



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA INGENIERIA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN
DE LA SEMILLA DE *Juglans neotropica* Diels”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

Autor: Pambaquishpe Valverde Edison Alexander

Director: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

Ibarra – 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004323711		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pambaquishpe Valverde Edison Alexander		
DIRECCIÓN:	Santa Bernardita-Atuntaqui		
EMAIL:	eapambauishpev@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062918380	TELF. MOVIL	0961422181

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE <i>Juglans neotropica</i> Diels
AUTOR (ES):	Pambaquishpe Valverde Edison Alexander
FECHA: DD/MM/AAAA	11/24/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
DIRECTOR:	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 24 días del mes de Noviembre de 2023

EL AUTOR:



Firma:

Nombre: Pambaquishpe Valverde Edison Alexander.

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 24 de noviembre de 2023

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


.....

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

C.C.: 1754608709

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE *Juglans neotropica* Diels**” elaborado por Pambaquishpe Valverde Edison Alexander, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....
Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

C.C.:1756408709

(f):.....
Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila Mgs.
C.C.: 1001579422

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por darme salud, fuerzas y motivos para alcanzar mis metas.

*A mis padres **María Valverde** y **José Pambaquishpe** a quienes admiro y amo por ser un gran ejemplo de lucha y fortaleza en mi vida, quienes han estado siempre presente en esta etapa de estudio brindándome ánimo y motivándome a alcanzar mis sueños.*

*A mis hermanos **Lenin Pambaquishpe** y **Cristian Pambaquishpe** quienes me han brindado su apoyo en todo momento, a mis queridos amigos **Cinthya Diaz**, **Oscar Juma**, **Smith Chiza**, **Bryan esparza**, **Bryan Silva** quienes me brindaron su amistad incondicional, apoyándome en momentos difíciles a lo largo de la carrera.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida y la salud quien permitió que todo esto fuese posible. A mis padres, a mi familia quienes me motivaron a culminar mi carrera profesional.

A la Universidad Técnica de del Norte, en especial a la carrera de ingeniería forestal, por acogerme en sus aulas y permitirme culminar mi carrera.

Al director de tesis Dr. Jorge Luis Cue García, asesor Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs, quienes estuvieron prestos para ayudarme en todo momento, a los docentes de la Universidad Técnica del Norte, quienes fueron los pilares del conocimiento para forjarme como profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

La escasa información disponible con relación al efecto de sustratos en la germinación de *Juglans neotropica*, misma que posee latencia de origen múltiple y ocurrencia de la germinación desde los 30 a 45 días hasta más de 300 días. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en la germinación de la semilla de *Juglans neotropica*. Se determinó la calidad de las semillas mediante las normas ISTA. El experimento fue Irrestricto al Azar (D.I.A) con cuatro repeticiones y cinco tratamientos: T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20 %), T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10 %), T3(Suelo 50%+ Gallinaza 20%+ aserrín 30 %), T4(Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), T5 (Testigo con 100 % de suelo). Las variables evaluadas fueron porcentaje, velocidad, tiempo promedio e índice de germinación. Se procedió a contar el número de plántulas germinadas al día desde el primer indicio de germinación durante tres meses. Los datos fueron procesados mediante un Análisis de varianza con una significancia del 5% y posteriormente una prueba de Dunnet con la misma significancia estadística. Para la calidad de semilla los resultados fueron: contenido de humedad 18 %, porcentaje de pureza de 86 % y con un peso de 37 semillas por Kg. Se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para cada una de las variables evaluadas, el tratamiento con mejores resultados en las variables evaluadas fue el T2 conformado por (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10 %).

Palabras clave: germinación, sustrato, latencia, pureza, tratamientos

ABSTRACT

Little information is available on the effect of substrates on the germination of *Juglans neotropica*, which has a multiple origin dormancy and germination occurs from 30 to 45 days to more than 300 days. The objective of the research was to evaluate the effect of different substrates on *Juglans neotropica* seed germination. Seed quality was determined using ISTA standards. The experiment was Randomized Irrestricted (R.I.A) with four replicates and five treatments: T1 (Soil 50%+ Gallinaza 30%+ sand 20%), T2 (Soil 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), T3(Soil 50%+ Gallinaza 20%+ sawdust 30%), T4(Soil 50%+ Gallinaza 25%+ rice husk 25%), T5 (Control with 100% soil). The variables evaluated were percentage, speed, average time and germination index. The number of germinated seedlings per day from the first sign of germination was counted for three months. The data were processed using an analysis of variance with a significance of 5% and then a Dunnet's test with the same statistical significance. For seed quality, the results were: moisture content 18%, purity percentage of 86% and a weight of 37 seeds per kg. Significant differences were found between the means of the treatments for each of the evaluated variables, the treatment with the best results in the evaluated variables was T2 (Soil 50% + Gallinaza 40% + pomina 10%).

Key words: germination, substrate, dormancy, purity, treatments.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Justificación	2
Objetivos	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis o preguntas de investigación.....	3
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Descripción de la especie.....	4
1.2 Características de la semilla de <i>Juglans neotropica</i>	4
1.2.1 Tipo de semilla de <i>Juglans neotropica</i>	5
1.2.2 Tipo de germinación en <i>Juglans neotropica</i>	5
1.2.3 Condiciones que afectan la germinación	6
1.2.4 Fases de la germinación	6
1.3 Sustratos.....	7
- Funciones del sustrato	8
- Propiedades de un sustrato	8
- Importancia del sustrato en la retención de agua.....	9
- Importancia del aire en el sustrato.....	9
- Tipos de sustratos	9
- Según sus propiedades.....	9
Sustratos químicamente inertes.....	9
Sustratos químicamente activos.....	10

1.4 Componentes utilizados en los sustratos.....	10
- Suelo	10
- Cascarilla de arroz	10
- Arena	11
- Pomina.....	11
- Aserrín de Pino	11
- Gallinaza.....	12
1.5 Desinfección del Sustrato	12
CAPITULO II	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
2.1 Ubicación del lugar.....	14
2.2 Caracterización edafoclimática del lugar.....	14
2.2.1 Suelo	14
2.2.2 Clima.....	14
2.3 Materiales, equipos y software	15
2.4 Metodología	16
Pruebas para la calidad de las semillas	16
Objetivo 1:	16
- Pureza física.....	16
- Contenido de humedad	16
- Peso.....	17
Objetivo 2:	17
- Porcentaje de germinación.....	17
- Velocidad de germinación	18
- Índice de germinación	18
- Tiempo promedio de germinación.....	18
Diseño experimental	19
Tratamientos	19
Análisis estadístico.....	19
Características del experimento	20
CAPÍTULO III	21

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1 Análisis de calidad de semilla de <i>Juglans neotropica</i>	21
3.2 Evaluación de la germinación de <i>Juglans neotropica</i> en diferentes sustratos	22
3.2.1 Porcentaje de germinación	22
3.2.2 Velocidad de germinación	23
3.2.3 Tiempo promedio de germinación	24
3.2.4 Índice de germinación	24
CAPITULO IV	28
4.1 Conclusiones	28
4.2 Recomendaciones	28
Referencias bibliográficas	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Materiales, equipos y software</i>	34
Tabla 2. <i>Descripción de los tratamientos</i>	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Porcentaje de germinación en diferentes sustratos</i>	43
Figura 2. <i>Velocidad de germinación en diferentes sustratos</i>	45
Figura 3. <i>Tiempo de germinación en diferentes sustratos</i>	46
Figura 4. <i>Índice de germinación en diferentes sustratos</i>	47
Figura 5. <i>Humedad de los sustratos</i>	48
Figura 6. <i>Temperatura de los sustratos</i>	48

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

- Problemática a investigar

El bajo porcentaje de germinación del *Juglans neotropica* presenta uno de los desafíos más grandes para los viveros forestales, al ser esta una especie de gran valor socioeconómico y ecológico en la provincia de Imbabura y su gran uso maderable; surge la necesidad de conocer como producir especies vigorosas y con un alto porcentaje de germinación.

