



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN
DE LAUREL *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) EN LA
COMUNIDAD LAGUNAS, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE
LOJA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

RUSBBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO

Riobamba - Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN
DE LAUREL *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) EN LA
COMUNIDAD LAGUNAS, CANTÓN SARAGURO, PROVINCIA DE
LOJA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: RUSBBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO

DIRECTORA: DRA. ROSA DEL PILAR CASTRO GOMEZ PhD.

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Rusbbel Damián Seraquive Lozano

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

**DECLARACION DE AUTENTIFICIDAD Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACION A LA ESPOCH**

Yo, RUSBBEL DAMIÁN SERAQUIVE LOZANO, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Riobamba, 18 de noviembre 2021

Rusbbel Damián Seraquive Lozano

110497043-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LAUREL *Morella pubescens (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) EN LA COMUNIDAD LAGUNAS, CANTON SARAGURO, PROVINCIA DE LOJA***, realizado por el señor **RUSBBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero MsC.	<small>PABLO ISRAEL Firmado digitalmente por ALVAREZ ROMERO PABLO ISRAEL ALVAREZ ROMERO</small>	
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	18 de noviembre de 2021
Dra. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD.	 Firmado electrónicamente por: ROSA DEL PILAR CASTRO GOMEZ	
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	18 de noviembre de 2021
Ing. Juan Hugo Rodríguez Guerra MsC.	 Firmado electrónicamente por: JUAN HUGO RODRIGUEZ GUERRA	
MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	18 de noviembre de 2021

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RUSBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. Agradezco a mi directora de tesis, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

RUSBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1. GENERALIDADES DEL MORELLA PUBESCENS.....	5
1.1.1. Clasificación Taxonómica.....	5
1.1.2. Distribución natural.....	5
1.1.3. Descripción Botánica.....	6
1.3.1.1. Sistema Radicular	7
1.3.1.2. Hojas	7
1.3.1.3. Flores	7
1.3.1.4. Frutos	8
1.1.1.5. Semillas.....	8
1.1.4. Crecimiento	8
1.1.4.1. Altitud	8
1.1.4.2. Propagación y reproducción	8
1.1.5. Generalidades de la germinación de las semillas.....	9
1.1.6. Sustrato.....	9
1.1.6.1. Generalidades.....	9
1.1.6.2. Propiedades de los sustratos	10
1.1.6.3. Clasificación de los sustratos.....	11
1.1.6.4. Materiales Orgánicos	11
1.1.6.5. Materiales Inorgánicos (Minerales).....	12
1.1.6.6. Características de un buen sustrato.....	12

1.1.6.7.	Tierra negra.....	12
1.1.6.8.	Turba.....	13
1.1.6.9.	Tierra de montaña	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1.1.	<i>Materiales y equipos</i>.....	14
2.2.	METODOLOGÍA	14
2.2.1.	<i>Zona de Estudio</i>	14
2.2.2.	<i>Diseño experimental</i>.....	15
2.2.2.1.	Tipo de diseño experimental.....	15
2.2.2.2.	Especificaciones del campo experimental	15
2.2.3.	<i>Variables a evaluar</i>.....	16
2.2.3.1.	Trabajo en campo.....	16
2.2.3.2.	Preparación del terreno	16
2.2.3.3.	Siembra	16
2.2.3.4.	Riego.....	16
2.2.3.5.	Análisis físicos-químicos de los sustratos	17
2.2.3.6.	Factores de estudio.....	17
2.2.3.7.	Esquema de análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey y prueba de Fisher....	17
2.2.4.	<i>Evaluación económica de los sustratos</i>	18

CAPÍTULO III

3.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	19
3.1.	DETERMINACIÓN DEL MEJOR SUSTRATO SEGÚN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE MORELLA PUBESCENS (HUMB. & BONPL. EX WILLD).	19
3.1.1.	<i>Propiedades físicas y Químicas de los sustratos</i>	19
3.1.2.	<i>Factores de estudio</i>.....	24
3.1.3.	<i>Análisis de varianza</i>.....	25
3.1.4.	<i>Prueba de Tukey</i>	27
3.1.5.	<i>Prueba de Fisher</i>.....	30

3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	31
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Tratamientos del estudio	17
Tabla 1-3:	Resultado de los análisis de los sustratos	21
Tabla 2-3:	ADEVA para altura 15 días por tratamientos	26
Tabla 3-3:	ADEVA para altura 30 días por tratamientos	26
Tabla 4-3:	ADEVA para altura 45 días por tratamientos	26
Tabla 5-3:	ADEVA para número de hojas 15 días por tratamientos	26
Tabla 6-3:	ADEVA para número de hojas 30 días por tratamientos	27
Tabla 7-3:	ADEVA para número de hojas 45 días por tratamientos	27
Tabla 8-3:	Prueba de Fisher ($p>0,05$): 15 días	30
Tabla 9-3:	Prueba de Fisher ($p>0,05$): 30 días	30
Tabla 10-3:	Prueba de Fisher ($p>0,05$): 45 días	30
Tabla 11-3:	Evaluación económica de los sustratos	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Distribución de la especie.....	6
Figura 2-1:	Árbol de <i>Morella pubescens</i>	6
Figura 3-1:	Flores de <i>Morella pubescens</i>	7
Figura 4-1:	Frutos y semillas de <i>Morella pubescens</i>	8
Figura 5-1:	Partes de la semilla.....	9
Figura 1-2:	Ubicación del cantón Saraguro respecto a Ecuador.	15

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Materia orgánica	22
Gráfico 2-3:	Variable P.....	23
Gráfico 3-3:	Variable K.....	24
Gráfico 4-3:	Supervivencia de <i>Morella pubescens</i> durante los tratamientos	25
Gráfico 5-3:	Análisis entre la altura y los sustratos a los 15 días	28
Gráfico 6-3:	Análisis entre la altura y los sustratos a los 30 días	28
Gráfico 7-3:	Análisis entre la altura y los sustratos a los 45 días	29
Gráfico 8-3:	Comparación del comportamiento en los 3 tratamientos.....	29

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	DATOS RECOGIDOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MORELLA PUBESCENS EN LOS TRES TRATAMIENTOS.....	42
ANEXO B:	RECOLECCIÓN DE SUSTRATO	45
ANEXO C:	ENFUNDADO.....	46
ANEXO D:	SIEMBRA	47
ANEXO E:	PLÁNTULAS GERMINADAS	48

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar tres sustratos para la producción de laurel (*Morella pubescens*) determinando el mejor sustrato según sus propiedades físicas y químicas posteriormente se procedió a la preparación y siembra de las semillas de *Morella pubescens*. El crecimiento fue monitoreado a los 15, 30 y 45 días tomando datos de altura y número de hojas. Con estos datos se caracterizó los parámetros físico químicos de los sustratos y se realizaron análisis de varianza ADEVA, y pruebas post hoc como Tukey y Fisher a través del software InfoStat. Por otra parte, se evaluó económicamente cada sustrato. En el análisis físico químico se evidenció que la turba tiene gran concentración de materia orgánica (M.O.) y de fósforo (P), por su parte la tierra negra presentó mayor concentración de potasio (K), seguido por la turba y tierra de montaña. El análisis de varianza en los tres tratamientos se evidencio que entre turba y tierra negra no existe una diferencia estadísticamente significativa. Finalmente, con respecto a la evaluación económica de los sustratos se ha determinado un valor para turba de \$1,09, tierra negra \$1,68 y tierra de montaña de \$ 1,76. Se concluye a partir de los resultados que la turba es la mejor opción para la producción de *Morella pubescens* debido a que presenta mayor crecimiento tanto en altura como en cantidad de hojas durante el monitoreo y de recolección de datos por lo que se sugiere ampliar el tiempo de análisis de las plántulas en tierra negra y en tierra de montaña dado que estas no presentaron diferencias significativas.

Palabras claves: <SUSTRATOS>, <PRODUCCIÓN>, <VARIANZA>, <LAUREL DE CERA (*Morella pubescens*)>. <PLÁNTULAS>

CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ

Firmado digitalmente
por CRISTHIAN
FERNANDO CASTILLO
RUIZ
Fecha: 2021.11.29
23:20:34 -05'00'



2180-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate three substrates for the production of laurel (*Morella pubescens*), determining the best substrate according to its physical and chemical properties, followed by the preparation and sowing of *Morella pubescens* seeds. Growth was monitored at 15, 30 and 45 days, taking data on height and number of leaves. With these data, the physical and chemical parameters of the substrates were characterized and ADEVA analysis of variance and post hoc tests such as Tukey and Fisher were carried out using InfoStat software. On the other hand, each substrate was evaluated economically. The physical-chemical analysis showed that peat had a high concentration of organic substance (OS) and phosphorus (P), while black soil had a higher concentration of potassium (K), followed by peat and mountain soil. The analysis of variance in the three treatments showed that there was no statistically significant difference between peat and black soil. Finally, related to the economic evaluation of the substrates, a value of \$1.09 for peat, \$1.68 for black soil and \$1.76 for mountain soil was determined. It is concluded according to the results that peat is the best option for the production of *Morella pubescens*, because it presents greater growth both in height and in number of leaves during the monitoring and data collection; therefore, it is suggested to extend the time of analysis of the seedlings in black and mountain soil since they did not present significant differences.

Key words: <SUSTRATUM>, <PRODUCTION>, <VARIANCE>, <WAX LAUREL (*Morella pubescens*)>. <PLANTULES>.



Firmado electrónicamente por:

**ELSA AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador podemos encontrar alrededor de 9000 especies forestales identificadas taxonómicamente, razón por la cual el presente estudio se enfoca en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.), en este sentido para obtener una buena producción es fundamental conocer el tipo de sustrato a utilizar para una correcta propagación y, en particular, de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente ligados a las condiciones de aireación y contenido de agua, además de tener una influencia directa sobre el suministro de nutrimentos necesarios para las especies que se desarrollen en él. Para garantizar un buen crecimiento y desarrollo de la especie es necesario usar sustratos ideales, los cuales son medios sólidos inertes, que tienen una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración, y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan (Moinereau, et al., 1987 pp. 41-46).

Un sustrato puede dar resultados distintos según el material, forma o tamaño del contenedor; especie vegetal; técnicas de riego; sistema de fertilización; duración del cultivo; destino final de las plantas o condiciones climáticas concretas (FAO, 2002 pp. 1-15).

Partiendo del supuesto que no existe un sustrato ideal, el mejor sustrato será aquel que proporcione la máxima cantidad de agua, el mayor volumen de aire, los elementos nutritivos necesarios, anclaje adecuado para las raíces y que, además, no contenga componentes que frenen el crecimiento de la planta (INFOAGRO, 2002 p. 16).

Según Paredes (2002), un sustrato es todo material sólido que puede ser usado como reemplazo del suelo, y sirve como medio de crecimiento para cultivar plantas. La función principal del sustrato es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de las plantas. El crecimiento de la raíz en el sustrato es más rápido y vigoroso que en el suelo.

Según Cabrera (2012, p.31), un sustrato debe reunir un conjunto de características que los hagan aptos para un cultivo. Las propiedades físicas son consideradas las más importantes en un sustrato, debido a que, si la estructura física es inadecuada, difícilmente se la podrá mejorar una vez que se ha establecido el cultivo.

