



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

“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***

AUTOR:

César Gustavo Reátegui Ramón

DIRECTOR:

Ing. Byron Gonzalo Palacios Herrera Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2022

Educamos para **Transformar**

CERTIFICACIÓN DE TESIS

Docente investigador
Ing. Byron Gonzalo Palacios Herrera Mg. Sc.
Ciudadela Universitaria “Guillermo
Falconí Espinosa”
byron.palacios@unl.edu.ec
<http://unl.edu.ec/>

En calidad de director, **CERTIFICO** que el trabajo de titulación, titulado: “**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.**”, de autoría del Señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal **César Gustavo Reátegui Ramón**, con cédula de identidad N° 1104804248, ha sido **Dirigida, Revisada y Concluida** dentro del cronograma aprobado.

Por tal razón, autorizo su presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Loja, 22 de marzo de 2022

Atentamente,



Firmado
digitalmente por
**BYRON GONZALO
PALACIOS HERRERA**

Ing. Byron Gonzalo Palacios Herrera Mg. Sc

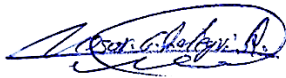
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, César Gustavo Reátegui Ramón, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Correo: cesar.reategui@unl.edu.ec

Cédula: 1104804248

Fecha: 31-08-2022

Carta de autorización del trabajo de titulación por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y publicación electrónica de texto completo

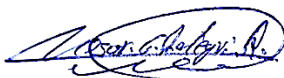
Yo, César Gustavo Reátegui Ramón, declaro ser el autor del trabajo de titulación, titulado “Respuesta inicial de una plantación de dos procedencias de *Juglans neotropica* Diels a la fertilización aplicada en tres estratos en la “Hacienda La Florencia” del Cantón y la Provincia de Loja.”, como requisito para optar al grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional (RI).

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RI, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 31 días del mes de agosto de dos mil veintidós.

Firma:



Autor: César Gustavo Reátegui Ramón

Número de cédula: 1104804248

Dirección: Sucre y Celica

Celular: 0967153863

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Byron Gonzalo Palacios Herrera Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Victor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

Presidente

Ing. Paul Alexander Eguiguren Velepucha Mg. Sc.

Vocal

Ing. Darlin Ulises González Saruma PhD.

Vocal

DEDICATORIA

La culminación de esta tesis la dedico a: mis padres Fidelina Ramón y César Reátegui, quienes han sido fundamentales en la base la cual considero parte de mi formación como ciudadano y profesional, brindándome su constante apoyo y consejos según su experiencia de vida, lo más importante, el amor incondicional que siempre ha estado presente, del cual me siento eternamente agradecido, así mismo han velado por mis estudios y bienestar en todo momento de mi vida. A mi hermano Santiago, quien ha puesto su hombro cada vez que necesité ayuda, además de siempre estar pendiente me sigue motivando y apoyando a lo largo de todos los caminos que voy recorriendo, gracias por tratar de entenderme. A mis compas, amigos y amigas, por las buenas y malas experiencias, por los momentos de mutuo apoyo que compartimos en esta etapa estudiantil, de alguna manera todos han marcado el camino de mi formación, no sería quien soy hoy sin ellos.

César Gustavo Reátegui Ramón

AGRADECIMIENTO

Al infinito amor del creador, mi familia y todo aquel que estuvo a mí alrededor durante este proceso de formación profesional, gracias por todas esas experiencias, cada momento cuenta.

A la Universidad Nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, la Carrera de Ingeniería Forestal, y a todo el personal docente y administrativo que contribuyen día a día con la formación de los futuros profesionales del Ecuador.

A la familia Mora Ordoñez por su colaboración con el área dentro de la “Hacienda La Florencia” donde llevé a cabo el proyecto.

Al ingeniero Byron Gonzalo Palacios Herrera que, a más de ofrecer su guía y orientación como tutor, fue un pilar en el desarrollo de este proyecto, su constante apoyo a lo largo de este camino hace posible la culminación de esta investigación.

César Gustavo Reátegui Ramón

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DE TESIS.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
1. TÍTULO	1
2. RESUMEN	2
2.1. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Descripción de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	7
4.1.1. Taxonomía.....	7
4.1.2. Origen y distribución.....	7
4.2. Descripción botánica.....	8
4.2.1. Raíz.....	8

4.2.2.	Tallo.....	8
4.2.3.	Follaje.....	8
4.2.4.	Hojas.....	9
4.2.5.	Flores.....	9
4.2.6.	Frutos.....	9
4.2.7.	Semillas.....	10
4.3.	Germinación.....	10
4.4.	Suelos.....	11
4.5.	Actividades en campo.....	11
4.5.1.	Siembra.....	11
4.5.2.	Propagación sexual.....	11
4.5.3.	Tratamientos pre-germinativos.....	11
4.6.	Manejo silvicultural de la plantación.....	12
4.6.1.	Las podas.....	12
4.6.2.	El raleo.....	12
4.6.3.	El deschuponado.....	13
4.6.4.	La fertilización.....	13
4.7.	Fertilizantes.....	14
4.7.1.	NPK.....	15
4.7.1.1.	Nitrógeno (N)	15
4.7.1.2.	Fósforo (P)	16
4.7.1.3.	Potasio (K)	16

4.7.2.	Urea.....	16
4.8.	Plaga.....	17
4.8.1.	Barrenador (<i>Gretchena garai</i> Miller)	17
4.9.	Conceptos referentes al proyecto de investigación.....	17
4.9.1.	Estudios de procedencia.....	17
4.9.2.	Análisis del crecimiento.....	18
4.9.3.	Mejoramiento genético forestal.....	18
4.9.4.	Sobrevivencia y adaptabilidad de las plantaciones forestales.....	19
4.9.5.	Plantaciones forestales y su importancia.....	19
4.9.6.	Importancia ecológica de la especie <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	21
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1.	Área de estudio.....	22
5.1.1.	Ubicación política.....	22
5.1.2.	Ubicación geográfica.....	23
5.1.3.	Descripción de área de estudio.....	23
5.2.	Materiales de campo.....	23
5.3.	Materiales de oficina.....	23
5.4.	Diseño experimental.....	24
5.4.1.	Estratos.....	24
5.4.2.	Procedencias.....	24
5.4.3.	Fertilizantes.....	25
5.5.	Metodología.....	26