Determinar un sustrato el cual cumpla con los requerimientos físicos del suelo (porosidad, aireación, capacidad de campo), son necesarios para generar un correcto desarrollo del sistema radicular para la especie. En *Juglans neotropica* es fundamental, debido a que la especie a tratar requiere por lo general suelos con buena aireación, que no presenten estancamiento de agua, asimismo estos deben presentar una textura del suelo media (franca a franca arenosa), una buena capacidad de retención de humedad y un buen contenido de materia orgánica.

- Formulación del problema de investigación

Dada la gran importancia que representa el *Juglans neotropica* en la provincia de Imbabura, se genera una alta demanda en los viveros de la parroquia San Antonio, debido a que la especie requiere un periodo prolongado en su germinación, por ello es indispensable buscar nuevos métodos de propagación además de un sustrato adecuado que permita un correcto desarrollo de las plántulas.

Justificación

El árbol de nogal o *Juglans neotropica* es una especie representativa del Ecuador y principalmente de la provincia de Imbabura usada en muchos fines económicos, medicinales, paisajísticos y culturales, generando una alta demanda en la adquisición de esta especie, sin embargo, un número limitado en su germinación dificulta conseguir un alto número de plántulas debido a la alta mortalidad de estas en los estados iniciales de desarrollo, principalmente debido a la alta humedad, por lo cual se deben adoptar nuevas prácticas que permitan reducir está limitante. Con el presente trabajo de investigación se espera generar nuevas metodologías, las cuales serán de gran importancia para extender el conocimiento sobre la propagación de esta especie, al evaluar el efecto de diferentes sustratos en la germinación de la semilla se espera contribuir con nuevas técnicas de propagación, principalmente a todas las personas interesadas en la producción de este valioso árbol que en la actualidad están en peligro crítico de extinción.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar el efecto de los sustratos en la germinación de la semilla de *Juglans neotropica*

Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de semilla de *Juglans neotropica* mediante la aplicación de las normas ISTA.
- Evaluar los resultados en la germinación de la semilla de *Juglans neotropica* en diferentes tipos de sustratos físicos.

Hipótesis o preguntas de investigación.

- Ho: Los sustratos estudiados no influyen de manera significativa en la germinación de *Juglans neotropica*
- Ha: Al menos uno de los sustratos estudiados influye significativamente en la germinación de *Juglans neotropica*

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción de la especie

El árbol *Juglans neotropica* es una especie originaria de América del Sur, logrando alcanzar los 48 m de altura y un DAP de 1.1 m, en Ecuador se la encuentra en los bosques secos montano bajo y bosques húmedos montano bajo (Toro Vanegas & Roldán Rojas, 2018), bosques secundarios tardíos o maduros, bosques premontanos, de galería e incluso como árboles solitarios o fragmentos de bosque (Vizarreta Alvarez, 2023). Se desarrolla en suelos con textura arenosa, pH moderadamente ácido, estos se pueden desarrollar en suelos degradados debido a las actividades agrícolas o mineras.

Posee hojas compuestas, alternas e imparipinnadas, con 30 cm de ancho y hasta 60 cm de largo, dentro de esta se encuentran de 9 a 17 folíolos lanceolados, posee un fruto tipo drupa de forma redonda a semiesférica y ligeramente achatada en los extremos (Toro et al., 2013), en su estado inicial tiene un color verde, sin embargo, al madurar pasa de marrón a pardo y por último a negro.

1.2 Características de la semilla de *Juglans neotropica*

El fruto posee una sola nuez con un tamaño relativamente grande, de forma cerebroide usualmente sin endospermo y envuelta con una pulpa carnosa, las cuales son liberadas del árbol con un alto contenido de humedad entre el 40% y un 60% (Ospina Penagos et al., 2003). La semilla posee surcos profundos que la recorren en forma longitudinal, el comportamiento de las semillas en esta especie es muy similar, diferenciándose especialmente en su tamaño y el grosor de la cubierta (López Carvajal & Piedrahíta Cardona, 1998). Esta posee un peso promedio de 23

g, longitud de 3 cm y un ancho de 2 cm a 6 cm, con un aroma agradable y suave al olfato; en su interior se encuentra una almendra con coloración blanca, la cual ocupa toda la cavidad de esta (Azas Azogue , 2016).

1.2.1 Tipo de semilla de *Juglans neotropica*

Es la parte del fruto que guarda el material genético en la mayoría de las plantas terrestres, es el principal órgano de reproducción el cual tiene como función la renovación, dispersión, perpetuación de la especie, regeneración de los bosques y sucesión biológica (Courtis, 2013). Estas semillas de se encuentran dentro del grupo recalcitrante (Romero Saritama & Pérez Ruiz, 2016), esta no puede ser almacenada por extensos periodos de tiempo debido a que poseen escasa longevidad.

1.2.2 Tipo de germinación en *Juglans neotropica*

El poder germinativo es la posibilidad que tiene el embrión para poder reiniciar el crecimiento y producir un nuevo individuo, esta acción solo se puede producir si son favorables las condiciones ambientales, la mayoría de las semillas consiguen su poder germinativo después de la fertilización (Borrajo, 2006). Presenta una germinación hipogea, ya que sus cotiledones no afloran a la superficie y estos quedan debajo del suelo dentro de su cubierta dura (Barreto & Herrera, 1990), esta inicia desde los 23 a 48 días después de la siembra.

En la germinación, el hipocótilo brotan en la parte acuminada y la radícula se dirige al extremo grueso de la nuez, rodeando el cuerpo de esta. Pegada al tallo se encuentran la plúmula que suele desplegarse al momento de la brotación (Montes Espín et al., 2020). La etapa germinativa se considera culminada cuando la plúmula supera el sustrato (Maldonado Montenegro, 2023). En general se ha descrito que las semillas de esta especie tardan más de un

mes o un año para germinar, por lo que se la cataloga como semilla con germinación errática, esto se ve influenciado por la talla y peso de la semilla.

1.2.3 Condiciones que afectan la germinación

En la germinación de una semilla existen varios factores ambientales que influyen, entre las cuales se puede mencionar: las condiciones externas como la humedad, temperatura, oxígeno, de igual manera los factores externos, la luz, acidez del suelo y el dióxido de carbono, así como las condiciones internas las auxinas, haber completado su latencia y viabilidad de las semillas (Vargas et al., 2016).

1.2.4 Fases de la germinación

Para que una semilla inicie su proceso germinativo debe llevarse a cabo la imbibición o absorción de agua, está provocando que se activen los procesos metabólicos que promuevan el desarrollo, la expansión del embrión y posteriormente la emergencia de la radícula.

La mayoría de las semillas que permanecen en estado de dormancia por un largo periodo se debe mayoritariamente a las concentraciones de compuesto inhibidores dentro de estas, como la hormona ácido abscísico, por lo cual estas semillas requieren ser expuestas a la luz o a temperaturas que logren romper el estado de dormancia (Mantilla, 2008). Existen técnicas artificiales para llevar a cabo la ruptura de la dormancia en las semillas conocida como escarificación, en la cual se utilizan procesos químicos o mecánicos, un ejemplo de ello es la escarificación mediante el uso de una lija que permita la ruptura de la cubierta externa facilitando el inicio germinativo (Morales Santos et al., 2017).

1.3 Sustratos

El sustrato es todo material sólido, mineral u orgánicos diferente del suelo, el cual podrá ofrecer nutrientes en el desarrollo inicial de la plántula, a su vez este brindará soporte a estas y proporciona un óptimo desarrollo radicular (Pastor Sáez, 1999).

Este está conformado por diversas partículas sólidas y espacios libres, llamados poros, los cuales conforman el espacio poroso total, las propiedades físicas de un sustrato se ven definida por la estructura interna de las partículas, de igual forma el tipo de empaquetamiento y la granulometría, influyen en la capacidad de proporcionar agua y aire a las raíces (Mixquititla Casbis et al., 2022). Desde un punto de vista físico, un buen sustrato debe ser poroso, liviano y tener buena capacidad en el almacenamiento de agua.