ANTECEDENTES

Realizar el estudio del comportamiento de germinación y crecimiento de la plántula probando diferentes sustratos, de esta manera se puede obtener información precisa con los resultados que

se obtendrá con cada una de ellas ya que es muy importante conocer su evolución y comportamiento en un ambiente determinado.

Una de las especies promisorias que ha de ser utilizada no solo para la forestación de zonas deterioradas o desérticas sino también para el incremento de la biomasa y que atenuará estas anomalías, es el laurel de cera (*Morella pubescens* H.B ex Wild) que se propaga naturalmente por semillas, presentando baja germinación, lo cual se hace necesaria la investigación de métodos ya sea de sustratos o dándoles un tratamiento previo a la siembra y cuyo resultado sea una eficiente germinación de las semillas.

PROBLEMA

Para obtener éxito en una plantación en primer lugar se debe tener en cuenta la calidad de la semilla adjuntando a ello un buen manejo en etapa de siembra. Dentro de este contexto para obtener plántulas de buena calidad es necesario tener en cuenta el manejo adecuado de los sustratos a utilizar.

En la mayoría de los viveros podemos observar la utilización de un sustrato definido para las especies, sin embargo, es necesario conocer otras alternativas de sustratos para mejorar la calidad de la producción.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que en la provincia de Loja existe poca información en cuanto a sustratos se refiere, para la producción del Laurel de cera, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.), por lo tanto, se decidió realizar este estudio de sustratos y con ello aportar para el buen desarrollo de nuestra provincia y el país.

El laurel es una especie promisoriosa y su explotación es limitada; es una especie propicia de cultivo en diferentes sistemas de producción. Además, es un mitigador de impactos ambientales por adaptarse a condiciones marginales de suelo.

Sus características morfológicas (sistema radicular extenso, densidad de la copa, resistencia de las ramas) la convierten en un símbolo de la conservación de las eco- regiones alto-andinas.

El laurel de cera es una especie que brinda beneficios ambientales:

Óptima para la exitosa colonización de sustratos seriamente destruidos ya que sus raíces fijan nitrógeno.

Contribuye al inicio de la sucesión vegetal, lo cual posibilita el establecimiento de otras especies.

Funciona como alimento para la fauna silvestre.

Ayuda a regular los caudales de agua y proteger los taludes de las carreteras, riveras hídricas y pantanosas.

Conserva las cuencas hidrográficas, enfatizando la importancia de éstas, como un espacio de vida integral; generando alternativas de producción sostenible a través de prácticas agroecológicas.

Induce la restauración, ya que protege y recupera los suelos degradados, formando sistemas agroforestales y silvo-pastoriles.

Fomenta la formación de áreas boscosas, con fines de producción y protección.

OBJETIVOS

General

- Evaluar los resultados de tres sustratos para la producción de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.)

Específicos

- Determinar el mejor sustrato según sus propiedades físicas y químicas para la producción de plántulas de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd).
- Evaluar los costos de producción de los sustratos determinando el más adecuado económicamente para la producción de plántulas de *M. pubescens*.

A. HIPÓTESIS

NULA

Los sustratos utilizados no presentan diferencias significativas al momento de la emergencia de la plántula.

ALTERNANTE

Al menos uno de los sustratos mostrara diferencias de la emergencia de las plántulas.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Generalidades del *Morella pubescens*

Según Hoyos y Cabrera (1999, p.45), el laurel de cera es un arbusto o árbol pequeño; su origen es holártico, es decir, de la parte Norte del Continente Americano, aunque algunos autores indican que es originario del Mar Negro. Es una especie de importancia para la protección de cuencas además es un restaurador de suelos. De sus frutos se obtiene la cera que es empleada en procesos industriales. Los árboles no son cultivados por agricultores, sino que crecen espontáneamente en potreros y taludes de carreteras (Hoyos; y Cabrera, 1999, p.45).

1.1.1 Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myricales

Familia: Myricaceae

Género: *Morella*

Especie: *Morella pubescens*

Nombres Comunes: Laurel de cera, olivo de cera, olivón, murkuna, pajte, yapurundi, ñijñi, laurel y roble.

1.1.2 Distribución natural

El laurel de cera es una especie que está distribuida por todo el trópico con exclusión de Australia (Pérez, 1956, p.27). En Centro América se encuentra en Panamá y Costa Rica. En América del Sur: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador, el género *Morella* está representado por dos especies andinas: *Morella pubescens*, característica de zonas secundarias y *Morella parvifolia* (Benth.), característica del subpáramo y páramo (Aguirre, et al., 2007 p. 19).



Figura 1-1. Distribución de la especie

Fuente: (Castro, y Ayala, 2011)

Realizado por: Seraquive, Rusbbel. 2021

1.1.3 Descripción Botánica

Es un árbol pequeño, resistente, tiene forma torcida, posee lenticelas y su color es grisáceo, su copa es amplia e irregular, follaje denso y de color verdoso; sus ramas crecen de forma horizontal a oblicua y empiezan a disminuir a la altura de la base, son medianamente gruesas y abundantes, sus ramitas son delgadas de color verdoso y olorosas al herirlas (Borja, y Lasso, 1990, p.62).

Posee amentos masculinos cortos, 4 – 14 estambres en un mismo verticilo; los amentos femeninos son de doble tamaño en comparación con los masculinos. Tienen un ovario súpero, bicarpelar, unilocular con superficie granulosa; 2 estilos filiformes unidos en la base, un óvulo basal. Fruto drupáceo, cubierto de gránulos de cera.

Alcanza una altura máxima reportada de 16 m por 30 cm de diámetro (www.opepa.org). Tiene un amplio rango de adaptación en cuanto a altitud y su sistema radicular es extenso (Hoyos, y Cabrera, 1999, p.55).



Figura 2-1. Árbol de *Morella pubescens*

Fuente: (Castro, y Ayala, 2011)

Realizado por: Seraquive, Rusbbel. 2021

1.3.1.1 Sistema Radicular

Las raíces presentan nódulos radiculares, que fijan nitrógeno y permiten el crecimiento del arbusto en terrenos carentes de este elemento, razón por la cual es recomendable su utilización en la recuperación de suelos erosionados (Gallardo, 1993 p. 47).

1.3.1.2 Hojas

Según Hoyos y Cabrera (1999, p.57), las hojas son coriáceas, simples, alternas y lanceoladas, pubescentes por el haz y el envés; sus bordes están provistos con 10 dientes pequeños y las nervaduras son salientes y se bifurcan en el ápice. Miden de 9 cm hasta 15 cm de largo por 3 cm de ancho; poseen ejes cortos y acanalados, de color verde oliva; nerviación marcada por su revés; por ambas caras tiene glándulas que son de color amarillo y expiden un olor agradable al estrujarlas (Blanc, 1987 p. 322).

1.3.1.3 Flores

Son unisexuales, miden 2 mm de diámetro, las masculinas son de color amarillo y café y se encuentran localizadas hacia la parte baja de la espiga; se caen rápido después de liberar el polen, mientras que las femeninas son de color rojo y están dispuestas hacia el ápice; éstas perduran más tiempo mientras se desarrollan los 11 ovarios, convirtiéndose en frutos. Están protegidas individualmente por varias brácteas que se disponen en amentos axilares sobre ramas diferentes de la misma planta (Blanc, 1987 p. 33; Trejos, 1960 p. 51).



Figura 3-1. Flores de *Morella pubescens*

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

1.3.1.4 Frutos

Producen racimos pequeños, escamosos y duros. Los frutos miden 5 mm de diámetro; son de color café amarillento, gris verdoso, verde claro o violeta (Trejos, 1960 p. 57); tiene forma esférica y en su superficie poseen gránulos de cera, que son de color blanquecino y cada uno contiene una semilla; el número de frutos por kilogramo es de 32.019 de esto 40% es cera, el 23% son impurezas y el 37% semillas (Hoyos, y Cabrera, 1999, p.61).

1.1.1.5 Semillas

Las semillas se encuentran en el interior del fruto. La superficie es rugosa, de color marrón, posee consistencia dura y el tamaño es aproximadamente de 2,5 x 2,0 mm. El número promedio de semillas por kilogramo es de 100.000 (Hoyos, y Cabrera, 1999, p.61).



Figura 4-1. Frutos y semillas de *Morella pubescens*

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

1.1.4 Crecimiento

1.1.4.1 Altitud

A esta especie se la puede encontrar desde los 1.600 a los 3.900 msnm (Blanc, 1987 p. 35; Pérez, 1956 p. 51).

1.1.4.2 Propagación y reproducción

Hoyos y Cabrera (1999 p. 63), indicaron que las investigaciones que se han adelantado en relación con la propagación del laurel de cera son muy incipientes y las que más se conocen están relacionadas con la reproducción sexual. La propagación vegetativa por estacas o por medio de cultivo in vitro está por experimentarse.

Su forma natural de reproducción es ayudada por aves que consumen los frutos y consecuentemente los dispersan en sus excretas, cayendo directamente al suelo donde germinan, dando lugar a grupos de árboles de tamaño variable dependiendo del sitio donde las semillas son depositadas.

1.1.5 Generalidades de la germinación de las semillas

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y su función principal es la de multiplicarse y perpetuar la especie.

Las semillas contienen el embrión y las sustancias de reserva. El embrión es una planta en miniatura en estado de vida latente; posee uno o varios apéndices laterales llamados cotiledones, que son hojas modificadas. Los cotiledones están unidos al embrión por el nudo cotiledonal.

El embrión y las sustancias de reserva están rodeados por una pared denominada tegumento seminal o epispermo. Este tegumento posee dos capas llamadas testa (la más externa) y tegmen (la capa interna) y son derivadas de las capas que componen el tegumento del óvulo. La testa es casi siempre dura y resistente y el tegmen es mucho más delgado. La función del tegumento es proteger al embrión y las sustancias de reserva, pudiendo experimentar a veces algunas modificaciones que facilitan la dispersión de la semilla, como por ejemplo formaciones aladas, presencia de pelos, etc. (Castro, y Ayala, 2011, p.38).

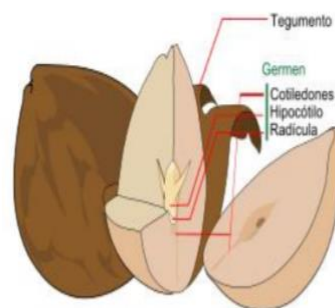


Figura 5-1. Partes de la semilla

Realizado por: Castro, G; Ayala, R., 2011

1.1.6 Sustrato

1.1.6.1 Generalidades

El sustrato es todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que colocado en un contenedor -en forma pura o en mezcla- permite el anclaje

del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta (Blanc, 1987; Abad, 1991, pp.270-280; Abad y Noguera, 1998 citado por Terés, 2001, pp.289-340).

1.1.6.2 Propiedades de los sustratos

Las propiedades de los sustratos se dividen básicamente en tres categorías: Químicas, físicas y biológicas.

Las propiedades físicas de los sustratos son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinan la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz (Quiroz, et al., 2009 p. 71). Las propiedades físicas tienen una característica importante, debido a que, una vez colocada el sustrato en el contenedor, dichas propiedades resultan prácticamente imposible modificarla (Pastor, 1999, pp.2395-8030).