5.5.1.	Determinación de la disposición y la concentración de los tratamientos en cada estrato.....	26
5.5.1.1.	Disposición de las plántulas y los tratamientos en el estrato potrero.....	27
5.5.1.2.	Disposición de las plántulas y los tratamientos en el estrato bosque secundario.	28
5.5.1.3.	Disposición de las plántulas y los tratamientos en el estrato zona ribereña.....	29
5.5.2.	Toma de datos.....	30
5.5.3.	Determinación de la sobrevivencia.....	31
5.5.4.	Evaluación para determinar la forma del tallo.....	31
5.5.5.	Determinación del porcentaje de incremento en diámetro y altura.....	32
5.5.6.	Determinación del crecimiento de las variables dasométricas.....	33
5.5.7.	Análisis estadístico.....	34
6.	RESULTADOS	35
6.1.	Porcentaje de sobrevivencia en la plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	35
6.2.	Forma del tallo de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	37
6.3.	Porcentaje de incremento (PI) en la especie <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	37
6.3.1.	Porcentaje de incremento en diámetro (PI.D%) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de dos procedencias en cada estrato.....	38
6.3.2.	Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de dos procedencias en cada estrato.....	40
6.4.	Crecimiento de las variables dasométricas en plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels al primer año de evaluación.....	41

6.4.1.	Crecimiento en diámetro de las procedencias de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels por cada estrato.....	42
6.4.2.	Crecimiento en altura de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels por procedencia y tratamiento en cada estrato.....	44
6.4.3.	Estadística descriptiva obtenida al primer año de evaluación en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	45
6.4.4.	Variables dasométricas de <i>Juglans neotropica</i> Diels al primer año de evaluación.....	48
6.4.4.1.	Diámetro de <i>Juglans neotropica</i> Diels de las procedencias La Victoria y El Tundo al primer año de evaluación.	50
6.4.4.2.	Altura de <i>Juglans neotropica</i> Diels de las procedencias La Victoria y El Tundo al primer año de evaluación.....	52
7.	DISCUSIÓN	55
7.1.	Objetivo 1. Supervivencia y adaptabilidad de la plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	55
7.2.	Objetivo 2. Variables dasométricas de <i>Juglans neotropica</i> Diels al primer año de fertilización.....	57
8.	CONCLUSIONES	59
9.	RECOMENDACIONES	60
10.	BIBLIOGRAFÍA	61
11.	ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

	Contenido	Página
Tabla 1	Taxonomía de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	7
Tabla 2	Tratamientos utilizados por fertilizante.....	25
Tabla 3	Concentración de fertilizantes por tratamiento en el estrato potrero.....	28
Tabla 4	Concentración de fertilizantes por tratamiento en el estrato bosque secundario.....	29
Tabla 5	Concentración de fertilizantes por tratamiento en el estrato zona ribereña..	30
Tabla 6	Porcentaje de sobrevivencia (SOB%) en la plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	35
Tabla 7	Porcentaje de sobrevivencia de la plantación por procedencia en cada estrato.....	36
Tabla 8	Porcentaje de sobrevivencia de la plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels (SOB%) por tratamiento en cada estrato.....	36
Tabla 9	Forma del tallo de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	37
Tabla 10	Porcentaje de incremento (PI%) en diámetro y altura de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	38
Tabla 11	Porcentaje de incremento en diámetro (PI.D%) por procedencia en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	39
Tabla 12	Porcentaje de incremento en diámetro (PI.D%) por tratamiento en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	40

Tabla 13	Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) por procedencia en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	40
Tabla 14	Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) por tratamiento en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	41
Tabla 15	Crecimiento de diámetro (cm) y altura (m) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels en el primer año de evaluación.....	42
Tabla 16	Crecimiento en diámetro (Cr.D) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de ambas procedencia por cada estrato.....	43
Tabla 17	Crecimiento en diámetro (Cr.D) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels por tratamiento en cada estrato.....	43
Tabla 18	Crecimiento en altura (Cr.H) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de ambas procedencia por cada estrato.....	44
Tabla 19	Crecimiento en altura (Cr.H) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels por tratamiento en cada estrato.....	45
Tabla 20	Estadística descriptiva de los tratamientos por cada estrato.....	46
Tabla 21	Estadística descriptiva de las procedencias por cada estrato.....	48
Tabla 22	Diámetro y altura de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels al primer año de evaluación.....	49
Tabla 23	Prueba Tukey del diámetro (mm) de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	50
Tabla 24	Prueba Tukey de la altura (cm) de <i>Juglans neotropica</i> Diels en cada estrato.....	50

Tabla 25	Diámetro de las plántulas de las dos procedencias al primer año de evaluación.....	51
Tabla 26	Prueba Tukey del diámetro (mm) de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels provenientes de la Victoria por cada estrato.....	52
Tabla 27	Prueba Tukey del diámetro (mm) de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels provenientes de El Tundo por cada estrato.....	52
Tabla 28	Altura de las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels provenientes de La Victoria y El Tundo al primer año de evaluación.....	53
Tabla 29	Prueba Tukey de la altura (cm) en las plántulas provenientes de la Victoria por cada estrato.....	54
Tabla 30	Prueba Tukey de la altura (cm) en las plántulas provenientes de El Tundo por cada estrato.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Contenido	Página
Figura 1	Localización del área de estudio.....	22
Figura 2	Coronamiento de las plántulas.....	26
Figura 3	Concentraciones de NPK y Urea disueltas.....	26
Figura 4	Tratamientos transportados a campo.....	27
Figura 5	Disolución de cada tratamiento.....	27
Figura 6	Disposición de los tratamientos de fertilización en el estrato Potrero.....	27
Figura 7	Disposición de los tratamientos de fertilización en el estrato bosque secundario.....	28
Figura 8	Disposición de los tratamientos de fertilización en el estrato zona rivereña.....	29
Figura 9	Medición del diámetro con calibrador pie de rey.....	30
Figura 10	Medición de la altura total con la cinta métrica.....	30
Figura 11	Formas del tallo.....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

