

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE CINCO DIFERENTES SUSTRATOS PARA EL  
ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ARANDANO (*Vaccinium Corymbosum*  
L.) var. BILOXY EN EL DISTRITO DE LEYMEBAMBA, REGIÓN DE  
AMAZONAS.**

**T E S I S**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentada por el Bachiller:  
WILLY JOSSIMAR OCAMPO JÁUREGUI**

**ASESOR:  
Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez**

**CAJAMARCA – PERÚ**


**2024**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. **Investigador:** Willy Jossimar Ocampo Jáuregui  
DNI: 44726531  
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez  
Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias
3. **Grado académico o título profesional:**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. **Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. **Título de Trabajo de Investigación:** EFECTO DE CINCO DIFERENTES SUSTRATOS PARA ELENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ARANDANO (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. BILOXY EN EL DISTRITO DE LEYMEBAMBA, REGIÓN DE AMAZONAS.
6. **Fecha de evaluación:** 28/08/2024
7. **Software antiplagio:**  TURNITIN    URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 23%
9. **Código Documento:** oid:3117:376391352
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 23%  
 APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 28/08/2024

Firma y/o Sello  
Emisor Constancia

  
Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez  
DNI: 26613954



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los seis días del mes de julio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 050-2023-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "EFECTO DE CINCO DIFERENTES SUSTRATOS PARA EL ENRAÍZAMIENTO DE ESTACAS DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) Var. BILOXY EN EL DISTRITO DE LEYMEBAMBA REGIÓN DE AMAZONAS", realizada por el Bachiller WILLY JOSSIMAR OCAMPO JÁUREGUI para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las ocho horas y veinte minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las nueve horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
PRESIDENTE

MBA Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda  
SECRETARIO

Dr. Wilfredo Poma Rojas  
VOCAL

Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martinez  
ASESOR

## DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto a mis padres Enner y Violeta por darme la vida, por su amor, cariño, dedicación, entrega, por su confianza puesta en mí, por la paciencia y apoyo incondicional para llegar a ser alguien.

A mis abuelos Manuel, Francisco, Cotita y Carmen.

A mis hermanas Denisse, Saly y a mis queridas sobrinas Crystel y Gelian por su gran apoyo en todo sentido

A Dios por guiar y cuidar de mí, a mi enamorada Nancy Zuta por alentarme en todo momento y no dejarme retroceder, por brindarme su inmenso amor y por ser el soporte y dar otro sentido a mi vida.

**El autor**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias al ser divino Dios Amor quien me guía en cada paso y éste es uno especial.

Gracias a mis padres que sembraron en mi alma la semilla de la fortaleza y amor para caminar los senderos de la vida.

A mi asesor Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez, por su valioso tiempo, conocimientos que compartió conmigo y su constante motivación para no detenerse frente a cualquier obstáculo que se presente en el camino, de esa manera se pudo realizar y concretar esta investigación.

Un agradecimiento muy especial a los dueños de la empresa que laboro, la familia Farjé Vergaray que me apoyaron en la instalación de mi trabajo así mismo por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en mi vida laboral.

A todos los seres maravillosos que están conmigo en todo momento, en especial a mis familiares, maestros de la Universidad, mis amigos, compañeros de trabajo y a todos aquellos que de alguna forma me han apoyado para poder cumplir este objetivo.

A todos ellos, muchas gracias, gracias totales.

**El autor**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación	2
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivo específico	3
1.4 Hipótesis de investigación	3
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Origen del arándano ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	7
2.2.2 Taxonomía	7
2.2.3 Morfología	8
2.2.4 Requerimientos agroclimáticos	9
2.2.5 Propagación del arándano	10
2.2.5.1 Propagación convencional	11
2.2.5.2 Propagación vegetativa	11
2.2.5.3 Vástagos	12
2.2.5.4 Sustratos	12
2.2.6 Propiedades físicas del sustrato	13
2.2.7 Propiedades químicas	16
2.2.7.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	16
2.2.7.2 pH	17
2.2.7.3 Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	18
2.2.7.4 Relación carbono nitrógeno	19

2.2.7.5	Materia orgánica	19
2.2.7.6	Toxicidad del sustrato	19
2.2.8	Propiedades biológicas	20
2.2.8.1	Velocidad de descomposición	20
2.2.9	Elaboración de mezclas de sustratos	20
2.2.10	Desinfección de sustrato	21
2.2.11	Principales materiales utilizados como sustratos	21
a	Tierra orgánica rubia	21
b	Tierra orgánica negra	21
c	Aserrín de pino	22
d	Pajilla de arroz	22
e	Arena de río	23
2.2.12	Definición de términos	23
2.2.12.1	Granulometría	24
2.2.12.2	Porosidad	24
2.2.12.3	Berries	24
2.2.13.4	Vivero	24
2.2.13.5	Enraizamiento	25
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>26</b>
3.1	Ubicación	26
3.2	Materiales	26
3.2.1	Material biológico	27
3.2.2	Material de campo	27
3.2.3	Fungicida y hormonas	27
3.2.4	Material de gabinete	28
3.3	Análisis físico químico de los sustratos en investigación	28
3.4	Metodología	28
3.5	Descripción del campo experimental y tratamientos	29
3.5.1	Diseño estadístico	30
3.5.2	Actividades realizadas en desarrollo de la investigación	31
3.5.3	Parámetros evaluados en el trabajo de investigación	32
3.5.4	Trabajo de gabinete	33
3.5.5	Registro de datos de campo	33
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>34</b>

<b>4.1</b>	<b>Variables de la parte aérea y parte radicular</b>	<b>34</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Número de hojas por estaca</b>	<b>34</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Mortalidad de estaca (5%)</b>	<b>36</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Longitud de hojas (cm)</b>	<b>39</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Ancho de hoja (cm)</b>	<b>41</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>43</b>
<b>4.1.6</b>	<b>Materia seca de raíz (g)</b>	<b>45</b>
	<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>48</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>48</b>
	<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>49</b>
	<b>CAPÍTULO VII: ANEXOS</b>	<b>56</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Condiciones de temperatura y humedad relativa del invernadero	26
2	Análisis físico químico de los sustratos en estudio.	29
3	Tratamientos en estudio	30
4	Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas por estaca (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$ , X: dato)	34
5	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de hojas por estaca.	35
6	Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de mortalidad de estacas de arándano (datos transformados con $Y = \text{Arcosen } \sqrt{X}$ , X: porcentaje)	36
7	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el porcentaje de mortalidad de estacas de arándano.	37
8	Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hojas	39
9	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud de hojas	40
10	Análisis de varianza (ANOVA) para ancho de hojas	41
11	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el ancho de hojas.	42
12	Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz	43
13	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud de raíz	44
14	Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de raíz	45
15	Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad la materia seca raíz	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Propagación de estacas arándano	12
2	Curva de liberación de agua de los sustratos (De Boodt et al., 1974)	16
3	Ubicación del experimento en estudio (vivero).	27
4	Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos	31
5	Número de hojas por estaca obtenido en cada sustrato	35
6	Porcentaje de mortalidad de estacas de arándano, obtenido en cada sustrato	38
7	Largo de hojas obtenida en cada sustrato.	40
8	Ancho de hojas por estaca obtenido en cada sustrato.	42
9	Longitud de raíz obtenido en cada sustrato.	44
10	Materia seca de raíz obtenidas en cada sustrato	47
11	Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 1.	56
12	Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 2.	57
13	Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 3.	58
14	Siembra de plantas madre de arándano	59
15	Recolección de tierra orgánica rubia	59
16	Recolección de tierra orgánica negra	60
17	Recolección de pajilla de arroz	60
18	Recolección de aserrín de pino.	60
19	Recolección de arena de rio	61
20	Llenado de bandejas con sus respectivos sustratos	61
21	Desinfección de sustratos en sus bandejas usando Ridomil.	61
22	Desinfección del área donde se pondrá las bandejas con Ridomil	62

<b>23</b>	<b>Recolección de estacas de plantas madre</b>	<b>62</b>
<b>24</b>	<b>Preparación de las dosis para desinfección y enraizante</b>	<b>62</b>
<b>25</b>	<b>Enraizantes Root horor y fungicida Previcur</b>	<b>63</b>
<b>26</b>	<b>Siembra de estacas en la diferentes dosis de sustratos</b>	<b>63</b>
<b>27</b>	<b>Instalación del experimento bajo condiciones de invernadero</b>	<b>63</b>
<b>28</b>	<b>Evaluación en los diferentes sustratos</b>	<b>64</b>
<b>29</b>	<b>Evaluación de tesis de los diferentes sustratos</b>	<b>64</b>
<b>30</b>	<b>Siembra de tratamiento 1 (100% aserrín de pino)</b>	<b>64</b>
<b>31</b>	<b>Evaluación a los 95 días (100% aserrín de pino)</b>	<b>65</b>
<b>32</b>	<b>Características del plantín de tratamiento 1 (100 % aserrín de pino)</b>	<b>65</b>
<b>33</b>	<b>Características morfológicas del plantín de tratamiento 1 (100 % aserrín de pino)</b>	<b>65</b>
<b>34</b>	<b>Siembra tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz)</b>	<b>66</b>
<b>35</b>	<b>Evaluación a los 95 días (100 % pajilla de arroz)</b>	<b>66</b>
<b>36</b>	<b>Características del plantín de tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz).</b>	<b>66</b>
<b>37</b>	<b>Características morfológicas del plantín de tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz)</b>	<b>67</b>
<b>38</b>	<b>Siembra tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia)</b>	<b>67</b>
<b>39</b>	<b>Evaluación a los 95 días (100 % tierra orgánica rubia).</b>	<b>67</b>
<b>40</b>	<b>Características del plantín de tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia).</b>	<b>68</b>
<b>41</b>	<b>Características morfológicas del plantín de tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia)</b>	<b>68</b>
<b>42</b>	<b>Siembra tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra)</b>	<b>68</b>
<b>43</b>	<b>Evaluación a los 95 días (100 % tierra orgánica negra).</b>	<b>69</b>
<b>44</b>	<b>Características del plantín de tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra).</b>	<b>69</b>
<b>45</b>	<b>Características morfológicas del plantín de tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra)</b>	<b>69</b>
<b>46</b>	<b>Siembra tratamiento 5 (100 % arena de río - testigo).</b>	<b>70</b>

<b>47</b>	<b>Evaluación a los 95 días (100 % arena de río - testigo)</b>	<b>70</b>
<b>48</b>	<b>Características del plantín de tratamiento 5 (100 % arena de río - testigo).</b>	<b>70</b>
<b>49</b>	<b>Características morfológicas del plantín de tratamiento 5 (100 % arena de río - testigo)</b>	<b>71</b>
<b>50</b>	<b>Trasplante en bolsas para desarrollar parte aérea y raíz</b>	<b>71</b>
<b>51</b>	<b>Siembra a campo definitivo.</b>	<b>71</b>
<b>52</b>	<b>Siembra de plantines a campo definitivo</b>	<b>72</b>
<b>53</b>	<b>Floración y fruta de plantines de arándano en 4 meses</b>	<b>72</b>
<b>54</b>	<b>Cosecha de fruto de arándano</b>	<b>73</b>

## RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de cinco sustratos en la calidad de plantines de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo invernadero. Se compararon T1 (aserrín de pino), T2 (pajilla de arroz), T3 (tierra orgánica rubia), T4 (tierra orgánica negra) y T5 (arena de río, testigo), utilizando un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Las variables analizadas fueron número de hojas, mortalidad de estacas, longitud y ancho de hojas, longitud de raíz y materia seca de raíz. Los resultados muestran, que a los 90 días, T4 destacó significativamente en la mayoría de las variables, con 17 hojas por estaca, una mortalidad del 9.37%, hojas de 2 cm de longitud y 1.20 cm de ancho, y raíces de 5.50 cm. T1 también mostró resultados favorables, aunque en menor medida. Los sustratos T2, T3 y T5 no mostraron efectos significativos. Se concluye que el sustrato T4 es el más adecuado para la producción de plantines de arándano en condiciones de invernadero, seguido por T1, mientras que los demás sustratos presentan limitaciones considerables.

**Palabras claves:** Sustratos, Plantines, arándano.

## SUMMARY

The present study evaluated the effect of five substrates on the quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) seedlings under a greenhouse. T1 (pine sawdust), T2 (rice straw), T3 (blonde organic soil), T4 (black organic soil) and T5 (river sand, control) were compared using a completely randomized block design with 4 repetitions. The variables analyzed were number of leaves, cutting mortality, leaf length and width, root length and root dry matter. The results show that at 90 days, T4 stood out significantly in most of the variables, with 17 leaves per cutting, a mortality of 9.37%, leaves of 2 cm in length and 1.20 cm in width, and roots of 5.50 cm. T1 also showed favorable results, although to a lesser extent. Substrates T2, T3 and T5 did not show significant effects. It is concluded that the T4 substrate is the most suitable for the production of blueberry seedlings in greenhouse conditions, followed by T1, while the other substrates present considerable limitations.

**Keywords:** Substrates, Plantines, blueberry.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente, dentro de los países principales en consumo de arándano se encuentran Estados Unidos y Holanda; esto se refleja en las cifras de intercambio comercial; las importaciones mundiales de arándano, mostraron un aumento del 16% respecto al 2015, donde ambos países importaron alrededor de 211,777 y 23,896 toneladas respectivamente; así mismo el consumo per cápita anual de 798 gr/hab y 1,262 gr/hab, siendo la presentación en fresco la más consumida en dichos países (Trademap, 2016).