Las propiedades físicas de un sustrato incluyen: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, estabilidad estructural, entre otras. El sustrato es necesario que tenga buena porosidad para permitir que la raíz de la plántula tenga suficiente oxígeno, un contenido de oxígeno debajo de 12% en un sustrato puede obstruir el crecimiento de nuevas raíces (Landis et al, 1990, pp.1-67).

Las relaciones aire-agua en el sustrato son consecuencia directa de la distribución del tamaño de poro, así como la forma, tamaño y distribución de los poros condiciona las propiedades hídricas del sustrato, y por lo tanto el manejo del agua de riego (Terés, 2001). Si la disponibilidad de agua es baja, la planta encuentra dificultades para su adecuada nutrición hídrica afectando su desarrollo (Terés y Beunza, 1997, pp.38-41).

La densidad real tiene un interés relativo, su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los sustratos de origen mineral; mientras que la densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo, los valores se prefieren bajos (0,7-0,1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (INFOAGRO, 2002, p.22).

Las propiedades químicas son importantes porque influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula (Quiroz, et al., 2009 p. 72). También influyen en el suministro de nutrientes a través de la Capacidad de Intercambio Catiónico, la cual depende a su vez, en gran medida de la acidez del sustrato (Ansorena, 1994; citado por Littleton, 2000, p.73).

Entre las características químicas de los sustratos destacan: Fertilidad, Capacidad de Intercambio Catiónico, pH, capacidad tampón, Relación C/N. La fertilidad depende en la cantidad de nutrientes en el sustrato. Los nutrientes básicos que la plántula requiere en gran cantidad son Nitrógeno, Fosforo, y Potasio. La capacidad de intercambio catiónico (CIC), es uno de los atributos más importantes relacionados con la fertilidad del medio de crecimiento, y

se define como la capacidad del medio o sustrato para adsorber iones cargados positivamente o cationes (Quiroz, et al., 2009 p. 72).

Una de las propiedades a considerar para un sustrato es el pH, debido a su importancia en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Para la producción de plántulas en viveros y en contenedores se recomienda mantener un pH dentro del intervalo de 5.5, ligeramente ácido, a 6.5 (Landis et al, 1990, pp.1-67). Cuando el sustrato es muy ácido ($\text{pH} < 5,0$) o alcalino ($\text{pH} > 7,5$) suelen aparecer síntomas de deficiencia de nutrientes, no debidos a su escasez en el medio de crecimiento sino por hallarse en formas químicas no disponibles para la planta (Valenzuela, y Gallardo, 2005, p.66).

Las propiedades biológicas se refieren a las propiedades dadas por los materiales orgánicos. Estas propiedades evalúan la estabilidad biológica del material, así como la presencia de componentes que pueden actuar como estimuladores o inhibidores del crecimiento vegetal (Terés, 2001 pág. 57).

Una de las características biológicas a considerar es la velocidad de descomposición del material, en especial a todos aquellos sustratos orgánicos, dado a que todos los sustratos orgánicos son susceptibles de degradación biológicas, siendo la población microbiana la responsable de dicho proceso.

1.1.6.3 Clasificación de los sustratos

Existen diferentes formas y criterios para clasificar los sustratos, pero básicamente se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades y su capacidad de degradación (Terés, 2001 pág. 58), realiza una clasificación basada en Zuang y Musard, (1984); Moinereau et al., (1987); Abad, (1995).

1.1.6.4 Materiales Orgánicos

De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica. El más empleado es la turba.

De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, espuma de urea formaldehído, poliestireno expandido, etc.).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, ganaderas, industriales, urbanas, etc. Muchos materiales de este grupo deberán someterse a un proceso de compostaje para su adecuación como sustratos (cascarilla de arroz, estiércoles, cortezas de árboles, serrín, virutas de madera, residuo de fibra de coco, residuo del corcho, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

1.1.6.5 Materiales Inorgánicos (Minerales)

De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).

Transformados o tratados industrialmente. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos -y a veces también químicos- más o menos complejos, que modifican notablemente las características iniciales de los materiales de partida (arcilla expandida, lana de roca, perlita, vermiculita, etc.).

Residuos y subproductos industriales. Comprenden los materiales residuales procedentes de distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, ladrillo molido, etc.).

1.1.6.6 Características de un buen sustrato

El conocimiento de las propiedades de los sustratos como medios de crecimiento es importante para la toma de decisiones, pero no es suficiente para determinar un sustrato ideal.

Aunque en realidad, el sustrato ideal quizá no exista, únicamente se puede conocer el sustrato adecuado porque va a depender de muchos factores: tipo de planta, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y el manejo del sustrato (Pastor, 1999).

Aunque no se puede determinar un sustrato ideal, debido a que cada especie tiene sus propios requerimiento, en el cuadro 2 se mencionan algunas características ideales presentadas por la FAO (2002 p. 28), entre las cuales se mencionan: Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.)

1.1.6.7 Tierra negra

Según Padilla (1999 pp. 1-77), indica que se realizó estudios de estos suelos en el Ecuador, y los denominaron negro andino, aquellos que se encuentran de 3000 a 4000 m.s.n.m., en donde expresa, que estos suelos son francos con 100 % de retención de agua, se localizan en vertientes de las cordilleras con pendientes de suaves a fuertes.

De acuerdo con la taxonomía de suelos (Soil Survey Staff, 1975), los suelos derivados de cenizas volcánicas se clasifican como Andisoles, un suborden de los Inceptisol, este fue un intento de definir suelos que previamente fueron llamados Andosoles. Algunos científicos del

suelo consideraron que esta clasificación es inadecuada y propusieron el orden Andisoles para suelos con materiales volcánicos elásticos.

La propuesta del concepto central de un Andisol fue la siguiente:

- Suelos desarrollados en materiales volcánicos elásticos.
- Complejo de cambio dominado por compuestos amorfos de Aluminio y Sílice.
- Densidad baja.
- Fijación de fósforo alta.
- Porcentaje de carbono alto.
- Retención alta de agua (depende de la textura)
- Inusual toxicidad de Aluminio.
- Límites líquidos altos, límites plásticos altos.

1.1.6.8 Turba

Las turbas se forman por acumulación de gran cantidad de restos orgánicos parcialmente descompuestos a consecuencia de la presencia de un medio saturado de agua, lo que origina condiciones de anaerobiosis que retardan considerablemente la descomposición de los restos vegetales, que de esta manera se acumulan llegando a formar capas de gran espesor. Son suelos orgánicos pertenecientes a la orden de los hiscosoles (USDA, 1975 p. 102).

1.1.6.9 Tierra de montaña

La montaña es uno de los principales sitios de descomposición, proceso de suma importancia para la continuidad del bosque como un todo. También es hábitat de miles de plantas y animales que provee soporte para los árboles que son responsables de la formación del suelo.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Materiales y Métodos

2.1.1 *Materiales y equipos*

Lápiz, Libreta de campo, Azadón, lampón, Cámara fotográfica, Botas, Machete, Poncho de agua, Sacos, Fundas plásticas, Computadora, Impresora (Epson), Hojas de papel bond, Libreta, Lápiz.

2.2 Metodología

2.2.1 *Zona de Estudio*

La presente investigación se desarrolló en la comunidad “Las Lagunas” del cantón Saraguro provincia de Loja, en las coordenadas: latitud: -3.65 y longitud: -79.25 (Figura 1). En Saraguro la mayor parte del año es frío ya que se encuentra en el callejón interandino, teniendo como datos los siguientes:

Temperatura: Temperatura media anual es de 16°C*

Precipitación: la precipitación promedio anual es de 1626 mm*

Altitud: Altitud de 2863 msnm*

* (GAD Municipal Saraguro, 2014).

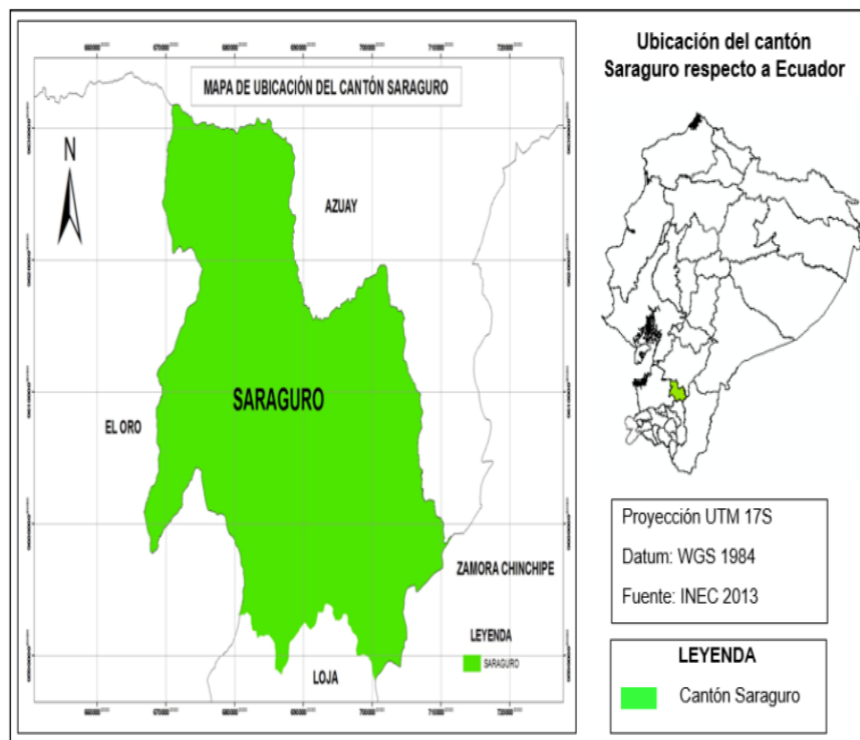


Figura 1-2. Ubicación del cantón Saraguro respecto a Ecuador.

Realizado por: Seraquive, R. Autoría propia elaborado con ArcMaps 2021.

2.2.2 Diseño experimental

2.2.2.1 Tipo de diseño experimental

En el presente estudio se planteó realizar un diseño experimental al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones, se recogieron datos del crecimiento de las plántulas y cantidad de hojas. Posteriormente, se realizaron análisis de varianza que incluyó prueba ADEVA, prueba de Tukey y prueba de Fisher. Finalmente, se efectuó la evaluación económica de cada sustrato a partir de los costos y gastos que se produjeron a partir de la recolección del sustrato hasta germinación de la plántula.

2.2.2.2 Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	4
Número total de unidades experimentales	120

2.2.3 Variables a evaluar

2.2.3.1 Trabajo en campo

- Determinación del mejor sustrato según propiedades físicas y químicas para la producción de plántulas de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd).
 - a. Se realizó un recorrido exploratorio en el área de estudio previo a la recolecta de muestras de los sustratos.
 - b. Se sembraron semillas de *Morella pubescens* (medio sexual) en cada uno de los tratamientos a evaluar.
 - c. Luego del tiempo acordado se evaluó el comportamiento físico de cada uno de los tratamientos.

- Evaluación económica de los sustratos
 - a. Después de haber pasado el tiempo de la evaluación se calculó el costo-beneficio, tomando en cuenta el mejor sustrato para el desarrollo efectivo de las plántulas.

2.2.3.2 Preparación del terreno

Tierra negra: debido a la presencia de raíces y otros residuos la tierra fue triturada y tamizada.

Turba: fue aplicada como se presenta el sustrato originalmente.