	Contenido	Página
Anexo 1	Imágenes del proceso en campo.....	71
Anexo 2	ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en diámetro por procedencia.	74
Anexo 3	ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en diámetro por tratamiento..	74
Anexo 4	ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en altura de las procedencias.	75
Anexo 5	ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en altura de los tratamientos..	75
Anexo 6	ANOVA y TUKEY del crecimiento en diámetro entre procedencias.....	76
Anexo 7	ANOVA y TUKEY del crecimiento en diámetro entre tratamientos.....	76
Anexo 8	ANOVA y TUKEY del crecimiento en altura entre procedencias.....	77
Anexo 9	ANOVA y TUKEY del crecimiento en altura entre tratamientos.....	77
Anexo 10	ANOVA y TUKEY del diámetro al primer año de evaluación por procedencia..	78
Anexo 11	ANOVA y TUKEY de la altura al primer año de evaluación por procedencia...	78
Anexo 12	ANOVA y TUKEY del diámetro al primer año de evaluación por tratamiento...	79
Anexo 13	ANOVA y TUKEY de la altura al primer año de evaluación por tratamiento.....	79
Anexo 14	ANOVA y TUKEY del diámetro(mm) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de la procedencia La Victoria por cada tratamientos.....	80
Anexo 15	ANOVA y TUKEY del diámetro(mm) en las plántulas de <i>Juglans neotropica</i> Diels de la procedencia El Tundo por cada tratamientos.....	80
Anexo 16	Altura (cm) en las plántulas de la procedencia La Victoria en los tratamientos...	81
Anexo 17	Altura (cm) en las plántulas de la procedencia El Tundo en los tratamientos.....	81
Anexo 18	Certificado de traducción.....	82

“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.”

2. RESUMEN

El establecimiento de plantaciones forestales con especies nativas presenta altos valores de mortalidad en el desarrollo inicial; es así que, los esfuerzos y estrategias para resolver esta problemática se han orientado desde la procedencia del material vegetal, cuidados a nivel de vivero y prácticas silviculturales, con la finalidad de solucionar esta condición y asegurar el crecimiento de las plántulas, ya sea con fines comerciales, restauración, enriquecimiento o conservación. En este contexto, semillas de polinización abierta provenientes de dos procedencias naturales fueron colectadas y sus plántulas establecidas en septiembre del 2020 en la “Hacienda La Florencia” en el Cantón Loja, con el objetivo de evaluar la sobrevivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de dos procedencias de *Juglans neotropica* Diels establecida en tres estratos y comparar el crecimiento de las variables dasométricas a la fertilización con NPK y Urea en distintas concentraciones. A los 12 meses de haberse establecido la plantación se evaluaron las variables sobrevivencia, altura total y diámetro a la base por cada estrato y procedencia. La plantación presentó un 90,92% de sobrevivencia, en el estrato bosque secundario se registró el 100 % de sobrevivencia y las mayores medias de crecimiento en altura. El estrato zona ribereña obtuvo un 90 %, mientras que el estrato potrero con una sobrevivencia de 82,78 %, obtuvo las mayores medias de crecimiento en diámetro con las plántulas de ambas procedencias. Al primer año de haberse fertilizado, las plántulas provenientes de El Tundo presentaron mayores medias de crecimiento en diámetro y altura en los tres estratos, a comparación de las plántulas provenientes de la parroquia La Victoria, sin embargo, las diferencias que presentó el crecimiento de las variables dasométricas bajo la aplicación de los tratamientos, no fueron significativas.

Palabras clave: *Estratos, Juglans neotropica Diels, fertilización, crecimiento, procedencias, variables dasométricas.*

2.1. ABSTRACT

The establishment of forest plantations with native species presents high mortality values in the initial development. Thus, the efforts and strategies to solve this problem have been oriented from the origin of the plant material, care at the nursery level, and silvicultural practices, to solve this condition and ensure the growth of seedlings, either for commercial, restoration, enrichment, or conservation. In this context, open-pollinated seeds from two natural sources were collected, and their seedlings were established in September 2020 at "Hacienda La Florencia" in Loja Canton. This process evaluated the survival and initial adaptability of a plantation of two provenances of *Juglans neotropica* Diels established in three strata and compared the growth of the dasometric variables to the fertilization with NPK and Urea in different concentrations. Twelve months after the plantation was established, the survival variables, total height, and diameter at the base were evaluated for each stratum and provenance. The plantation presented a 90,92 % survival. The secondary forest stratum recorded 100 % survival and the highest average height growth. The riparian zone stratum obtained 90 %, while the paddock stratum, with a survival of 82,78 %, obtained the highest average growth in diameter with the seedlings of both origins. The first year after being fertilized, the seedlings from El Tundo presented higher growth averages in diameter and height in the three strata compared to the seedlings from the La Victoria parish. However, the dasometric variables' growth differences under the treatments' application were insignificant.

Keywords: *Strata, Juglans neotropical Diels, fertilization, growth, provenances, dasometric variables.*

3. INTRODUCCIÓN

La escasa investigación sobre plantaciones forestales de especies nativas hace que exista una deficiencia de conocimiento sobre estas especies. Siendo el establecimiento de plantaciones forestales con especies introducidas, las que se usan mundialmente en mayor proporción frente a las especies nativas (FAO, 2020); conllevan también, ser la alternativa productiva que se usa en mayor frecuencia (White y Martin, 2002; Kellison, 2002; Schlichter y Laclau, 1998). Las especies arbóreas presentan una tasa de crecimiento que se encuentra relacionada con la regeneración natural de sus poblaciones, la cual asegura la continuidad de su existencia por el componente genético que provee, a su vez el crecimiento se ve influenciado por la disposición de recursos y las condiciones ambientales que ofrece el ecosistema (Villar et al., 2004).

