



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECURIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

Tema:

**EVALUACIÓN DE TRES PROCEDENCIAS DE *Juglans neotropica* Diels EN
ETAPA DE VIVERO, EN EL CAMPUS YUYUCOCHA**

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

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autor: Ruiz Garces Leana Abigail

Director: Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio

Ibarra, noviembre 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

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:	1005099732		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ruiz Garces Leana Abigail		
DIRECCIÓN:	Espejo		
EMAIL:	laruizg@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0993161575

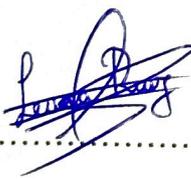
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE TRES PROCEDENCIAS DE <i>Juglans neotropica</i> Diels EN ETAPA DE VIVERO, EN EL CAMPUS YUYUCOCHA
AUTOR:	Ruiz Garces Leana Abigail
FECHA:	7/10/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
DIRECTOR:	Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio Mgs.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Ruiz Garces Leana Abigail**, con cedula de identidad Nro. **1005099732**, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo ala educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 7 días del mes de noviembre de 2024.

EL AUTOR:

Firma.....

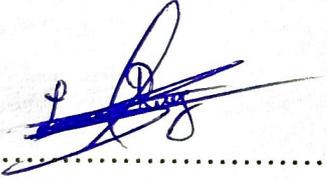
Nombre: Leana Abigail Ruiz Garces

CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 7 días, del mes de noviembre de 2024

LA AUTORA:

Firma.....

Nombre: Ruiz Garces Leana Abigail

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 7 de noviembre del 2024

Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio Mgs.

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.

(f)

Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio Mgs.

C.C.: 1002018941

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “**EVALUACIÓN DE TRES PROCEDENCIAS DE *Juglans neotropica* Diels EN ETAPA DE VIVERO, EN EL CAMPUS YUYUCOCHA**” elaborado por **Ruiz Garces Leana Abigail**, previo a la obtención del título de **Ingeniería Forestal**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....
Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio Mgs.
C.C.: 1002018941

(f):.....
Ing. Arcos Unigarro Carlos Ramiro Mgs.
C.C.: 0400701181

DEDICATORIA

Va dedicado a:

Dios por darme la oportunidad y la fortaleza para alcanzar este logro.

Mis padres; Ivan Ruiz y Mariela Garces quienes siempre me apoyaron durante todo este proceso e hicieron hasta lo imposible para que culminara con mis estudios.

Mi hermano Kleber por darme ánimos y estar a mi lado brindándome alegría.

Mi familia; abuelos, tíos, primos quienes me brindaron palabras de apoyo.

Issac, quien me apoya todos los días, por tenerme paciencia y ayudarme en todo este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermano este sueño fue posible gracias a ustedes.

A mi novio Issac por ayudarme en todo lo que le fue posible, estar al pendiente y por brindarme momentos alegres en los días tristes.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación académica gracias por su gran desempeño.

A mi director de tesis, Ing. Hugo Vallejos por su paciencia y su tiempo.

A mi asesor de tesis, Ing. Carlos Arcos por sus excelentes aportes y la aclaración de mis dudas.

Al biometrista Ing. Guillermo Varela que estuvo muy al pendiente y ayudándome en todo lo que le fue posible.

A todos los compañeros que formaron parte de mi vida académica.

RESUMEN EJECUTIVO

Las plántulas con buena calidad en etapa de vivero aseguran fuentes semilleras que a futuro pueden ser utilizadas en programas de forestación y reforestación, sin embargo, no se cuenta con suficientes estudios de *Juglans neotropica* Diels, lo que ha provocado un deficiente manejo de las plantas en su fase inicial, causando inconvenientes en su desarrollo una vez trasladadas al campo. La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar el desarrollo y calidad de plántulas de tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels a nivel de vivero, en el Campus Yuyucocha, a través caracterizar variables dasométricas tanto en altura, diámetro basal, diámetro de copa, área foliar, sobrevivencia, parte aérea, parte radicular; la comparación de calidad en el desarrollo mediante forma de tallo y sanidad. Para la metodología se aplicó un diseño irrestricto al azar (DIA) donde se tomaron los datos por seis meses. Con estos datos se evaluó la normalidad de su distribución, al comprobar los supuestos estadísticos, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para verificar si existía o no diferencias significativas. En los resultados se obtuvo que la variable sanidad presento estas diferencias, al aplicar la prueba de medias de Duncan se encontró que la procedencia de Pimampiro puede ser mayor resistente al ataque de plagas.

Palabras claves: procedencias, variable dasométrica, calidad.

ABSTRACT

Seedlings with good quality at the nursery stage ensure seed sources that can be used in future afforestation and reforestation programs. However, there are insufficient studies on *Juglans neotropica* Diels, which has led to poor management of the plants during their initial phase, causing developmental issues once they are transplanted to the field. The general objective of this research was to evaluate the development and quality of seedlings from three different origins of *Juglans neotropica* Diels at the nursery level, at the Yuyucocha Campus. This was done by characterizing dasometric variables such as height, basal diameter, crown diameter, leaf area, survival rate, above-ground part, and root system; as well as comparing development quality through stem form and shape. The methodology applied a completely randomized design (CRD) where data was collected over six months. The normality of the data distribution was assessed, and after verifying the statistical assumptions, an analysis of variance (ANOVA) was applied to determine whether significant differences existed. The results showed that the shape variable presented these differences, and using Duncan's multiple range test, it was found that the provenance from Pimampiro may be more resistant to pest attacks.

Keywords: provenance, dasometric variable, quality.

LISTA DE SIGLAS

INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador.

MADS. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible del Perú.

MAE. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

bhMB. bosques húmedos de montaña baja

bs-MB. bosques secos de montaña baja

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Problema de investigación	1
Problemática a investigar.....	1
Formulación del problema de investigación.....	2
Justificación.....	2
Objetivos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis.....	3
CAPITULO I	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Mejoramiento genético forestal.....	4
1.1.1. Procedencia.....	5
1.1.2. Progenie	5
1.1.3. Importancia de las procedencias	6
1.2. Descripción de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	6
1.2.1. Características botánicas.....	6
1.2.2. Taxonomía	7
1.2.3. Distribución de <i>Juglans neotropica</i> Diels	8
1.3. Autoecología de <i>Juglans neotropica</i> Diels	9
1.3.1. Posibles usos de su madera	10
1.4. Crecimiento de plántulas de <i>Juglans neotropica</i>	10
1.4.1. Definición	10

1.4.2.	Análisis de crecimiento de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	11
1.4.3.	Crecimiento de la raíz	11
1.4.4.	Variables dasométricas	12
1.5.	Factores que influyen en el crecimiento.....	12
1.5.1.	Riego.....	12
1.5.2.	Temperatura	13
1.5.3.	Deshierbe	13
1.6.	Etapas de vivero.....	14
1.6.1.	Vivero	14
1.7.	Calidad de plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels	14
CAPITULO II.....		15
MATERIALES Y MÉTODOS		15
2.1.	Tipo de investigación	15
2.2.	Ubicación del sitio.....	15
2.3.	Caracterización edafoclimática del lugar	16
2.4.	Materiales y métodos	17
2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos.....	17
2.5.1.	Diseño Experimental.....	17
2.5.2.	Características de la investigación.....	19
2.5.3.	Tratamientos en estudio	19
2.5.4.	Instalación del experimento	20
2.6.	Procedimiento y análisis de datos	22
CAPITULO III.....		23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		23
3.1.	Análisis de altura.....	23