Tierra de montaña: se tamizó la tierra debido a la cantidad de materia orgánica que contenía (ANEXO B).

2.2.3.3 Siembra

Se colocó la semilla en agua por 5 días para garantizar una efectiva germinación y con ello apreciar las semillas fértiles e infértiles; además se colocaron dos semillas en cada bolsa correspondiente a cada sustrato (ANEXO C).

2.2.3.4 Riego

Para realizar el riego se utilizó una bomba de fumigar, la cual roscaba agua delicadamente evitando remover de forma brusca el sustrato además de humedecer completamente todo el sustrato. El riego se lo aplicaba en un lapso de 4 días consecutivamente.

2.2.3.5 Análisis físicos-químicos de los sustratos

Se recolectaron 2 kg de cada mezcla y se colocaron en bolsas plásticas herméticas. Los análisis físicos químicos, se evaluaron los extractos InterSedes. Vol. XV. (30-2014) ISSN: 2215-2458 156 en el Laboratorio de Suelo y Foliarles, del INIAP de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP, Pichincha Ecuador). En los análisis, se usó la metodología empleada por Quesada y Méndez (2005, pp.1-15). Para medir los contenidos nutricionales de los tratamientos (Tabla 1), se usó la metodología de extracto de pastas saturada, empleada por Quesada y Méndez (2005, pp.1-15). Cabe mencionar que el número de repeticiones por tratamiento fue de 10, dando un total de 120 unidades experimentales.

Tabla 1-2: Tratamientos del estudio

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCION
1	T1	Comportamiento a los 15 días
2	T2	Comportamiento a los 30 días
3	T3	Comportamiento a los 45 días

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Adicional se determinaron valores para los siguientes parámetros físico químicos como pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), N-NH₄⁺, Ca, Mg, K, P, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Na y S.

2.2.3.6 Factores de estudio

Los factores de estudio se constituyeron en los tiempos de evaluación del comportamiento de *Morella pubescens*, correspondientes a los 15, 30 y 45 días, tiempos en los que se cuantificó la supervivencia y crecimiento de las plántulas (ANEXO A).

2.2.3.7 Esquema de análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey y prueba de Fisher.

Se realizó un análisis de varianza (ADEVA) en el software InfoStat, mediante el cual se pudo comparar la varianza de los resultados obtenidos de dos replicas en cada uno de los tratamientos, obteniendo medias.

Donde:

Suma de cuadrados: ayuda a expresar la variación total que se puede atribuir a diferentes factores.

Gl: grados de libertad total que son la cantidad de información en los datos este análisis utiliza la información para estimar los valores de los parámetros de población infinita.

Cuadrado medio: representa una apreciación de la varianza de la población.

Razón F: determina si la variabilidad entre las medias de los grupos es mayor que la variabilidad de las observaciones dentro de los grupos.

Valor P: probabilidad de obtener efectos tan extremos

Posteriormente se realizaron las pruebas post hoc de Tukey y Fisher

2.2.4 Evaluación económica de los sustratos

Para realizar la evaluación económica se tomó en cuenta los costos y gastos que se han efectuado desde la recolección y germinación de las plántulas. Se consideraron valores por kilogramo (kg) de cada sustrato por las unidades de plántulas de *Morella pubescens*, determinando valores para turba, tierra negra y en tierra de montaña.

CAPÍTULO III

3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Determinación del mejor sustrato según las propiedades físicas y químicas para la producción de plántulas de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd).

3.1.1 *Propiedades físicas y Químicas de los sustratos*

El suelo es un recurso renovable, aunque no inagotable, ya que el excesivo uso del mismo lleva a su desgaste y su formación sobrepasa los límites humanos, es decir, su formación es lenta. La importancia del suelo radica en que es la principal fuente de alimentos tanto para el ser humano como para los animales. Es el sustrato para la vida vegetal, la base de la pirámide alimenticia. De igual manera el suelo es una gran reserva genética además de regular el clima, gracias a la fijación de carbono. El suelo es la fuente de las materias primas pues nos permite la extracción de turba, grava, arena, arcilla, rocas, agua (Sono, 2018 pág. 68).

Según Garbanzo (2013 pág. 74), las propiedades físicas y químicas de un sustrato deben de brindar un nivel balanceado entre sus contenidos, con el fin de tomar decisiones acertadas en lo que respecta a riego y fertilización en almácigos. Las materias primas son las responsables de brindar buenas características que permiten el crecimiento de las plántulas, guiando a una producción equilibrada y de calidad. Las características químicas de los suelos son de vital importancia porque permiten obtener una gran cantidad de beneficios, tales como: conocer la salinidad del suelo y posteriormente mejorarla con procesos químicos más económicos dependiendo la génesis de este; asimismo saber el nivel de elementos nutritivos como: potasio, sodio, calcio y fósforo que son indispensables para el crecimiento de las plantas. De esta forma, se evitaría que los cultivos sean dañados por razones que se encuentran fuera de nuestro entendimiento.

La química es necesaria para la producción agrícola y forestal, ya que el crecimiento y desarrollo de los cultivos y la cantidad y calidad de las cosechas, están en relación directa con los nutrimentos y las características de los suelos. El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las plantas en el suelo.

Cuando estos nutrientes no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de adicionar fertilizantes químicos o enmiendas para suplir las necesidades y corregir condiciones adversas. Desde este punto de vista, el análisis químico del suelo puede suministrar información muy

valiosa. Nos permite clasificar los suelos en grupos afines, predecir las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos, ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo y de igual manera determinar las condiciones específicas del suelo que pueden ser mejoradas.

Sin embargo, no debe olvidarse que, en la producción de cultivos, interviene un conjunto de factores de gran importancia como: clima, variedades, control fitosanitario, manejo general y otras, que podrían limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido. De todas maneras, la eliminación de las deficiencias nutricionales se considera la más decisiva, responsable en la mayoría de los casos hasta aumentos de 50 % en el rendimiento (CONADESUCA, 2015, p.26).

En el presente estudio se logró determinar que la Conductividad Eléctrica (CE), de los tres sustratos poseían rangos entre 1,07 – 1.59 dS.m⁻¹. Hay que considerar que de haber obtenido contenidos superiores a 3,5 dS.m⁻¹, estos no serían convenientes para el desarrollo de almácigos (Molina, 2011, p.58; Quesada, 2004, p.63), ya que pueden tener efectos vegetativos en el crecimiento de raíces y desarrollo de las plántulas. Por su parte, el estudio abordado por Fonseca (2015 p. 33) registró valores de CE entre 0,08 dS/m y 0.28 dS/m en muestras de suelo de páramo no intervenido. Peralta y Costa (2013, p. 18) indican que valores bajos de conductividad eléctrica pueden ser ocasionados por el infiltramiento del agua en el suelo produciendo un posible lavado de las sales de la superficie edáfica. Lo cual es corroborado por el presente estudio en el cual se presentó un humedecimiento constante de los sustratos, dificultando la formación de macroagregados que facilitan la transmisión de corriente eléctrica del suelo es decir que en suelos que naturalmente no son húmedos se imposibilita a las dinámicas naturales de crecimiento de plántulas. Cabe mencionar además que a partir de este parámetro se puede determinar la salinidad del suelo, es decir que las tierras evaluadas presentaron un contenido de sales muy bajo lo que podría afectar al buen rendimiento en el crecimiento de plántulas (Havlin, et al., 2013, p. 120).

El pH para los tres sustratos osciló entre 6.3 y 6.5 (ligeramente ácido), lo cual se puede atribuir a que tanto las turbas como la tierra negra, tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero son muy variables en cuanto a su composición ya que depende de su origen. Según señala Ilbay (2012, pág. 23) en su estudio en el que obtuvo rangos de pH entre 5 – 7 para turba rubia indicando que estos sustratos suelen tener un buen nivel de retención de agua y aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. De la misma forma Clavijo (2008, p. 62) indica que las turbas presentan inestabilidad en su estructura.

Tabla 1-3: Resultado de los análisis de los sustratos

Variables	Unidades	Tierra negra	Turba	Tierra de montaña
pH		6.5 LAc	6.5 LAc	6.3 LAc
C.E.	mmhos/cm	1.07	1.09	1. 59
MO	%	2.60M	2.80M	2.50M
NH₄	ppm	72A	70A	65 ^a
P	meq/100mL	172A	175A	172 ^a
K	ppm	0.89A	0.85A	0.79 ^a
S	meq/100mL	20A	20A	21 ^a
Ca	meq/100mL	17.30 A	16.40 A	16.20 A
Mg	ppm	3.20 A	2.90 A	2.80 A
Zn	ppm	4 M	4.6 M	5 M
Cu	ppm	6.9 A	9.7 A	10.80 A
Fe	ppm	297A	359A	348 ^a
Mn	ppm	3.6 B	3.4 B	4.10 B
B	meq/100mL	1.2 M	1.4 M	0.90 B
Na	ppm	0.07	0.11	0.29

Fuente: Laboratorio suelos, 2021. Referencias: B=Bajo, M=Medio, A=Alto, Lac= Ligeramente ácido, PN= Prácticamente Neutro

Realizado por: Seraquive, Rusbbel, 2021.

En lo que se refiere al porcentaje de materia orgánica (MO), no se observaron cambios significativos en los tres sustratos (Tabla 1) sin embargo si se logró observar gráficamente que la turba presenta un valor de concentración elevado en comparación a los otros sustratos (Gráfico 1). Acorde a Castañeda y Montes (2017, p. 27) este resultado presumiblemente se debe a que las concentraciones de necromasa vegetal, dinámicas de la edafofauna y microorganismos además de exudados de raíces proveen de materia orgánica a estas tierras, y en ausencia de disturbios antropogénicos estos sustratos permanecen intactos por lo tanto la materia orgánica no solo se degrada con normalidad sino también aporta con nutrimentos a las tierras (Muñoz, et al., 2013, p. 35). Resultado corroborado por el estudio de Fernández et al. (2019, p. 19) en el cual se determinaron valores porcentuales de materia orgánica similares entre tratamientos que incluían a tierra de páramo y tierras forestales.

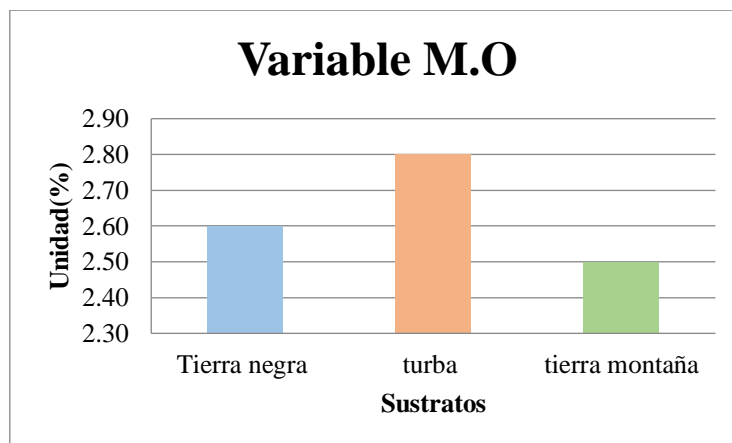


Gráfico 1-3. Materia orgánica

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021.