Según MIDAGRI (2021), con un periodo de referencia del 2014 al 2019 menciona que en el Perú existe una superficie instalada de 8 509 ha con el cultivo de arándano, con una producción de 124 724 toneladas, de los cuales el departamento de la Libertad presenta el 78.3%, seguido por Lambayeque 11.1%, Lima con 4.5%, Ancash 3.1% y otros con 3.1 %. Actualmente en la provincia de Chachapoyas región de Amazonas se ha intensificado la instalación y producción de este cultivo, con buenas cosechas y buena aceptación en el mercado local.

El éxito en el desarrollo y producción en el cultivo de arándano, radica en prever buenos plantines en vivero antes del paso a campo definitivo, esto debido que, con plantas vigorosas, enraizamientos adecuados y buenos caracteres agronómicos se puede asegurar un alto porcentaje de prendimiento en campo abierto y con ello una futura buena producción, con las labores culturales propias del cultivo.

Frente a este contexto, el presente trabajo de investigación busca determinar el efecto de 5 sustratos en la propagación de estacas de arándanos a partir de plántulas producidas in vitro. El objetivo es lograr un desarrollo óptimo con características fenotípicas favorables, de modo que las plantas puedan ser trasladadas a campo abierto en condiciones adecuadas y garantizar una larga duración del cultivo.

## **1.1. Problema de investigación**

Una de las principales limitaciones para la expansión del cultivo de arándanos en la región de Amazonas es la propagación de las plantas. La falta de información sobre sustratos adecuados para el desarrollo inicial de plántulas en vivero, antes de ser trasplantadas al campo, dificulta la disponibilidad de plántulas de calidad en el mercado local, lo que a su vez eleva los precios.

En la actualidad, los productores de arándanos en la región de Amazonas se ven obligados a transportar plantas desde viveros ubicados en La Libertad y/o Lambayeque, lo que implica costos adicionales por transporte e intermediarios, así como la necesidad de aclimatar las plantas antes de su plantación definitiva.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de cinco tipos de sustratos en el desarrollo de estacas de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) variedad Biloxy para su enraizamiento y crecimiento foliar bajo condiciones de invernadero?



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Comparar el efecto de cinco sustratos para el enraizamiento y crecimiento foliar de estacas de arándano var. Biloxy (*Vaccinium Corymbosum* L.) bajo condiciones de invernadero, en la región de Amazonas.

#### **1.3.2. Objetivo específico**

- Determinar el crecimiento radicular y foliar, en estacas de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy., con aserrín de pino, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el crecimiento radicular y foliar, en estacas de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy., con pajilla de arroz, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el crecimiento radicular y foliar, en estacas de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy., con Tierra orgánico rubia, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el crecimiento radicular y foliar, en estacas de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy., con Tierra orgánica negro, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el crecimiento radicular y foliar, en estacas de arándanos (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy., con arena de río (testigo), bajo condiciones de invernadero.

### **1.4. Hipótesis de investigación**

Al menos el efecto de alguno de los cinco tratamientos utilizados como sustratos, es diferente en el crecimiento de estacas de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy en crecimiento radicular y crecimiento foliar, en el ámbito de la región Amazonas.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. A Nivel internacional

En el estudio de Villegas (2021), se investigaron tres sustratos distintos para el cultivo de arándano variedad Biloxi en la parroquia Montalvo, Ecuador. Los sustratos evaluados fueron cascarilla de arroz, Pindstrup y una mezcla de fibra de coco con perlita. Se examinaron diversas variables, como el número de brotes, el número de hojas, el diámetro de los brotes y la altura de las plantas, entre otras. Los hallazgos revelaron que la cascarilla de arroz y la combinación de fibra de coco con perlita tuvieron un impacto positivo en las características morfofisiológicas de las plantas de arándano, destacándose como los sustratos más efectivos. Además, se concluyó que estos sustratos podrían proporcionar mayores beneficios económicos en comparación con el sustrato Pindstrup.

##### 2.1.2. A Nivel nacional

Fernández (2023) investigó el crecimiento de plántulas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en un vivero, empleando diversos sustratos porosos. El estudio se desarrolló en el departamento de Ucayali, a una altitud de 150 metros sobre el nivel del mar, con el propósito de evaluar el crecimiento de plántulas en diferentes sustratos porosos. Se utilizaron 40 plantones de arándano de un mes de edad, procedentes del vivero ForJhem en Cajamarca. Los plantones fueron cultivados de manera tradicional, sin la aplicación de tecnología avanzada, siguiendo un diseño completamente al azar que incluyó cuatro tratamientos con sustratos porosos: tierra agrícola (testigo), perlita

de tecnopor, cascarilla de arroz y arena, en una proporción de 3:2:5. La evaluación se llevó a cabo 120 días después del inicio del experimento. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la altura (cm), diámetro (mm), número de brotes y número de hojas, siendo el tratamiento T3 (cascarilla de arroz) el más efectivo, con un crecimiento en altura de 61,70 cm, un diámetro de 4,4759 mm, 7,70 brotes y 22,10 hojas por planta.

En su investigación, Flores (2021) evaluó el efecto de diez tipos de sustratos sobre la formación del cepellón en plántulas de *Vaccinium corymbosum* Var. Biloxi, en la región de Trujillo - La Libertad. El estudio utilizó 60 plántulas de arándano, las cuales fueron cultivadas in vitro, empleando un diseño completamente aleatorizado con 10 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos consistieron en diversas combinaciones de fibra de coco con pajilla de arroz, kekkila y musgo, en distintas proporciones. Las variables analizadas incluyeron la altura de la planta (AP), el número de hojas (NH), la retención del cepellón (RC) y la longitud de la raíz (LR). Los resultados mostraron que el tratamiento T10, compuesto por 50% de fibra de coco y 50% de musgo, fue el más efectivo, obteniendo la mayor altura de planta (10,33 cm), el mayor número de hojas (11), la mayor longitud de raíz (12,27 cm), y la mejor retención del cepellón (82,16 g).

### **2.1.3. A Nivel Local**

Robledo et al. (2020) llevaron a cabo un estudio titulado "Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales", con el objetivo de evaluar el rendimiento agronómico de cuatro variedades de arándanos utilizando tres sustratos en tres altitudes diferentes. Los experimentos se desarrollaron siguiendo un diseño en bloques completamente al azar con un arreglo factorial de los tratamientos (variedad x sustrato), realizándose ensayos independientes en tres localidades ubicadas en la ceja de selva

de Chachapoyas, Amazonas - Perú, con altitudes que oscilan entre 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba de Tukey. Los resultados revelaron diferencias significativas entre los niveles de ambos factores, aunque no se observaron efectos de interacción entre ellos. La variedad Biloxi destacó por su mayor altura de planta, ramificación y rendimiento en las diversas áreas de estudio. Además, la capacidad de ramificación fue significativamente superior en plantas establecidas en un sustrato compuesto por turba de pino, turba de bosque y suelo franco arenoso.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Origen del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

Las tres especies de arándano más comerciales provienen de Norteamérica, *Vaccinium angustifolium* Alton, *Vaccinium corymbosum* L. y *Vaccinium asshei* Reade.

El arándano es una planta de tipo arbustivo con diversas especies, siendo el arándano bajo la variedad que domina la mayor parte de la producción mundial. Esta especie crece de manera silvestre en regiones de Norteamérica, su lugar de origen, y prospera en áreas caracterizadas por climas fríos y suelos ácidos (Castillo, 2008).

### 2.2.2. Taxonomía

Carlos Linneo clasifica al arándano taxonómicamente en:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Ericales
Familia	: Ericaceae
Subfamilia	: Vaccinioideae
Tribu	: Vaccinieae
Género	: <i>Vaccinium</i>
Especie	: <i>V. corymbosum</i> L., 1753 (Darwin Foundation, 2024).

### 2.2.3. Morfología de la planta

#### a. Raíz

El sistema radicular del arándano es superficial, con aproximadamente el 80% de las raíces ubicadas en los primeros 40 cm del suelo. Estas raíces son finas y fibrosas, y se distinguen por la ausencia de pelos absorbentes (García, 2010).

El sistema radicular del arándano está formado por numerosas raíces finas, en

su mayoría superficiales y de poca extensión, lo que limita la capacidad de absorción de la planta (Undurraga y Vargas, 2013).

#### **b. Tallo**

El arándano presenta brotes múltiples al inicio que son flexibles, aunque con el tiempo se lignifican (Arias, 2018).

El arándano tiene un pequeño tallo subterráneo, conocido como corona, que es recto, cuadrangular y muy ramificado. Generalmente, este tallo presenta un color marrón-anaranjado, dependiendo de la especie (Infoagro, 2021).

#### **c. Hojas**

Las hojas del arándano son simples y alternas, con una forma elíptico-lanceolada, bordes dentados y un peciolo corto, alcanzando una longitud aproximada de 5 cm (García, 2010).

Las hojas del arándano son simples y alternadas, con una forma que puede ser ovalada o lanceolada. Sus bordes pueden ser enteros o ligeramente aserrados, y el envés de las hojas puede presentar cierta pilosidad. Además, el arándano es una especie autofértil (Corfo, 1989).

#### **d. Flores**

Las inflorescencias del arándano consisten en racimos de 6 a 10 flores por yema. Estas flores son pequeñas y se encuentran en las axilas. El cáliz está compuesto por 4 a 5 sépalos obtusos, mientras que la corola es blanca y está formada por 4 a 5 pétalos fusionados que tienen una forma acampanada (Ubillus, 2019).

Las flores del arándano son pedunculadas y pueden estar ubicadas en las axilas o en la parte terminal de los brotes. Se abren solitarias o en racimos y son de color blanco. La corola es esférica y de color verde, con el estigma sobresaliendo. El ovario está unido al cáliz y contiene entre cuatro y cinco celdas, cada una con uno o más óvulos. La flor tiene entre ocho y diez estambres que están insertados en la base de la corola (Buzeta, 1997).

#### **e. Fruto**

El arándano es una baya redondeada, con un diámetro de 7 a 9 mm, de color negro azulado y cubierta de una capa de pruina azul. En su parte superior presenta un pequeño ribete similar a una coronita. Su carne, de sabor agridulce, es de color vinoso, y en su parte central contiene varias semillas (AREX, 2013).

#### **2.2.4. Requerimientos agroclimáticos**

Los arándanos pueden crecer en una amplia gama de climas, ya que requieren entre 400 y 1,100 horas de frío, lo que corresponde al número acumulado de horas con temperaturas inferiores a 7.2 °C (Bowen, 1986). No obstante, son sensibles a los daños por frío, especialmente cuando se presentan temperaturas muy altas seguidas de heladas severas; estas condiciones pueden causar daño vascular en las yemas, resultando en necrosis en las áreas afectadas (Valenzuela, 1988). Durante el período de maduración de la fruta, temperaturas superiores a 27°C, acompañadas de vientos, pueden provocar el calentamiento y la deshidratación de las bayas (Valenzuela, 1988).

El arándano necesita una humedad constante y es sensible a terrenos con pobre drenaje; en suelos saturados, la planta podría morir en pocos días (Valenzuela, 1988). Para un crecimiento óptimo, el arándano requiere suelos con buena porosidad, lo cual es esencial para mantener una humedad constante y asegurar una adecuada

oxigenación (Soto, 1993).

Los arándanos son altamente sensibles tanto al déficit como al exceso de agua, debido a que sus raíces son superficiales, fibrosas y de poca extensión. Los sistemas de riego localizado son efectivos para mantener el nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo (Undurraga et al., 2013).

El arándano prefiere suelos ácidos, con un pH que varía entre 4 y 5, para su desarrollo. Estos suelos deben ser livianos, con abundante porosidad y materia orgánica (Valenzuela, 1988).

#### **2.2.5. Propagación del arándano**

La propagación de plantas implica su multiplicación mediante métodos tanto sexuales como asexuales. Para lograr una propagación exitosa, es fundamental conocer las técnicas de manipulación mecánica y los procedimientos técnicos asociados, los cuales requieren práctica y experiencia. Además, es crucial entender la estructura y el desarrollo de la planta, ya que este conocimiento es esencial para la ciencia de la propagación (Pérez, s.f.).

La propagación de plantas de arándano puede lograrse mediante varios métodos: semillas, hijuelos, enraizamiento de estacas o micropropagación (propagación in vitro). La propagación por semilla se utiliza principalmente con fines de investigación y desarrollo de nuevas variedades. Aunque la propagación por estacas parece sencilla, presenta desventajas como un bajo rendimiento en el enraizamiento y el riesgo de propagar enfermedades indeseables. En contraste, la micropropagación in vitro ofrece la ventaja de obtener material libre de enfermedades gracias a la total asepsia del proceso (Hartmann y Kester, 1987).



El proceso de producción de plantones incluye cinco fases principales: preparación de la planta madre, establecimiento del cultivo en condiciones de asepsia, multiplicación de los brotes, enraizamiento (tanto in vitro como ex vitro) y aclimatación (Cutz, 2004).

El arándano también puede ser propagado mediante injerto, utilizando *Vaccinium arboreum* Marshall como patrón. Este método permite obtener características deseables como el desarrollo de un tronco único y robusto, así como una mejor adaptación a un rango más amplio de pH (Yang et al., 2016).