Los diferentes tipos de sustratos manejados en la propagación de las especies forestales son un componente que influye significativamente en los procesos germinativos, primordialmente en el desarrollo de la plántula y sus raíces (Alvarado Solano, 2002). La elección de los elementos y proporciones del sustrato se ven influidos por ciertos varios factores los cuales afectan el crecimiento de las plántulas, como lo son: el pH, la capacidad de intercambio catiónico, salinidad, el contenido de materia orgánica y a los factores operativos como el costo de so materiales, disponibilidad y facilidad de manejo (Abanto Rodriguez et al., 2016).

En un sustrato se encuentra un sistema el cual se encuentran en interacción constante; el oxígeno, agua y los nutrientes (Valenzuela, 2015), de esta dinámica depende la mayor parte del desarrollo de la plántula.

- **Funciones del sustrato**

La principal función de este es suministrar nutrientes y agua a las raíces de las plántulas, por lo cual debe poseer una elevada capacidad en el almacenamiento de agua y nutrientes, además de mantener la disponibilidad de estos elementos para la absorción de las plántulas mediante el sistema radicular (INTA, 2018). La aireación es fundamental debido a que las raíces requieren oxígeno para desarrollarse, por lo tanto, es necesario incorporar a la mezcla compuestos que permitan generar esta condición.

- **Propiedades de un sustrato**

Las propiedades de tipo físicas más relevantes son: densidad aparente, porosidad y la retención de agua, estas son de enorme importancia para el correcto desarrollo de la plántula, cabe mencionar, que cuando se coloque esta mezcla en el contenedor resulta imposible alterar sus parámetros físicos originarios (Monsalve Camacho et al., 2021). Para garantizar que los sustratos posean una calidad adecuada para el desarrollo de las plántulas, es preciso conocer las propiedades químicas, físicas y biológicas de los componentes (Almeida Guevara, 2020).

Los sustratos deben ser ligeros, que permitan una facilidad en su transporte y de los recipientes. Es preciso que tenga gran cantidad de poros (espacios libres), los cuales permitan que las raíces se desarrollen fácilmente, mejorando la circulación del agua cuando se efectúen los riegos y previniendo los estancamientos de esta (López et al., 2018). Mayormente, los sustratos contribuyen poca cantidad de nutrientes a las plántulas, debido a ello es preciso incorporar materia orgánica en la formación de este. (Tisalema, 2018).

- **Importancia del sustrato en la retención de agua**

Existe diferencia del suelo con respecto a los sustratos, ya que estos consiguen retener una gran parte en el contenido hídrico a bajas tensiones, en consecuencia, tensiones muy pequeñas serán suficientes para dispersar un gran volumen de agua de los poros, de este modo, se favorece la entrada de aire al espacio poroso de los sustratos (Moreno Reséndez et al., 2013).

La capacidad de retención de agua de los sustratos es definida mayormente por el tamaño en sus partículas, su forma y porosidad (Pire & Pereira, 2003). De tal manera que, a mayor tamaño de las partículas, estas estarán más lejos unas de otras, por lo que, el espacio poroso y su superficie será mayor y en consecuencia se podrá almacenar una mayor cantidad de agua que después será utilizada por las plántulas.

- **Importancia del aire en el sustrato**

En este la aireación es un punto importante, ya que las raíces liberan y absorben CO₂, los microorganismos igualmente requieren oxígeno, por lo que es necesario que estos tengan una correcta aireación (Vence, 2008). Si el aire no es renovado, podrían producirse fermentaciones anaerobias, produciendo metano y etileno, afectando el correcto desarrollo de la radícula.

- **Tipos de sustratos**

Existen un sin número de criterios para la clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, la capacidad de degradación y naturaleza entre otros (Romero, 2016).

- **Según sus propiedades**

Sustratos químicamente inertes.

Arena granítica o silícea, perlita, arcilla expandida, grava, roca volcánica, lana de roca.

Sustratos químicamente activos.

Turbas rubias y negras, materiales ligno-celulósicos, corteza de pino, vermiculita.

Estos se diferencian ya que vienen definitivas por su capacidad en cuanto al intercambio catiónico o su capacidad en el almacenamiento de nutrientes (Morales, 2019). Estos son químicamente inertes actuando como soporte para la plántula, no intervienen en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes por lo que se debe agregar soluciones nutritivas (Vargas et al., 2020).

1.4 Componentes utilizados en los sustratos

- Suelo

Este es de color negro oscuro producido por de la descomposición de la materia orgánica por la ayuda de partículas microscópicas, resultante de los desechos de animales o hojarasca, y este es asimilado mediante la zona radicular como alimento por las plantas (Pérez Fernández et al., 2018).

- Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un producto secundario de las fábricas molineras, obtenido de manera abundante en diversos sectores productores de arroz en algunos países y que permite dar buenas propiedades al ser usado como componente de un sustrato (Monsalve Camacho et al., 2021).

Este tiene ciertas propiedades fisicoquímicas positivas para un sustrato orgánico ya que su tasa de descomposición es baja, es ligero, permite un buen drenaje y correcta circulación de aire (Cabascango, 2011). Sin embargo, esta tiene una desventaja ya que su poca capacidad de retención de humedad dificulta tener una correcta homogenización en el contenido de humedad.

- **Arena**

El tamaño de estas partículas inorgánicas varía entre 2.00 mm y 0.05 mm en diámetro, estas retienen pequeñas cantidades de agua, además sus poros de tamaño grande facilitan que el agua drene libremente, considerados químicamente inertes. (Moncada Heras, 2018)

Al usarse este material como componente de un sustrato se debe utilizarse en pequeñas cantidades, ya que mejora la estructura de un sustrato, pero aporta peso al mismo. No deben contener elementos nocivos como sales, arcillas o plagas. La arena de río suele ser más usada debido a que no se compacta a comparación de la arena de construcción. (Velázquez et al., 2020), un inconveniente al utilizar este tipo de material es que no aporta nutrientes, lo cual afecta directamente en el desarrollo de la plántula.

- **Pomina**

Proveniente de rocas silíceas o acidas, tiene una retención buena de agua, posee buen comportamiento químico ya que son muy inertes y no aportan ni aceptan ningún elemento (Sánchez Quintero, 2017).

La pomina es una roca volcánica gris o blanca formada por las emanaciones volcánicas, brindándole una estructura esponjosa y porosa. Químicamente posee pequeñas cantidades de hierro, calcio, magnesio y sodio en la forma de óxido siendo inerte y de reacción neutra (Chisaguano Chicaiza, 2022).

- **Aserrín de Pino**

Es un residuo resultante del proceso de aserrado de la madera, este se caracteriza por poseer densidad anhidra y consistencia fuerte considerándose ligero (Vicente Arbona et al.,

2020). Tiene una porosidad total superior al 80 %, la capacidad de retención de agua es de moderada a media, sin embargo, su capacidad de aireación suele ser adecuada.

Las propiedades físicas del aserrín varían dependiendo del tamaño de sus partículas y es adecuado que del 20–40 % sean inferiores a 0.8 mm. La principal ventaja de este es su bajo costo, pero al ser un material orgánico el cual entra en descomposición, reduce su vida útil para el sustrato (Pineda et al., 2012).

- **Gallinaza**

Es un estiércol animal usado como abono orgánico con el propósito de acondicionar el suelo mejorar el contenido de humus y la estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo, al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macronutrientes. Para el caso de estiércol de aves se observa una liberación instantánea de nutrientes y a continuación una liberación lenta de los demás nutrientes durante un periodo de 15 días o incluso años (Maynor Oliverio, 2014). El contenido de nutrientes varía dependiendo de la clase de animal, su dieta, el método de almacenamiento.

1.5 Desinfección del Sustrato

Esta es realizada para prevenir el ataque de Damping-off Padilla. Además, se realiza la desinfección que permita eliminar semillas de no interés, larvas de insectos y huevecillos que podrían afectar el desarrollo de las plántulas.