Juglans neotropica Diels es una especie cuyas poblaciones son pequeñas, estas sufren del constante ataque de plagas, a su vez la regeneración natural que presenta es escasa, debido a que en los territorios donde se pueden encontrar sus individuos estos suelen estar muy dispersos (Toro y Roldán, 2018). La particular semilla que posee requiere de métodos que ayuden a liberarla de la nuez que la cubre, presenta también una baja capacidad germinativa, baja uniformidad de germinación y una latencia profunda, todos estos aspectos afectan aún más a la regeneración natural de la especie; además de que sus plantas presentan una alta mortalidad, documentada hasta en un 52 % a los 8 años (Carvajal y Cardona, 1998; Toro y Roldán, 2018; Gómez y Toro, 2007).

Así mismo se encuentra categorizada en peligro de extinción (EN A2cd) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las plantaciones de esta especie en Ecuador son ocasionales, en su cosecha son rápidamente usadas para el tallado o torneado (Toro y Roldán, 2018). Siendo *Juglans neotropica* Diels poseedor de múltiples formas de uso dentro de industrias como la farmacéutica o alimenticia, el activo que posee mayor valor en el mercado es

su madera, por considerarse exótica al provenir de bosques Sudamericanos (Rodríguez et al., 2008), llegando así a verse afectadas hasta el 52% de sus poblaciones debido al sobre aprovechamiento y la deforestación (Delgado y Torres, 1995; Wunder, 2001; Toro y Roldán, 2018).

Entre las estrategias típicas que realizan los especialistas forestales para incrementar la productividad de los bosques, se encuentra el manejo de nutrimentos en el suelo, el cual puede ser modificado mediante tratamientos diversos como la fertilización (Lázaro et al., 2012; Binkley y Fisher, 2019). Una adecuada fertilización estimula el desarrollo de las raíces, optimizando el uso del agua y la captación de nutrientes, lo que trae beneficios como mejorar el crecimiento y la tasa de sobrevivencia de las plantas (Albaugh et al., 2004; Martínez, 2013). Este tratamiento posibilita el rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, generando así un rodal más uniforme y con mayor rendimiento al momento de la cosecha (García et al., 2000).

Debido a las amenazas que presenta *Juglans neotropica* Diels, así como la limitante información que se posee sobre el desarrollo inicial de plantaciones forestales de especies nativas ante la aplicación de fertilizantes, el presente trabajo de investigación pretende generar y aportar conocimientos técnicos que permitan desarrollar planes de manejo de la especie *Juglans neotropica* Diels y con ello tomar las decisiones técnicas acertadas para un adecuado manejo, propagación, restauración y conservación. Esta investigación se llevó a cabo en el lapso de 12 meses en una plantación forestal de *Juglans neotropica* Diels ubicada en la “Hacienda La Florencia” en el Cantón Loja, bajo el macro proyecto “Conservación, domesticación de *Juglans neotropica* Diels, para uso comercial, mejoramiento genético y restauración de ecosistemas degradados al sur del Ecuador”, el cual se encuentra en desarrollo dentro de la provincia de Loja. Las plántulas provinieron de la reserva El Tundo y la parroquia La Victoria del Cantón Sozoranga,

se establecieron en tres estratos diferentes (potrero, bosque secundario y zona ribereña), aplicando distintas concentraciones de fertilizantes (NPK, Urea) y un tratamiento testigo, se registraron los datos y luego se realizaron las comparaciones para establecer si existió significancia estadística. Como resultado se pudo constatar con la evaluación del primer año, la sobrevivencia y la reacción lograda en el crecimiento de las plántulas de *Juglans neotropica* Diels, al estímulo de las distintas variables a las que fueron sometidas, se trazaron las siguientes hipótesis de investigación:

H0: La aplicación de fertilizantes en plántulas de *Juglans neotropica* Diels durante su fase inicial no produce diferencias significativas en su crecimiento.

H1: La aplicación de fertilizantes en plántulas de *Juglans neotropica* Diels durante su fase inicial presenta diferencias significativas en su crecimiento.

Para la comprobación de las hipótesis se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Evaluar la 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.

Objetivos Específico:

- Evaluar la sobrevivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de dos procedencias de *Juglans neotropica* Diels establecida en tres estratos.
- Comparar la relación de las variables dasométricas de una plantación de dos procedencias de *Juglans neotropica* Diels a la fertilización con NPK y Urea, en tres estratos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Descripción de *Juglans neotropica* Diels

4.1.1. Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía de Juglans neotropica Diels

Dominio	Eukaryota
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Juglandales
Familia	Juglandaceae
Género	Juglans
Especie	neotropica

Nota: Obtenido de <https://www.darwinfoundation.org>

4.1.2. Origen y distribución

Juglans neotropica Diels, es una especie neotropical conocida en varios lugares del mundo, en Colombia la conocen como cedro negro, mientras que en Ecuador y Perú le suelen llamar tocte o nogal. Ha sido encontrado entre los 1 400 m s.n.m y 3 500 m s.n.m. siendo la mejor zona para su crecimiento y desarrollo lugares con altitudes desde los 1 800 m s.n.m hasta los 2 800 m s.n.m. (Toro y Roldán, 2018). En Ecuador es frecuente que se lo encuentre hacia la cordillera oriental entre los 1 600 y 2 700 m s.n.m. además en este país el cultivo del nogal es demasiado esporádico ya que los que quedan son rápidamente usados en tallado o torneado debido a su excelente madera y alto precio de la misma (Echeverría, 1997; Delgado y Torres, 1995 citado por Ortega, 2007).

Su desarrollo es propicio de los valles de la cordillera de los Andes, dándose dentro del bosque húmedo montano bajo (bhMB), el bosque seco montano bajo (bs-MB), también se desarrolla bien en la transición hacia los bosques pre-montanos, dentro de bosques secundarios tardíos o maduros, dentro de bosques de galería e incluso como árboles solitarios ubicados en los potreros o bien en fragmentos de bosque, aun así la regeneración de la especie escasea cada vez más, por lo general sus poblaciones son pequeñas con individuos muy dispersos (Toro y Roldán, 2018; López y Guerrero, 1993; Reynel y Marcelo, 2009).