El nivel de fósforo en los análisis de suelos es un índice que ayuda a predecir los requerimientos de los fertilizantes fosfatados en los cultivos (Gráfico 2). Es necesario recalcar que el nivel del fósforo en los análisis de suelos no representa al nivel total existente en la solución del suelo, dado que dicha concentración es generalmente muy baja y no representa apropiadamente la cantidad de fósforo que las plantas potencialmente pueden absorber durante la temporada de crecimiento. De esta manera, la concentración de fósforo hallada en los diferentes sustratos se ubica en un rango de 172 a 175 meq/100mL evidenciando similitud en cuanto a las exigencias de fertilizantes. Según el Gráfico 2-3. *Variable P*.

La concentración de la variable P fue superior en la turba frente a la tierra negra y tierra de montaña, a pesar de esta diferencia las tres se encuentran en un rango alto.

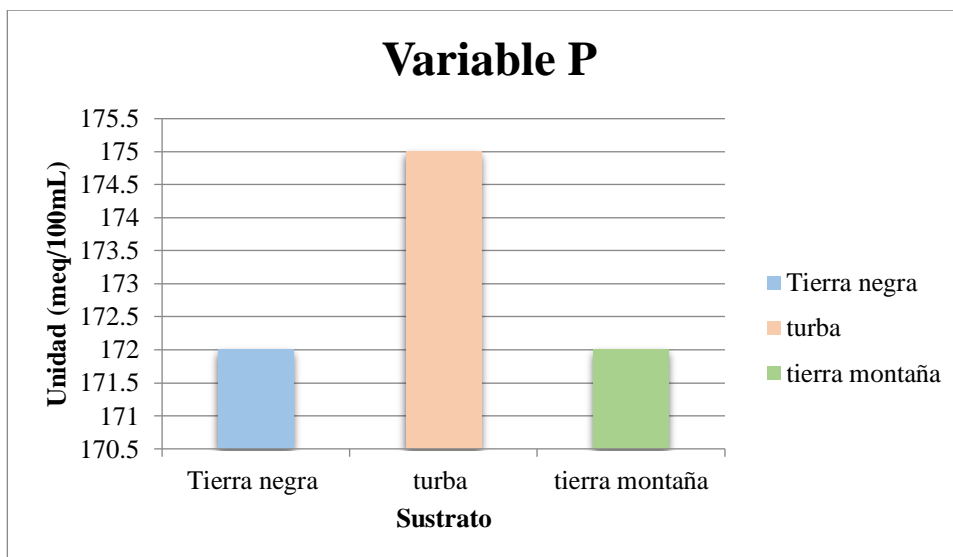


Gráfico 2-3. Variable P.

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021.

Por su parte, los coloides existentes en el suelo presentan carga negativa, hecho que les permite absorber cationes H^+ y cationes metálicos tales como: Calcio (Ca^{+2}), Magnesio (Mg^{+2}), Potasio (K^+) y Sodio (Na^+), e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbente. En el estudio se evidenciaron valores de Ca ubicados en un rango entre 16 a 17 meq/100mL, y una concentración de Mg entre 2.90 y 3.20 ppm sugiriendo valores altos y óptimos de intercambio catiónico en los sustratos evaluados.

El Azufre presentó valores entre 20 y 21 meq/100mL lo cual podría estar justificado por temperaturas ambientales cálidas a las que los sustratos estaban expuestos promoviendo la actividad de bacterias sulforeductoras.

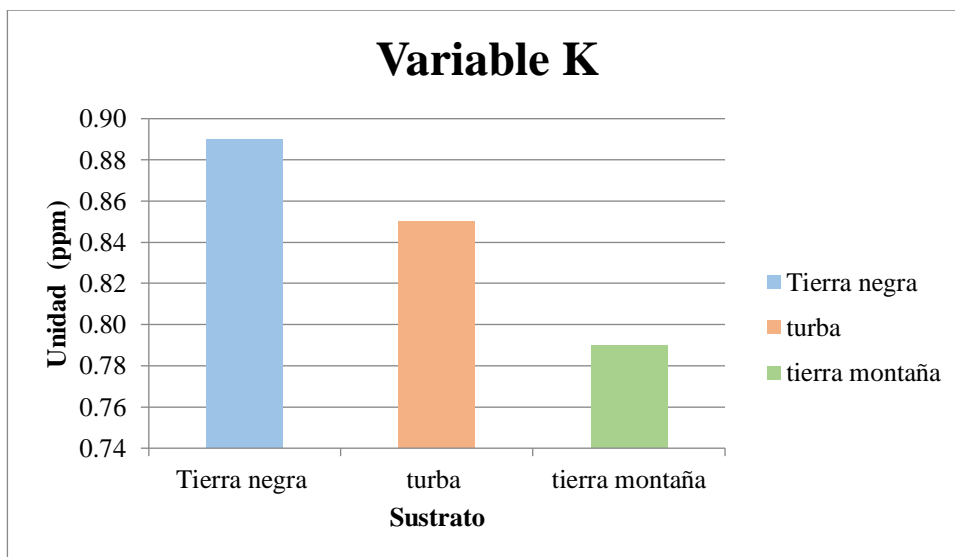


Gráfico 3-3. Variable K

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

La variable K se encuentra en mayor cantidad en la tierra negra como se muestra en el Gráfico 3, encontrándose en un rango alto.

3.1.2 Factores de estudio

El desarrollo de las plántulas durante este trabajo con respecto a la supervivencia a los 15 días fue 40 por tratamiento es decir no hubo muertes, a los 30 días en turba se presentaron 2 individuos muertos, en tierra negra y montaña un individuo muerto, y a los 45 días una pérdida en turba de 7 individuos, tierra negra 4 individuos y en tierra de montaña se mantuvo en 1 individuo muerto; es decir que los individuos en tierra de montaña tienen más posibilidades de supervivencia que los que se encuentran en turba y en tierra negra (Gráfico 4).

Según Paz, et al. (2012, p. 86) en su trabajo (Germinación y desempeño de las especies forestales nativas roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y laurel de cera (*Morella pubescens*) en el vivero forestal Los Robles de la Universidad del Cauca); se obtuvo resultados que a las 4 semanas de empezar los tratamientos en turba se obtuvo un promedio de altura máxima de 4 cm. El desarrollo vegetativo de *Morella pubescens* en tierra negra es efectiva según Sandoval (2020) en su trabajo dado que duró 20 días para la germinación usando la técnica de siembra que consiste en frotar las semillas con lija número 100, separar la cera de la semilla y sembrar en hileras o al voleo sin sepultura. Así mismo, el trabajo desarrollado por Palomeque, et al. (2020), la supervivencia de *Morella pubescens* en tierra de montaña es del 70%, además de presentar valores de crecimiento altos. El grado de supervivencia de las plántulas en los diferentes sustratos depende de diversos factores tanto ambientales como físico-químicos los cuales determinan la tasa de supervivencia de las especies vegetales.

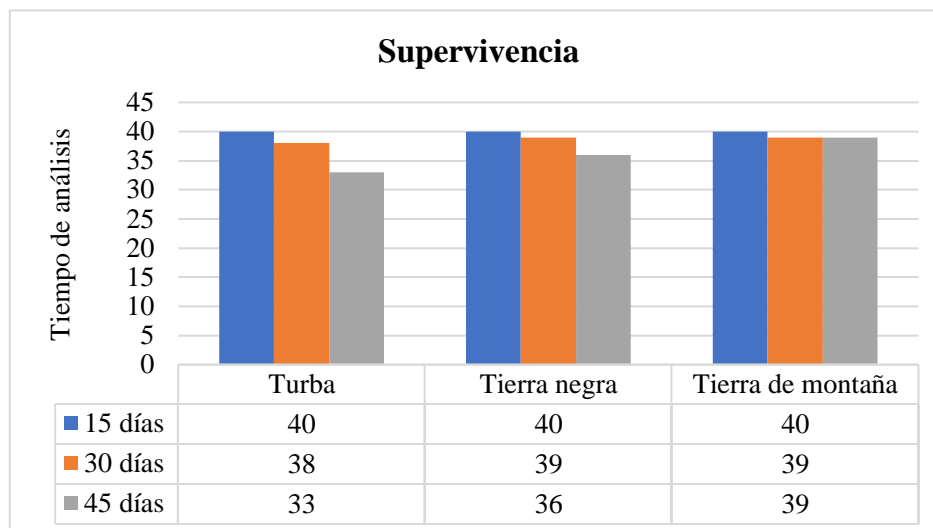


Gráfico 4-3. Supervivencia de *Morella pubescens* durante los tratamientos

Fuente: Seraquive Rusbbel, 2021.

3.1.3 Análisis de varianza

En el análisis de varianza realizado para altura en 15, 30 y 45 días por tratamiento no existe una diferencia significativa entre los promedios dado que al registrar las mediciones de los individuos no sobrepasaron una altura mayor de 3,5 cm (Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4). Resultado contrario a lo obtenido por Ortega et al. (2010, p. 71) quienes estudian diferentes sustratos para el crecimiento del tomate *Lycopersicum esculentum* (MILL) entre ellos turba, tierra agrícola determinando que las plántulas con mayor crecimiento fueron las pertenecientes al sustrato de turba (15cm) debido a que presenta nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plántulas así mismo estas plántulas presentaron mayor porcentaje de

emergencia y germinación. En el presente estudio no se logró evidenciar diferencias significantes debido tanto a factores ambientales como físico- químicos que influían directamente en el crecimiento de las plántulas.

Tabla 2-3: ADEVA para altura 15 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	2,57082	2	1,28541	11,61	0,0032
Intra grupos	0,99605	9	0,110672		
Total (Corr)	3,56687	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 3-3: ADEVA para altura 30 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	2,5382	2	1,2691	14,19	0,0016
Intra grupos	0,8049	9	0,0894333		
Total (Corr)	3,3431	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 4-3: ADEVA para altura 45 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	2,95712	2	1,47856	4,48	0,0447
Intra grupos	2,97098	9	0,330108		
Total (Corr)	5,9281	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

En las Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7 se expresa que no existe diferencias significativas entre sustratos a los 15, 30 y 45 días de registro de datos respecto al número de hojas presentes en cada individuo. De la misma forma, el estudio de Ortega, et al. (2010, p.74) no logró evidenciar diferencias significativas entre grupos de tratamiento de turba y tierra agrícola, sin embargo, este estudio, obtuvo plántulas con altura deseable, tallo fuerte y frondosas, principalmente en los sustratos turba, lombricomposta y aserrín, resultado hallado al realizar un análisis de correlación entre estas variables.

Tabla 5-3: ADEVA para número de hojas 15 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	1,14	2	0,57	9,46	0,0061

Intra grupos	0,5425	9	0,0602778		
Total (Corr)	1,6825	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 6-3: ADEVA para número de hojas 30 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	1,08667	2	0,543333	9,78	0,0055
Intra grupos	0,5	9	0,0555556		
Total (Corr)	1,58667	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 7-3: ADEVA para número de hojas 45 días por tratamientos

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	0,845	2	0,4225	6,73	0,0163
Intra grupos	0,565	9	0,0627778		
Total (Corr)	1,41	11			

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

3.1.4 Prueba de Tukey

Con esta prueba se calculó una única diferencia crítica para realizar todas las comparaciones entre las medias según la metodología aplicada por Fallas (2012, p. 91) en sus trabajos de Análisis de Varianza. Al realizar la compilación de los tres tratamientos se evidencia que con turba se obtuvo un mayor crecimiento de las plántulas a los 15 días, 30 días, teniendo a los 45 días una altura promedio de 2,4, con tierra negra se obtuvo un crecimiento medio, mientras que con tierra de montaña el crecimiento fue menor a los dos anteriores (Gráfico 8).