Al momento de realizar la desinfección de los suelos y sustratos en viveros forestales se procura lograr el control de los microorganismos perjudiciales que residen en ellos ya que estos podrían afectar el desarrollo de las plántulas mermando sus rendimientos (Aguirre Buenaño, 2013). Las técnicas usadas en la desinfección de suelos se clasifican en dos tipos: químicas o no

químicas concurriendo la posibilidad de realizar una mezcla entre estos, con la única finalidad de mejorar al máximo y aprovechar los efectos que ofrecen, en algunos casos, esta combinación de técnicas con otros métodos para el control garantiza un buen resultado.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del lugar

La investigación se llevó a cabo en dos lugares pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte: el Campus Forestal Yuyucocha situado en la parroquia Caranqui ($0^{\circ}21'24''$ N - $78^{\circ}07'18''$ W, 2256 m s.n.m.) y en el laboratorio de Biotecnología situado en la parroquia el Sagrario ($0^{\circ}34'69''$ N - $78^{\circ}11'38''$ W, 2246 m s.n.m.) ubicados en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

2.2 Caracterización edafoclimática del lugar

2.2.1 Suelo

En el cantón Ibarra se encuentran suelos predominantemente de orden molisol, profundos, con alto contenido de materia orgánica, coloración oscura y con elevada fertilidad natural, siendo aptos para la actividad agrícola. En el cantón este orden asciende a 47.396 hectáreas, encontrándose principalmente en las parroquias de La Carolina, Ibarra, Angochagua y La Esperanza (Díaz Gomez & Vilema Vilema, 2023)

2.2.2 Clima

La temperatura media anual en el cantón Ibarra es 16.3°C , con una precipitación media anual es de 623 mm, distribuyéndose en todo el año en una etapa húmeda de finales de febrero a mayo, de la misma manera una etapa seca, que comienza desde junio hasta principios de septiembre, y una estival a comienzo de septiembre y mediados de febrero (Paspuel Pala, 2019).

Siendo el mes más seco es julio, con 14 mm de lluvia y en el mes abril la precipitación logra alcanzar su máximo, con un promedio de 92 mm.

2.3 Materiales, equipos y software

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos y software que se emplearon en el desarrollo de la investigación están descritos a continuación.

Tabla 1

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	de Equipos	Software
Pala	Fundas	GPS.	Microsoft Word.
Hoja de campo	Balanza digital	Computadora	Microsoft Excel.
Sarán	Horno		InfoStat
Estacas	Papel aluminio		
Fundas de polietileno (8x11)	Calculadora		
Semillas			
Regaderas			
Mochila fumigadora			

2.4 Metodología

La siguiente investigación experimental se realizó con 750 semillas *Juglans neotropica* de las cuales se escogieron 500 semillas superiores a 3 cm de diámetro.

Pruebas para la calidad de las semillas

Objetivo 1:

Estas se las realizaron en el laboratorio de biotecnología vegetal de la Universidad Técnica del Norte, localizado en el Campus San Vicente de Paul, se determinó la pureza, peso y contenido de humedad de las semillas empleando las normas internacionales (ISTA, 2016), para ello se necesitaron una balanza de precisión, un horno y una calculadora. En el desarrollo de estas pruebas se requirió un total de 100 semillas divididas en cuatro repeticiones de 25 unidades, procedentes del cantón Antonio Ante.

- Pureza física

El primer paso fue pesar cada una de las cuatro repeticiones compuestas por 25 semillas en estado natural, después se procedió a eliminar todas las impurezas de cada semilla de manera manual con ayuda de un cepillo de acero, finalizada la limpieza se pesó las mismas, para obtener el segundo dato y después se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\Sigma \text{Peso total de la semilla pura}}{\Sigma \text{Peso total de la muestra}} \times 100 \quad \text{Ecu. 1}$$

- Contenido de humedad

Después de obtener el peso total de la semilla pura (Ecu. 1), se procedió a dejar en el horno de secado a una temperatura constante de 80°C durante 72 horas, una vez finalizado este tiempo se pesó cada una de las repeticiones, posteriormente se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido Humedad} = \frac{\Sigma \text{peso inicial} - \Sigma \text{peso seco}}{\Sigma \text{peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ecu. 2}$$

- **Peso de 100 semillas**

En el desarrollo de esta variable se utilizó el peso total de la semilla pura (Ecu. 1), después se aplicó la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma \text{Peso total de semillas limpias (g)}}{\text{Número de muestras}}$$

\bar{X} : peso promedio de 75 semillas Ecu. 3

Peso específico de 100 semillas

$$Pe = \frac{\bar{X} \cdot 100}{75} \quad \text{Ec. 4}$$

Número de semillas por kilogramo:

$$\text{Semillas por kg} = \frac{100 \cdot 1000}{\text{Peso de 100 semillas (g)}} \quad \text{Ec. 5}$$

Objetivo 2:

Se comenzó con la toma de datos desde el día uno de siembra hasta el día noventa, registrándose cada una de las semillas germinadas al día con ayuda de un identificador, el cual estuvo conformado por la fecha y el tratamiento correspondiente, una vez culminado los noventa días se procedió a aplicar las siguientes fórmulas:

- **Porcentaje de germinación**

Esta prueba permite determinar el potencial máximo de germinación de un lote de semillas, mediante el cual se pueden comprobar la calidad de diferentes lotes (Hurtado Trejo et al., 2020).

$$Pg = \frac{\text{numero de semillas germinadas}}{\text{numero de semillas sembradas}} \times 100 \quad \text{Ecu. 6}$$

- **Velocidad de germinación**

Es la relación entre el número de semillas germinadas y el tiempo de germinación (González Zertuche & Orozco Segovia, 1996).

$$M = \sum \left(\frac{n_i}{t} \right) \quad \text{Ecu. 7}$$

Donde:

M= velocidad de germinación

n_i = número de semillas germinadas el día i.

t= tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

- **Índice de germinación**

Proporciona una medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad de germinación (González Zertuche & Orozco Segovia, 1996).

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} \quad \text{Ecu. 8}$$

Donde:

IG= índice de germinación

n_i = número de semillas germinadas el día i.

t_i = número de días después de la siembra.

N= total de semillas sembradas.

- **Tiempo promedio de germinación**

Es una medida del tiempo promedio de germinación que necesitan las semillas para germinar (González Zertuche & Orozco Segovia, 1996).

$$T = \frac{\sum(n_i t_i)}{\sum n_i} \quad \text{Ecu. 9}$$

Donde:

n_i = número de semillas germinadas el día i.

t_i = número de días después de la siembra.

Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Irrestricto al Azar (D.I.A) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Tratamientos

Tabla 2

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Clave	Descripción
T1	T1GC	Suelo del sitio 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20 %
T2	T2GP	Suelo del sitio 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10 %
T3	T3GA	Suelo del sitio 50%+ Gallinaza 20%+ aserrín 30 %
T4	T4GA	Suelo del sitio 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%
Test	T4A	Suelo del sitio 100 %

Análisis estadístico

Al tratarse de variables cuantitativas se aplicó un Análisis de varianza con una significancia del 5% y posteriormente una prueba de Dunnet con la misma significancia estadística, la cual nos permitió observar cómo se comportaron los diferentes tratamientos.

Para el análisis de los datos se utilizará el siguiente modelo estadístico:

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación individual

μ = Media General
 T_j = Efecto de Tratamientos
 E_{ij} = Error Experimental

Croquis de campo

En este caso se contó con cuatro tratamientos y un testigo los cuales se distribuyeron en una platabanda, la distribución de estos se la realizo completamente al azar.

Tratamiento	TE ST	T 1	T 2	T 3	T 4	T 3	T 4	TE ST	T 1	T 2	T 3	T 2	T 1	T 4	TE ST	T 2	TE ST	T 3	T 4	T 1
-------------	----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	----------	--------	----------	--------	--------	--------

Características del experimento

- Número total de tratamientos: 5
- Número de repeticiones: 4
- Número de unidades experimentales: 20
- Número de semillas por unidad experimental: 25
- Número total de semillas: 500

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de calidad de semilla de *Juglans neotropica*

Esta obtuvo un 86% en pureza, contenido de humedad 18% y el peso reflejó un valor de 37 semillas por kilogramo con un promedio de 27g por semilla.