4.2. Descripción botánica

4.2.1. Raíz

Al ser un árbol frondoso *Juglans neotropica* Diels posee un sistema radicular pivotante, siendo también muy grueso y con raíces fuertes, también estas poseen una buena profundidad además de que su ramificación presenta abundancia (Mozo, 1972).

4.2.2. Tallo

El tallo posee una corteza externa que en estados juveniles es lisa y se torna de color grisáceo, las cicatrices características son producto de la caída de sus ramas (Aceros, 1985), en árboles adultos su tonalidad es oscura hasta casi llegar al negro, su textura es moderadamente gruesa fisurada con surcos profundos y longitudinales, además de ser áspero (Ospina et al., 2003; Yamamoto y Barra, 2003)

4.2.3. Follaje

Juglans neotropica Diels posee un follaje espeso, abundante y con una tonalidad de color verde oscuro en el haz de la hoja, mientras que en el envés tiene una tonalidad verde claro; dependiendo la época del año la coloración general del árbol puede llegar a ser verde claro rojizo y opaco hasta un verde amarillento (Pretell, 1985).

4.2.4. Hojas

Las hojas que presenta *Juglans neotropica* Diels, son compuestas, caducifolias, alternas e imparipinadas, grandes de hasta 40 cm de largo, con 10-15 folios lanceolados de 6 a 9 cm de largo, redondeados o subcortados en la base, presenta bordes dentados con nervaduras bien marcadas especialmente en el envés. Su coloración es verde oliváceo, con superficie áspera y rugosa, coriácea, presenta pelos simples; el peciolo y raquis se presentan lenticelas equidimensionales pequeñas y desordenadas con abundancia regular (Pretell, 1985).

4.2.5. Flores

Las flores de *Juglans neotropica* Diels, son unisexuales y su floración es verdosa y abundante. Las flores masculinas aparecen en las ramas del año anterior en las axilas de las cicatrices, de tamaño muy reducido y de color verde amarillento, se encuentran dispuestos en espiga estaminadas, con 60 a 85 estambres en forma de haz (Yamamoto y Barra, 2003; Torres, 1983). Las flores femeninas en amentos cortos se ubican en grupos de 2 a 4 en los extremos de las ramas, tienen 4 brácteas de donde sale el gineceo biestigmado de color verde mediano en racimos terminales abundantes; el ovario lleva dos estigmas (Torres, 1983).

4.2.6. Frutos

Los frutos se presentan en forma de drupa carnosa, redonda a semiesférica y ligeramente achatada en los extremos. El epicarpio es de una tonalidad clara y de consistencia coriácea, áspera escamosa, siendo al inicio verde para luego cambiar a un color pardo y luego a negro cuando ya está maduro; su mesocarpio tiene una apariencia fibrosa con un endocarpio color, con un olor característico y penetrante en su madurez (Pretell, 1985).

Sus frutos pueden ser encontrados en solitario, ubicándose en las axilas de las ramas, estos son lenticelados y aun estando verde suele caer del árbol para tornarse después de un color azul

oscuro intenso a negro en su descomposición, cuando está deshojando florece y fructifica anualmente para su recolección en Agosto; la fructificación suele ser abundante y se produce en el mismo árbol de flores masculinas (Muñoz, 1980; CATIE, 2000).

4.2.7. Semillas

Las semillas de *Juglans neotropica* Diels, aparecen cuando el mesocarpio se separa del fruto, obteniendo la nuez característica. En su semilla de tipo nuez, se pueden observar profundas fisuras, esta es leñosa, oleaginosa y comestible (Lemus, 2004).

Se encuentra dentro del grupo de semillas recalcitrantes, por lo que tienen escasa longevidad y no pueden ser almacenadas por largos periodos de tiempo. Las semillas maduras generalmente tienden a ser grandes y son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad, siendo este entre el 40 y 60% de agua sobre su peso (Orosco, 1991; Rodríguez y Vázquez, 1992).

Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructural ni fisiológicamente para resistir la desecación y el frío. Se dice que una semilla se encuentra en estado de latencia o letargo cuando siendo viable, no germina aún, con condiciones adecuadas de agua, oxígeno y temperatura. Debido a estas modalidades la latencia ha sido clasificada en Innata, Inducida y obligada (Orosco, 1991).

4.3. Germinación

Las semillas de *Juglans neotropica* Diels, germinan entre los 20 a 45 días y puede durar en casos extremos hasta 90 días (Lemus, 2004). Se caracteriza por presentar una germinación hipogea, es decir que sus cotiledones no afloran a la superficie, sino que quedan debajo dentro de la cubierta dura de la semilla, por lo tanto, debe sembrarse con la radícula en posición horizontal o sea

acostada, la etapa germinativa concluye cuando la plúmula supera el sustrato con dos hojas cotiledones desplegadas (Toro y Roldán, 2018; Mozo, 1972).

Los reportes generales sobre la germinación de la semilla de *Juglans neotropica* Diels indican que esta suele tener su inicio a los 66 días, con un periodo de germinación de 36 días y con un máximo de energía germinativa que puede llegar hasta los 31 días. Por tratarse de una semilla con alto contenido de grasa, su capacidad germinativa baja rápidamente (Aceros, 1985).

4.4. Suelos

Los suelos en los que mejor crece es en los bien drenados y arcillosos, también en los ligeramente alcalinos. La especie exige suelos profundos, arenosos medianamente limosos, fértiles poco ácidos o de pH neutro. Suele prosperar mayormente en terrenos de valle que en aquellos que cuenten con gran humedad como laderas (Vásquez, 1996 citado por Ortega, 2007).

4.5. Actividades en campo

4.5.1. Siembra

El cuidado en de la semilla en la siembra debe ser una prioridad, se debe de ubicar la radícula en posición horizontal de tal modo que, al conocerse dicha orientación se podrá tener más precaución en el trasplante, en donde los cotiledones deben quedar intactos (Silva, 2017).