#### **2.2.5.1. Propagación convencional**

Las semillas de arándano tardan entre 3 y 4 semanas en germinar, y en algunos casos se les aplica un tratamiento químico o térmico para acelerar el proceso. Para su propagación, las semillas se siembran en semilleros o cajones sobre un sustrato que consiste en dos partes de turba y una de arena. Al año siguiente, las plántulas se trasladan a bolsas, donde permanecen durante 6 u 8 meses. El suelo para los semilleros debe ser suelto para facilitar el desarrollo de un sistema radicular amplio y fuerte. Es crucial que las semillas provengan de frutos de plantas madres seleccionadas, que deben estar bien maduras y presentar características deseables como alto rendimiento, tamaño, color, cicatrización, firmeza, sabor y resistencia a plagas y enfermedades (Agexpront, 2002).

#### **2.2.5.2. Propagación vegetativa**

La propagación mediante estacas es una técnica comercialmente utilizada para el arándano. Este método se basa en la capacidad de las plantas para extenderse y emitir numerosos retoños, brotes del pie y raíces, de los cuales se obtienen brotes semi

leñosos. Para la primera plantación, se recomienda adquirir plantas bien seleccionadas, preferiblemente de 2 años de edad. Se preparan estacas de entre 5 y 6 cm de largo. Posteriormente, de esta plantación inicial se puede extraer material vegetativo o estacas para futuras plantaciones (Agexpront, 2002).

### **Figura 1**

*Propagación de estacas arándano.*



#### **2.2.5.3. Vástagos**

El método más eficaz para propagar arándanos de los tipos Rabbit-eye y Southern Highbush es mediante vástagos de madera tierna. Estos vástagos pueden ser propagados en cualquier momento durante el período de crecimiento activo, pero tienen mayores probabilidades de éxito si se cortan en primavera, justo después de la detención del nuevo crecimiento. Es importante que los vástagos estén pulposos para obtener mejores resultados. Los vástagos provenientes de plantas que están sufriendo sequía no se desarrollan adecuadamente. Los vástagos deben medir entre 15 y 30 cm de largo y tener un diámetro de aproximadamente 5 mm en la base. La última hoja debe estar al menos medio madura. Al cortar los vástagos, deben colocarse en agua o en un costal mojado y transportarse a un lugar sombreado. Se obtienen mejores resultados si se eliminan todas las hojas excepto las tres hojas terminales. Los vástagos cortados deben tener entre 10 y 15 cm de largo y deben ser colocados inmediatamente en agua (Agexpront, 2002).

#### **2.2.5.4. Sustratos**

Benavides (2013) define el sustrato como cualquier material, ya sea natural o sintético, mineral u orgánico, en forma pura o mezclada, cuyo propósito principal es servir como medio para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El sustrato proporciona anclaje y soporte a través del sistema radical, al tiempo que facilita el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

Se han realizado numerosos intentos para caracterizar un sustrato ideal, centrados principalmente en sus propiedades físicas y químicas, ya que estas tienen un gran impacto en la calidad final de la planta. Un sustrato ideal debe tener una alta capacidad de retención de agua y elementos minerales, bajo contenido de sales, un pH óptimo, estabilidad biológica y química después de la esterilización, buen drenaje, baja densidad y facilidad de adquisición (Calderón, 2006).

#### **2.2.6. *Propiedades físicas del sustrato.***

##### **2.2.6.1. Densidad aparente ( $D_A$ )**

La densidad del sustrato se define como la medida que considera su espacio poroso, lo cual indica la porosidad del sustrato y afecta su facilidad de transporte y manejo (Picón, 2013).

Los sustratos suelen tener una densidad aparente baja en comparación con el suelo (Burés, 2002). Aunque los sustratos ligeros son frecuentemente preferidos, a veces no proporcionan el peso necesario para que el contenedor se mantenga en posición (Cabrera, 1999).

En general, se recomienda que la densidad aparente del sustrato no sea tan baja

que impida el anclaje de la planta, ni tan alta que dificulte su manejo y transporte (Alvarado y Solano, 2002).

$$D_A \left( \frac{g}{cm^2} \right) = \frac{PS - Pr}{V}$$

Donde:

- PS: Peso del sustrato en g.
- Pr: Peso del recipiente en g.
- V: Volumen del recipiente en cm<sup>3</sup>.

## **Funciones**

La porosidad de los sustratos puede variar ampliamente, desde un 30% en suelos compactados hasta alrededor del 95% en algunas turbas. En promedio, los buenos suelos pueden alcanzar valores de hasta el 95% o más, recomendándose un mínimo de 85% (Ansorena, 1994).

## **Importancia**

Durante el manejo y manipulación de sustratos y contenedores, es crucial considerar el peso del sustrato como un factor importante para el anclaje de las raíces (Abad et al., 2004).

### **2.2.6.2. Densidad real (D<sub>R</sub>)**

La densidad aparente del sustrato se refiere al peso del sustrato en relación con el volumen que realmente ocupa, excluyendo el volumen de poros dentro y entre las partículas del sustrato y las paredes del contenedor (Burés, 1997).

La densidad de los minerales arcillosos suele ser constante, aproximadamente 2.65 g/cm<sup>3</sup>. Este valor se determina utilizando una balanza y desplazando el aire del sustrato con agua (Díaz, 2004).

### **2.2.6.3. Granulometría**

Alvarado y Solano (2002) recomiendan utilizar una granulometría de mediana a gruesa, con partículas de 0.25 a 2.6 mm de diámetro, que generan poros de 30 a 300 micras. Esta granulometría ofrece una retención adecuada de agua y una buena aireación. Las partículas mayores a 0.9 mm crean poros grandes, lo que resulta en un sustrato con baja retención de agua, pero buena aireación. En contraste, las partículas menores a 0.25 mm producen poros pequeños, lo que reduce la disponibilidad de agua para las plantas y resulta en una aireación deficiente.

### **Funciones**

La granulometría se puede caracterizar fácilmente mediante el tamizado, que consiste en recolectar cada fracción retenida en los diferentes tamices y cuantificar su peso (Díaz, 2004).

El mejor sustrato se define como aquel material de textura media a gruesa, con una distribución del tamaño de los poros entre 30 y 300  $\mu\text{m}$ , equivalente a una distribución del tamaño de las partículas entre 0.25 y 2.5 mm. Este tipo de sustrato proporciona suficiente agua disponible y un adecuado contenido de aire (Abad et al., 2004).

### **Importancia**

El tamaño de las partículas de los sustratos influye en el crecimiento de las plantas al afectar el tamaño de los poros, lo que determina el equilibrio entre el contenido de agua y aire en el sustrato, independientemente del nivel de humedad (Abad et al., 2004).

#### 2.2.6.4. Espacio poroso total (EPT)

El espacio de aire y agua en un sustrato se determina a partir de las densidades real y aparente. Se estima que un volumen de aire y agua superior al 85% es óptimo para un cultivo en contenedores (Burés, 1997). Este parámetro también puede ser determinado en campo y se calcula utilizando la siguiente ecuación (Castellano, 2008).

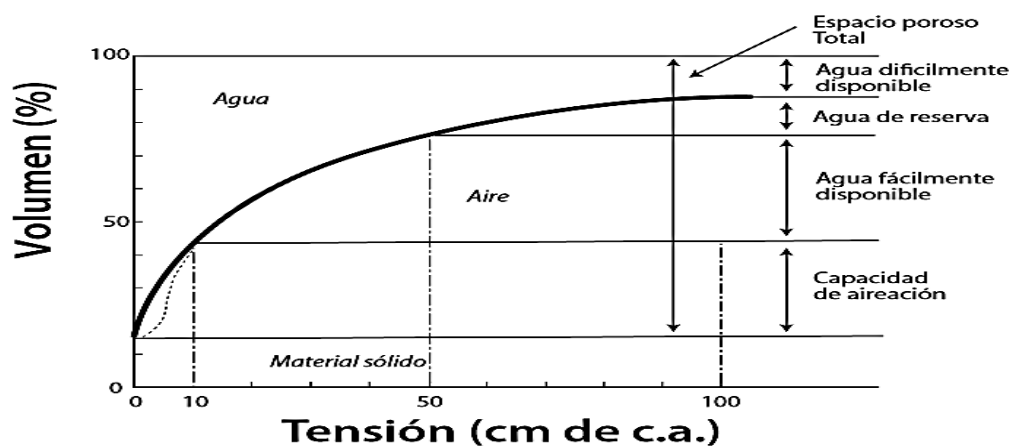
$$EPT(\%) = \left[ 1 - \frac{DA}{DR} \right] * 100$$

Donde:

- da: Densidad aparente, g / cm<sup>3</sup>.
- dr: Densidad real, g / cm<sup>3</sup>, para fines prácticos, si se trata de un sustrato orgánico la dr se considera como 1.5 g / cm<sup>3</sup> y para sustrato mineral como 2.65 g / cm<sup>3</sup>.

#### Figura 2

Curva de liberación de agua de los sustratos (De Boodt et al., 1974).



#### 2.2.7. Propiedades químicas

##### 2.2.7.1. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Los materiales orgánicos poseen una capacidad de intercambio catiónico y los iones cargados negativamente absorben cationes (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, etc.) (Cadahía, 2005).

Nuez, citado por Picón (2013), define CIC como la suma de los cationes cambiabiles que puedan ser absorbidos (por unidad de peso o de volumen) del sustrato.

### **Funciones**

Cuando se determina la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en laboratorio, se observan los cationes intercambiabiles, ya que estos tienen consecuencias agronómicas significativas. La CIC refleja las condiciones reales del medio de cultivo en el que se desarrollan las raíces de la planta (Ansorena, 1994).

### **Importancia**

La capacidad de absorción de cationes no proporciona ventajas en la utilización de material inerte, por lo que se recomienda usar sustratos con baja o nula capacidad de intercambio catiónico (Abad et al., 2004).

Una menor solubilidad de los nutrientes reduce su susceptibilidad a la lixiviación y extiende su período de disponibilidad para las plantas (Cabrera, 1999).

#### **2.2.7.2. pH**

El pH del sustrato controla la disponibilidad de nutrientes para la planta, y sus efectos varían según la especie (Alvarado y Solano, 2002).

El crecimiento y desarrollo de las plantas se reducen notablemente en condiciones de acidez o alcalinidad extremas (Picón, 2013). Valores de pH inferiores a 5 pueden causar deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y boro (B). Por otro lado, valores de pH superiores a 6 pueden provocar problemas en la disponibilidad de hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) (Alvarado y

Solano, 2002).

Los sustratos de origen orgánico tienen una alta capacidad para compensar las variaciones de pH, una propiedad conocida como capacidad buffer (Alvarado y Solano, 2002).

### **2.2.7.3. Conductividad eléctrica ( $dS m^{-1}$ ).**

La conductividad eléctrica del sustrato indica la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Al medir la conductividad eléctrica, se puede determinar la concentración de iones (Burés, 1999). Este valor se reporta en milimhos por centímetro (mS/cm) o decisiemens por metro (dS/m) (Castellano, 2008).

### **Funciones**

Las razones para la acumulación excesiva de sales, que puede causar problemas de salinidad, pueden variar y están relacionadas con diferentes factores (Ansorena, 1994).

- Elevadas sales en alguno del sustrato (turberas salinas extraídas en zonas del mar).
- Aporte excesivo de nutrientes con los abonos o agua de riego.
- Incontrolada de determinados fertilizantes orgánicos (Abad et al., 2004).

### **Importancia**

La concentración total de sales influye en el potencial osmótico del sustrato, el cual está vinculado a la concentración de iones presentes (Burés, 1998). El efecto más común de la salinidad es un retraso general en el crecimiento de la planta. Sin embargo, el impacto no es uniforme en todas las partes de la planta; a menudo, el crecimiento aéreo se ve más afectado que el crecimiento de las raíces (Gallo, 2005).



#### **2.2.7.4. Relación carbono nitrógeno.**

Una relación carbono/nitrógeno (C/N) inferior a 20 se considera óptima para el cultivo en sustrato. En general, se recomienda un valor de 10 a 12 (Picón, 2013).

#### **Funciones**

La relación entre el carbono total y el nitrógeno total indica que, a mayor relación, la descomposición de los materiales es más lenta y la bioestabilidad es mejor. En este contexto, materiales como la corteza y el aserrín de pino, la cascarilla de arroz y las turbas rubias resultan interesantes debido a su alta relación C/N, lo que sugiere una descomposición más lenta y una mayor estabilidad biológica (Lemaire et al., 2005).

#### **2.2.7.5. Materia orgánica**

Los componentes orgánicos de los sustratos incluyen principalmente turbas, corteza de pino y cascarilla de arroz, así como restos de animales muertos, estiércol y compost (Burés, 1998). Según Abad et al. (2004), para alcanzar niveles óptimos en las propiedades químicas de los sustratos orgánicos, se recomienda que la materia orgánica total constituya aproximadamente el 40%.

#### **Funciones**

La presencia de materia orgánica en un sustrato actúa como un reservorio dosificador de nutrientes, lo que contribuye a una disponibilidad constante de estos elementos para la planta (Burés, 1997).

#### **2.2.7.6. Toxicidad del sustrato**

La utilización directa de muchos materiales orgánicos frescos puede presentar

problemas como toxicidad para los cultivos, deficiencia de oxígeno en el sistema radicular, cambios en el color del sustrato y reducción en el crecimiento de las plantas. Es esencial mezclar los materiales constituyentes del sustrato de manera uniforme para evitar estos problemas. En la práctica, las mezclas de sustratos suelen contener entre 2 y 4 ingredientes para obtener las características adecuadas. Sin embargo, se debe prestar especial atención a las sustancias que puedan causar efectos tóxicos en los cultivos (Abad et al., 2014).