3.2. Análisis de diámetro basal.....	24
3.3. Análisis de diámetro de copa	26
3.4. Parte aérea y parte radicular	27
3.5. Área foliar	28
3.6. Porcentaje de sobrevivencia.....	29
3.7. Forma de tallo.....	30
3.8. Sanidad.....	31
CAPITULO IV.....	34
Conclusiones y recomendaciones	34
Conclusiones	34
Recomendaciones	34
Referencias bibliográficas.....	35
Anexos	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del Nogal (<i>J.neotropica Diels</i>)	7
Tabla 2. <i>Materiales, equipos y software a emplear en la investigación</i>	17
Tabla 3. <i>Características del diseño experimental</i>	19
Tabla 4. <i>Codificación de los tratamientos</i>	19
Tabla 5. <i>Clasificación fitosanitaria</i>	20
Tabla 6. <i>Clasificación de forma de tallo</i>	21
Tabla 7. <i>Clasificación parte aérea y radicular</i>	21
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de la altura</i>	24
Tabla 9. <i>Análisis de la varianza de diámetro basal</i>	25
Tabla 10. <i>Análisis de la varianza de diámetro de copa</i>	27
Tabla 11. <i>Relación parte aérea y parte radicular</i>	27
Tabla 12. <i>Análisis del área foliar</i>	29
Tabla 13. <i>Porcentaje de sobrevivencia</i>	30
Tabla 14. <i>Análisis de forma de tallo</i>	30
Tabla 15. <i>Forma de tallo</i>	31
Tabla 16. <i>Análisis de sanidad</i>	32
Tabla 17. <i>Análisis estadístico de sanidad</i>	32
Tabla 18. <i>Prueba de Duncan</i>	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa de ubicación del área de estudio “Campus Yuyucocha”</i>	16
Figura 2. <i>Diseño de campo</i>	18
Figura 3. <i>Altura de las procedencias</i>	23
Figura 4. <i>Diámetro basal de las procedencias</i>	25
Figura 5. <i>Diámetro de copa de las procedencias</i>	26
Figura 6. <i>Área foliar de procedencias</i>	28

INTRODUCCIÓN

- **Problema de investigación**

- *Problemática a investigar*

El estudio de procedencias en una investigación permite conocer el estado situacional de las plántulas, sin embargo, se ha pasado por alto la importancia de hacer un manejo técnico de las procedencias para la producción de árboles. La finalidad del estudio de procedencia es establecer fuentes semilleras que garanticen la viabilidad y la calidad, ya que no se cuenta con estudios suficientes que sustenten información en la etapa en vivero. En este contexto, las fuentes semilleras deben cumplir con una alta calidad genética que garanticen individuos fenotípicamente heterogéneos, de buen desarrollo y genotípicamente estables.

Para el establecimiento de una fuente semillera se utilizan criterios como la resistencia a plagas y enfermedades, el volumen del árbol, la rectitud del fuste, la forma de la copa y la calidad de la madera, de acuerdo a las mejores características que esté presente (Cornejo *et al.*, 2009). Bajo estas consideraciones, la selección de una buena procedencia en etapa de vivero puede asegurar una fuente semillera a futuro.

Existen procedencias de *J.neotropica* que no cuentan con estudios que refleje la conducta de cada una de ellas en etapa de vivero, hay pocos estudios que señalen el grado de adaptabilidad a ciertas condiciones ambientales; por lo tanto, no se evidencian los objetivos de interés en la etapa de desarrollo y el manejo técnico. Los cuales son importante para la adaptación de la especie a diferentes ambientes. La presente investigación se centra en analizar dicha conducta en condiciones homogéneas, teniendo en cuenta variables cualitativas y cuantitativas, que ayudan a determinar que procedencia presenta mejores características.

- *Formulación del problema de investigación*

El problema es desconocimiento sobre la importancia y el comportamiento de las procedencias *J.neotropica* en la etapa vivero y a nivel de campo haciendo que exista una regeneración escasa de la especie que además se encuentra en peligro de extinción. El inadecuado manejo de las plántulas ha provoca bajas tasas de crecimiento al ser trasladadas al campo definitivo.

- **Justificación**

La investigación que se realizó, buscó generar información de *J.neotropica* a fin de determinar la adaptabilidad de la especie en etapa de vivero, esta base científica aportara conocimiento tanto a docentes como estudiantes y al programa de mejoramiento genético de la Carrera de Ingeniería Forestal.

El estudio servirá como base fundamental para interiorizar nuevos campos de investigación enfocados en ciencias forestales en el Campus Yuyucocha; referidos básicamente a la adaptabilidad de las tres procedencias, tomando en cuenta las variables cuanti-cualitativas con base al uso de un diseño experimental que permita determinar que procedencia fue la que obtuvo mayor desarrollo.

Además, generar información disponible para algunas comunidades y el sector forestal donde los árboles de *J.neotropica* son bastante utilizados no solo por su calidad de madera, sino también por sus propiedades ancestrales y trabajabilidad por parte de artesanos; lamentablemente, no se cuenta ciertamente con un manejo técnico adecuado (Villota, 2023).

Lo anterior pretende demostrar cual es la mejor procedencia que se haya adaptado a las condiciones climáticas en cuanto a permanencia y buen desarrollo, además, que resistencia presenta bajo otras condiciones ambientales. Cabe señalar, que el desarrollo de las plántulas en vivero puede tener influencia positiva o negativa al grado de adaptación permanente.

- **Objetivos**

- **Objetivo General**

Evaluar el desarrollo y calidad de plántulas de tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels a nivel de vivero, en el Campus Yuyucocha.

- **Objetivos Específicos**

- Caracterizar el desarrollo de variables dasométricas en etapa de vivero de tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels.
- Comparar la calidad en el desarrollo de las plántulas de tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels en etapa de vivero.

- **Hipótesis**

Ho: El desarrollo de crecimiento en las tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels es similar.

Ha: Al menos una de las tres procedencias de *Juglans neotropica* Diels muestra un crecimiento diferente.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Mejoramiento genético forestal

“El mejoramiento genético o también conocido como fitomejoramiento, permite aumentar el rendimiento, productividad y resistencia al estrés”, causado al momento de alterar el genotipo de la progenie, mejor conocido como la ciencia de las plantas (Ontivero *et al.*, 2022).

“Con el mejoramiento de plantas se busca producir nuevas variedades con características deseables. En este periodo, se cruzan individuos con rasgos de interés para mejorar el rendimiento; las semillas resultantes se seleccionan según los rasgos que se desea conservar”. La finalidad es obtener rendimientos óptimos en las plantas con diversas ventajas y con características de interés (Quiroz *et al.*, 2012).

J. neotropica especie forestal en peligro de extinción debido a la sobreexplotación de su madera, lo que incide negativamente en su regeneración natural. Se realizó un estudio en la provincia de Tungurahua, en una plantación donde se tomaron datos dasométricos y no se encontraron diferencias significativas, estos hallazgos podrían considerarse en el proceso de selección de árboles parentales en bosques y programas de mejoramiento genético para esta especie (Veintimilla *et al.*, 2022).

1.1.1. Procedencia

Su origen etimológico se remonta del latín “*procedentia*”, surge de manera orgánica en el desarrollo histórico de la lengua latina y se ha transmitido a través de generaciones. La palabra "procedencia" se utiliza para describir el origen geográfico y ambiental del crecimiento del árbol padre, donde la composición genética se obtuvo mediante selección natural o artificial (Pacheco *et al.*, 2022).

Gutiérrez (2019) señala que el origen del área o bosque nativo se lo conoce como procedencia esto “implica que los patrones genéticos de variación están estrechamente asociados con las condiciones ecológicas en las que la especie se desarrolló”.

Se estudian especies de diferentes localizaciones para observar sus respectivos comportamientos y adaptaciones dentro de un ambiente controlado. “Las semillas genealógicas tienen múltiples generaciones y, por lo tanto, mantienen su heredabilidad asegurando con ello su descendencia genética a través del tiempo” (Gutiérrez, 2019).

1.1.2. Progenie

Hernández *et al.*, (2021) se refiere a la descendencia de una especie o nueva regeneración obtenida de un árbol padre, dado que los herederos o descendencia se toman del mejor progenitor, para determinar las diferencias entre progenes se debe evaluar su calidad y el desarrollo en el espacio donde se ubique el ensayo.

Las pruebas de evaluación se llevan a cabo en diferentes sitios, donde se pueden presentar comportamientos diferentes a lo esperado dependiendo de las condiciones del lugar, “pero también va a depender del buen fenotipo de la planta para seleccionar especies incluso superiores a los árboles progenitores” (Cornelius & Ugarte, 2010).