4.5.2. Propagación sexual

La propagación sexual se realiza por semilla y se puede dar por siembra directa, aunque con la utilización de tratamientos pre-germinativos previos a la siembra se obtendrá mejores resultados (Silva, 2017).

4.5.3. Tratamientos pre-germinativos

Varela y Arana (2011), dicen que los tratamientos pre-germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se

encuentran algunas tal que, estando vivas no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello.

Trujillo (1995), afirma que los tratamientos pre-germinativos se clasifican en los que van dirigidos a Factores Exógenos y aquellos que se centran en los Factores Internos de la semilla.

Estos mecanismos son en particular importantes para plantas que crecen en donde ocurren condiciones ambientales extremas, como en las regiones muy cálidas y secas o frías, en donde las condiciones ambientales después de la diseminación de las semillas pueden no ser favorables para la germinación inmediata (Luca, 2010).

4.6. Manejo silvicultural de la plantación

Al aplicar correctamente las técnicas de producción en vivero, los árboles que se originan poseen condiciones básicas de calidad, las cuales garantizan una baja mortalidad y un buen desarrollo de las plantas, así mismo un mejor rendimiento y una mejor calidad de productos (Trujillo, 2006). Algunas prácticas silviculturales que se realizan son las siguientes:

4.6.1. *Las podas*

Consiste en el corte de las ramas con el propósito de que la madera producida resulte libre de nudos, siendo estos los defectos más comunes, se emplea en árboles que se destinan a producir madera para aserríos. Esta práctica ayuda a evitar la competencia entre árboles, además de facilitar el acceso a la plantación también recorta los tiempos de cicatrización. Es recomendable aplicarla cuando los árboles poseen una altura de tres metros, haciéndolo solo hasta la mitad de la altura ya que si se eliminan muchas hojas esto afectará el desarrollo del crecimiento de los árboles. Se recomienda efectuar la primera poda al final de una época seca, esto permitirá un bajo riesgo de enfermedades y el rápido secado de los cortes (Trujillo, 2006).

4.6.2. *El raleo*

El objetivo de esta práctica es reducir el número de árboles de la plantación, con el fin de que los mejores individuos tengan un mejor crecimiento. El número de raleos dependerá del objetivo de la plantación, lo recomendable es dos a tres raleos para llegar a una densidad de 200 a 300 árboles por hectárea. En plantaciones destinadas a madera esta práctica garantiza que los árboles se desarrollen alcanzando un buen diámetro. Se eliminan los árboles que presentan defectos graves como bifurcaciones, ejes torcidos, plagas y enfermedades. El raleo favorece al sotobosque al permitir que los rayos solares puedan pasar hacia las partes bajas, promoviendo el crecimiento de otras especies que evitan la erosión o el lavado de suelos, las plantaciones sin raleo también son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades (Trujillo, 2006).

4.6.3. El deschuponado

En esta práctica se eliminan los brotes no deseables de los árboles plantados, se aplica cuando las especies suelen producir más de un rebrote, siendo el objetivo que solo uno de ellos se desarrolle evitando así troncos mal formados y poco desarrollados. Se debe realizar cuando el árbol a alcanzado un metro de altura ya que en ese momento se encuentran bien arraigados y firmes al suelo, se identifica el rebrote que tenga una mayor altura y grosor, con una apariencia sana, recta y vigorosa, según sea el caso también suele darse preferencia a los que se encuentran cerca del suelo o con dirección a los vientos dominantes (Trujillo, 2006).

4.6.4. La fertilización

La actividad se realiza luego de haberse establecido la plantación, dependiendo el grado de pendiente del terreno se hace en forma de corona o semi corona a una distancia no menor de 10 cm al cuello del árbol. Se lleva a cabo generalmente luego de un año de la primera fertilización, aplicando elementos mayores y menores con la dosificación resultante luego de un análisis del

suelo sobre la base y el comportamiento de la especie, según como se evalúe la plantación se recomienda realizar otra fertilización al tercer año (Trujillo, 2006).

La necesidad de fertilizar una plantación forestal se suele asociar con que el suelo cuenta con una deficiencia de elementos nutritivos, lo que es parcialmente válido ya que deben ser considerados todos los factores de la fertilidad del suelo (Thiers et al., 2014). La demanda de elementos nutritivos varía entre los años dependiendo la dinámica con la que crece la plantación, se debe considerar que la decisión de fertilizar es económica, así que la fertilización puede generar un mayor crecimiento en los árboles, lo cual no significará que exista un mayor retorno de inversión, por lo que es recomendable realizar una evaluación en el balance financiero de la plantación según su objetivo (Guerra, 2012; Donoso et al., 2015).

4.7. Fertilizantes

Con base en investigaciones de esta área, se señala que la fertilización con nitrógeno suele incrementar significativamente el secuestro de carbono por árbol, a comparación de las parcelas que no fueron fertilizadas (Shryock, et al., 2014), también aumenta el almacenamiento de carbono y altera significativamente el ambiente del suelo forestal (Smaill y Greefield, 2008).

La información de plantaciones forestales con especies nativas es insuficiente para estimar de manera adecuada la demanda de árboles, las necesidades de fertilización para estas plantaciones se presenta generalmente en los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, el boro también suele presentar deficiencias en suelos erosionados (Schlatter y Gerding, 1985), existe gran variedad de combinaciones en las proporciones de estos elementos, la dosis al establecimiento de la plantación puede tener variaciones entre 10 y 30 gramos por planta (Reyes et al., 2012; Rose et al., 2004). Se debe contar con un adecuado manejo al aplicar los fertilizantes, ya que dosis inadecuadas pueden

traer alto riesgo de toxicidad, resultando en altas tasas de mortalidad o bajos crecimientos (Torres, 1996).