## **2.2.8 Propiedades biológicas.**

### ***2.2.8.1 Velocidad de descomposición***

Los sustratos orgánicos, sin importar su estabilidad inicial, pueden ser degradados biológicamente con el tiempo debido a la actividad microbiana. Esta descomposición puede afectar la estructura y las propiedades del sustrato, influyendo en su capacidad para soportar el crecimiento saludable de las plantas (Cadahía, 2005).

### **2.2.9. Elaboración de mezclas de sustratos**

Correcto, tanto los sustratos orgánicos como los inorgánicos a menudo necesitan ser mezclados con otros materiales para alcanzar las propiedades óptimas para el cultivo. La mezcla adecuada asegura una combinación balanceada de características físicas, químicas y biológicas, como la retención de agua, el drenaje, la aireación y la disponibilidad de nutrientes. Además, una mezcla homogénea garantiza una distribución uniforme de estos componentes, lo que es crucial para el desarrollo saludable de las plantas (Abad et al., 2004).

Es cierto que el método de “ensayo y error” para la elaboración de sustratos puede ser un proceso laborioso y costoso, especialmente cuando se trabaja con una

amplia variedad de materiales. Este enfoque implica probar diferentes combinaciones y proporciones para encontrar la mezcla que cumpla con los requisitos deseados. Aunque la experiencia y el sentido común pueden reducir la cantidad de mezclas innecesarias, la optimización de costos y la maximización de la eficiencia de los materiales pueden complicar aún más el proceso. La investigación y el desarrollo de métodos más sistemáticos y basados en principios científicos para la formulación de sustratos pueden ayudar a superar estos desafíos y mejorar la eficacia y economía en la preparación de sustratos para cultivos (Burés, 1997).

#### **2.2.10. Desinfección de sustrato**

La desinfección de sustratos es una práctica crucial en la producción de plantas, especialmente para evitar problemas causados por microorganismos patógenos, semillas de malas hierbas, insectos y nematodos. Este procedimiento ayuda a garantizar un ambiente de crecimiento más controlado y saludable, reduciendo el riesgo de enfermedades y plagas que podrían afectar el desarrollo de las plantas. La desinfección puede llevarse a cabo mediante varios métodos, como el uso de calor, productos químicos o radiación, dependiendo de la naturaleza del sustrato y los objetivos específicos del cultivo (Martínez, 1994).

#### **2.2.11. Principales materiales utilizados como sustratos**

##### ***a. Suelo orgánico rubio***

Es de color pardo claro y se utiliza ampliamente como sustrato para plantines debido a su baja descomposición y a la conservación parcial de la estructura de musgos y plantas que lo componen. Este tipo de suelo presenta excelentes propiedades físicas y químicas, tales como una estructura mullida, alta porosidad total, alta capacidad de

retención de agua, baja densidad aparente y baja salinidad (Kurzmann, 1983).

Se utiliza ampliamente como sustrato para plantines debido a su baja descomposición y a la conservación parcial de la estructura de musgos y plantas que lo componen. Este tipo de suelo favorece la retención de agua y nutrientes, es muy liviano, y posee un pH ácido entre 4 y 5. Se incorpora en mezclas para la siembra y es excelente para el enraizamiento de esquejes, siendo la más utilizada en contenedores debido a su excelente porosidad y capacidad para recibir soluciones nutritivas. Además, proporciona una gran aireación a las raíces y puede ser utilizado inmediatamente después de humedecerlo (Kurzmann, 1983; Vargas, 2008).

#### ***b. Suelo orgánico negro***

El suelo orgánico negro es notable por su capacidad para retener la humedad y su textura franco-arcillosa. Ajenjo (1964) señala que entre sus propiedades más relevantes se encuentran la reserva de bases intercambiables, la capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos esenciales para las plantas, así como una adecuada aireación y estabilidad estructural. Su eficacia se debe en gran medida a las aportaciones de materia orgánica que enriquece la textura del suelo. Esta materia orgánica mejora los suelos arcillosos al descomponerlos, facilitando el drenaje del agua, y también incrementa la retención de agua en suelos arenosos.

#### ***c. Aserrín de pino***

El aserrín de pino ha sido adoptado como medio de cultivo principalmente debido a su bajo costo, ligereza y disponibilidad. Según Resh (1992), el aserrín moderadamente fino o mezclado con una buena proporción de viruta es generalmente más adecuado. Esto se debe a que la humedad se difunde lateralmente de manera más uniforme en

estos casos, en comparación con el aserrín grueso. Esta propiedad mejora la distribución del agua en el medio de cultivo, facilitando un entorno de crecimiento más estable para las plantas.

El aserrín es un sustrato orgánico rico en carbono y pobre en nitrógeno. Cuando se utiliza en cultivo, puede presentar problemas debido a la descomposición parcial que ocurre cuando el aserrín es irrigado con soluciones nutritivas. Durante este proceso, las bacterias que descomponen el aserrín utilizan el nitrógeno de la solución para su crecimiento y reproducción, fijándolo temporalmente. Esto puede llevar a una deficiencia de nitrógeno en las plantas cultivadas en aserrín. Para mitigar este problema, se recomienda compostar el aserrín antes de usarlo como medio de cultivo.

#### **d. Pajilla de arroz**

La pajilla de arroz es un sustrato liviano con buen drenaje y aireación, pero presenta baja retención de humedad inicial, y puede ser difícil mantener una humedad homogénea cuando se usa sola en camas o bancadas. Con el tiempo, su capacidad de retención de humedad mejora. Funciona bien en sistemas de cultivo con canaletas y tiene buena inercia química inicial. Sin embargo, se descompone gradualmente con el paso de los años. La pajilla de arroz puede contener residuos de cosecha, como granos de arroz enteros o fragmentos, así como semillas de otras plantas, lo que puede resultar en problemas de malezas (Calderón, 2001).

Centa (2000) destaca que el uso de cascarilla de arroz como sustrato representa un significativo avance en la utilización de productos alternativos que abundan en la zona. Además, esta práctica contribuye a la reducción progresiva de la acumulación de residuos que, de otro modo, contaminarían el ambiente sin posibilidades de mitigación.

### **e. Arena de río**

La arena es un material ampliamente utilizado en la elaboración de sustratos debido a su fácil obtención, disponibilidad y costo económico. Las recomendaciones sobre su tamaño varían, pero la granulometría más adecuada para su uso en sustratos oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. La arena tiene una capacidad de retención de agua media, alrededor del 20% del peso y más del 35% del volumen, aunque su capacidad de aireación puede disminuir con el tiempo debido a la compactación. Algunos tipos de arena requieren lavado previo para eliminar impurezas. Su durabilidad es alta y se mezcla frecuentemente con turba rubia o negra para el enraizamiento y cultivo en contenedores. La arena reduce la porosidad del medio de cultivo, con una porosidad de aproximadamente 40% del volumen aparente. Dado que no contiene nutrientes y carece de capacidad amortiguadora, se emplea comúnmente en combinación con materiales orgánicos (INFOAGRO, 2010).

## **2.2.12. Definición de términos**

### **2.2.12.1 Granulometría**

La determinación de la distribución de tamaños de las partículas en un sustrato es esencial para evaluar sus propiedades físicas. Según Burés (1997), esto se refiere a cómo se distribuyen los diferentes tamaños de partículas dentro del sustrato. La forma de las partículas de los sustratos suele ser irregular y las partículas no suelen tener un tamaño uniforme (Díaz, 2004). Esta variabilidad en la forma y tamaño de las partículas afecta la capacidad de retención de agua, aireación y otros aspectos del sustrato, influyendo en su efectividad para el cultivo de plantas.

#### **2.2.12.2. Porosidad**

Picón (2013) define la porosidad del sustrato como el volumen total del sustrato que no está ocupado por partículas sólidas, sino por aire o agua. Estos espacios porosos son cruciales para el crecimiento de las raíces, ya que permiten la circulación de aire y el almacenamiento de agua, ambos esenciales para la salud y desarrollo óptimos de las plantas.

#### **2.2.12.3. Berries**

Comúnmente se le conoce como *berry* (con plural en inglés *berries*) a las frutas que son jugosas, redondeadas, de colores vivos, y que pueden ser dulces o ácidas, sin hueso, aunque pueden tener semillas. Biológicamente, una *berry* es una fruta desarrollada a partir del ovario de una sola flor, en la que la capa externa del ovario se transforma en la parte carnosa comestible conocida como el pericarpio.

#### **2.2.12.4. Vivero**

Un vivero es una instalación agronómica dedicada a la crianza y desarrollo de plantas y plántulas. En un vivero se cultivan, germinan y maduran diversas especies vegetales utilizando métodos de propagación adecuados. Además, el vivero está equipado con instalaciones, maquinarias, equipos, herramientas e insumos necesarios para asegurar un funcionamiento eficiente y una producción de alta calidad (Quiñones, 2015).

#### **2.2.12.5. Enraizamiento**

El enraizamiento se refiere al desarrollo de las raíces de las plantas durante todo su ciclo de vida. Es especialmente crucial durante las primeras semanas del cultivo, ya

que las raíces proporcionan soporte, agua y nutrientes esenciales a la planta desde el inicio. Un buen enraizamiento es fundamental en todas las fases del cultivo, ya que las raíces buscan continuamente en el suelo los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Una mayor densidad radicular implica un mejor alcance de las raíces y, por lo tanto, una mejor nutrición de la planta a lo largo de sus etapas fenológicas (HEROGRA, 2020).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se realizó, en el distrito de Leymebamba, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas, se encuentra ubicado en el nacimiento del río Utcubamba, ubicado a una altitud de 1 935 m s.n.m. latitud sur: 6°42'28", longitud oeste: 77°48'13".

#### 3.2. Condiciones climatológicas

**Tabla 1**

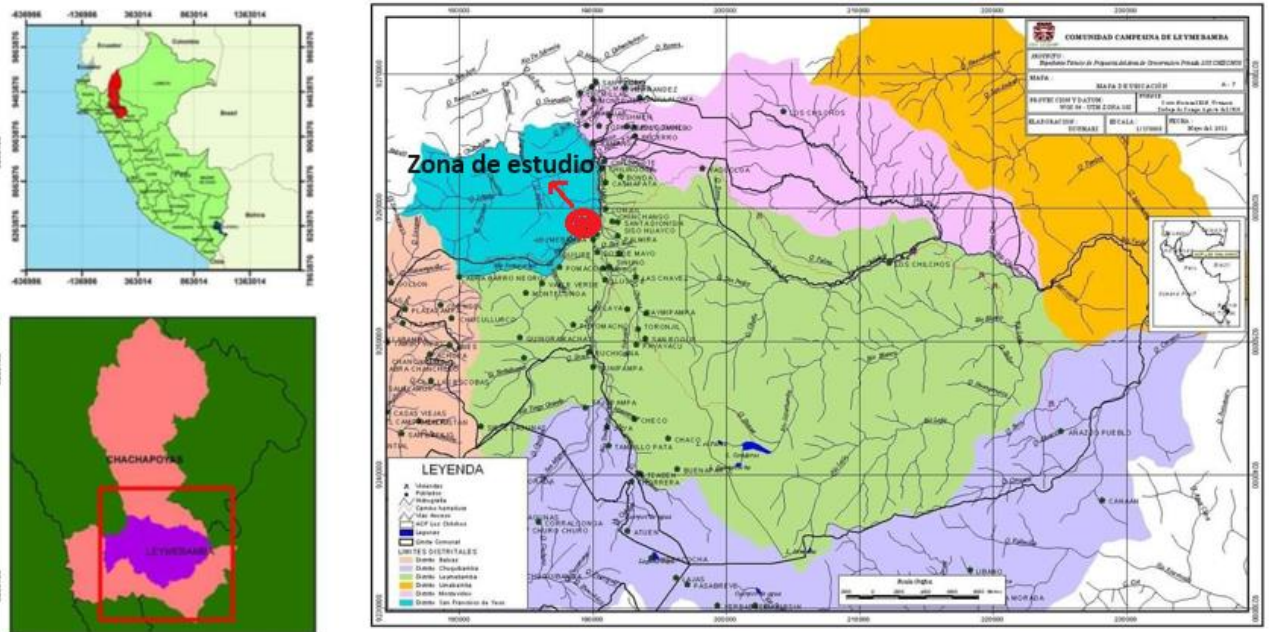
*Condiciones de temperatura y humedad relativa del invernadero.*

Meses	Temperaturas (°c)			Humedad relativa (%)		
	max.	med.	min.	max	med.	min.
Noviembre	23.5	19	14.8	75	78	75
Diciembre	22	18.8	13.3	80	74	63
Enero	24.2	20.2	13.8	67	76	54
Febrero	24	21	14.2	50	68	57
Marzo	23	20	12	67	65	59

**Nota.** Elaboración propia, año 2018. La evaluación se realizó con termómetro del invernadero, donde se colocaron las estacas de las plantas madres para obtener nuevas plantas de arándano, durante enraizamiento y aclimatación de estacas ya enraizadas.

**Figura 3**

*Ubicación del experimento en estudio (vivero).*



## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Materiales biológicos

- Estacas de Arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) var. Biloxy.

### 3.2.2. Materiales de campo

- Regla graduada.
- Libreta de campo.
- Lapicero.
- Cubetas.
- Bandejas.
- Palanas.
- Guantes quirúrgicos.
- Cámara fotográfica.

### **3.2.3. Fungicida y hormonas**

- Previcur (fungicida 10 mL / 1L); y Root hor (enraizante 30 mL / 1L)

### **3.2.4. Material de gabinete**

- Balanza analítica.
- Vernier.
- Computadora.
- Estufa.