1.1.3. Importancia de las procedencias

“Los estudios de procedencia determinan los componentes genéticos y ambientales de la variación fenotípica asociada con el origen geográfico”. La información enfocada en la procedencia es importante para garantizar que las fuentes semilleras proporcionen árboles que se adapten al medio, de alto rendimiento, para guiar el desarrollo de híbridos interétnicos e interespecíficos adaptados a lugares específicos (Doria, 2010).

Considerando la larga vida y el rápido crecimiento de los árboles, su evaluación lleva muchos años. “La selección temprana se utiliza para acelerar este proceso, donde los genotipos se seleccionan en función de rasgos tempranos en la vida de la planta para mejorar otros rasgos en edades posteriores” (Cornelius & Ugarte, 2010).

1.2. Descripción de *Juglans neotropica* Diels

1.2.1. Características botánicas

Juglans neotropica “es una planta dicotiledónea que absorbe grandes cantidades de carbono de la atmósfera. Su altura de crecimiento es entre 15 y 30 m; El tronco presenta un tronco recto con eje cilíndrico” (Roldán & Toro, 2018).

En Ecuador, *J. neotropica* es la única especie registrada de este género (Tabla 1). Árbol con flores masculinas y femeninas de crecimiento lento, un DAP de 80 cm promedio. Su corteza es de tono gris oscuro con severas fisuras; el interior es de tonalidad crema con estrechas vetas amarillentas y es susceptible a la oxidación. Su copa es irregular, ancha, con ramas casi horizontales, a menudo con abundantes lenticelas (Ramos *et al.*, 2020).

- Raíz: Posee raíces pivotantes bastante fuertes, gruesas y profundas, que son de tipo ramificado.

- Hoja: Cuenta con 11 a 19 pares de folíolos, sus hojas pueden ser compuestas, opuestas, alternas, imparipinnadas, opuestos o subopuestos de 10 a 16 × 5 a 7 cm, ovados, ovado-oblongos u ovado-lanceolado, sensibles.
- Flores: Tiene flores femeninas que están dispersas sobre la espiga terminal aproximadamente de 4 a 10 cm de largo; flores masculinas cuentan con numerosos estambres.
- Fruto: Tipo drupa con coloraciones que van de verde claro en su estado juvenil y café oscuro cuando esta lista para consumir (Ramos *et al.*, 2020).

1.2.2. Taxonomía

Tabla 1.

Taxonomía del Nogal (J.neotropica Diels)

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Juglandales
Familia	Juglandaceae
Genero	Juglans
Especie	<i>Juglans neotropica</i>

Nota: Tomada de (Roldán & Toro, 2018)

1.2.3. Distribución de Juglans neotropica Diels

Se encuentra de manera natural en el área neotropical, a altitudes que van desde los 1.400 hasta los 2.700 m.s.n.m. Es una especie que es endémica y exclusiva de Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, se localiza en los bosques montanos y basimontanos en un intervalo de altitud de 500 a 3500 m.s.n.m. (Lozano, 2015).

J. Neotropica se encuentra en áreas con humedad relativa superior al 80%, la cantidad de lluvia anual oscila entre 500 mm/m² y 1000 mm/m² y una temperatura ambiente entre 15°C y 25°C. La preferencia de esta especie es crecer en suelos con textura arenosa, con un pH moderadamente ácido y tiene la capacidad de crecer en suelos dañados por actividades mineras o agrícolas (Vizarreta, 2023).

Su desarrollo favorece los valles andinos, se presenta en bosques húmedos de montaña baja (bhMB), bosques secos de montaña baja (bs-MB), puede desarrollarse durante la transición a bosques premontanos y madurar tardía o tardíamente en bosques secundarios, bosques de corredor o incluso como árboles solitarios en pastizales o fragmentos de bosque, sin embargo, la recuperación de especies es cada vez más rara, pero muchas veces sus poblaciones son pequeñas y muy fragmentadas (Roldán & Toro, 2018).

El *J. neotropica* es parte de la familia Juglandaceae, se encuentra de forma natural en los Andes Sudamericanos, específicamente en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador se puede localizar en la zona interandina, en los valles y laderas de la cadena montañosa de los Andes (Azas, 2016).

Es una especie que es originaria del Medio Oriente, no obstante, actualmente se halla en una situación de riesgo de desaparición, la mayor parte de las especies se encuentran en la Región Sierra Ecuador. *J. neotropica* se encuentran dispersos en zonas templadas y cálidas del hemisferio norte, abarcando desde América Central hasta la región Andina de América del sur, y su introducción en Ecuador se llevó a cabo alrededor del siglo XV a través de los españoles (Guanolema, 2022).

1.3. Autoecología de *Juglans neotropica* Diels

Es una especie semiheliófila que requiere de sombra parcial en los estadios juveniles para su desarrollo tanto en vivero como en plantación (Cárdenas, 2016). La regeneración natural de *J. neotropica* en la mayoría de ecosistemas y agroecosistemas del Ecuador es común encontrarlos, sin embargo, con el transcurso del tiempo ha disminuido “a causa de una alta mortalidad de las plantas al inicio de su desarrollo por efecto de la alta humedad y/o total sombrero” (Ramírez *et al.*, 2023).

Rave *et al.*, (2013) afirman que la especie ayuda con la movilización de nutrientes en el bosque ya que al ser caducifolia su aporte de biomasa al suelo es grande. *J. neotropica*, es una especie que deja caer sus hojas o se mantiene caducifolia, donde la hojarasca obtenida del árbol puede producir hasta 50 kg/ha/año de biomasa y esta no se encuentra influenciada por temporada de lluvias.

La especie desempeña una función crucial en la estabilidad de los ecosistemas en los que se desarrolla, debido a que es "una fuente de energía mediante la contribución de nutrientes y la creación de sustancias húmicas en los suelos, incluso después de tomar en cuenta la tasa de descomposición lenta que puede llegar a ser de 2.6 años". (Reátegui, 2022).

1.3.1. Posibles usos de su madera

Esta madera es fácil de trabajar y se puede tallar, lijar y pulir con facilidad. Es versátil y se puede utilizar en una amplia variedad de aplicaciones. “En la parroquia San Antonio de Ibarra - provincia de Imbabura la madera del nogal es requerida por los artesanos que se dedican en la elaboración de artesanías de entre las cuales, destacan las representaciones religiosas” (Carvajal *et al.*, 2023).

“Se utiliza en contrachapados (triples), chapas, baja lenguas, palillos; en forma de madera laminada y densificada, se puede usar en mangos para herramientas, objetos torneados y vigas, en madera aserrada; tablas, tablones, vigas, entre otros” (Yamberla, 2023).

1.4. Crecimiento de plántulas de *Juglans neotropica*

1.4.1. Definición

"El crecimiento se refiere al incremento en la cantidad y tamaño de las células, mientras que el desarrollo comprende todas las transformaciones fenológicas que experimentan las plantas desde que germinan hasta que alcanzan la madurez" (Del Carmen *et al.*, 2018).

La evaluación de tratamientos que afecten la acumulación de biomasa vegetal durante el ciclo de vida de una planta requiere mediciones objetivas que puedan ser sometidas a pruebas estadísticas. Las herramientas útiles para estos propósitos son las técnicas de análisis de crecimiento mediante variables (Di Benedetto & Tognetti, 2016).

Pueden ser empleados en diferentes situaciones, sin embargo, su utilización en cultivos intensivos presenta aspectos y precauciones específicas a considerar, para los cuales la información disponible es escasa y dispersa. En este informe se detallan las estimaciones de crecimiento más

adecuadas para ser utilizadas en el campo de la horticultura, la jardinería y las plantas ornamentales (Abril *et al.*, 2023).

1.4.2. Análisis de crecimiento de Juglans neotropica Diels

El *Juglans neotropica* es un tipo de árbol que se ajusta de manera efectiva a las diversas peculiaridades que muestran los distintos tipos de suelos, aunque este tipo de árbol se adapta de manera más efectiva en los suelos profundos, altamente permeables, que tienen una textura suelta y que contienen una adecuada cantidad de nutrientes.