En estudios realizados por (Montenegro, 2023) y (Hurtado Trejo et al., 2020) se obtuvieron valores del 86.6% y 88.24% para la germinación, el contenido de humedad los resultados expuestos por (Javier & Arthemo, 2008) y (Toro et al., 2013) se evidencian rangos desde los 12% y 25%. Finalmente, para el peso de la semilla en la investigación dirigida por (Septimo Diaz, 2020) se obtuvo rangos desde las 35 a 40 semillas por kg, los resultados expuestos por los autores antes mencionados presentan similitud con los resultados obtenidos en cada una de las variables analizadas.

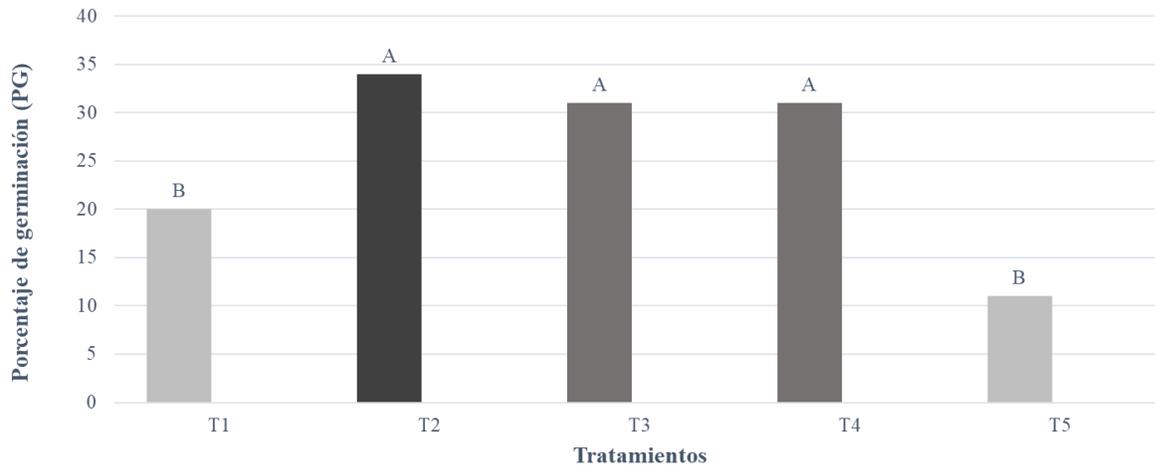
(Pérez Mendoza et al., 2006) señalan que la calidad fisiológica de la semilla para distintas especies se relaciona con el tamaño de esta. Otros autores (Rodríguez Sosa et al., 2016) reportan una varianza dependiendo del lugar de origen, edad, altura y número de frutos producidos por el árbol, de igual manera los factores externos como: viento, temperatura, luz, precipitación y sustancias nutritivas influyen en la calidad de las semillas como lo describe (García Rodríguez et al., 2018). Sin embargo (Godoy Ávila et al., 2005) mencionan que el estrés ambiental, sobre todo el estrés hídrico, la selección de los árboles semilleros y la época del año en que se realice su recolección influye en la calidad de la semilla.

3.2 Evaluación de la germinación de *Juglans neotropica* en diferentes sustratos

3.2.1 Porcentaje de germinación

Figura 1

Porcentaje de germinación de Juglans neotropica en diferentes sustratos



Nota: Letras iguales indican promedios estadísticamente similares, según la prueba de Dunnet al 95 % de confianza.

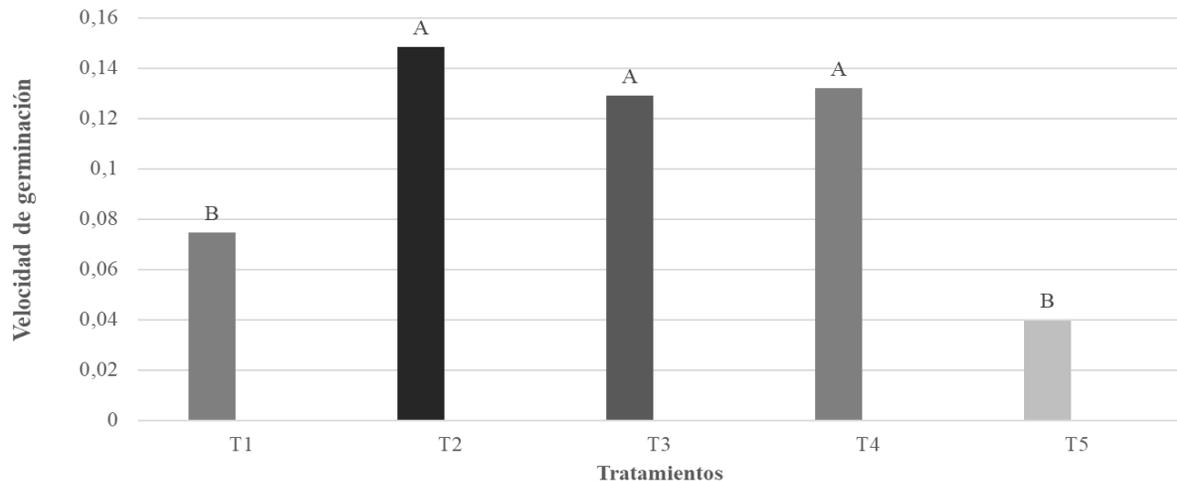
T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%), **T2** (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), **T3** (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%), **T4** (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), **T5** (Testigo con 100% de suelo).

Al comparar el efecto de los diferentes sustratos en el porcentaje de germinación, se pudo observar que los tratamientos estadísticamente sobresalientes para esta variable a los 90 días después de la siembra (DDS) fueron: T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10 %) con un resultado de 34% de plántulas germinadas, T3 (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30 %) y T4 (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%) con un resultado similar del 31% de plántulas germinadas, sin embargo, se puede destacar que el tratamiento T2 posee 3 unidades más a comparación de los tratamientos antes mencionados.

3.2.2 Velocidad de germinación

Figura 2

Velocidad de germinación de Juglans neotropica en diferentes sustratos



Nota: Letras iguales indican promedios estadísticamente similares, según la prueba de Dunnet al 95 % de confianza.

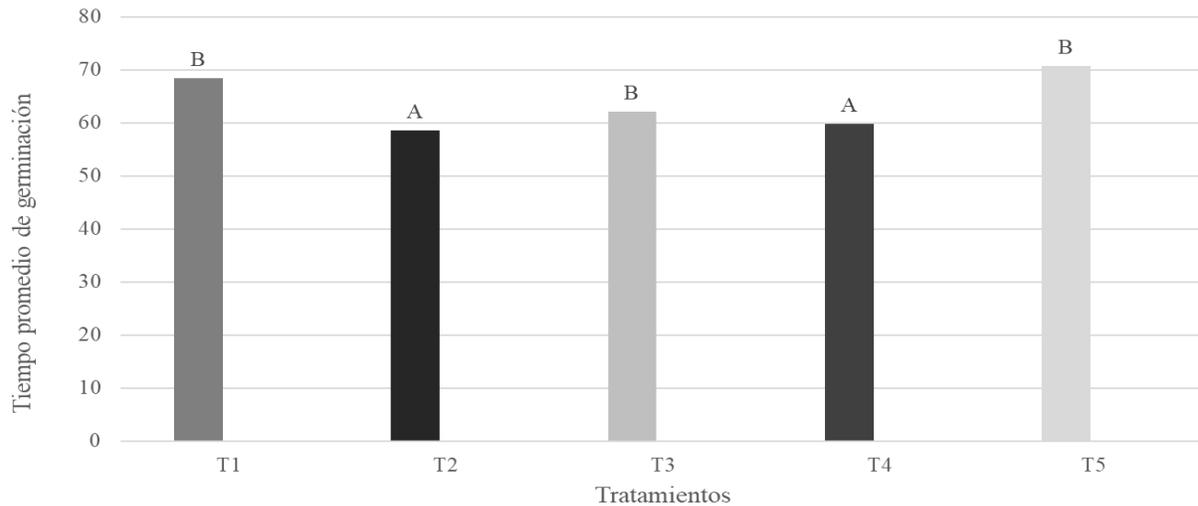
T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%), **T2** (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), **T3** (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%), **T4** (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), **T5** (Testigo con 100% de suelo).