El estudio realizado por Telenchan (2018, p. 87) determino en el análisis post hoc de tukey que la altura de las plántulas a los 15, 30 y 45 días alcanzó niveles máximos en el tratamiento conformado por composta con un valor p de 0.0294 y una altura promedio de 5.52 cm. El autor indica que el uso de composta agregado sobre tierras de turbas o tierras de montaña tiene la capacidad de aportar nutrientes y mejorar las dinámicas ecológicas, así como influir en el crecimiento de las plántulas.

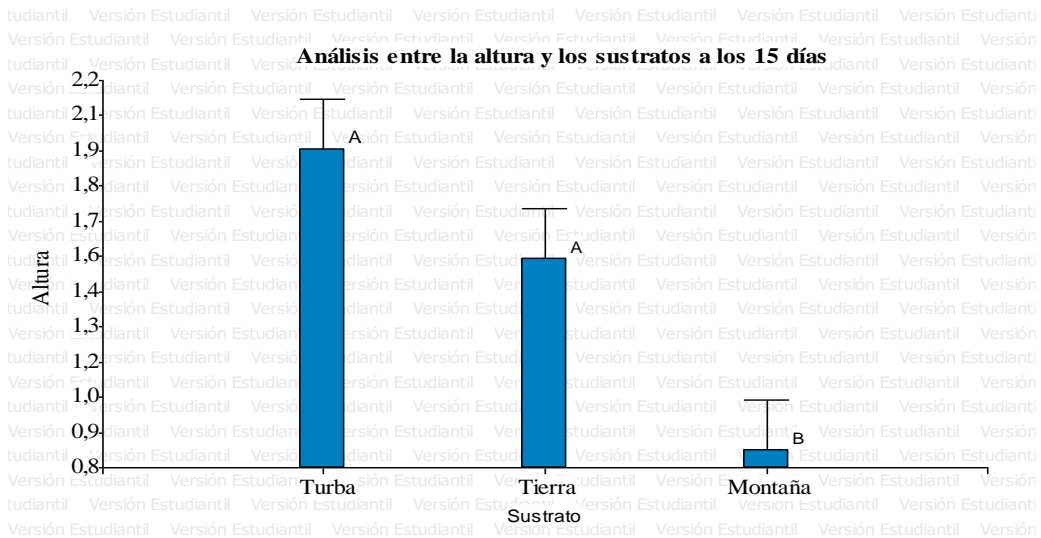


Gráfico 5-3. Análisis entre la altura y los sustratos a los 15 días

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

En el Gráfico 5 la diferencia entre turba (1,95) y tierra negra (1,55) no es significativo, como es el caso de la tierra de montaña con una media de 0,083.

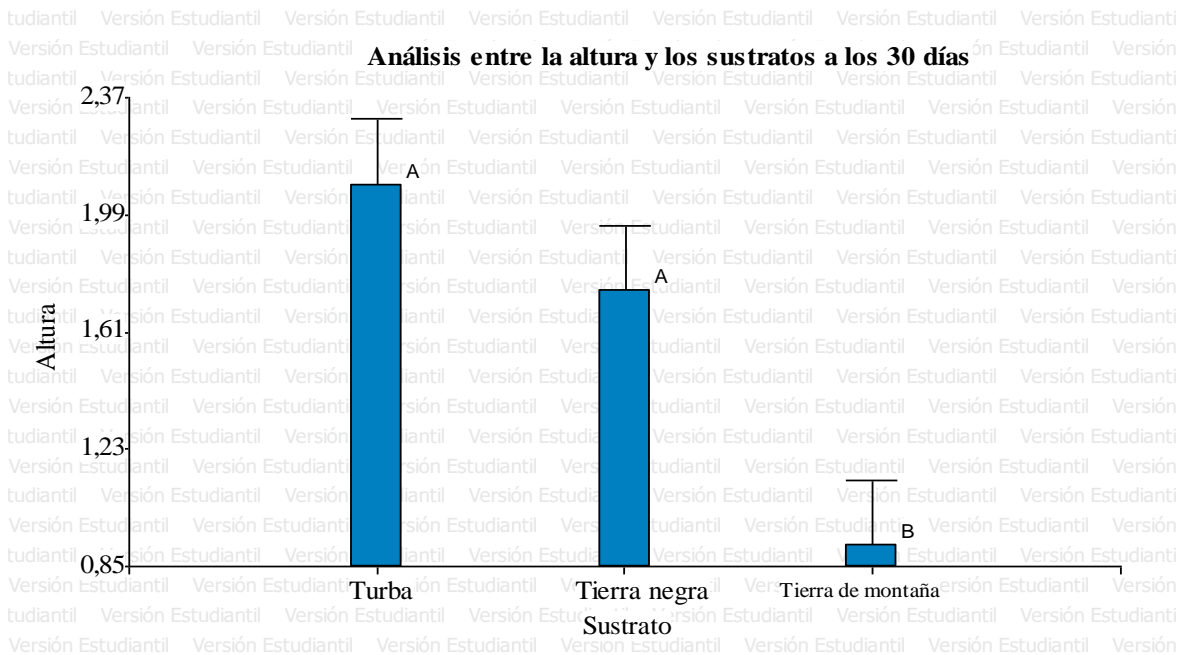


Gráfico 6-3. Análisis entre la altura y los sustratos a los 30 días

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

En el comportamiento a los 30 días se evidencia que turba y tierra negra no poseen significancia refiriéndose al valor Alpha ($p > 0,05$), como se observa en el Gráfico 6.

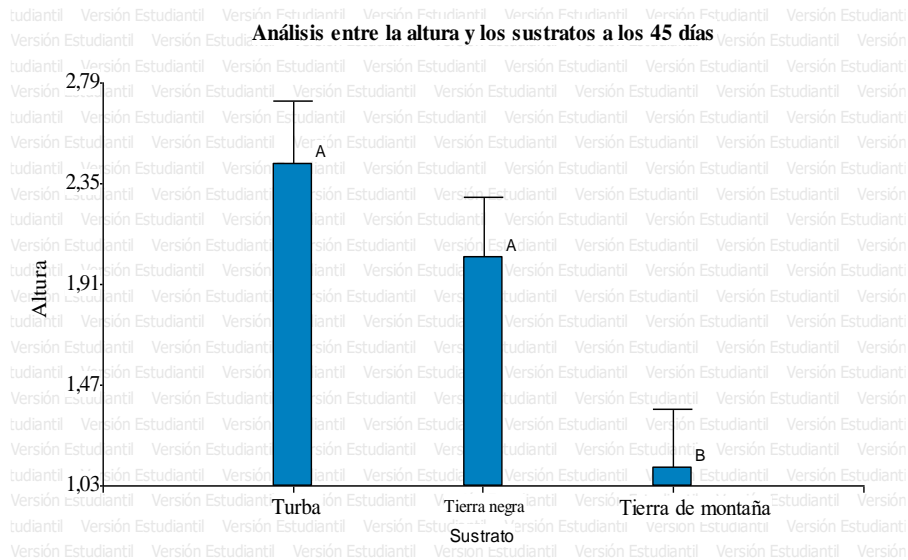


Gráfico 7-3. Análisis entre la altura y los sustratos a los 45 días

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

A los 45 días se evidenció el mismo patrón que tanto turba como tierra negra no tienen significancia diferente, tal como lo tiene la tierra de montaña (Gráfico 7).

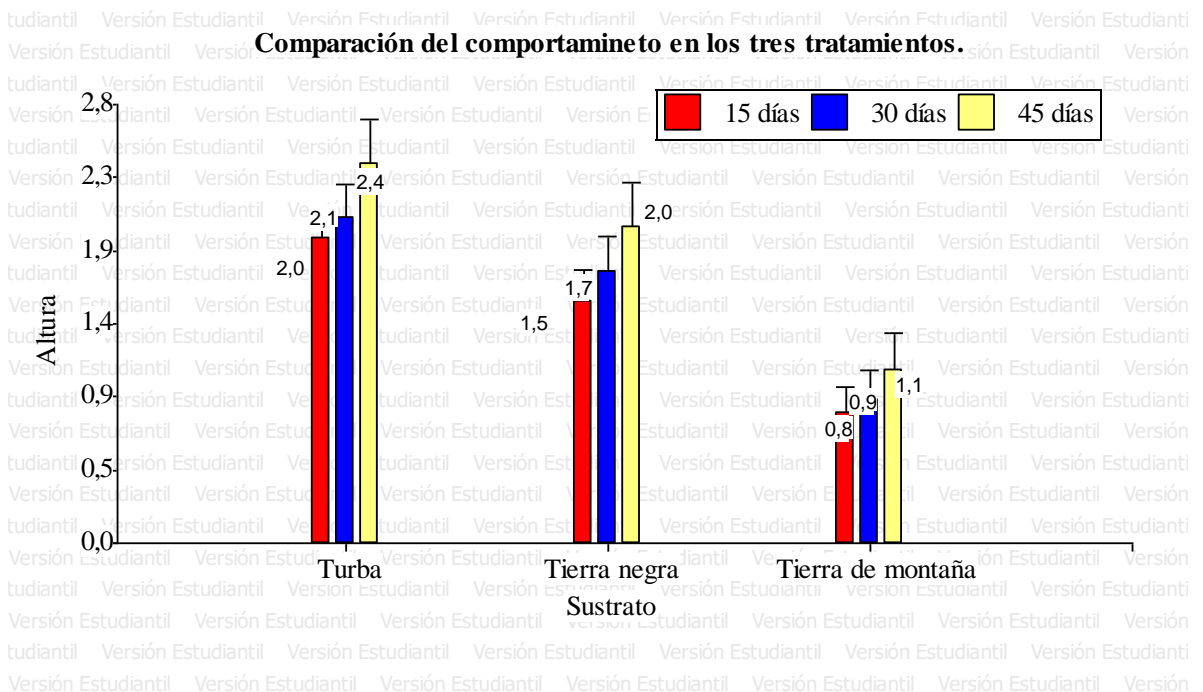


Gráfico 8-3. Comparación del comportamiento en los 3 tratamientos

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

3.1.5 Prueba de Fisher

Para realizar esta prueba se declaró el análisis de varianza como significativo para el experimento posteriormente se aplicó la prueba LSD con Alfa=0,05 y DMS=0,53073.

En la prueba de Fisher realizada a los 15, 30 y 45 días se determinó que con turba y tierra negra no son significante diferente mientras que tierra de montaña si tiene significancia al tener una media de cercana a alfa (Ver Tabla8, Tabla 8Tabla 9Tabla 10).