El análisis de crecimiento se puede realizar mediante dos enfoques, el tradicional o clásico, ambos requieren la recopilación de datos de numerosas muestras de acuerdo con la investigación, las condiciones del terreno y un periodo específico de tiempo, esos datos actúan como variables que describen el crecimiento y la evolución de la planta. La información adquirida puede ayudar en la creación de gráficos de crecimiento que explican el análisis funcional o dinámico relacionado con las medidas tomadas en intervalos de tiempo regulares (Reátegui, 2022).

1.4.3. Crecimiento de la raíz

La generación de raíces nuevas es una estimación indirecta de la calidad de la planta. La gran cantidad de raíces que se emiten muestra una excelente calidad y asegura un crecimiento rápido una vez plantado; una vez que se coloca en un entorno propicio para su desarrollo, produce raíces adicionales que darán inicio al proceso de absorción de agua. El crecimiento de raíces adicionales es una demostración de las costumbres culturales, de la gestión durante la mudanza al área de siembra y de su estado fisiológico al momento de ser plantadas.” (More *et al.*, 2020).

1.4.4. Variables dasométricas

Se toma en cuenta las variables forestales ya sea de árboles individuales o masas forestales, basadas en cálculo volumétrico de los árboles. El manejo forestal de las plantaciones es muy importante para iniciar el crecimiento de los árboles y debe basarse en mediciones de diámetro, altura y volumen de madera de las especies.

Se realizan análisis de crecimiento cuando la planta se encuentra en sus estados iniciales de desarrollo, empleando el uso variable dasométricos, los cuales se pueden basar en la evolución cronológica en las medidas de sus tallos, números de hojas, números de ramas, diámetro de copa, diámetro basal, sanidad, forma de tallo, altura, parte aérea-radicular y área foliar (Di Benedetto & Tognetti, 2016).

1.5. Factores que influyen en el crecimiento

1.5.1. Riego

El riego en vivero requiere de un sistema adaptado a las necesidades de las plantas, capaz de adaptarse a su requerimiento, así como poseer la capacidad de ajustarse a las demandas variables que suelen presentarse debido a la variación constante en el número de canteros a regar (Guerrero *et al.*, 2012).

La producción de nueva biomasa en cualquier cultivo o comunidad vegetal está fuertemente determinada por la cantidad de agua que se dispone para riego. La planta que dispone de agua tiene un evidente a simple observación del paisaje natural y lo es mucho más cuando se cuantifica la producción (Medrano *et al.*, 2007).

1.5.2. Temperatura

El aumento de las temperaturas provocará dificultades de erosión genética, lo que inducirá a la pérdida de muchas especies de plantas; las elevadas temperaturas afectarán negativamente a la fotosíntesis, la respiración, las condiciones hídricas y la estabilidad de las membranas, la regulación hormonal y el metabolismo secundario de las plantas (González *et al.*, 2023).

Las plantas son sensibles ante los cambios climáticos. Las temperaturas cercanas a las óptimas son favorables para el crecimiento de las plantas, mientras que las bajas temperaturas limitan severamente el crecimiento; las altas temperaturas durante varios días pueden ser muy nocivas, especialmente si la humedad del suelo es baja (Jarma *et al.*, 2012).

1.5.3. Deshierbe

El deshierbe consiste en retirar plantas no deseadas, más conocidas como maleza. Estas son retiradas porque pueden ocasionar desventajas en la producción, ya que compiten por los nutrientes, sol y agua, además de atraer algunas plagas y enfermedades.

La limpieza se la hace de manera manual, es mejor cuando las malas hierbas aún son pequeñas o recién están brotando. En esta fase inicial de crecimiento, las malas hierbas son fáciles de eliminar porque no están firmemente adheridas al suelo. De lo contrario, si se arranca la maleza después de que haya madurado, las raíces se adherirán más al suelo (Velasquez *et al.*, 1997).

1.6. Etapa de vivero

1.6.1. Vivero

De acuerdo a las consideraciones de Carpio, (2014), es descrito como un espacio de tierra utilizado para cultivar plantas, las cuales están destinadas a ser utilizadas en repoblaciones forestales. Considerando que los precios sean asequibles, con excelente calidad de plántulas y características deseables. En este espacio se produce el material para la plantación, por lo tanto, es necesario que cumpla con los requisitos adecuados para desempeñar su función.

Un vivero debe estar situado estratégicamente, teniendo en cuenta la presencia de: agua para riego, las condiciones climáticas y ambientales necesarias para la especie a reproducir, la disponibilidad de materiales e insumos requeridos, el método de propagación, la topografía, entre otros factores. (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible [M.A.D.S], 2021).

1.7. Calidad de plántulas de *Juglans neotropica* Diels

La capacidad de las plantas para adaptarse y crecer en diferentes situaciones climáticas y del suelo se conoce como calidad de planta, la cual está determinada por su genética y las prácticas de reproducción utilizadas. El parámetro que "decide la supervivencia y el rendimiento de las plantaciones forestales comerciales se basa en la evaluación de parámetros morfológicos y fisiológicos" (Bernaola *et al.*, 2015).

Hay pocos productores que trabajan en la producción de árboles y hacen una evaluación para monitorear la calidad de las plantas que cultivan. Por consiguiente, es de suma importancia para los participantes en los programas orientados a la creación de plantaciones forestales tener conocimiento de los aspectos morfológicos y fisiológicos que tienen impacto en la calidad de las plantas cultivadas en vivero (Sánchez *et al.*, 2012).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque mixto ya que posee datos cuantitativos y cualitativos, con una aspiración aplicada ya que cuenta con teoría base y suficientes estudios que ayudan a enfocar la investigación. Alcance explicativo se miden variables dependientes para hacer un análisis estadístico que permite hacer inferencias y un diseño experimental donde se puede manipular el factor de estudio, con un aspecto temporal-espacial de convivencia con el objeto por lo que el tiempo viene a ser sincrónico o transversal. Lugar de estudio en campo.

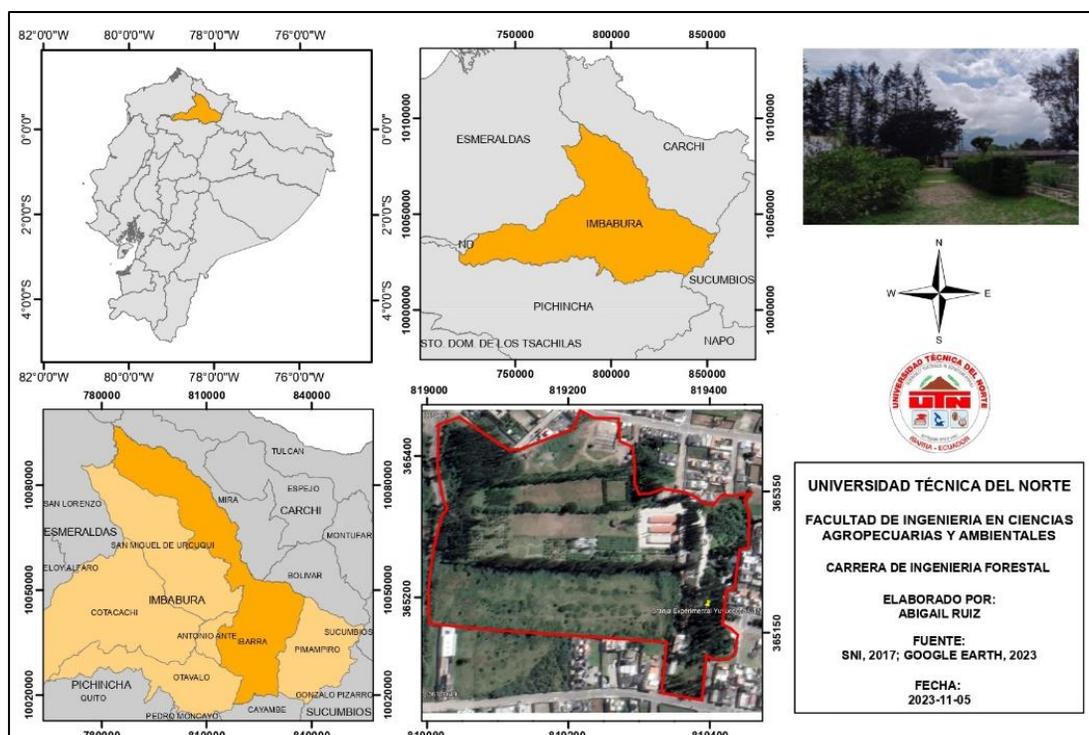
2.2. Ubicación del sitio

Política: El trabajo de investigación se realizará en el Campus Yuyucocha, ubicado en la provincia Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui, Ilustración 1.