Los tratamientos evaluados en la velocidad de germinación presentaron diferencias significativas en *Juglans neotropica* con respecto al testigo a los 90 días después de la siembra (DDS), se observó que los mejores tratamientos fueron: T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%) con un resultado del 0.14, T3 (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%) y T4 (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%) obteniendo un resultado del 0.12 y 0.13 respectivamente, sin embargo se puede destacar que el tratamiento T2 tuvo un efecto más notorio a comparación de los tratamientos antes mencionados.

3.2.3 Tiempo promedio de germinación

Figura 3

Tiempo de germinación de Juglans neotropica en diferentes sustratos



Nota: Letras iguales indican promedios estadísticamente similares, según la prueba de Dunnet al 95 % de confianza.

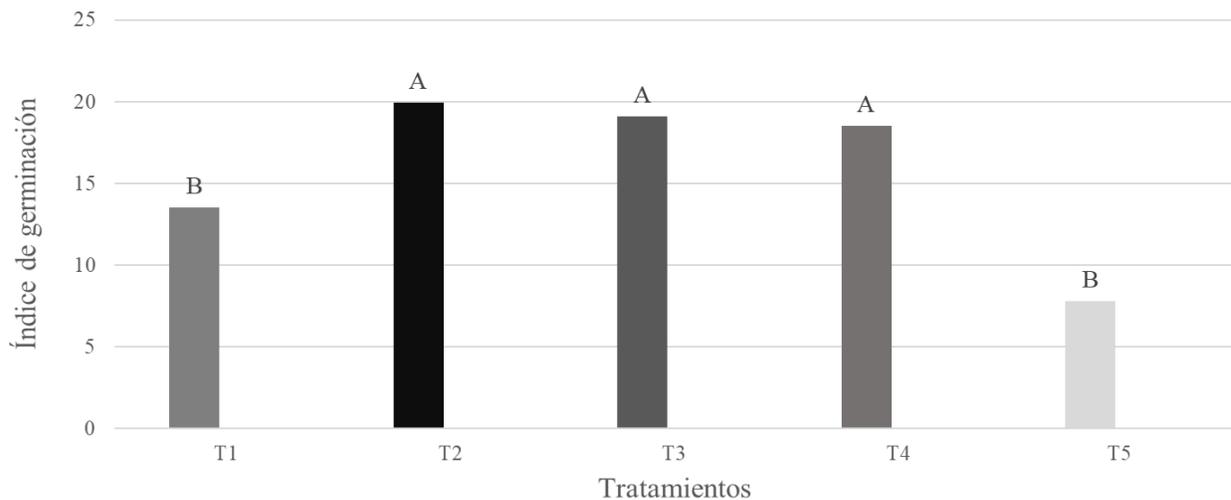
T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%), **T2** (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), **T3** (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%), **T4** (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), **T5** (Testigo con 100% de suelo).

Al comparar el efecto de los diferentes sustratos en el tiempo de germinación, se observó que los tratamientos estadísticamente sobresalientes para esta variable a los 90 días después de la siembra (DDS) fueron: T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%) y T4 (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%) con un resultado de 58 días y 59 días respectivamente, los cuales mostraron un efecto más sobresaliente a comparación de los tratamientos T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%) y T3 (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%).

3.2.4 Índice de germinación

Figura 4

Índice de germinación de *Juglans neotropica* en diferentes sustratos



Nota: Letras iguales indican promedios estadísticamente similares, según la prueba de Dunnet al 95 % de confianza.

T1 (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%), **T2** (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), **T3** (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%), **T4** (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), **T5** (Testigo con 100% de suelo).

Los tratamientos evaluados en el índice de germinación presentaron diferencias significativas en *Juglans neotropica* con respecto al testigo a los 90 días después de la siembra (DDS), se observó que los tratamientos más destacables fueron: T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%) con un resultado del 19.93, T3 (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%) y T4 (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%) con un resultado del 19.10 y 18.54 respectivamente, sin embargo, se observa que el tratamiento T2 presenta un resultado mayor a los tratamientos antes descritos.

Los resultados sobre el porcentaje, tiempo, velocidad e índice de germinación demuestran que cada uno de los sustratos conformados por pomina, cascarilla de arroz y aserrín, tuvieron un efecto en la germinación de la semilla. Dentro de los sustratos, los factores más sobresalientes para que se lleven a cabo los procesos germinativos son la humedad y temperatura (Vargas et al., 2016). La retención de estos está relacionada con los componentes que lo forman, la

capacidad de retención depende de gran medida del tamaño de las partículas como lo describe (Lopez, 2020). (Vicente Lamarck et al., 2013) mencionan que los factores ambientales son los que influyen directamente en la germinación de la semilla, además se puede mencionar que la humedad del sustrato, temperatura, luz, oxígeno y dióxido de carbono igualmente son determinantes en esta.

(Suazo Gonzales, 2020) describe a la pomina o perlita como un componente que permite buen drenaje, aireación del suelo y dificulta la compactación de este, sin embargo, (Lee, 2012) argumenta que la ventaja más destacable de la pomina es su capacidad para conservar la humedad y temperatura de manera uniforme, igualmente debido a su fácil manejo, bajo peso, y al no poseer problemas de contaminación de patógenos lo convierte en un material adecuado para la formación de un sustrato.

La cascarilla de arroz es un material orgánico, con un buen drenaje, liviano, con buena aireación y de bajo precio permite ser aprovechada en la formación de sustratos (Curicho Yasi & Toaquiza Nasimba, 2022). Este material tiene una diversidad de nutrientes importantes como: el potasio y fosforo, una vez que se realizado la mezcla con diferentes materiales es un puede retener la humedad de manera óptima, permite reducir la compactación del suelo, mejorando el desarrollo de las raíces, de igual manera aumenta la actividad macro y microbiológica en los sustratos (Tisalema, 2018).

De igual manera (Pineda et al., 2012)mencionan que la cascarilla es un sustrato ligero, con una densidad aparente (Vicente Arbona et al., 2020). se refiere a esta con una porosidad total superior al 80 %, la capacidad de retención de humedad buena y su capacidad de aireación suele ser adecuada porosidad de aireación debido a su porosidad.