Tabla 8-3: Prueba de Fisher ($p > 0,05$): 15 días

LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,53073

Error: 1,4363 gl: 117

<u>Sustrato</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Turba	1,95	40	0,19	A
Tierra negra	1,55	40	0,19	A
<u>Tierra de montaña</u>	<u>0,83</u>	<u>40</u>	<u>0,19</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 9-3: Prueba de Fisher ($p > 0,05$): 30 días

LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,59055

Error: 1,7176 gl: 113

<u>Sustrato</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Turba	2,08	38	0,21	A
Tierra negra	1,74	39	0,21	A
<u>Tierra de montaña</u>	<u>0,92</u>	<u>39</u>	<u>0,21</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

Tabla 10-3: Prueba de Fisher ($p > 0,05$): 45 días

LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,74616

Error: 2,5372 gl: 105

Sustrato	Medias	n	E.E.	
Turba	2,43	33	0,28	A
Tierra negra	2,03	36	0,27	A
Tierra de montaña	1,11	39	0,26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

En el análisis de varianza realizado para altura en 15, 30 y 45 días por tratamiento no existe una diferencia significativa en ninguna de las tres variables según ADEVA, Tukey y Fisher, esto no se repite con lo que respecta al tercer tratamiento el cual posee una diferencia significativa; asimismo con lo que respecta al número de hojas no hay una diferencia significativa para las tres variables según los análisis.

3.2 Análisis económico

Para la determinación del análisis económico el caso del presente trabajo tomó en cuenta el día jornal para la recolección de los sustratos y los sustratos adquiridos, dando un costo de producción de \$147, además se realizó el análisis por cada sustrato, adicionalmente se determinó un valor para turba de \$1,09, tierra negra \$1,68 y en tierra de montaña de \$ 1,76 (Tabla 11). Así mismo, en Putumayo, Colombia se realizó una “Evaluación del arreglo agroforestal *Morella pubescens*, (H&B Ex Willd Wilbur) asociado con *Tigridia pavonia* y *Zea mays* en el municipio de Sibundoy departamento del Putumayo.”, donde esta especie posee un costo de producción de aproximadamente \$2764,97 considerando implementos extras como cinta de polipropileno, deshierbe, fumigación fertilización entre otros (Hidalgo, et al., 2009, p. 87).

Tabla 11-3: Evaluación económica de los sustratos

Sustrato		Valor Unitario (Kg)	Unidades	Valor total
Turba	13,33	\$ 2,00	40 fundas	\$ 26,67
Día Jornal	1	\$ 17,00		\$ 17,00
				\$ 43,67
Total por sustrato				\$ 1,09

Tierra negra	20	\$ 2,50	40 fundas	\$ 50,00
Día Jornal	1	\$ 17,00		\$ 17,00
				\$ 67,00
				Total por sustrato \$ 1,68
Tierra montañosa	13,33	\$ 4,00	40 fundas	\$ 53,33
Día Jornal	1	\$ 7,00		\$ 17,00
				\$ 70,33
				Total por sustrato \$ 1,76

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021.

CONCLUSIONES

La oscilación del pH (6.2-6.3) de los tres sustratos estuvo relacionada con la capacidad de retención de agua, aunque esto depende de su composición. Por su parte, la concentración de MO presente en los sustratos no mostró cambios estadísticamente significativos (2.50-2.80 %), esto debido a las óptimas entradas de materia vegetal y dinámicas metabólicas de la edafofauna y microorganismos. En cuanto a los elementos analizados (P, K, Ca, S, Mg), estos mostraron valores altos, sin embargo, suelen favorecer con su oxidación a la eficiencia de los sustratos.

Asimismo, los resultados de este trabajo de investigación corroboran la existencia de otras formas viables para desarrollo de plántulas de *Morella pubescens*, comparando tres tratamientos de sustratos como turba, tierra negra y tierra de montaña. A pesar de no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) si se pudo observar que la turba fue el sustrato que promovió el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

La respuesta de estas plantas fue favorable al referirse al crecimiento en altura y cantidad de hojas en la turba seguida de la tierra negra según el análisis de varianza (ADEVA, Tukey y Fisher); sin embargo, la supervivencia en turba fue inferior dado que al referirse a la mejor opción para la sobrevivencia sería la tierra de montaña.

Por otra parte, al realizar la evaluación económica de sustrato a partir de turba se determinó que esta opción es más económica (1.09\$) frente a la tierra negra (1.68 \$) y tierra de montaña (1.76\$) para la producción de plántulas de *Morella pubescens*. Razón por la cual este estudio determina que el sustrato de turba resulta el mejor en términos de eficiencia y costos.

RECOMENDACIONES

En el caso de los suelos analizados correspondientes a la Comunidad Lagunas del Cantón Saraguro, se recomienda aplicar el sustrato de turba para la producción masiva de *Morella pubescens* dado que presenta mejor capacidad de crecimiento y es el sustrato más económico.

El presente estudio sugiere ampliar el tiempo de análisis de las plántulas en tierra negra y en tierra de montaña dado que estas no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los análisis realizados.

En estudios futuros sería interesante relacionar los análisis físicos y químicos con la supervivencia y el nivel de desarrollo para determinar la influencia de las propiedades de los sustratos en las plántulas, además gran parte de la literatura estudiada indica que la adición de composta a los sustratos de tierra aumenta la eficiencia de los mismo, por lo cual se promueve a que estudios próximos incluyan a este elemento para garantizar el buen rendimiento en los cultivos.

Finalmente se recomienda realizar la comparación entre sustratos que hayan sido previamente preparados con métodos de control de plagas y sustratos sin esta preparación para determinar la capacidad de crecimiento y producción de *Morella pubescens* en suelos del cantón Saraguro.

GLOSARIO

Amentos: es una inflorescencia racimosa, generalmente colgante, característica de ciertos árboles, especialmente en la subclase Hamamelidae, las familias Salicaceae y Fagaceae (RAE, 2020).

Andisoles: son suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones (Moreno, et al., 2011).

ADEVA: análisis de varianza que prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores (Minitab, 2019).

InfoStat: es un software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows, cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado (InfoStat, 2010).

Inceptisoles: son aquellos suelos que están empezando a mostrar el desarrollo de los horizontes puesto que los suelos son bastante jóvenes todavía en evolución (Moreno, et al., 2011).

Lenticelas: son estructuras que aseguran la entrada de oxígeno, el intercambio gaseoso entre los tejidos internos y el exterior (González, 2013).

Plántulas: se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas (Peralta, y Royuela, 2019).

Prueba de Fisher: El test exacto de Fisher permite analizar si dos variables dicotómicas están asociadas cuando la muestra a estudiar es demasiado pequeña y no se cumplen las condiciones necesarias para que la aplicación del test χ^2 sea adecuada (Pértega, y Pita, 2004).

Prueba de Tukey: es un método que tiene como fin comparar las medias individuales provenientes de un análisis de varianza de varias muestras sometidas a tratamientos distintos (Pérez, 2020).

Supervivencia: es la capacidad de sobrevivir que puede poseer cualquier tipo de ser vivo, ante situaciones o circunstancias que puedan afectar su vida (Bembibre, 2010).

Sustrato: la superficie sobre la que un animal o planta vive, este elemento puede incluir tanto a elementos abióticos como elementos bióticos, un ejemplo de ello son los árboles del bosque, los cuales pueden servir como sustrato para que alguna especie habite en la parte superior del tronco de dichos árboles (ConceptoDefinicion, 2021).

Turba: es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono, está formada por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos (IUCN, 2016).

Varianza: es una medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media, formalmente se calcula como la suma de los residuos al cuadrado divididos entre el total de observaciones (López, 2017).

Vermiculita: un mineral del grupo de las micas que está formado por silicatos de hierro o magnesio, se trata de un material con una alta capacidad de retención de agua, que además tiende a contener potasio, magnesio, calcio y amonio, todos ellos elementos necesarios para las plantas (Acosta, 2019).

Vivero: es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como hemos visto, la producción de material vegetativo en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre (Vázquez, et al., 1997).

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, M. *Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo.* En: L. Rallo y F. Nuez (Eds.). *La Horticultura Española en la C.E: Ediciones de Horticultura S.L., Reus (Tarragona).* pp. 270-280, 1991.

ABAD, M. y NOGUERA, P. *Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación.* En: *Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales.* Coord.: Cadahia, C. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 289-340.

ACOSTA, Belén. *Vermiculita: qué es, usos y cómo hacerla-Ecología Verde.* 2019.

AGUIRRE, Nikolay; GUNTER, Sven y STIMM, Bernd. *Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador.* [Online] 2007. https://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C15/957A/9D0B/09EB/B5F4/C0A8/D218/8324/Aguirre_et_al_2007_mejoramiento_propagacion.pdf.

ARTETXE, Aitor; BEUNZA, Ana Isabel y TERÉS, Valentina. *Caracterización física de los sustratos de cultivo.* 1997. 1132-2950.

BEMBIBRE, Cecilia. *Definición de Supervivencia.* 2010.

BLANC. *Les Cultures Hors Sol. 2éme éd. Institut National de la Recherche.* París: Agronomique (INRA), 409 pp., 1987.

BORJA, Cristian y LASSO, Sergio. *Plantas nativas para reforestación en el Ecuador.* Quito: Fundación Natura - AID - EDUNAT III, 1990.

CABRERA, R. *Propiedades: uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas ornamentales en maceta.* s.l.: Revista Chapingo, Serie Horticultura. 5:5-11, 1999.

CANALES, Benito. *Enzima – Algas.* Posibilidades de su uso para estimular la producción. *Tierra Latinoamericana.* [En línea] 3 de julio de 1999. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317312.pdf>.

CASTAÑEDA, Abel y MONTES, Carmen. *Carbono almacenado en el páramo andino.* 1, s.l. : Ciencias Agrarias, 2017, Vol. 13.

CASTRO, Guadalupe y AYALA, Rigoberto. *Optimización de técnicas para la pre-germinación del Laurel de cera.* 2011.

CLAVIJO, J. *Sustratos.* s.l. Universidad de Almería, 2008.

CONADESUCA. Análisis de suelo y agua. [En línea] 10 de Marzo de 2021. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114360/2.-_Nota_Julio_2015.pdf.

CONCEPTODEFINICION. *Sustrato.* 2021.

AYMARA, María. *Cultivos Hidropónicos.* 1998, Produmedios, págs. 41-46.

MOLINA, E. Análisis de sustratos agrícolas e interpretación de resultados. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. : Centro de investigaciones Agronómicas. 10 p., 2011.

RIASCOS, M., SANTANDER, M. y HOYOS, J. M. *Evaluación de cuatro sistemas de producción de plantulas de laurel de cera (myrica pubescens h&li ex wild) bajo condiciones de vivero.* 1, s.l.: Revista de Ciencias Agrícolas., 2001, Vol. 18, págs. 86-101.

TELENCHANA, Jaime. *Evaluación de sustratos alternativos a base de casacarilla de arroz para el crecimiento de pimiento.* Ambato: s.n., 2018.

FALLAS, Jorge. *Análisis de varianza.* Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional., 2012.

FAO. *El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas dirección de producción y protección vegetal.* 2002. pp. 1-15.

FERNÁNDEZ, Carlos, CELY, Germán y SERRANO, Pablo. Cuantificación de la captura de carbono y análisis de las propiedades del suelo en coberturas naturales y una plantación de pino en el páramo de Rabanal, Colombia. Colombia: s.n., 2019.

FONSECA, Myriam. *Evaluación de la calidad de los suelos de páramo intervenido y no intervenido en la comuna monjas bajo.* Quito. 2015.

QUESADA G. Caracterización físico química de materias primas y sustratos y su efecto sobre el desarrollo de plantas de almácigos de hortalizas en ambiente protegido. *Tesis de Licenciatura.* Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: 95 p., 2004.