Geografía del sitio: De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], (2017) se encuentra a 2256 msnm., con una Latitud: 00°19'47,04''N., y Longitud: 78°07'56,75''O.

Figura 1.

Mapa de ubicación del área de estudio “Campus Yuyucocha”



Limites: El área esta limita al norte con viviendas en la calle Armando Hidrobo, al este con la Av. Cap. José Espinoza de los Monteros y la calle Hno. Miguel, al sur con la calle Marco Tulio Hidrobo, y al oeste un lahar natural de Imbabura (Guevara & Pozo, 2019).

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

En este lugar se encuentra un suelo franco-arenoso, estructura porosa con un pH neutro que cuentan con topografía plana (Enríquez, 2015), el clima presenta una temperatura promedio de 17.70 °C, una precipitación promedio anual de 745,40 mm de y 72% de humedad relativa (Carvajal *et al.*, 2023).

2.4. Materiales y métodos

En la Tabla 2 se puede observar los materiales utilizados en el estudio

Tabla 2.

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación

Materiales	Equipos	Software
Libreta de campo	Computador	ArcGis 10.4
Marcadores	Flexómetro	Excel
Paletas de helado	Calibrador	Word
Etiquetas	Escáner Foliar	Infostat
Tachuelas		

2.5. Métodos, técnicas e instrumentos

2.5.1. *Diseño Experimental*

- Factores a estudiar: Procedencias
- Niveles de cada factor: Lugar de las procedencias.

Natabuela que se encuentra en la provincia de Imbabura, Cantón Antonio Ante donde se tomaron semillas de plantación pura.

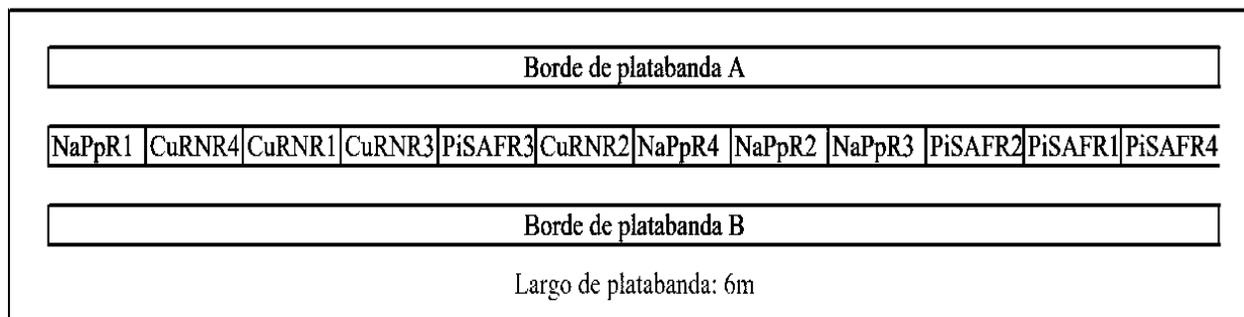
Pimampiro que se encuentra en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra se tomaron semillas de un sistema agroforestal.

Cuyuja localizada en la provincia de Napo en el Oriente semillas que provienen de árboles con regeneración natural.

- Diseño experimental: Se empleo un diseño irrestricto al azar (DIA), se evaluaron en condiciones homogéneas ambientales, las plantas se encuentran en vivero facilitando el manejo de los datos, Figura 2.

Figura 2.

Diseño de campo



Modelo estadístico: Para la investigación se empleó el modelo estadístico detallado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación individual

μ = Media

τ_i = Efecto de tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental

2.5.2. Características de la investigación.

En la Tabla 3 se puede observar las características del diseño experimental.

Tabla 3.

Características del diseño experimental

Variable	Cantidad
Número de unidades experimentales	12
Tratamientos	3
Número de repeticiones	4
Plantas por unidad experimental	15
Total	180

2.5.3. Tratamientos en estudio

Se estudió tres tratamientos o procedencias de *J.neotropica*, mismos que se detallan en la siguiente tabla con su respectiva codificación (Tabla 4).

Tabla 4.

Codificación de los tratamientos

Procedencia	Código	Descripción
1	CuRN	Cuyuja regeneración natural
2	NaPp	Natabuela plantación pura
3	PiSAF	Pimampiro sistema agroforestal

2.5.4. *Instalación del experimento*

Las plantas que se utilizaron en el estudio pasaron por un proceso de selección masal simple, las cuales provienen de un trabajo de integración curricular.

Para evaluar el crecimiento e identificar la calidad de planta y procedencia, se midió las siguientes variables tomando en cuenta que las medidas se realizaron en un periodo de seis meses cada 15 días.

- **Altura:** Se midió la altura total (cm) con un flexómetro, tomando la altura de cada individuo, desde la base del tallo hasta el ápice.
- **Diámetro basal:** Se tomo la medida de la sección transversal del tronco con un calibrador, en una altura específica señalada.
- **Diámetro de copa:** Con ayuda del flexómetro se tomó la distancia entre ambos extremos de la copa y se saca un promedio.
- **Calificación de sanidad o estado fitosanitario**

Se realizó de manera visual, observando las características fitosanitarias; presencia de plagas y enfermedades de cada unidad experimental (Sánchez J. , 2017). La valoración es en escala dado por números según es estado de la planta, Tabla 5.

Tabla 5.

Clasificación fitosanitaria

Clase	Descripción
1	Planta sana
2	Planta enferma

- **Forma de tallo**

La forma de tallo de las plántulas en vivero se evaluó de acuerdo con característica y dándoles un valor de acuerdo como se encuentre el tallo, Tabla 6.

Tabla 6.

Clasificación de forma de tallo

Clase	Clasificación morfológica
1	Tallo recto
2	Tallo torcido
3	Tallo bifurcado

VARIABLES TOMADAS DESPUÉS DE LOS SEIS MESES:

- **Parte aérea y radicular:** Mediante un sorteo al azar se tomaron tres plantas de cada unidad experimental, fueron sacrificadas y se tomó la altura total y la longitud que tenía la raíz, con la ayuda de un flexómetro. Se la evaluó de acuerdo a la Tabla 7.

Tabla 7.

Clasificación parte aérea y radicular

Relación	Clasificación
1-1	Raíz y parte aérea tienen la misma longitud
1-2	Raíz tiene el doble de longitud de la parte aérea

- **Área foliar:** Las plantas sacrificadas fueron tomadas y de cada una se extrajo tres hojas maduras para muestras, que fueron llevadas al escáner foliar el cual registra el paso de la hoja mediante sensores lumínicos (Di Benedetto & Tognetti, 2016).
- **Sobrevivencia:** se hizo un conteo de todas las plántulas de cada unidad experimental, valor que se lo dividirá para el número de individuos que sobrevivieron durante los seis meses, dividido para 100%.
- Cada unidad experimental se instaló al azar y fue señalada con códigos, estos fueron sujetos por paletas y tachuelas para una mejor identificación.
- Los datos tomados por seis meses cada 15 días fueron registrados en la libreta de campo.
- El análisis se lo realizó en infostat pasando cada uno de los datos al Excel para que puedan ser interpretados.

2.6. Procedimiento y análisis de datos

El análisis estadístico se lo realizará en relación con variables cuantitativas usando Shapiro-Wilk para ver la normalidad y para homocedasticidad la prueba de Levene; en caso de que se cumpla con la normalidad se aplicará un ANOVA caso contrario se aplicará Kruskal Wallis, en caso de que en estas indiquen diferencias significativas con el ANOVA o la prueba de Kruskal Wallis se aplicará Duncan el cual permite que exista pequeñas diferencias. Para el análisis de datos se utilizará el infostat donde se hará una comparación de las variables que serán tomadas durante seis meses.