Figura 5

Humedad de los sustratos

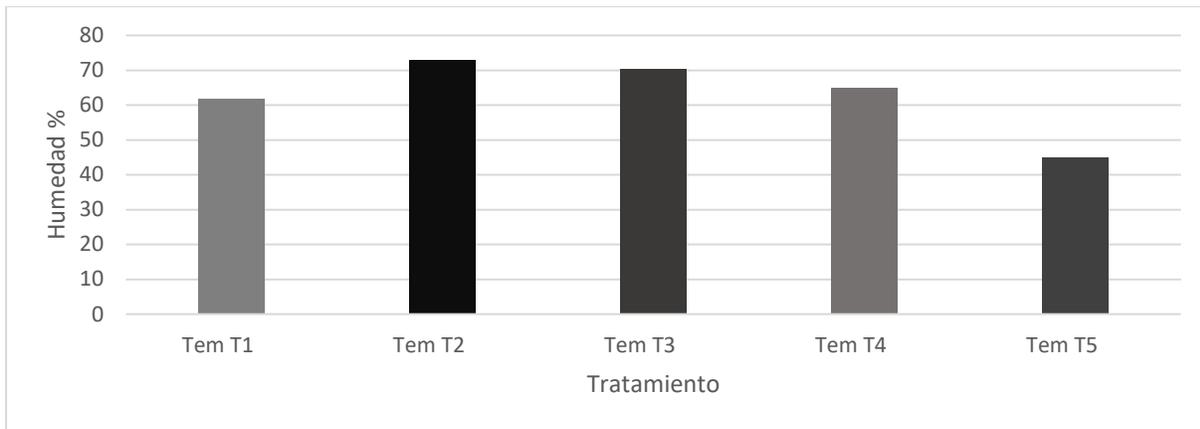
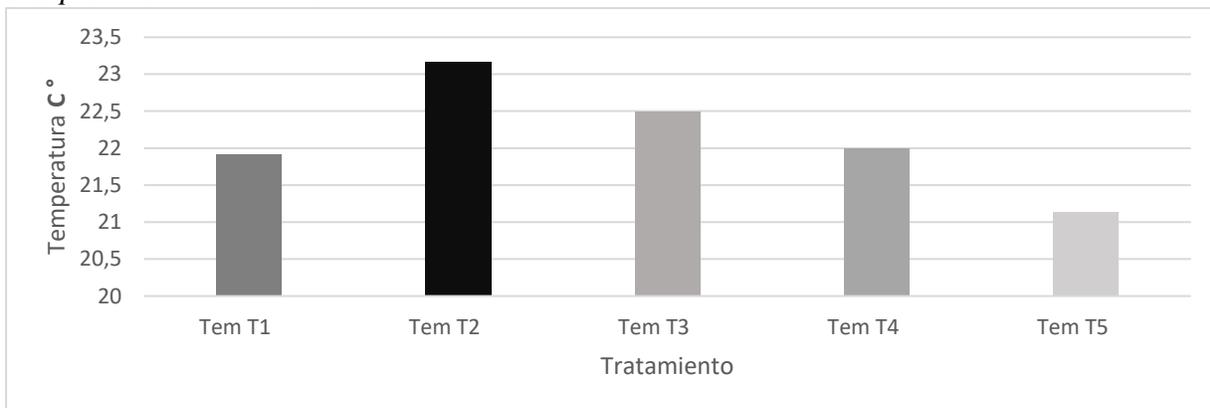


Figura 6

Temperatura de los sustratos



Nota: **T1** (Suelo 50%+ Gallinaza 30%+ arena 20%), **T2** (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%), **T3** (Suelo 40%+ Gallinaza 30%+ aserrín 30%), **T4** (Suelo 50%+ Gallinaza 25%+ cascarilla de arroz 25%), **T5** (Testigo con 100% de suelo).

Al realizar un análisis de la retención del contenido de humedad y temperatura en cada uno de los tratamientos realizados, se observó que en ambas figuras con un porcentaje de humedad del 73 % y una temperatura de 23°C el tratamiento T2 (Suelo 50%+ Gallinaza 40%+ pomina 10%) retiene de manera más efectiva la humedad y temperatura a diferencia de los demás tratamientos.

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

- Las semillas empeladas en la investigación muestran calidad adecuada con base al contenido de humedad y pureza física, lo que permite inferir que son posible de emplear en producción de plántulas.
- Los sustratos en las combinaciones de suelo, gallinaza, pomina, cascarilla de arroz y aserrín, muestran influencia significativa en la germinación de la semilla de *Juglans neotropica*.

4.2 Recomendaciones

- Realizar más estudios sobre la calidad de la semilla de nogal con diferentes procedencias.
- Se recomienda para los viveros forestales utilizar sustratos compuesto por suelo 50, gallinaza 40 y pomina 10 (expresada en porcentaje).
- En posteriores investigaciones a realizarse se recomienda eliminar el uso de la arena como componente para un sustrato ya que en la investigación fue el que menor efecto tuvo con respecto a la germinación de la especie a tratar.

Referencias bibliográficas

- Maynor Oliverio, T. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii Rose)*. [Tesis de pre grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>
- Abanto Rodriguez, C., García Soria, D., Guerra Árevalo, W., Murga Orrillo, H., Saldaña Ríos, G., Vázquez Reátegui, D., & Tadashi Sakazaki, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 341-347. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>
- Aguirre Buenaño, N. M. (2013). *Métodos de desinfección de sustrato para el control de Damping-off en semillero de Teca (Tectona grandis Linn F.), bajo invernadero en la Empresa Seragroforest, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] DSpace ESPOCH . <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2992>
- Almeida Guevara, P. E. (2020). *Efecto del sustrato enriquecido con Trichoderma spp. más citoquininas, en cinco métodos de escarificación en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels)*. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14122/1/13T00916.pdf>
- Alvarado Solano, G. M. (Noviembre de 2002). *Proyecto Regional De Fortalecimiento De La Vigilancia Fitosanitaria En Cultivos De Exportación No Tradicional – Vifinex*. Producción de sustratos para Viveros: <https://docplayer.es/22832416-Produccion-de-sustratos-para-viveros.html>
- Azas Azogue , R. D. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels) en el Recinto Pumin Provincia de Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas] Repositorio Dspace. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sede Santo Domingo.: <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10697>

- Barreto, A. G., & Herrera, J. D. (1990). *Plan de acción forestal para Colombia*. Guadalupe. <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Juglans%20Neotr%C3%B3pica.pdf>
- Borrajo, C. I. (06 de Noviembre de 2006). *Curso Internacional en Ganadería Bovina Subtropical*. Importancia de la calidad de semillas: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/79-semilla.pdf
- Cabascango, M. V. (2011). *Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (juglans neotrópica) en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura*. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Babahoyo] . <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/128>
- Cevallos, L. F. (2018). *Evaluación de cinco tipos de sustratos para el enraizamiento de orégano (Origanum vulgare L.), en el Sector Bellavista Bajo, Parroquia San Antonio, Provincia de Imbabura*. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Babahoyo] . <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4366>
- Chisaguano Chicaiza, M. A. (2022). *Evaluación de dos sustratos para la producción de campanas de Irlanda (Molucella laevis), en invernadero*. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] . <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17414>
- Courtis, A. (2013). *Germinación de semillas*. Cátedra de Fisiología Vegetal: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Díaz Gomez, C. P., & Vilema Vilema, G. A. (31 de Julio de 2023). *Determinación de características fenológicas de juglans neotropica diels en cuatro formaciones vegetales, Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14515>
- García Rodríguez, J. J., Ávila Perches, M. A., Gámez Vázquez, F. P., de la O-Olán, M., & Gámez Vázquez, A. J. (2018). Calidad física y fisiológica de semilla de maíz

- influenciada por el patrón de siembra de progenitores. *Revista fitotecnia mexicana*, 41(1), 31-37. <https://doi.org/https://doi.org/10.35196/rfm.2018.1.31-37>
- Godoy Ávila, C., Xopiyaxtle Jarquín, Z., Reyes Juárez, I., & Torres Estrada, C. (Diciembre de 2005). Comportamiento hídrico de hojas y frutos de nogal pecanero y su relación con la calidad y germinación de frutos. *Terra Latinoamericana*, 23(4). <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311146009.pdf>
- González Zertuche, L., & Orozco Segovia, A. (Agosto de 1996). *Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: Manfreda brachystachya*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 58.: https://www.researchgate.net/publication/284666517_Metodos_de_analisis_de_datos_en_la_germinacion_de_semillas_un_ejemplo_Manfreda_brachystachya
- Hurtado Trejo, L., Urgiles Gómez, N., & Eras Guamán, V. H. (2020). Aplicabilidad de las Normas ISTA: Análisis de la calidad de. *Bosques Latitud Cero*, 10(2). https://drive.google.com/file/d/1Cue9a0_0qsp_ImCXKArrYcYrZIUfRJxv/view
- INTA. (2018). Manual de Vivero. En A. Mate, & V. Guerra, *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)* (pág. 18). INTA. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf
- ISTA. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas*. https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Javier, C. F., & Arthemo, L. R. (2008). *Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento*. Repositorio Dijital del Centro Nacional de Investigaciones de Cafe: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/116>
- Kety Carolina, C. Y., & Toaquiza Nasimba, K. E. (2022). *Evaluación del efecto de diferentes sustratos y dos tipos de ambientes en el comportamiento agronómico de cannabis sativa, en el Campus Salache – UTC, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi 2022*. [Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9450>