GAD MUNICIPAL SARAGURO. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Saraguro. Periodo 2014 - 2019.* Saraguro: GAD Municipal Saraguro, 2014.

GALLARDO, M. *El laurel de cera (Myrica centena)*. San Juan de Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas: s.n., 1993.

GARBANZO, J. *Evaluación de mezclas de sustratos para la producción de almácigos en Guanacaste*. s.l.: Universidad de Costa Rica, 2013.

GONZÁLEZ, Ana. *Morfología de Plantas Vasculares*. s.l.: Universidad Nacional del Nordeste, 2013.

HAVLIN J. et al. *Introduction to nutrient management. Soil Fertility and Fertilizers*. s.l. : Pearson, 2013, p. 516.

HIDALGO, I. L., PANTOJA, W. O. y VÉLEZ, J. A. *Evaluación del arreglo agroforestal *Morella pubescens* H&B Ex Willd Wilbur asociado con *Tigridia pavonia* y *Zea mays* en el municipio de Sibundoy departamento del Putumayo*. 2009.

HOYOS, J y CABRERA, L. *Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del LAUREL DE CERA *Myrica pubescens* H. & B. ex Willdenow*. Santafé de Bogotá: Convenio Andrés Bello, 1999. ISBN 958-698-000-6.

ILBAY, Lucía. *Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli*. 2012.

INFOAGRO. 2002. Tipos de sustratos de cultivos. [En línea] 18 de Julio de 2002. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustrato2.asp.

InfoStat. InfoStat. [En línea] Universidad Nacional de Córdoba, 2010. <https://www.infostat.com.ar/>.

IUCN. *Turberas y cambio climático*. 2016.

López, José. *Economipedia-Varianza*. 2017.

BURÉS, Silvia. *Manejo de sustratos*. Curso de Gestion de Viveros Forestales, 1997, págs. 1-15.

Landis, T.D, et al. *Mineral nutrients and fertilization. The Container Tree Nursery Manual*. Washington, DC: Estados Unidos: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, 1989, Vol. 4, págs. 1-67.

Minitab. *Minitab. ANOVA*. [En línea] 2019.

Moinereau, J, et al. *Les substrats. Inventaire, caractéristiques, ressources.* Les cultures hors sol, INRA,. Paris: s.n., 1987, pp. 41-46.

MORENO, Héctor; IBÁÑEZ, Sara y GISBERT, Juan. *Andisoles.* s.l.: Universidad Politécnica de Valencia, 2011.

MUÑOZ, M; FAZ, A y ZORZONA, R. *Carbon stocks and dynamics in grazing highlands from the Andean Plateau.* s.l.: Catena, 2013, Vol. 104.

ORTEGA, Luis; OLARTE, Josset y OCAMPO, Juventino. *Diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas.* México: s.n., 2010.

PADILLA, W. *El suelo como medio para el crecimiento de las plantas.* Quito: EC. AGROBIOLAB. p. 1 - 77, 1999.

PALOMEQUE, X., et al. *Reforestación con especies nativas y exóticas: caso del valle de San Francisco, Zamora Chinchipe.* s.l. : FLACSO Ecuador, 2020.

PAREDES, R. y CALVACHE, M. *Estudio de producción tubérculo, semilla categoría prebásica de dos variedades de papa bajo diferentes sistemas de manejo.* s.l.: Rumipamba 16 (1): 114, 2002.

PAZ, Lady M. y PAZ, Lucero. *Germinación y desempeño de las especies forestales nativas roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y laurel de cera (*Morella pubescens*) en el vivero forestal Los Robles de la Universidad del Cauca.* s.l.: Universidad del Cauca, 2012.

PERALTA, Javier y ROYUELA, Mercedes. *Herbario de la Universidad Pública de Navarra.* s.l.: Universidad Pública de Navarra, 2019.

PERALTA, Simón y COSTA, N. *Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes.* s.l.: Scielo, 2013.

PÉREZ, M. *Plantas útiles de Colombia.* Madrid-España: Sucesores de Rivadeneyra, 1956.

PÉREZ, Ricardo. *Prueba de Tukey.* 2020.

PÉRTEGA, S y PITA, S. *Asociación de variables cualitativas: El test exacto de Fisher y el test de McNemar.* 2004.

QUESADA G., y MÉNDEZ C. *Análisis fisicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas.* s.l.: Agronomía tropical (CR) 35(1):01-13., 2005.

QUIROZ, I, et al. *Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Chile: Concepcion, 2009.

RAE. *Amento*. 2020.

SANDOVAL, Juan Camilo. *Memorias del Taller en restauración ecológica de bosques andinos y técnicas de viveros de especies nativas*. s.l.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2020.

SEMICOL, Ltda. *Laurel de cera. Semillas colombianas*. Colombia, 2010.

SONO, R. *Interpretación de los resultados de análisis físico-químicos de sedimentos de la cuenca del río Piura*. Piura: Universidad de Piura, 2018.

TERÉS, V. *Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control del riego. Metodología de laboratorio y modelización*. Universidad de Madrid: Tesis doctoral, 2001.

TERÉS, V. y BEUNZA, A. *Caracterización física de los sustratos de cultivos*. Horticultura, 1997. págs. 38-41.

TREJOS. *Estudio sobre “El palomo, torcaz, roble, mimillo o palomito” (Myrica sp)*. Caracas, Venezuela: Dirección de Recursos Naturales Renovables. División de Ejecución de Programas, 1960.

USDA, SOILSURVEY STAFF. *Soil Taxonomy. Soil Cons. Ser.* Washington: Handbook, 754 p., 1975.

PASTOR, J. Narciso. *Utilización de sustratos en viveros*. Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, 1999, Vol. vol.17. 2395-8030.

VALENZUELA, O y GALLARDO, C. *Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales*. Universidad Entre Ríos, 2005.

VÁZQUEZ, Carlos, et al. *La reproducción de las plantas: Semillas y Meristemos*. 1997.

**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO
RUIZ** Firmado digitalmente por
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ
Fecha: 2021.12.07
17:55:34 -05'00'

ANEXOS

ANEXO A: DATOS RECOGIDOS DEL COMPORTAMIENTO DE LA *MORELLA PUBESCENS* EN LOS TRES TRATAMIENTOS.

15 DIAS					
TURBA	# HOJAS	TIERRA NEGRA	# HOJAS	TIERRA MONTAÑA	# HOJAS
2	2	3	2	1	1
2,4	2	1	1	0	0
3	2	1,5	1	0	0
3	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
3,1	2	0	0	2	2
3	2	2	2	0	0
2,5	1	0	0	0	0
1,3	1	0	0	2,1	2
3	2	3	2	0	0
2,4	2	0	0	2,5	2
0	0	2,5	2	0	0
0	0	3	2	0	0
0	0	3	2	2	2
2	2	2	2	0	0
3,1	2	1	1	0	0
2,8	2	2,8	2	2,1	2
2	2	0	0	0	0
3	2	3	2	2,3	2
3	2	2,5	2	2,1	2
0	0	0	0	2	2
2,5	2	3	2	0	0
3	2	2,1	2	0	0
2	2	3	2	2,3	2
3	2	0	0	0	0
0	0	2,5	2	0	0
2,5	2	3	2	2	2
2,3	2	3	2	0	0
2	2	2,1	2	2,1	2
3	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
3,1	2	2,5	2	2,3	2
0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0
2	2	3	2	0	0
2	1	2,3	2	2,5	2
3,1	2	3	2	0	0
3	2	0	0	2	2

0	0	2	2	0	0
0	0	0	0	2	2
30 DIAS					
TURBA	# HOJAS	TIERRA NEGRA	# HOJAS	TIERRA MONTAÑA	# HOJAS
2,1	2	3	2	1,5	2
2,6	2	1,3	2	0	0
3,2	2	1,7	2	0	0
MUERTO	2	1,8	2	0	0
0	0	0	0	0	0
3,2	2	0	0	2,3	2
3,2	2	2	2	0	0
2,8	2	0	0	0	0
1,6	2	0	0	2,5	2
3,2	2	3,1	2	0	0
2,6	2	0	0	2,6	2
0	0	2,5	2	0	0
0	0	3,4	2	0	0
0	0	3,3	2	2,3	2
2,1	2	2,4	2	0	0
3,3	2	MUERTO	2	0	0
3	2	2,8	2	2,3	2
2,4	2	0	0	0	0
3,2	2	3,4	2	2,4	2
3,2	2	2,7	2	2,6	2
0	0	0	0	2,4	2
2,7	2	3,5	2	0	0
3,4	2	2,6	2	0	0
2,3	2	3,4	2	2,6	2
3,3	2	0	0	0	0
0	0	2,5	2	0	0
MUERTO		3,2	2	2,5	2
2,4	2	3,1	2	0	0
2,4	2	2,3	2	2,5	2
3,1	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
3,2	2	2,7	2	2,5	2
0	0	0	0	0	0
3,2	2	0	0	0	0
2,5	2	3,3	2	0	0
2,3	2	2,5	2	2,7	2
3,4	2	3,2	2	0	0
3,3	2	0	0	MUERTO	
0	0	2,3	2	0	0
0	0	0	0	2,1	2

45 DIAS

TURBA	# HOJAS	TIERRA NEGRA	# HOJAS	TIERRA MONTAÑA	# HOJAS
MUERTO		3,4	2	1,8	2
3	2	MUERTO		0	0
3,6	2	2,2	2	0	0
MUERTO		2,1	2	0	0
0	0	0	0	0	0
3,7	2	0	0	2,7	2
3,7	2	2,7	3	0	0
MUERTO		0	0	0	0
MUERTO		0	0	3,1	2
3,9	3	3,7	3	0	0
3	2	0	0	3,1	2
0	0	2,9	3	0	0
0	0	3,8	2	0	0
0	0	3,9	3	3	3
3	2	3,4	2	0	0
3,8	2	MUERTO		0	0
3,5	2	3,3	2	2,6	2
3,2	2	0	0	0	0
3,8	3	3,9	2	3	2
3,5	2	3	2	2,9	2
0	0	0	0	2,7	2
3,3	2	3,8	2	0	0
3,7	2	3	2	0	0
MUERTO		4	3	3	2
3,7	2	0	0	0	0
0	0	3	2	0	0
MUERTO		3,8	3	3	2
3,2	2	3,5	3	0	0
3	2	MUERTO		3	2
3,5	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
3,5	2	3	2	3,2	2
0	0	0	0	0	0
3,7	3	0	0	0	0
3,4	2	4	3	0	0
MUERTO		2,9	3	3,4	2
3,8	3	3,7	2	0	0
3,8	3	0	0	MUERTO	
0	0	MUERTO		0	0
0	0	0	0	2,8	2

Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

ANEXO B: RECOLECCIÓN DE SUSTRATO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Tierra negra

Tierra de montaña



Turba



Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

ANEXO C: ENFUNDADO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

ANEXO D: SIEMBRA

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021

ANEXO E: PLÁNTULAS GERMINADAS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Realizado por: Seraquive Rusbbel, 2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
DEL APRENDIZAJE**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 07 / 12 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: RUSBBEL DAMIAN SERAQUIVE LOZANO

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: *Recursos Naturales*

Carrera: Ingeniería Forestal

Título a optar: Ingeniero Forestal



2180-DBRA-UTP-2021