4.7.1. NPK

Entre los fertilizantes que suministra nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) al suelo, se puede encontrar el guano, los fertilizantes suelen aportar los nutrimentos esenciales a la fertilidad de los suelos lo cual permite su conservación, estos nutrientes extras activan la flora microbiana del suelo y aquí es donde la mayoría de nutrientes quedan concentrados sin aprovecharse, la aplicación de los fertilizantes actúa ayudando en la disminución de la pérdida de estos nutrientes (Ruiz, 2005).

4.7.1.1. Nitrógeno (N)

El nitrógeno es el cuarto elemento en la composición cuantitativa de los tejidos vegetales, en ellos forma parte de distintas biomoléculas como aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos DNA y RNA, hormonas así como en la clorofila y otros componentes celulares (FAO, 2002). Es altamente móvil dentro de las plantas, por lo que su deficiencia se presenta en las hojas adultas, como ningún otro nutriente, es determinante del vigor, producción y calidad de la fruta (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 1987, citado por Barrios et al., 2009). Dentro del tejido vegetal el nitrógeno es un elemento de vital importancia, ya que toma el cuarto lugar en su composición cuantitativa, formando ya sea parte de la clorofila, aminoácidos, proteínas, enzimas, hormonas, ácidos nucleicos DNA Y RNA, etc.

El nitrógeno es uno de los nutrientes que determina el vigor, producción y calidad de las frutas, por lo que se requiere de los conocimientos de los ciclos internos del nitrógeno en el suelo y en la planta para realizar una correcta fertilización nitrogenada (Cruz et al, 2020; Barrios et al., 2009). Los niveles excesivos de nitrógeno suelen reducir las concentraciones de otros elementos en el árbol, el potasio (K) principalmente y el fosforo (P) en una cantidad menor, esto debido a

que el crecimiento estimulado por el nitrógeno adicional diluye la cantidad de potasio y fosforo (Goff, 2000 citado por Barrios et al., 2009).

4.7.1.2. Fósforo (P)

Este nutriente tiene una gran participación en los procesos energéticos que realiza la planta, movilizándose a los tejidos jóvenes, ocurriendo esto cuando el suelo presenta un déficit y no puede abastecer a la planta. Este afecta la calidad de los frutos además de relacionarse en el metabolismo y crecimiento de las plantas (Barrios et al., 2009).

4.7.1.3. Potasio (K)

Este nutriente no presenta una función estructural dentro de la planta, sin embargo, desempeña numerosos papeles catalíticos, además induce cambios en la conformación de las enzimas, lo que aumenta la velocidad de las reacciones catalíticas, aumentando también en algunos casos la afinidad por el sustrato (Marschner, 1995).

Cuando se encuentra en concentraciones adecuadas, este puede llegar a favorecer el proceso de absorción y el de translocación del nitrógeno (Ruiz y Romero, 1999). Su papel principal se trata de mantener la turgencia de las células, es por ello que la apertura y cierre de estomas se encuentra regulada por el contenido de K en células guardia. También se encuentra involucrado en el transporte de carbohidratos, regulación de ósmosis y algunos otros procesos fisiológicos que ocurren en las plantas, las funciones más importantes del K se centran en el transporte de azúcares y la regulación hídrica de la planta (Barrios et al., 2009).

4.7.2. Urea

La urea es uno de los fertilizantes nitrogenados inorgánicos más populares a nivel mundial, al momento que se aplica en el manto superior del suelo, esta lleva a cabo un proceso de hidrólisis en la cual se obtiene amonio, esto debido a la actividad de la ureasa responde inmediatamente a la

humedad del medio en donde se aplica, lo que genera bicarbonato aumentando el pH de suelo (Márquez, 2020; Sommer, 2004).

En conjunto cuando se produce amonio impregnado y el amonio que forma parte de la solución del suelo con el amoniaco en solución, más el amoniaco en fase gaseosa del suelo, en la atmósfera se instaura un equilibrio entre todos estos estos compuestos (Erratt et al., 2018).

4.8. Plaga

4.8.1. Barrenador (*Gretchena garai* Miller)

Las hembras del barrenador (*Gretchena garai* Miller) ovopositan en la base de las hojas tiernas de los brotes apicales. Las jóvenes orugas, después de su nacimiento, penetran en los tejidos tiernos y se sitúan en las cercanías de la yema terminal. Exteriormente se puede apreciar la presencia del barrenador a causa de los restos que la larva expulsa de las galerías (Ospina et al., 2003; Gara y Onore, 1989 citado por Ortega, 2007).

El ciclo del barrenador (*Gretchena garai* Miller) empieza con sus primeros 8 días de huevo, luego 30 días en estadio ya de larva, 19 días en el estadio de pupa y los 7 días restantes ya los pasa siendo adulto. Las hembras ovopositan en la base de las hojas tiernas del ápice de la planta, al eclosionar los huevos las larvas penetran en los tejidos tiernos de la yema terminal, la cual es comida y la larva sigue penetrando por el centro del tallo, también puede trasladarse a otro brote, lo cual aumenta su distribución y daño producido (Gara y Onore, 1989 citado por Ortega, 2007).

4.9. Conceptos referentes al proyecto de investigación

4.9.1. Estudios de procedencia

Dentro de los estudios de procedencia se desarrollan muestreos en gran cantidad de plantas de varios sitios, esto con el fin de poder representar parte o toda la distribución natural posible. Posteriormente se designa una población de árboles de una especie, la cual se haya encontrado

establecida en su lugar de origen por generaciones, manteniendo con ello su descendencia genética a través del tiempo, estas especies al ser trasladadas de su origen geográfico pueden sufrir adaptaciones (Sotolongo et al., 2014 citado por Macías, 2019).

4.9.2. *Análisis del crecimiento*

Cuando la planta se encuentra en sus estados iniciales de desarrollo es entonces cuando se realizan por lo general los análisis de crecimiento, los cuales se pueden basar en la evolución cronológica en las medidas de sus tallos, números de hojas y números de ramas (Manrique, 1990; Miranda y Chaves, 2006, citado por Almanza et al., 2016).