- Lee, J. V. (2012). *Análisis del índice grado día y del índice de estrés hídrico en el cultivo de tomate bajo*. [Tesis de maestría, Centro de investigación en química aplicada programa de posgrado en agroplasticura]. <http://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/223>
- López Carvajal, J., & Piedrahíta Cardona, E. (1998). *Respuesta de la semilla de cedro negro (Juglans neotropica Diels) a la aplicación de tratamientos pregerminativos*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/40052>
- Lopez, J. C. (13 de Enero de 2020). *La manipulación del sustrato influye en la capacidad de retención de agua*. Promix: <https://www.pthorticulture.com/media/3721/la-manipulacion-del-sustrato-influye-en-la-capacidad-de-retencion-de-agua-es.pdf>
- López, P., Gamas, D., Olán, O., & García, S. (12 de Diciembre de 2018). Evaluación De Sustratos Orgánicos Para La producción De Plántulas De Caña De azúcar. *Agro Productividad*, 11(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.32854/agrop.v11i12.1318>
- Maldonado Montenegro, N. N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pre germinativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels), Jaén, Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] . <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5622>
- Mantilla, A. J. (Octubre de 2008). *Desarrollo y germinación de las semillas*. ResearchGate: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/matilla-2008.pdf>
- Mixquititla Casbis, G., Villegas Torres, O. G., Andrade Rodríguez, M., & Sotelo Nava, H. (2022). Propiedades físicas y químicas de sustratos en función de su granulometría y componente orgánico-mineral. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8(1), 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.30973/aap/2022.8.0081007>
- Moncada Heras, J. G. (2018). *Evaluación de dos sustratos y tres tratamientos pregerminativos en semillas de Prunus serotina (Capulí) con seis procedencias en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales- ESPOC*. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10371>

- Monsalve Camacho, O. I., Henao Toro, M. C., & Gutiérrez Díaz, J. (Enero de 2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1). http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v22n1/es_0122-8706-ccta-22-01-1977.pdf
- Montes Espín, R., Fernández Santana, I., Vitilloch, A. L., León, J., & Fernández Rañal, I. (3 de Julio de 2020). Relación entre talla, peso y germinación de *Juglans jamaicensis* C. DC (nogal del país). *Revista Cubana De Ciencias Forestales*, 8(2), 252-261. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/540>
- Morales Santos, M. E., Peña Valdivia, C. B., Aguilar Benítez, G., & Kohashi Shibata, J. (2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *SciELO*, 51(1), 43-62. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000100043
- Moreno Reséndez, A., Rodríguez Dimas, N., Reyes Carrillo, J. L., & Salas Pérez, L. (Diciembre de 2013). *Importancia del agua y potencial del vermicompost en la retención de humedad del sustrato para la actividad agrícola*. ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/293644962>
- Natali Maldonado, M. N. (2023). *Efecto de cuatro tratamientos pre germinativos en semillas de nogal (*Juglans neotropica* Diels), Jaén, Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Universidad Nacional de Cajamarca: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5622>
- Ospina Penagos, C. M., Hernández Restrepo, R. J., Aristizabal Valencia, A. F., Patiño Castaño, I. N., & Salazar Castaño, J. W. (2003). En *El cedro negro una especie promisorio de la zona cafetera* (págs. 16-17). CENICAFÉ.
- Paspuel Pala, L. V. (2019). *Formulación de un programa de gestión del agua en el sistema la Victoria Yahuarcocha Socapamba Morochal, cantón Ibarra, provincia de Imbabura*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9121>

- Pastor Sáez, N. J. (Septiembre de 1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 71(3), 231-235. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Pérez Fernández, A. R., Ruiz Morales, M., Lobato Calleros, M. O., Pérez Valera, E., & Rodríguez Salinas, P. (2018). Sustrato Biofísico Para Agricultura Protegida Y Urbana A Partir De Compost Y Agregados Provenientes De Los Residuos Sólidos Urbanos. *SciELO*, 34(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.03.02>
- Pérez Mendoza, C., Hernández Livera, A., González Cossio, F. V., García de los Santos, G., Carballo Carballo, A., Vásquez Rojas, T. R., & Tovar Gómez, M. D. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México*, 32(3), 341-352. <https://www.redalyc.org/pdf/608/60832310.pdf>
- Pineda, J., Sánchez del Castillo, F., & Ramírez Arias, A. (2012). Aserrín de Pino Como Sustrato Hidropónico. I: Variación en Características Físicas Durante Cinco Ciclos de Cultivo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(1), 95-111. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000100007
- Pire, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. *Bioagro*, 15(1), 55-64. <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Rodríguez Sosa, J. L., Barrero Medel, H., & García Rodríguez, I. (Enero de 2016). Viabilidad del Banco de semillas de *Juglans jamaicensis*. Parque Nacional. *Avances*, 18(1), 2-11. <https://www.redalyc.org/pdf/6378/637867036007.pdf>
- Romero Saritama, J., & Pérez Ruiz, C. (2 de Agosto de 2016). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos tumbesinos. *ecosistemas*, 25(2), 59-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.07>
- Romero, D. L. (2016). *Evaluación a la efectividad de sustratos en el desarrollo vegetativo de cinco especies arbóreas nativas de la inspección de san francisco*. [Tesis de pre

grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD] Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/6171/1121396366.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez Quintero, S. N. (2017). *Sustratos, tamaño de recipiente y ambiente de cultivo en el crecimiento inicial de Cariniana pyriformis Miers.* <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34056>

Septimo Diaz, R. E. (2020). *Efecto de la fitohormonas en la germinacion de las semillas de nogal (juglans pyriformis liebmann), en el invernadero de la Ciudad Universitaria Shancayán.* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4605>

Suazo Gonzales, C. M. (2020). Evaluación de ocho sustratos para la producción de plántulas de *Pinus oocarpa* en tubetes, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. *Zamorano.* <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6780>

Tisalema, J. J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum Annuum L.).* [Tesis de pre grado, Universidad Tecnica de Ambato] . <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27192>

Toro Vanegas, E., & Roldán Rojas, I. C. (08 de Marzo de 2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Primavera*, 24(1), 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>

Toro, J. L., Piedrahita, E., & Gómez, M. L. (2013). En *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas* (pp. 176-180). Corantioquia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12678>

Valenzuela. (16 de Mayo de 2015). *Tecnología de sustratos: propiedades de los diferentes componentes.* Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNER: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4525/INTA_C

RBsAsNorte_EEASanPedro_Valenzuela_Tecnologia_Sustratos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vargas, H., Santa Cruz, F., & Lizárraga, A. (2020). Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de portainjerto de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. *Manglar*, 17(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.019>
- Vargas, M., Zapata, N., & Caroca, R. (2016). Efecto de la Temperatura Sobre la Germinación de Cuatro Genotipos de Maní (*Arachis Hypogaea* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 94-101. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>
- Velázquez, R. V., Castro Landin, A., Valverde Lucio, Y., & Choez, J. E. (2020). Evaluación de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (carica papaya l) en fase de vivero en el cantón jipijapa, provincia de manabí. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(2), 23-38. <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/230/191/>
- Vence, L. B. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *SciELO*, 26(2), 105-114. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000200001
- Vicente Arbona, J. C., Carrasco Hernández, V., Rodríguez Trejo, D. A., & Villanueva Morales, A. (2020). Calidad de planta de *Pinus greggii* producida en sustratos a base de aserrín. *Madera y bosques*, 25(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521784>
- Vicente Lamarck, A., Roberto Bonjovani, M., Rocha Faría, J. M., & Claudio Barbedo, J. (Diciembre de 2013). Germinação em temperatura sub-ótima de embriões de *Inga vera* subsp. *affinis* obtidos sob diferentes condições ambientais. *Rodriguésia*, 64(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000400015>
- Vizarreta Alvarez, A. E. (2023). *Influencia climática en la anatomía de la madera de Juglans neotropica en un bosque de montaña montano, Chanchamayo - Perú*. Huancayo,

Perú: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Continental] Repositorio Institucional - Continental.
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/12793>