## **3.3. Análisis físico químico de los sustratos en investigación**

Antes de instalar el experimento, se llevó a cabo el muestreo de cada sustrato. Este proceso incluyó la extracción de 10 submuestras del material disponible, que posteriormente fueron mezcladas uniformemente. Se extrajo entonces 1 kg de muestra, que fue trasladada al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 2***Análisis físico químico de los sustratos en estudio.*

Parámetros	Unidad	Suelo orgánico rubio	Suelo orgánico negro	Aserrín de pino	Pajilla de arroz
Código	4	SU768-BI-23	SU769-BI-23	AO046-BI-23	AO047-BI-23
pH	unid. pH	6.8	4.9	5.2	
Acidez intercambiable	(Cmol/Kg)		6.6		
Aluminio	meq/100 g		2.5		
Carbonatos	%	6.7			
Materia orgánica	%	40.2	8.7	78.6	
Fosforo	%	58.84	2.92		
Potasio	%	282.4	58.1		
Nitrógeno	%			0.1	0.4
Conductividad eléctrica	mS/m	27.8	16.5	11.8	
<b>Análisis de textura</b>					
Arena	%	68	48		
Limo	%	8	20		
Arcilla	%	24	32		
Clase textural		Franco arenoso	Franco		
<b>Parámetros híbridos</b>					
Capacidad de campo	%	11.91	18.51		
Punto de marchitez	%	5.86	10.01		
Agua disponible	%	6.05	8.5		
Densidad aparente	g/ml	1.5	1.39		

**Nota.** Análisis de suelos en laboratorio – INIA

### 3.4. Metodología

El experimento se realizó en los meses de noviembre del 2018 a marzo del 2019. Se desarrollo bajo invernadero donde se realizó la investigación tiene forma rectangular, cuyo techo es a 2 aguas cubierta con plástico y malla raschel negra, cuentan con nebulizadores para el sistema de riego, donde se ponen las bandejas con los sustratos para la futura evaluación, de los cuales obtenemos nuevas plantas por propagación mediante estacas; en donde se colocaron las bandejas utilizando 5 tratamientos.

### 3.5. Descripción del campo experimental y tratamientos

#### 3.5.1. Diseño estadístico

Para el trabajo de investigación, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos, un testigo y con cuatro repeticiones según el siguiente diseño:

- Diseño estadístico: Diseño Completamente al Azar
- Número de tratamientos: 5
- Número de repeticiones: 4
- Números de plantines para evaluar por cada unidad experimental: 8
- Número de plantines por cada tratamiento: 72
- Número plantines totales a utilizar: 1440
- Área neta del experimento: 3.02 m<sup>2</sup>
- Área total del experimento: 4.64 m<sup>2</sup>

**Tabla 3**

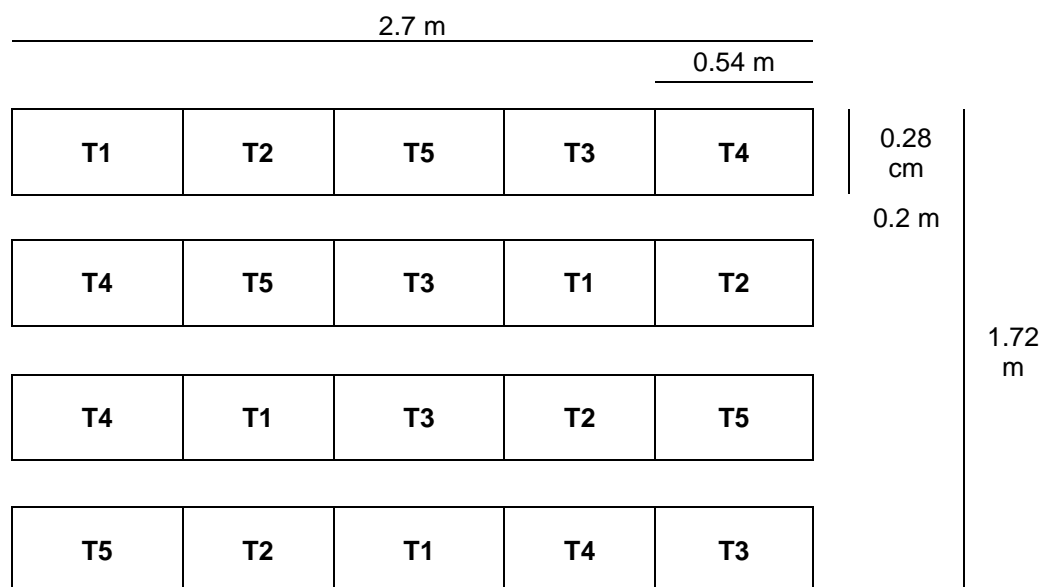
*Tratamientos en estudio.*

Tratamientos		
N°	Sustratos	Dosis
1	Aserrín de pino	100%
2	Pajilla de arroz	100%
3	Suelo orgánico rubio	100%
4	Suelo orgánico negro	100%
5	Arena de río	100%

## Croquis

Figura 4

*Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos.*



### 3.5.2. Actividades realizadas en desarrollo de la investigación

- **Recolección de los sustratos.** Se hizo un sondeo de la zona donde se encuentra cada sustrato, se recolecto y se llevó al invernadero.
- **Desinfección del área de evaluación:** Se limpió y niveló el suelo del invernadero. Para evitar la proliferación de hongos, se aplicó Ridomil 30 gramos por mochila de 20 litros de agua.
- **Preparación y llenado de cubetas:** Se realizó el llenado de 20 cubetas para cinco tratamientos y cuatro repeticiones con los sustratos a evaluar, se identificó y etiqueto de acuerdo al croquis.
- **Desinfección de los sustratos.** Los sustratos se sometieron junto con las bandejas a una desinfección con Ridomil la dosis 30 gramos por 20 litros de agua, el cual consistió en someter por nebulización a todo el sustrato en estudio y dejarlo reposar con el desinfectante por 24 horas, logrando así la

desinfección de patógenos.

- **Siembra de estacas.** Se realizó con las plantas madres (in vitro) sembradas en el distrito de Leymebamba, con 3 años de desarrollo. Se extrajo las estacas cortando las ramas de las plantas, con un diámetro de 5 a 9 mm y 12 cm de longitud, inmediatamente de desinfectó con un fungicida de amplio espectro y se colocó en las bandejas de cada tratamiento, ligeramente enterradas de 2 a 4 centímetros de profundidad.
- **Riego y deshierbo.** El sistema de riego se realizó por nebulización, el cual consistió en micro pulverizaciones controladas con el fin de hidratar las estacas y evitar que se sequen.
- **Deshierbo.** Se realizó de forma manual.

### ***3.5.3. Parámetros evaluados en el trabajo de investigación.***

- 1) **Número de hojas.** Se efectuó el conteo de cada uno de ellos. En total 6 evaluaciones distanciadas 15 días después del trasplante (90 días).
- 2) **Largo de hojas.** Se efectuó la medida con ayuda de una regla milimétrica. En total 6 evaluaciones distanciadas 15 días después del trasplante (90 días).
- 3) **Ancho de hojas.** Se efectuó la medida con ayuda de una regla milimétrica. En total 6 evaluaciones distanciadas 15 días después del trasplante (90 días).
- 4) **Mortalidad de estacas.** Consiste en contabilizar el número de estacas muertas y transformarlas en porcentaje.
- 5) **Longitud de raíces.** Se midió la longitud de las raíces al final del estudio en el laboratorio de suelos con ayuda de una regla milimétrica, antes de ser sometida a la estufa. A los 90 días después del trasplante.

- 6) Determinación de materia seca en raíz.** Una vez pesado el área radicular, se colocó en una estufa a 80 °C para luego realizar el pesado correspondiente. A los 90 días después del trasplante.

#### **3.5.4. Trabajo de gabinete**

#### **3.5.5. Registro de datos de campo**

Se registraron en la libreta todos los datos tomados en cada una de las evaluaciones del experimento, para luego sistematizar en hoja de cálculo Excel.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Variables de la parte aérea y parte radicular.

##### 4.1.1. Número de hojas por estaca.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas por estaca (datos transformados con  $Y = \sqrt{X}$ , X: dato).*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Sustratos	4	15.44	3.86	20.86 **	0.0001
Error	15	2.78	0.19		
Total	19	18.21			
<b>CV = 16.17 %</b>		<b>Significativo (*)</b>		<b>Altamente Significativo (**)</b>	

En La Tabla 4, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas por estaca, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el número de hojas en desarrollo generado en los diferentes sustratos son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 16.17 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que se encontraron diferente número de hojas en desarrollo bajo el efecto de un sustrato en sus tres repeticiones.

**Tabla 5**

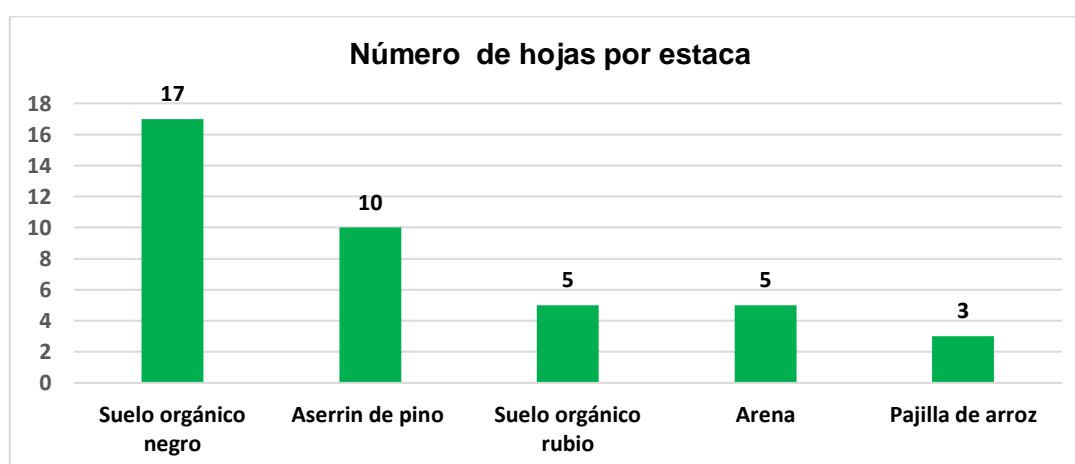
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de hojas por estaca.*

<b>Sustratos</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Suelo orgánico negro	17	A
Aserrín de pino	10	B
Suelo orgánico rubio	5	C
Arena de rio	5	C
Pajilla de arroz	3	C

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de hojas en desarrollo (Tabla 5), se observa que el mayor resultado fue 17 hojas, el cual se encontró en suelo orgánico negro, siendo este resultado estadísticamente superior al resto. Seguido se encuentra el resultado obtenido en aserrín de pino, cuyo valor 10 hojas. Los menores resultados se encontraron en arena de rio, suelo orgánico rubio y pajilla de arroz, cuyo resultado fueron 5, 5 y 3 hojas por estaca, respectivamente.

**Figura 5**

*Número de hojas por estaca obtenido en cada sustrato.*



La figura 5 nos evidencia lo descrito anteriormente, demostrando la superioridad en número de hojas del tratamiento con suelo orgánico negro, seguido por aserrín de



el porcentaje de mortalidad, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el porcentaje de mortalidad obtenido en los diferentes sustratos son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 1.26 %), es adecuado e indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables, además, indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que en las tres repeticiones de cada sustrato se encontraron diferente porcentaje de mortalidad.

**Tabla 7**

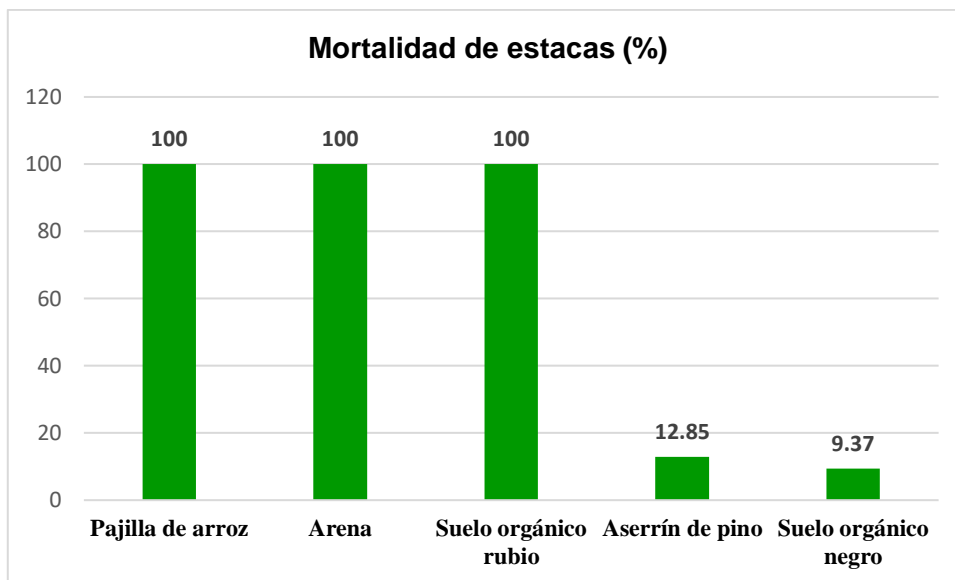
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el porcentaje de mortalidad de estacas de arándano.*

<b>Sustratos</b>	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Pajilla de arroz	100	A
Arena de rio	100	A
Suelo orgánico rubio	100	A
Aserrín de pino	12.85	B
Suelo orgánico negro	9.37	C

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el porcentaje de mortalidad (Tabla 7), se observa que el mayor resultado es 100 % de mortalidad, el cual se obtuvo en pajilla de arroz, arena de rio y suelo orgánico rubio, respectivamente, siendo este resultado estadísticamente superior al resto. Seguido se encuentra el resultado obtenido en aserrín de pino, cuyo porcentaje de mortalidad es 12.85 %. El menor resultado se encontró en suelo orgánico negro 9.37 %.