CAPITULO III

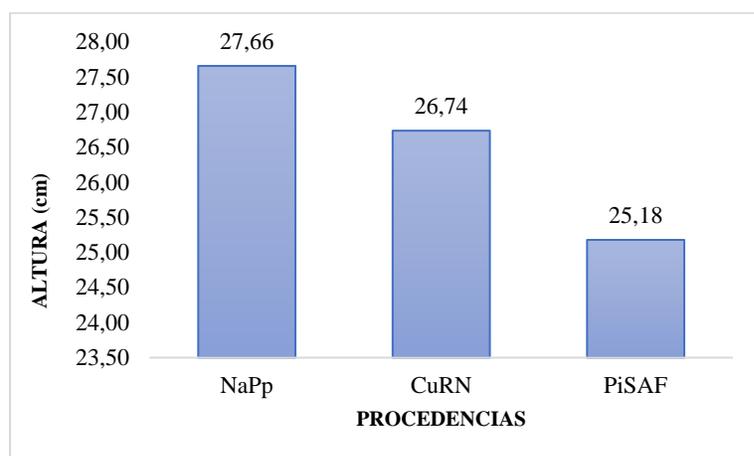
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de altura

De acuerdo con la Figura 3, se determinó que las procedencias de Natabuela tienen una altura de 27,66 cm, mientras que la de Pimampiro tiene la altura menor de 25,18 cm, a los seis meses de estudio.

Figura 3.

Altura de las procedencias



Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

La variable cumplió con los supuestos paramétricos de normalidad y homocedasticidad. Evidenciada por el p valor mayor a 0,05 aceptando la hipótesis nula; por lo que se realizó un ANOVA que mostro un p valor de 0,9239 por lo tanto las procedencias no presentan diferencias significativas. (Tabla 8).

Tabla 8.*Análisis de varianza de la altura*

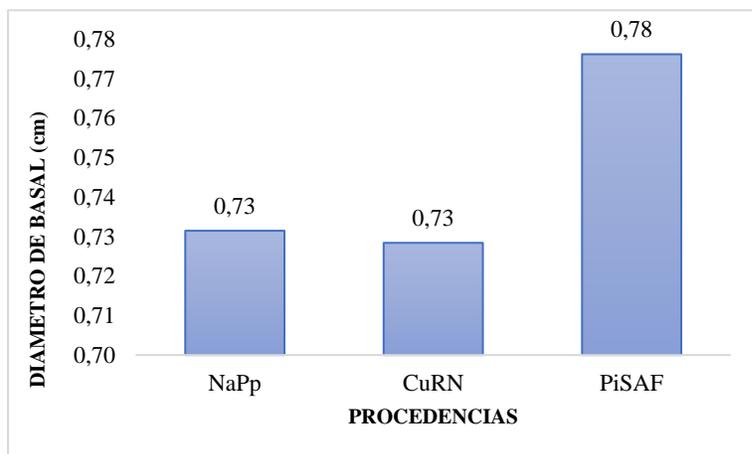
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Procedencias	0,17	2	0,08	0,08	0,9239
Error	9,32	9	1,04		
Total	9,48	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

Guanolema, (2022) obtuvo alturas menores en vivero con *juglans neotropica* resultados diferentes a los conseguidos en la presente investigación; posiblemente se deba a que la toma de datos de campo realizadas por el investigador correspondía a un tiempo de duración de aproximadamente seis meses en tanto que en el presente trabajo investigativo se tuvo una fase de campo superior; lo que explica que la especie puede alcanzar alturas homogéneas en condiciones favorables, aunque a veces no alcanza la humedad necesaria, esto explica el crecimiento pobre de las plántulas en vivero.

3.2. Análisis de diámetro basal

Se determinó que la procedencia con mayor diámetro basal es Pimampiro, que proviene de un sistema agroforestal con 0,78 cm seguido de Natabuela y Cuyuja con un valor de 0,73 cm, esto evidencia que existe similitud en los datos (Figura 4).

Figura 4.*Diámetro basal de las procedencias*

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

La prueba de Shapiro Wilks presenta una distribución homogénea, en tanto que la prueba de Levene hace ver una homocedasticidad con datos homogéneos, la cual da como resultado un ANOVA con un p valor de 0,9499 (Tabla 9), por lo tanto, se evidencia que no existe significancia entre las procedencias.

Tabla 9.*Análisis de la varianza de diámetro basal*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Procedencia	2,20E-04	2	1,10E-04	0,05	0,9499
Error	0,02	9	2,10E-03		
Total	0,02	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

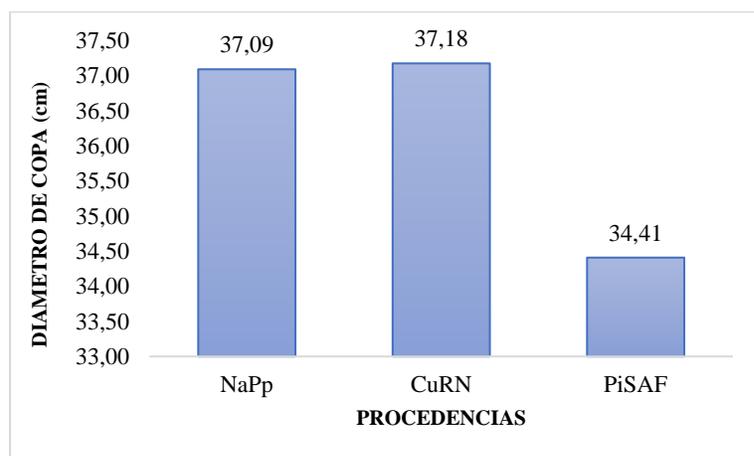
Guanolema, (2022) en su estudio obtuvo un diámetro basal de 0,32 cm de *juglans neotropica* a los tres meses, datos que difieren con los obtenidos en la presente investigación, ya que se tuvieron diámetros (0,73cm, 0,78 cm); esto se debe posiblemente a que las condiciones del lugar fueron totalmente controladas además de los sustratos usados.

3.3. Análisis de diámetro de copa

De acuerdo con la Figura 5, se determinó que la procedencia con mayor diámetro basal fue Cuyuja con 37,18 cm, seguido de Natabuela con un valor de 37,09 cm y finalmente Pimampiro.

Figura 5.

Diámetro de copa de las procedencias



Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

La variable cumplió con los supuestos paramétricos de normalidad y homocedasticidad, obtuvo un p valor mayor a 0,05 y mediante el ANOVA realizado se consiguió un p valor de 0,22 aceptando que las procedencias no presentan diferencias significativas. (Tabla 10)

Tabla 10.*Análisis de la varianza de diámetro de copa*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Procedencia	43,06	2	21,53	1,79	0,22
Error	108,49	9	12,05		
Total	151,55	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

En el estudio de Mediavilla, (2023) se presenta diámetro de copa de 48,65 cm (plantación) datos diferentes al de la presente investigación, que so lo puede explicar por el espacio reducido en el vivero, se cree también que pueden incidir la ubicación de las plántulas en fundas lo que no pueden desarrollarse adecuadamente.

3.4. Parte aérea y parte radicular

Para el caso presente y en referencia a la Tabla 11 se establece dicha relación.

