foto 1:** Material vegetal.



**Foto 2:** Preparación de sustrato



**Foto 3:** Trasplante a macetas.



**Foto 4:** Aforo de goteros.



**Foto 5:** Tanque de 500 L



**Foto 6:** Equipo de sistema de riego



**Foto 7:** Fertilizantes para preparación de solución nutritiva



**Foto 8:** Preparación de solución nutritiva



**Foto 9:** Experimento con sistema de riego



**Foto 10:** Limpieza de tanque



**Foto 11:** Deshierbe y limpieza de invernadero.



**Foto 12:** Alineamiento de macetas.



**Foto 13:** Medición de diámetro de planta



**Foto 14:** Medición de altura de planta





**Foto 15:** Ataque de pulgón en planta de mortiño



**Foto 16:** Aplicación de insecticida para control de pulgón.



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 06 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Daniel Alejandro Díaz Belduma
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Agrónomo
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo



0823-DBRA-UTP-2023