**Figura 6:**

Porcentaje de mortalidad de estacas de arándano, obtenido en cada sustrato.



En la figura 6 nos evidencia que los tratamientos con cascarilla de arroz, arena de río y tierra orgánica rubia presentan 100 % de mortandad en estacas a diferencia del aserrín de pino que presenta 12.85 y tierra orgánica negra con menos porcentaje de mortandad 9.37 %.

Estos resultados son corroborados por Quintero (2013), el cual realizó la propagación vegetativa del anisillo (*Tagetes filifolia*) por estaca con el uso de diferentes sustratos, donde reportó que el mayor porcentaje de mortalidad (75.5 %) fue obtenido con el sustrato suelo superficial 50 % más arena al 30 % y con suelo al 70 % más arena al 30%. El menor porcentaje fue obtenido con el sustrato suelo al 100 % (35 %). Sin embargo, Castrillón *et al.* (2008) encontraron mayor supervivencia de estacas de *Vaccinium meridionale* (menor porcentaje de mortalidad) en un sustrato de turba al 50 % más suelo al 50 % (70 %).

Estos resultados indican que el material vegetal evaluado (esquejes de arándano), no tuvo buena adaptación a las condiciones de enraizamiento en los sustratos cascarilla de arroz, arena y suelo orgánico rubio (obtuvieron 100 % de

mortalidad), sin embargo, sí tuvo una adaptación a condiciones de enraizamiento en los sustratos aserrín de pino y suelo orgánico negro. Esto probablemente estuvo influenciado por la escasa humedad y la alta luminosidad que estuvieron expuestas el material vegetal, ocasionando así deshidratación de las estacas, lo cual pudo causar la interrupción de la diferenciación de estructuras (como las hojas y raíces), ya que estos mantienen el balance hídrico de las estacas.

#### 4.1.3. Longitud de hojas (cm).

**Tabla 8**

*Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de hojas.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Sustratos	4	7.72	1.93	37.51 **	0.0001
Error	15	0.77	0.05		
Total	19	8.49			
<b>CV = 19.79 %</b>		<b>Significativo (*)</b>		<b>Altamente Significativo (**)</b>	

En La Tabla 8, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para largo de hojas, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que la longitud de las hojas obtenidas en cada sustrato, son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 19.79 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que en las tres repeticiones de cada sustrato se encontraron diferente largo de hojas en desarrollo.

**Tabla 9**

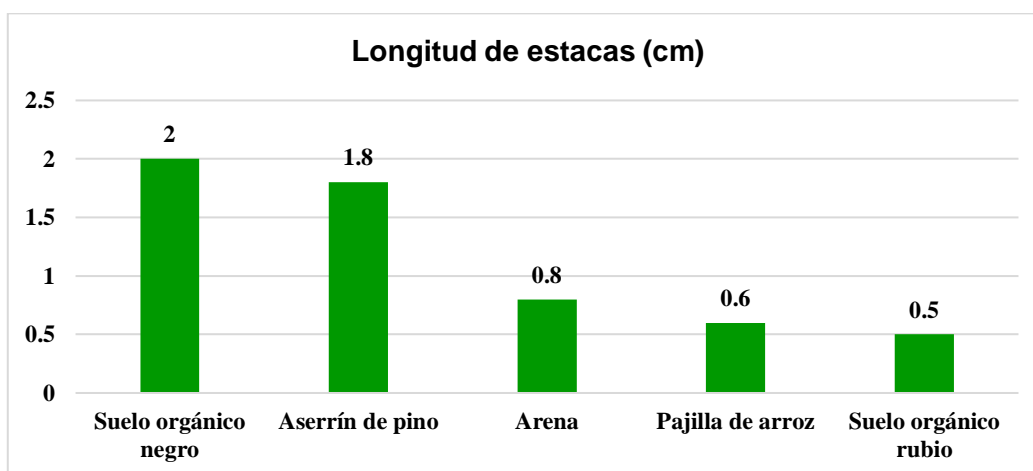
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud de hojas.*

<b>Sustratos</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Tierra orgánica negra	2.0	A
Aserrín de pino	1.8	A
Arena de rio	0.8	B
Pajilla de arroz	0.6	B
Tierra orgánica rubia	0.5	B

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la largo de hojas (Tabla 9), se observa que las mayores longitudes son 2 y 1.8 cm, los cuales se obtuvieron en suelo orgánico negro y aserrín de pino, respectivamente, estos resultados son estadísticamente iguales y superiores al resto. Las longitudes de hojas obtenidos en arena de rio, pajilla de arroz y suelo orgánico rubio son 0.8, 0.6 y 0.5 cm, respectivamente, estos resultados son significativamente menor al resto.

**Figura 7**

*Largo de hojas obtenida en cada sustrato.*



En la figura 7 nos evidencia que el tratamiento con suelo orgánico negro presenta mayor largo de hoja, seguido por aserrín de pino, estos con superioridad a los tratamientos con arena de rio, pajilla de arroz y suelo orgánico rubio.

La mayor longitud se obtuvo con turba, al respecto Álvarez (2007) menciona que el suelo orgánico negro, al ser un sustrato con un buen porcentaje de aireación, hace que las raíces tengan una gran disponibilidad de oxígeno, lo que favorece los procesos de división celular. Esto hace que la parte aérea de la planta tenga una mejor actividad, pues incrementa la producción de esqueletos de carbono y de ATP, importantes para la formación de proteínas, almidón, sacarosa, fructanos, ácidos nucleicos y lípidos. De esta manera, estos procesos influyen en el desarrollo de las hojas.

#### 4.1.4. Ancho de hoja (cm).

**Tabla 10.**

*Análisis de varianza (ANOVA) para ancho de hojas.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Sustratos	4	2.57	0.64	50.91 **	0.0001
Error	15	0.19	0.01		
Total	19	2.76			
<b>CV = 16.54 %</b>		<b>Significativo (*)</b>		<b>Altamente Significativo (**)</b>	

En La Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el ancho de hoja, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que el ancho de las hojas obtenidas en cada sustrato, son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 16.54 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que en las tres repeticiones de cada sustrato se encontraron diferente ancho de hojas en desarrollo.



**Tabla 11.**

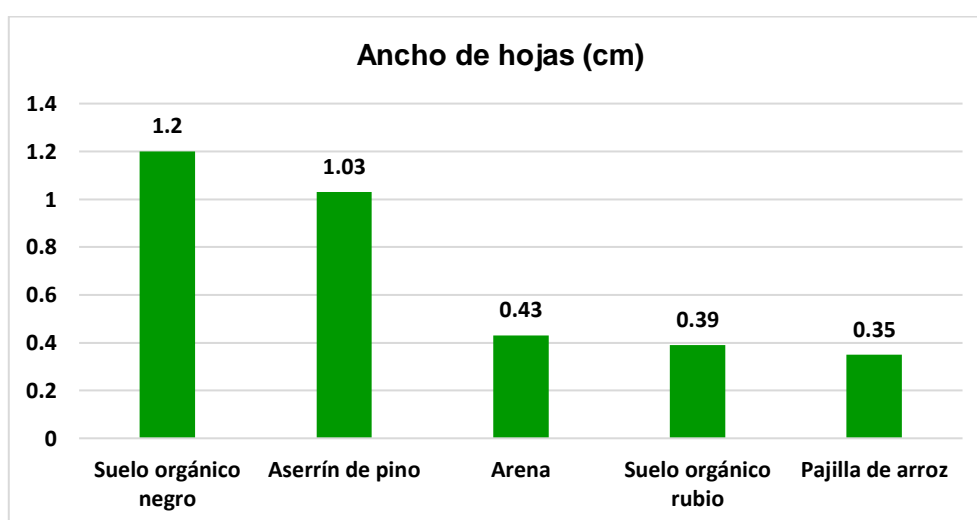
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el ancho de hojas.*

<b>Sustrato</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Suelo orgánico negro	1.20	A
Aserrín de pino	1.03	A
Arena de rio	0.43	B
Suelo orgánico rubio	0.39	B
Pajilla de arroz	0.35	B

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el ancho de hojas en desarrollo por estaca (Tabla 11), se observa que los mayores resultados son 1.20 y 1.03 cm, los cuales se obtuvieron en suelo orgánico negro y aserrín de pino, respectivamente, estos resultados son estadísticamente iguales y superiores al resto. Los resultados obtenidos en arena de rio, pajilla de arroz y suelo orgánico rubio son 0.43, 0.39 y 0.35 cm, respectivamente, estos resultados son significativamente menor al resto.

**Figura 8**

*Ancho de hojas cm, por estaca obtenido en cada sustrato.*



En la figura 8 nos evidencia que el tratamiento con tierra orgánica negra presenta mayor ancho de hoja, seguido por aserrín de pino, estos con superioridad a los

tratamientos con arena de río, pajilla de arroz y suelo orgánico rubio.

Al respecto Villanueva (2017) indica que con 60 % de turba + 20 % de aminorgan + 20 5 de arena, obtuvo el mayor ancho de hojas en desarrollo por estaca (5.51 cm) de frambuesa (*Rubus idaeus* L.). Este resultado es superior al obtenido en esta investigación, además se observa que la turba en mayor proporción provoca un mayor efecto en el ancho de hojas. Esto se debe probablemente a que el suelo negro orgánico posee una excelente porosidad, aireación y posee una buena retención de humedad, lo que le permite a la estaca enraizar, crecer y producir hojas en distintas dimensiones.

#### 4.1.5. Longitud de raíz (cm).

**Tabla 12.**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz cm.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Sustratos	4	117.2	29.3	251.14 **	0.0001
Error	15	1.7500	0.12		
Total	19	118.95			
<b>CV= 17.52</b>		<b>Significativo (*)</b>		<b>Altamente Significativo (**)</b>	

En la Tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que la longitud raíz obtenidas en cada sustrato, son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 17.52 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que en las tres repeticiones de cada sustrato se encontraron diferente longitud raíz.

**Tabla 13**

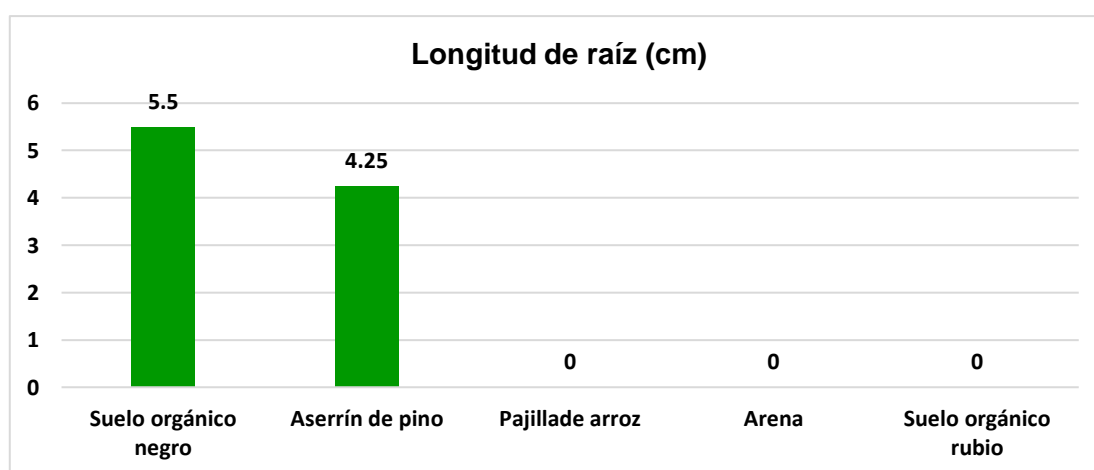
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud de raíz cm.*

<b>Sustratos</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Suelo orgánico negro	5.50	A
Aserrín de pino	4.25	B
Pajilla de arroz	0	C
Arena de rio	0	C
Suelo orgánico rubio	0	C

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la longitud raíces (Tabla 13), se observa que el mayor resultado es 5.50 cm, el cual se obtuvo en suelo orgánico negro, este resultado es estadísticamente superior al resto, seguido se encuentra aserrín de pino, cuya longitud es de 4.25 cm. En arena de rio, pajilla de arroz y suelo orgánico rubio no se encontró resultados debido a que murieron durante el desarrollo de la investigación.

**Figura 9**

*Longitud de raíz cm, obtenido en cada sustrato.*



En la figura 9 nos evidencia que el tratamiento con suelo orgánico negro presenta mayor longitud de raíz, seguido por aserrín de pino, sin embargo, al presentar 100% de mortandad ya no presento desarrollo de raíces.

Masco (2014) al determinar el efecto de seis sustratos en el enraizamiento de esquejes de sauco (*Sambucus nigra* L.) en campo, reportó que con el sustrato compuesto por 50 % de turba más 50 % de arena, se obtuvo una longitud de raíz de 9.5 cm. que es ratificado por Galindo (2003), quien menciona que proporcionará un mayor enraizamiento de estacas de Sauco (*Sambucus peruviana* H. B. K.) un sustrato con 50 % de turba más 50 % de arena (8.5 cm). Estos resultados son superiores a los encontrados en esta investigación, esto se debe probablemente a la buena porosidad y aireación que el sustrato (turba negra) brindó a la estaca, permitiéndolo una mayor elongación y expansión de la raíz, aumentando además su probabilidad de crecimiento y desarrollo.