Tabla 11.*Relación parte aérea y parte radicular*

Procedencia	Parte Aérea (cm)	Parte Radicular(cm)	Relación	Relación
NaPp	30,90	33,80	1	1
CuRN	29,21	37,13	1	1
PiSAF	28,15	32,06	1	1

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

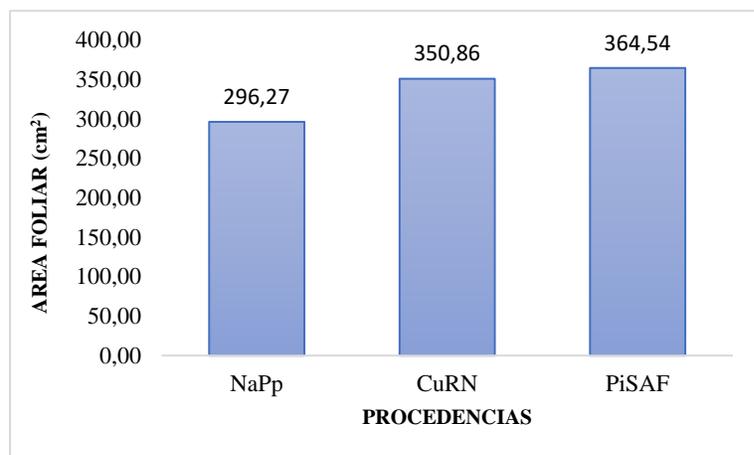
En el estudio de Loewe & Gonzáles, (2001) obtiene una planta de 40 cm con un aparato radicular desarrollado y articulado esto se debe a que las plantas son sembradas a raíz desnuda; este dato es similar a lo obtenido en la presente investigación (32,6-37,3 cm); esto se debe posiblemente a que el sustrato preparado fue; tierra de sitio 50%, materia orgánica 30%, pomina 20%, lo que favorece el desarrollo radicular.

3.5. Área foliar

De acuerdo con Figura 6, se observa que la procedencia con mayor área foliar fue Pimampiro con 364,54 cm², seguido de Cuyuja con 350,68 cm² dando como menor la procedencia de Natabuela con 296,27 cm².

Figura 6.

Área foliar de procedencias



Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

Con la prueba de normalidad se mostró una distribución homogénea y en la homocedasticidad con un p valor mayor de 0,05; ambas pruebas superaron los niveles de significancia por lo que se realiza un ANOVA obteniendo un p valor de 0,2552; se acepta estadísticamente que el área foliar es similar en las tres procedencias (Tabla 12).

Tabla 12.*Análisis del área foliar*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Procedencia	10435,43	2	5217,71	1,60	0,2552
Error	29431,39	9	3270,15		
Total	39866,82	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

En el estudio realizado por Ianovici et al. (2017) en Rumanía, estima que el área foliar de individuos de *Juglans regia* es de 313,58 cm², valores similares obtenidos en la presente investigación (296,50cm², 350,86cm² y 354,64 cm²), lo que puede explicar que la especie se puede adaptar a diferentes condiciones ambientales, edáficas del lugar y medios de reproducción. Al considerarse que el presente trabajo investigativo es inédito y no encontrarse investigaciones similares que permitan el análisis y discusión se comparó con la especie *juglans regia*.

3.6. Porcentaje de sobrevivencia

Los resultados obtenidos de sobrevivencia se observan el Tabla 13, donde se muestra que la procedencia de Pimampiro tiene el 100%, seguido de Cuyuja y Natabuela con un 98,33%. Las plantas se adecuaron muy bien al vivero dando como resultado un promedio 98,89% de sobrevivencia del ensayo.

Tabla 13.*Porcentaje de sobrevivencia*

Tratamiento	Plántulas	Porcentaje
NaPp	59	98,33%
CuRn	59	98,33%
PiSAF	60	100%

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

En el estudio Guanolema, (2022) tuvo un 97% de sobrevivencia *juglans neotropica* en vivero haciendo uso de algunos sustratos, datos similares a los de la presente investigación ya que se cuenta con un 98,88% si bien no se hizo uso de sustratos complementarios se puede explicar que el alto porcentaje de sobrevivencia, es debido a que las semillas provienen de individuos seleccionados como árboles semilleros.

3.7. Forma de tallo

En la Tabla 14 se evidencian que las procedencias que presentan mayor número de plantas con tallos rectos son Pimampiro, seguida de Cuyuja y Natabuela.

Tabla 14.*Análisis de forma de tallo*

Tratamientos	Plántulas	Recto (1)	torcido (2)	Bifurcado (3)
NaPp	59	16	43	0
CuRN	59	23	29	7
PiSAF	60	29	30	1

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

Se cumple con los supuestos paramétricos de normalidad y homocedasticidad, evidenciados por el p valor mayor a 0,05 y mediante el ANOVA realizado se consiguió un p valor de 0,16 aceptando que las procedencias no presentan diferencias significativas estadísticamente. (Tabla 15)

Tabla 15.

Forma de tallo

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,11	2	0,05	2,23	0,1638
Error	0,21	9	0,02		
Total	0,32	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

Reátegui, (2022) afirma que las plántulas en espacios abiertos presentan una mayor cantidad de individuos rectos; resultados diferentes se obtienen en el presente estudio, debido a que las plantas en el vivero al estar agrupadas y por competencia tienden a buscar luz para un desarrollo adecuado por lo cual cierto número de plántulas presenta tallos torcidos en la parta alta de la planta.

3.8. Sanidad

En la Tabla 16 se puede observar que la procedencia de Pimampiro tiene una mayor cantidad de plántulas con un estado fitosanitario sano, seguido de Natabuela y finalmente Cuyuja.

Tabla 16.*Análisis de sanidad*

Tratamientos	Plántulas	Sana (1)	Enferma (2)
NaPp	59	49	10
CuRN	59	46	13
PiSAF	60	59	1

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

Se cumple con la normalidad y con homocedasticidad que se evidencia por el p valor mayor a 0,05, dando paso al ANOVA que acepta la hipótesis alterna, por tanto, se realiza una prueba de Duncan para determina diferencias; donde la procedencia de Pimampiro presenta excelente sanidad comparada a Cuyuja, sin embargo, no se puede observar diferencias entre Natabuela con Cuyuja y Pimampiro. (Tabla 17 y Tabla 18)

Tabla 17.*Análisis estadístico de sanidad*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,1	2	0,05	5,59	0,0264
Error	0,08	9	0,01		
Total	0,19	11			

Nota: F.V: Fuente de variación, SC: suma de cuadrados, Gl: grados libertad, CM: Cuadro medio.

Tabla 18.*Prueba de Duncan*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
PiSAF	1,02	4	0,05	A	
NaPp	1,15	4	0,05	A	B
CuRN	1,24	4	0,05		B

Nota: NaPp: Natabuela plantación pura, CuRN: Cuyuja regeneración natural, PiSAF: Pimampiro sistema agroforestal.

En un estudio de Reátegui, (2022) las plántulas (plantación) de *Juglans neotropica* presentaron enfermedad en los ápices por la presencia de un barrenador (*Gretchena garai* Miller) debido a prácticas de manejo inadecuadas, como acumulación de material remanente y alta presencia de mala hierba, resultados diferentes al de la presente investigación donde Pimampiro presenta la mejor sanidad, posiblemente se deba a que los árboles de donde se obtuvieron las semillas presentaron excelentes características fenotípicas y genotípicas, además de tenerlos limpios y observados constantemente.

CAPITULO IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El comportamiento de las tres procedencias (Pimampiro, Natabuela y Cuyuja) fue diferente en cada una de las variables dasométricas estudiadas, sin embargo, en el análisis estadístico no presentaron diferencias significativas en su desarrollo, evidenciando que las plántulas se adaptaron a las condiciones del vivero.
- Las procedencias presentaron similitud en la calidad de plantas en todas las variables evaluadas, sin embargo, la procedencia Pimampiro mostro característica de sanidad que permitieron mayor resistencia a vectores.

Recomendaciones

- Realizar manejo silvicultural frecuente en las procedencias, estas prácticas pueden influir de manera positiva en el desarrollo, obteniéndose plantas sanas y con características deseadas.
- Continuar con investigaciones de las procedencias para poder adecuarla a otros sistemas de plantación, asegurando la selección de una especie con características aptas para tener un rosal homogéneo que sea compatible.