#### 4.1.6. Materia seca de raíz (g).

**Tabla 14**

*Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de raíz (g).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P - valor</b>
Sustrato	1	21.13	21.13	2.32 **	0.1789
Error	6	54.75	9.13		
Total	7	75.88			
<b>CV = 16.22 %</b>		<b>Significativo (*)</b>		<b>Altamente Significativo (**)</b>	

En la Tabla 14, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de raíz, los cuales indican que existe significación estadística para los sustratos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0001) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que la materia seca de raíz obtenidas en cada sustrato, son estadísticamente diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 16.22 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada sustrato, es decir, que en las tres repeticiones de cada sustrato se

encontraron diferente porcentaje de materia seca las raíces.

**Tabla 15**

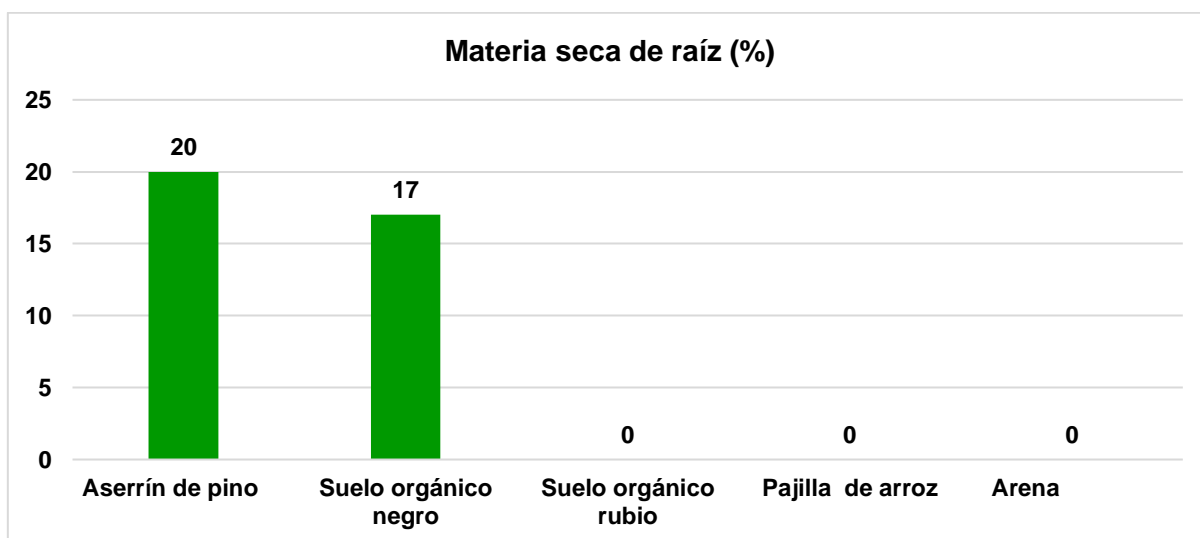
*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad la materia seca raíz (g).*

<b>Sustrato</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Significación al 5 %</b>
Aserrín de pino	20	A
Suelo orgánico negro	17	A
Suelo orgánico rubio	0	B
Pajilla de arroz	0	B
Arena de río	0	B

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la materia seca de raíces (Tabla 15), se observa que los mayores resultados son 20 y 17 %, los cuales se obtuvieron en aserrín de pino y suelo orgánico negro, respectivamente, estos resultados son estadísticamente iguales y superiores al resto. En suelo orgánico rubio, arena y pajilla de arroz no se encontró resultados debido que todas las estacas con dichos tratamientos murieron.

**Figura 10:**

*Materia seca de raíz (g) obtenidas en cada sustrato.*



La figura 10 nos evidencia que el tratamiento con aserrín de pino presenta mayor materia seca en raíz (20), seguido por suelo orgánico negro (17). Los demás tratamientos no presentaron desarrollo en raíz.

López *et al.* (2008) indica que con la combinación de sustratos de 50 % de suelo más 50% de cascarilla de arroz obtuvo un peso de 0.19 g de materia seca (en porcentaje a 21 % de materia seca de raíz). Por su parte Villanueva (2017) señala que con la combinación de sustratos de 60 % turba más 20 % arena + 20 % aminorgan, se obtuvo un peso de materia seca de raíz de 0.236 g (en porcentaje es 22 % de materia seca) de la parte aérea. Estos resultados son superiores a los obtenidos en esta investigación.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Se determinó que el T4 (suelo orgánico negro) obtuvo superioridad en las variables evaluadas como número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja y longitud de raíces), a los 90 días después del trasplante, bajo condiciones de invernadero.
- Se determinó que el T1 (aserrín de pino) obtuvo superioridad en la variable materia seca en raíces obteniendo 20 % a diferencia de la tierra orgánica negra con 17%.
- Los tratamientos T2 (pajilla de arroz), T3 (suelo orgánico rubio) y T5 (arena de río), presentaron muerte de todas las estacas durante el desarrollo de la investigación.

#### **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda utilizar como sustrato para estacas de arándanos suelo orgánico negro, al evidenciar los mejores resultados; sin embargo, al ser escaso, este puede ser reemplazado por aserrín de pino o en asociación.
- Es recomendable la instalación de fertirriego, debido que, ambos sustratos no presentan nutrientes suficientes para el posterior desarrollo de estacas.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, B. M., Noguera, P. M. y Carrión, C. B. (2004). *Los sustratos en los capítulos sin suelos. Tratado de cultivo sin suelo. Ediciones Mundi - Prensa. España.* 113-158 p.p.
- Ajenjo, C. (1964). *Enciclopedia de avicultura.* Madrid: España-Calpe.
- Alvarado, M; Solano, J. (2002). *Producción de sustratos para vivero.* Programa Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de *Exportación No Tradicional – VIFINEX.* Costa Rica: OIRSA. 47p.
- Álvarez, J; Lusardo, y Chacón, E. (2019). *Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (Rosmarinus officinalis L.). Revista. Agronomía colombiana.* 25 (2): 224-230.
- Ansorena, M. (1994). *Introducción a la microbiología de suelos. Editorial Mexicano* 491 p.
- AREX. (2013). Asociación Regional de Exportadores. En línea: (ingresado el 21 de diciembre de 2014). Disponible en: [http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil\\_comercial/2020ARÁNDANOS.pdf](http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil_comercial/2020ARÁNDANOS.pdf)
- Arias. (2018). Efecto de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (*disonycha* sp.) en el cultivo de arándano (*Vaccinium Corymbosum* l.). Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca Perú.
- Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales AGEXPRONT. (2002). *Manual del cultivo de Arándano.* Guatemala. p52
- BENAVIDES. (2013). Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) en condiciones de valles andinos. Lima.
- Bowen, D. (1986). Análisis agroclimático de Chile como productor potencial de arándanos o blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) y arándanos o cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) y sus posibilidades en el mercado externo. Tesis. *Universidad de Chile.* Escuela de Agronomía.
- Burés, S. (1997). *Sustratos. Ediciones aerotécnicas.* Madrid, España. 340 p.



- Burés, S. (1998). *Introducción a los sustratos. Aspectos generales*. En tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística ornamentales, hortícola y forestal. Universidad de Lleida. España 19-36 p.p.
- Burés, S. (2002). Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas. *Revista Extra no. 12:70-78*. <http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/742/51742.pdf>
- Cabrera, R. (1999). *Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta*. Revista Chapingo Serie Horticultura 5(1): 5-11. <http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>
- Cadahía, L. C. (2005). *Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. 3 ed. Ed. Mundi-Prensa. España. 681 pp.
- Calderón, F. (2001). Que son los cultivos hidropónicos y el porqué de la hidroponía. Memorias, primer curso de hidroponía para la floricultura. Pp. 1-20.
- Calderón, A. (2006). *Sustratos agrícolas*. Proyecto Fondef. Chile- Santiago. 110 p.
- Cárdena, R y López, L. (2011). Propagación vegetativa de rosa: efecto del sustrato, luminosidad y permanencia de la hoja. *Revista Scientia Agropecuaria*. 2(11) 203 – 211. <http://file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-opagacionVegetativaDeRosaEfectoDelSustratoLumino-3810320.pdf>
- Castellanos, R. J. Z., Vargas, T. P., Sánchez, G. P., Tijerina, C.L., López, R. R. M. (2008). Caracterización Física, Química y Biológica de Sustratos de Polvo de Coco. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México, v 31, pp. 375-381.
- Castillo, C. (2008). Manual de Buenas Prácticas Agrarias Sostenibles de los Frutos Rojos. *Fundación Doñana 21*. España.
- Carrillo, E. (2018). Tesis de Grado de Maestría. “Producción de arándano hidropónico en sustrato orgánico e inorgánico”. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 63 páginas.
- Castrillón, J; Carvajal, E; Ligarreto, G; Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos. *Revista Agronomía Colombiana*, 26(1),16 – 22.
- Centa. (2000). Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Cascarilla caolinizada de arroz en su uso como sustratos hidropónicos. *Edit. Giras. Colombia – Tolima* 34-76 Pág.

- Darwin Foundation. (s.f.). Checklist of Galapagos endemic vascular plants. Recuperado de <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=905>
- Cutz, A., (2004). *Micropropagación de tres variedades de arándano (Vaccinium ashei Readell)*. Tesis Lic. Sistemas de Producción Agrícola, GT, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 90 pp.
- CORFO, S. (1989). Cultivos de arandanos. En línea: (ingresado el 4 de setiembre de 2014). Disponible en: <http://climafrutal.wordpress.com/el-arándano/>
- De Boodt, M., Verdonck, O., and Cappaert, I. (1974). *Method for measuring the water rease curve of organic substrates*. Acta Horticultura 37, 2054-2062.
- Díaz, S. F. R. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México. Pp.44 - 68.
- Faria, A., Oliveira, J., Neves, P., Gameiro, P., Santos-Buelga, C., Freitas, V., & Mateus, N. (2005). Antioxidant Properties of Prepared Blueberry (*Vaccinium myrtillus*) Extracts. *J. Agric. Foods Chem* (53), 6896-6902.
- Fernández, J., (2023). Evaluación del crecimiento de plántulas de *Vaccinium corymbosum* L. (Arándano) en vivero, usando diferentes sustratos porosos, distrito de Manantay – Ucayali, 2022. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroforestal acuícola. Revisado en línea. <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/33b596b9-4a56-432e-bee8-4ffec3fafc67/content>
- Pérez, C. (s.f.). Reproducción asexual de las plantas: Resumen. Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagacion/reprod asexual/cperez-resumen.htm>
- Flores. (2021). “Efecto de diez tipos de sustrato sobre la formación del cepellón en plántulas de *Vaccinium corymbosum* Var. Biloxi, en Trujillo -La Libertad”. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Antenor Orrego. Revisado en línea. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7699/1/REP\\_CARLO S.FLORES\\_DIEZ.TIPOS.DE.SUSTRATO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7699/1/REP_CARLO S.FLORES_DIEZ.TIPOS.DE.SUSTRATO.pdf)
- Galindo, J. (2003). Dendrología y propagación vegetativa de "Sauco" *Sambucus peruviana* H. B. K. con muestras tomadas a tres niveles de la rama. Tesis Ing. For. UNALM, Lima, Perú.

- Gallo, R; Viana, O. (2005). Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Uruguay-Montevideo 80 p.
- García, M. (2006). Sustratos para la producción de plantines. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional. Uruguay. 60
- González, C.A. (2005). Sustratos y soluciones nutritivas orgánicas en la Producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* M.) bajo invernadero. Tesis Maestría en Ciencias de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. *Departamento de Fitotecnia*. Pp. 166.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E. (1995). Propagación de plantas: principios y prácticas. Traducido al español por Marino A., A. *Compañía editorial Continental*, S.A. de C. V. D.F. México. 760 p.
- Hartman y Kester. (1987). Propagación de plantas: Principios y prácticas. México 760. 2da Edición.
- HEROGRA especiales. (2020). *La importancia del buen enraizamiento*. Revisado en línea. <https://herograespeciales.com/la-importancia-del-buen-enraizamiento/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20enraizamiento%20hace%20menci%C3%B3n,tanto%20necesita%20desde%20el%20inicio.>
- Huarhua Ch, T. (2017). Propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua. Tesis Ing. Agr. UNJCM, Moquegua, Perú. [http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/186/Teodoro\\_Tesis\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/186/Teodoro_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- INFOAGRO (Información Agrícola, ES). (2010). Cultivos y sustratos en invernaderos. Editorial Agrícola Española, S.A. *España- Madrid*. 140 p.
- Infoagro. (2021). El cultivo de arándano. Revisado en línea. [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_arandano.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp)
- Lemaire, F.; Dartigues, A.; Riviere. L. M.; Charpentier, S., y Morel, P. (2005). *Cultivo en macetas y contenedores*. Principios agronómicos y aplicaciones. *Ediciones Mundi Prensa*. España 210 p.
- Loayza M, NZ. (2013). Sustratos orgánicos y extracto de algas en la propagación de esquejes de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en condiciones controladas, centro experimental de Andagua - provincia de Castilla – Arequipa. Tesis Ing.

Agr. UNAS, Arequipa, Perú.  
<http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4129/AGlomonz030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López A, FJ; Gio T, NR; Fisher, G; y Miranda, D. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. *Revista Fac. Nal. Agr. Medellín* 61(1):4347 – 4357.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a11v61n1.pdf>

Marcuzzo, A. (2014). Simposio Internacional Frutícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Martínez, M. F. (1994). Manual Básico de Sustratos. Oasis Consultoría. Jiutepec, mor. 30p

Masco, P. (2014). Efecto de seis sustratos en el enraizamiento de esquejes de sauco (*Sambucus nigra*) en ambiente protegido. Tesis Ing. Agr. UMSA, La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/8371/T-2262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Robledo, Y., Oliva, M., Collazos, R., Vilca, N., Huamán E. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Revisado en línea. Dialnet-DesempenoAgronomicoDeCuatroVariedadesDeArandanoVac-7901980.pdf

Picón, R. (2013). Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones de cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en los municipios de Esquipulas y Chuquimula, Guatemala. Tesis Ing. Agrónomo. Ciudad de Guatemala, GT, USCG. 127 p.

Quintero, I. (2013). *Propagación vegetativa por estaca y análisis del aceite esencial de anisillo (Tagetes filifolia)*. Tesis Sc. Mg. UDENAR, San Juan de Pasto, Colombia.  
<https://www.google.com/search?q=universidad+de+nari%C3%B1o&aq=universidad+de+nari%C3%B1o&aqs=chrome..69i57.3886j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Resh, A. M. (1992). Cultivos hidropónicos. Segunda edición, *Ediciones Mundi* Prensa, Madrid, España

Quiñones, J. (2015). *Manual diseño y organización de viveros. Consejo Nacional de Competitividad. Republica Dominicana*. Revisado en línea.  
<https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Dise%C3%B1o-y-Organizaci%C3%B3n-de-Viveros.pdf>

- Unrraga,P, y Vargas, S. (2013). *Manual del Arándano*. Instituto de investigaciones agropecuaria. Chile. *Trama impresores S.A.*
- Saavedra, C. (2008). Evaluación de mezclas de residuos orgánicos bioprocesados y otros materiales, para la propagación de arándano. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero agrónomo. Revisado en línea. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151390/Evaluacion-de-mezclas-de-residuos-orgnaticos-bioprocesados-y-otros-materiales-para-la-propagacion-de-arandano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sierra y Selva Exportadora. (2016). Amazonas es una región con gran potencial para el cultivo de los berries. <https://www.sierraexportadora.gob.pe/2016/07/03/amazonas-es-una-region-con-granpotencial-para-el-cultivo-de-los-berries/>
- Soto, R. (1993). *Efecto de las características físicas y químicas de diferentes mezclas de sustratos en el crecimiento de arándanos en maceta*. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- TRADEMAP. (2017). RADE MAP. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de <http://www.trademap.org/>
- Trademap. (s.f.). Trade statistics for international business development. Recuperado de <https://www.trademap.org/Home.aspx>
- Ubillus E. (2019). Efecto de la concentración de ozono y tiempo de contacto sobre la vida útil del arándano (*Vacciniun myrtilus*) fresco. Tesis Para optar el título profesional de: Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque-Perú.
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). Manual de arándano. Boletín INIA N 263. Insituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. En P. Undurraga , 29 & S. Vargas , Manual de arandano.Boletin INIA N 263. Insituto de Investigaciones Agropecuarias INIA,p. 55. Chillan: *Trama Impresores S.A.* <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39094.pdf>
- USDA. (2021). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Plants database. Conservación de Recursos Naturales. <https://www.plants.usda.gov/core/profile?symbol=VACO>.
- Valenzuela, J. (1988). Requerimientos agroclimáticos de las especies de arándano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Seminario: el cultivo del arándano. Estación Experimental Carillanca; Temuco Chile.

- Vargas, T. (2008). Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de turba rubia. *Fitotecnia Mexicana*. 375-381.
- Vázquez, C., Bejarano, G., Carmona, J., & Arcos, J. A. (2009). *Funcionalidad de distintas variedades de arándanos*. SciELO (4), 4.
- Villanueva, A. (2017). Efecto de turba rubia y aminorgan como sustratos en el desarrollo de plantines de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) var. Heritage en el distrito de Baños del Inca. Tesis Ing. Agr. UNC, Cajamarca, Perú. 61 p.
- Villegas, L. (2021). "Evaluación de tres sustratos para el desarrollo del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), variedad biloxi en la parroquia Montalvo". Universidad Técnica de Ambato. Proyecto de Investigación. Revisado en línea.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34563/1/Tesis-303%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Villegas%20Lozada%20Lissette%20Aracelly.pdf>
- Yang, W.Q.; Andrews, H.E. & Basey, A. (2016). Blueberry rootstock: selection, evaluation, and field performance of grafted blueberry plants. *US. Acta Horticulturae*, 1117; pp. 119 – 124.

# CAPITULO VII

## ANEXOS

### Anexo 1

### Figura 11

Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 1.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO N° 08610-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : WILLY OCAMPO JAUREGUI  
 Propietario / Productor : WILLY OCAMPO JAUREGUI  
 Dirección del cliente : JR. BOLMAR N° 831 - LEYMEBAMBA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 02 muestras  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico oscura  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LEYMEBAMBA / CHACHAPOYAS / AMAZONAS  
 Fecha(s) de muestreo : 16/08/2023  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 17/08/2023  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis : 18/08/2023  
 Cotización del servicio : 276-23-BI  
 Fecha de emisión : 31/08/2023

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU768-BI-23	SU769-BI-23				
Matriz Analizada	Suelo	Suelo				
Fecha de Muestreo	: 16/08/2023	: 16/08/2023				
Hora de Inicio de Muestreo (h)	15:00	15:00				
Condición de la muestra	Conservada	Conservada				
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Tierra orgánico rubio	Tierra orgánico negro				
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	6,8	4,9		
Acidez intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	--	--	6,6		
Aluminio (**)	(Cmol/Kg)	--	--	2,5		
Carbonatos(**)	%	--	6,7	--		
Materia Orgánica	%	0,1	40,2	8,7		
Fósforo (**)	ppm	--	58,84	2,92		
Potasio (**)	ppm	--	282,4	58,1		
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,01	27,8	16,5		
Análisis de Textura						
Arena (**)	%	--	68	48		
Limo (**)	%	--	8	20		
Arcilla (**)	%	--	24	32		
Clase Textural (**)	--	--	Franco Arenoso	Franco		
Parametros hídricos						
Capacidad de campo (**)	%	--	11,91	18,51		
Punto de marchitez (**)	%	--	5,86	10,01		
Agua disponible (**)	%	--	6,05	8,50		
Densidad aparente (**)	g/ml	--	1,50	1,39		



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca, Cajamarca - Cajamarca



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYO  
Anteño FAU 2013  
Motivo: Day V  
Fecha: 01/09/2023 10:16:30-01

## Figura 12

Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 2.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO N° 08610-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Acidez intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECENAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la Acidez y Aluminio Intercambiable
Carbonatos	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECENAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonatos de Calcio
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECENAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12 AS-12. 2000. Determinación de Potasio (Validado)
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Kjeldahl

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
  - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
  - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
  - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
  - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
  - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
  - Medición de pH realizada a 25 °C
- (\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.  
(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
(\*\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

#### V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc.. Marieta Cervantes Peralta - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca.

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20131365994 soft  
Motivo: Doy V° B°  
Fecha: 01/09/2023 10:16:40-0500



## Figura 13

### Análisis físico químicos de los sustratos en estudio pag. 3.



## INFORME DE ENSAYO N° 09652-23/AO/LABSAF - BAÑOS DEL INCA

### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : WILLY OCAMPO JAUREGUI  
 Propietario / Productor : WILLY OCAMPO JAUREGUI  
 Dirección del cliente : JR. BOLIVAR N° 831 - LEYMEBAMBA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 02 muestras  
 Producto declarado : Abono orgánico  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LEYMEBAMBA / CHACHAPOYAS / AMAZONAS  
 Fecha(s) de muestreo : 16/08/2023  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 17/08/2023  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliarens - LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis : 04/09/2023  
 Cotización del servicio : 276-23-B1  
 Fecha de emisión : 07/07/2023

### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2			
Código de Laboratorio	AO046-BI-23	AO047-BI-23			
Matriz Analizada	Abono	Abono			
Fecha de Muestreo	16/08/2023	16/08/2023			
Hora de Inicio de Muestreo (h)	No indica	No indica			
Condición de la muestra	Conservada	Conservada			
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Aserrín	Pajilla			
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH	unid. pH	0,1	5,2	6,7	
Conductividad Eléctrica	mSm	0,1	11,8	16,1	
Materia Orgánica	%	0,1	78,6	62,3	
Nitrogeno (**)	%	--	0,1	0,4	
Aluminio (**)	meq/100 g	--	--	--	

### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Auminio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de aluminio intercambiable en suelo.
Conductividad	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.8 AS-08. 2000. Contenido de Nitrogeno por el método de Kjeldahl.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMAR/NAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- (\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
- (\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (\*\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

>LC Menor al límite de cuantificación

### V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc. Marieta Cervantes Peralta - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca.

FIN DE INFORME DE ENSAYO



**Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliarens**  
 Acreditado con la Norma  
 NTP-ISO/IEC 17025:2017  
 Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca, Cajamarca - Cajamarca



Página 1 de 1  
 Firmado digitalmente por: M. Sc. Marieta Cervantes Peralta  
 CABEREA N° 02-2023-04  
 Anexo: PMS-01-000-001  
 Método: Dey V° B°  
 Fecha: 15/09/2023 16:17:17-05

## Anexo 2

### Catálogo fotográfico

**Figura 14**

*Siembra de plantas madre de arándano.*



**Figura 15**

Recolección de tierra orgánica rubia.



**Figura 16**

*Recolección de tierra orgánica negra*



**Figura 17**

*Recolección de pajilla de arroz.*



**Figura 18**

*Recolección de aserrín de pino.*





**Figura 19**

*Recolección de arena de río.*



**Figura 20**

*Llenado de bandejas con sus respectivos sustratos.*



**Figura 21**

*Desinfección de sustratos en sus bandejas usando Ridomil.*



**Figura 22**

*Desinfección del área donde se pondrá las bandejas con Ridomil.*



**Figura 23**

*Recolección de estacas de plantas madre.*



**Figura 24**

*Preparación de las dosis para desinfección y enraizante*



**Figura 25**

*Enraizantes Root hoo y fungicida Previcur.*



**Figura 26**

*Siembra de estacas en la diferentes dosis de sustratos.*



**Figura 27**

*Instalación del experimento bajo condiciones de invernadero.*





**Figura 28**

*Evaluación en los diferentes sustratos.*



**Figura 29**

*Evaluación de tesis de los diferentes sustratos.*



**Figura 30**

Siembra de tratamiento 1 (100% aserrín de pino).



**Figura 31**

*Evaluación a los 95 días (100% aserrín de pino).*



**Figura 32**

*Características del plantín de tratamiento 1 (100 % aserrín de pino).*



**Figura 33**

*Características morfológicas del plantín de tratamiento 1 (100 % aserrín de pino).*





**Figura 34**

*Siembra tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz).*



**Figura 35**

*Evaluación a los 95 días (100 % pajilla de arroz).*



**Figura 36**

*Características del plantín de tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz).*



**Figura 37**

*Características morfológicas del plantín de tratamiento 2 (100 % pajilla de arroz).*



**Figura 38**

*Siembra tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia).*



**Figura 39**

*Evaluación a los 95 días (100 % tierra orgánica rubia).*





**Figura 40**

*Características del plantín de tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia).*



**Figura 41**

*Características morfológicas del plantín de tratamiento 3 (100 % tierra orgánica rubia)*



**Figura 42**

*Siembra tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra).*



**Figura 43**

*Evaluación a los 95 días (100 % tierra orgánica negra).*



**Figura 44**

*Características del plantín de tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra).*



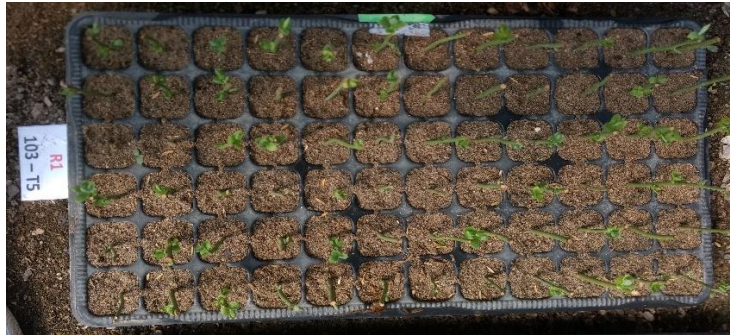
**Figura 45**

*Características morfológicas del plantín de tratamiento 4 (100 % tierra orgánica negra).*



**Figura 46**

*Siembra tratamiento 5 (100 % arena de rio - testigo).*



**Figura 47**

*Evaluación a los 95 días (100 % arena de rio - testigo).*



**Figura 48**

*Características del plantín de tratamiento 5 (100 % arena de rio - testigo).*





**Figura 49**

Características morfológicas del plantín de tratamiento 5 (100 % arena de río - testigo).



**Figura 50**

*Trasplante en bolsas para desarrollar parte aérea y raíz.*



**Figura 51**

*Siembra a campo definitivo.*



**Figura 52**

*Siembra de plantines a campo definitivo.*



**Figura 53**

*Floración y fruta de plantines de arándano en 4 meses.*



**Figura 54**

*Cosecha de fruto de arándano.*