Referencias bibliográficas

- Abril, R., Villacis, E., Tapuy, M., Pillco, B., Quishpe, J., & López, K. (2023). *Germinación y crecimiento de Sterculia colombiana en Arosemena Tola, Napo, Ecuador* (Vol. 34). Tola, Napo, Ecuador: Agronomía Mesoamericana. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51104>
- Azas, R. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotrópica Diels) en el Recinto Pumin Provincia de Bolívar*. [Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniería Agropecuaria, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE], Riobamba. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10697>
- Cárdenas, M. (2016). *Aspectos ecológicos y silviculturales para el manejo de especies forestales*. Bogotá, Colombia: Fundación natura. doi:978-958-8753-23-2
- Carvajal, G., Sono, D., Varela, G., Arcos, C., Paredes, H., & Basantes, T. (2023). Caracterización de las propiedades organoléptica y anatómica de Juglans neotropica Diels. *PENTACIENCIAS*, 5(6), 647-659. doi:2806-5794
- Carvajal, J., López, A., Chagna, E., Sono, D., & Layana, E. (7 de Junio de 2023). Evaluación y análisis del factor de forma de Juglans neotropica Diels en el predio de Yuyucoocha, Cantón Ibarra. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 7(2). doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6117
- Cornejo, E., Bucio, E., Gutiérrez, B., Valencia, S., & Flores, C. (Abril de 2009). Selección de árboles y conversión de un ensayo de procedencias a un rodal semillero. *SCIELO*, 32(2). doi:0187-7380
- Cornelius, J., & Ugarte, J. (2010). *Introducción a la Genética y Domesticación Forestal para la Agroforestería y Silvicultura*. Lima, Perú: World Agroforestry Centre (ICRAF).

- Del Carmen, S., Malpassi, R., Turco, G., & Vidal, C. (2018). *Biología: Crecimiento y desarrollo*. doi: 978-987-688-288-0
- Di Benedetto, A., & Tognetti, J. (Diciembre de 2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(3), 258-282. doi: 0325-8718
- Doria, J. (enero de 2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Scielo*, 31(1). doi:0258-5936
- Enríquez, H. (2015). *Propagación vegetativa de Quishaur (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) Empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la Universidad Técnica del Norte*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte . doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4321>
- Guanolema, M. (2022). *Evaluación de cinco métodos de escarificación y dos sustratos para la producción de plantas de nogal (Juglans neotropica), en el vivero Guaslán, cantón Riobamba*. [Tesis previo a la obtencion del Título de Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo], Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17047/1/33T00373.pdf>
- Guerrero, P., Bonet, C., Rodríguez, D., & Jiménez, R. (2012). Tecnología para el riego en viveros de frutales y forestales. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(1), 1-6. doi:2306-1545
- Guevara, K., & Pozo, A. (2019). *Interpretación turística y ambiental en los senderos de la Granja Yuyucocha, Ibarra-Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9740>
- Gutiérrez, B. (2019). Regiones de procedencia un ordenamiento de fuentes semilleras. *INFOR*, XXV(2), 1-18. doi:<https://doi.org/10.52904/0718-4646.2019.516>

- Hernández, F., Deras, A., Deras, N., & Colín, J. (2021). Influencia del método de árboles padres en la diversidad de la regeneración de bosques mixtos de Durango, México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*. doi: 2007-4018
- Ianovici, N., Latiş, A., & Rădac, A. (2017). Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters*, 22(2).
- INAMHI. (2017). *Metereología*. Recuperado de Dirección gestión meteorológica estudios e investigaciones meteorológicas. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>
- Jarma, A., Cardona, C., & Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63-76. doi:0123-4226
- Loewe, V., & Gonzáles, M. (2001). *Una alternativa para producir madera de alto valor*. Santiago. doi:956-7727-70-8
- Lozano, P. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT), Quito. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- Mediavilla, J. (2023). *Crecimiento inicial de Juglans Neotropica Diels, con fertilización química y orgánica en el campus Yuyucocha*. [Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal, Universidad técnica del Norte], Ibarra. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14285>
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas, M., & Gulías, J. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*, 63-84. doi:1989-9890

- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2021). *Vivero Forestales Urbanos* (Primera ed.). Asunción , Paraguay : PNUD. Obtenido de <https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2021/02/MANUAL-VIVEROS.pdf>
- More, J., Salazar, E., & Cuellar, J. (20 de Mayo de 2020). Relación tamaño y calidad del plantón en condiciones de vivero de ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*) en INIA San Ramón, Chanchamayo, Perú. *Revista Forestal Venezolana*, 062. doi:0556-6606
- Ontivero, Y., Echeverría, J., & Palacios, A. (2022). Aspectos morfofisiológicos y genéticos para establecer programas de mejoramiento en *Moringa oleífera* Lam. *CienciaUAT*, 16(2), 172-180. doi:2007-7858
- Pacheco, T., Córdova, S., Del Castillo, D., Rios, R., Cabanillas, H., Pinedo, J., . . . Vásquez, J. (2022). Supervivencia e insectos plaga de especies forestales y frutales en puerto Almendra, región Loreto, Perú. *SCIELO*, 31(2). doi:1018-5674
- Quiroz, J., García, L., & Quiroz, F. (2012). Mejoramiento vegetal usando genes con funciones conocidas. *Ra Ximhai*, 8(3), 79-92. doi:1665-0441
- Ramírez, E., Alba, J., & Mendizábal, L. (2001). Evaluación en vivero de un ensayo de procedencias/progenie de *Pinus teocote* Schl & Cham. *Foresta Veracruz*, 3(1), 27-35. doi:1405-7247
- Ramírez, J., Añazco, M., & Vallejos, H. (2023). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Juglans neotropica* Diels, en el norte del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 13(1), 83-93. doi:<https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1737>
- Ramirez, J., Vallejos, H., & Añazco, M. (15 de Enero de 2023). Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Juglans*. *Bosques latitud cero*. doi:<https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1737>

- Ramos Veintimilla, R. A. (22 de Septiembre de 2022). Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en etapa de vivero. *AlfaPublicaciones*, IV, 97-114. doi:2773-7330
- Ramos, R., Murillo, O., & Gallo, A. (2020). *La diversidad genética de los bosques ha disminuido debido a los procesos de deforestación que han reducido el tamaño de la población*. Chimborazo: KnE Engineering. doi:10.18502/keg.v5i2.6278
- Rave, S., Montenegro, M., & Molina, L. (Febrero de 2013). Caída y descomposición de hojarasca de *Juglans neotropica* Diels (1906)(Juglandaceae) en un bosque montano Andino, Pijao (Quíndio), Colombia. *SCIELO*, 35(98). doi:0304-3584
- Reátegui, C. (2022). *“Respuesta inicial de una plantación de dos procedencias de Juglans neotropica Diels a la fertilización aplicada en tres estratos en la “Hacienda La Florencia” del Cantón y la Provincia de Loja.”*. [Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Loja], Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17047>
- Roldán, C., & Toro, E. (8 de Marzo de 2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *SCIELO*, XXIV(1), 1-15. doi:2448-7597
- Sánchez, A., Benavides, J. d., Prieto, Á., Reyes, T., Orozco, G., & Molina, A. (2012). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *SCIELO*, 3(14). doi:2007-1132
- Sánchez, J. (2017). *Principios de sanidad vegetal*. Madrid, España: SINTESIS. doi:978-84-9077-461-8
- Veintimilla, R., Romero, F., Gonzáles, M., Castro, R., García, M., & Fierro, M. (Abril de 2023). Principal Coordinates and HJ-Biplot Analysis in the Dasometric Characterisation of Genetic Families of *Juglans neotropica* Diels in Tungurahua province. *Advanced Composites Bulletin*, 263-280. doi:0951-953X

- Velasquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, E., & Cervantes, V. (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemas*. Fondo de la cultura económica. doi:968-16-5376-9
- Villota, E. (2023). *Análisis de las propiedades física, anatómicas y trabajabilidad de la madera de Juglans neotropica Diels. Carchi, Ecuador*. [Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal, Universidad técnica del Norte], Carchi. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14389>
- Vizarreta, A. (2023). *Influencia climática en la anatomía de la madera de Juglans neotropica en un bosque montaña montano, Chanchamayo-Perú*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12793>
- Yamberla, A. (2023). *Análisis de las características anatómicas, propiedades físicas y de trabajabilidad de Juglans Neotropica Diels., Antonio Ante, Imbabura, Ecuador*. [Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal, Universidad técnica del Norte], Ibarra. doi:<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13798>

ANEXOS

Fotografías



Distribución al azar de procedencias



Medición de diámetro basal



Medida de diámetro de copa



Medición de altura



Medición parte aérea



Muestras para cálculo de área foliar



Cálculo del área foliar



Plantas sacrificadas para cálculo de la parte radicular



Registro de datos de Escáner Foliar