El análisis de crecimiento puede llevarse a cabo a través de dos metodologías, el análisis tradicional o el clásico, ambos involucran la toma de datos de un amplio número de muestras según la investigación, las circunstancias del campo y en función de un tiempo establecido, aquellos datos sirven como variables las cuales explican el crecimiento y el desarrollo de la planta. La información obtenida puede facilitar la generación de curvas de crecimiento con las cuales se explica el análisis funcional o dinámico que implican las medidas en intervalos de tiempo frecuentes (Gardner et al., 2003; Flórez et al., 2006, citado por Almanza et al., 2016).

Tanto el crecimiento e incremento de diámetro y altura de los árboles dependen de las distintas variables climáticas, edáficas, fisiográficas y otros como la densidad del bosque, su edad, composición y los tratamientos silvícolas que se hayan aplicado (Vidal y Constantino, 1959 citados por Sosa, 2001). El árbol y su crecimiento son reflejo del engrosamiento de su raíz, tronco y ramas, causando un cambio en el peso, su volumen y la forma (Husch et al., 1972 citado por Sosa, 2001).

4.9.3. *Mejoramiento genético forestal*

Se considera al mejoramiento genético forestal a la conjugación de la genética, como una herramienta de identificación y aislación de los rasgos de interés de una especie como la altura,

forma, la densidad de la madera, etc. También incluye a los tratamientos silviculturales, los cuales potencian la expresión de los rasgos de interés, traduciéndose en la obtención de la máxima rentabilidad que podamos obtener del suelo-bosque (Espina, 2006). Según Balocchi y De Veer (1994), los ensayos genéticos se encargan de estimar de forma adecuada el potencial genético que posee el material evaluado en aquellos sitios donde se pretende utilizar.

4.9.4. Supervivencia y adaptabilidad de las plantaciones forestales

El propósito al realizar una plantación forestal se basa en lograr superar la fase de establecimiento, y obtener altas tasas de supervivencia además de un buen crecimiento en campo (Navarro et al., 2006). Un mayor número de árboles a establecerse por hectárea se requiere cuando la expectativa de supervivencia de la plantación es baja, los factores que pueden influir en los primeros años pueden ser: la calidad de las plantas, época de plantación, tratamientos silviculturales y la protección de las plantas durante los primeros tres años (Pérez y Zeledón, 2004).

El éxito de la plantación de una especie en particular se puede determinar por la tasa de supervivencia en el primer año del establecimiento, esto con el fin cuantificar el daño al que estuvo expuesta ya sea por factores bióticos o abióticos (Pérez y Zeledón, 2004), al cosecharse se están extrayendo del suelo una cantidad de nutrientes significativa, lo que a largo plazo afectará reduciendo su productividad, esto debido a que cuando se realizan los tratamientos silviculturales y se recolectan los restos vegetales como los tocones u hojas, se está impidiendo el reciclaje de nutrientes al no permitir su descomposición, por lo que siempre debe tenerse en cuenta que si una plantación no recibe un adecuado manejo, en aquel sitio puede bajar significativamente el estado nutricional del suelo (Galloway, 1986).

4.9.5. Plantaciones forestales y su importancia

Las plantaciones forestales se realizan mediante el establecimiento de árboles, los cuales van a conformar una masa boscosa que deberá cumplir objetivos definidos, pudiendo ser plantaciones productivas, para la protección de fuentes de agua, para reducir la erosión del suelo, como fuente energética en la obtención de leña o carbón, entre otros (Trujillo, 2006). Así mismo se encuentran dentro de la categoría de bosques plantados, siendo el resultado de la intervención del ser humano mediante el establecimiento de árboles o procesos de reforestación, estos son bastante simétricos en las distancias entre árboles, en donde se maneja hasta un máximo de 2 especies y todos con la misma edad (WWF, 2018).

La evidencia sugiere que las plantaciones forestales generan ingresos y emprendimientos a sus propietarios; además, proveen de servicios ambientales a la sociedad, entre ellos la mejora en las condiciones del suelo y del ciclo hidrológico, proteger la biodiversidad de la zona y servir de corredores biológicos, combatir la desertificación, mejorar el efecto paisajístico y combatir el efecto invernadero al fijar dióxido de carbono en la madera (Gaillard, 2003; Freer et al., 2019); estos también, incrementan la resiliencia de los ecosistemas a los cuales se encuentran asociados, debido a los servicios ecosistémicos que proveen, convirtiéndose así, en participantes primordiales en la reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas por las distintas perturbaciones que pueden recibir (Baiker, 2019).

Estudios en varias regiones sugieren que las plantaciones presentan un buen potencial para acelerar los procesos de recuperación de la biodiversidad, por lo general la falta de agentes dispersores es uno de los impedimentos para que en áreas de pastos abandonados el bosque se regenere, en este aspecto las plantaciones forestales pueden atraer aquellos agentes dispersores de semillas de bosques cercanos, con ello acelerando y facilitando la sucesión secundaria, ayudando así en la creación de microclimas que supriman la vegetación agresiva, lo que favorece el

crecimiento de las especies forestales. En el tema de la restauración es vital la selección de las especies, ya que donde se establezcan estas generan condiciones distintas, como la acumulación de hojarasca o la sombra que proveerán, condiciones que determinarán el porcentaje de individuos que queden en cada etapa de la regeneración (Montagnini, 2006).

4.9.6. Importancia ecológica de la especie *Juglans neotropica* Diels

Juglans neotropica Diels, es una especie que según el lugar donde se encuentre pasa de poco caducifolia a caducifolia, la hojarasca que produce puede llegar a 50 kg/ha/año de biomasa y esta no se encuentra influenciada por temporada de lluvias. La especie juega un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas donde prospera, ya que constituye una fuente de energía por el aporte de nutrientes y la formación de sustancias húmicas que produce en los suelos, incluso luego de considerar la lenta tasa de descomposición llegando a ser esta de 2.6 años (Rave et al., 2017).

Se considerar a *Juglans neotropica* Diels como una especie con alto potencial en la restauración ecológica de zonas andinas, incluso a pesar de su alto porcentaje de mortalidad, documentado hasta en un 52% a los ocho años de edad (Toro y Roldán, 2018).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

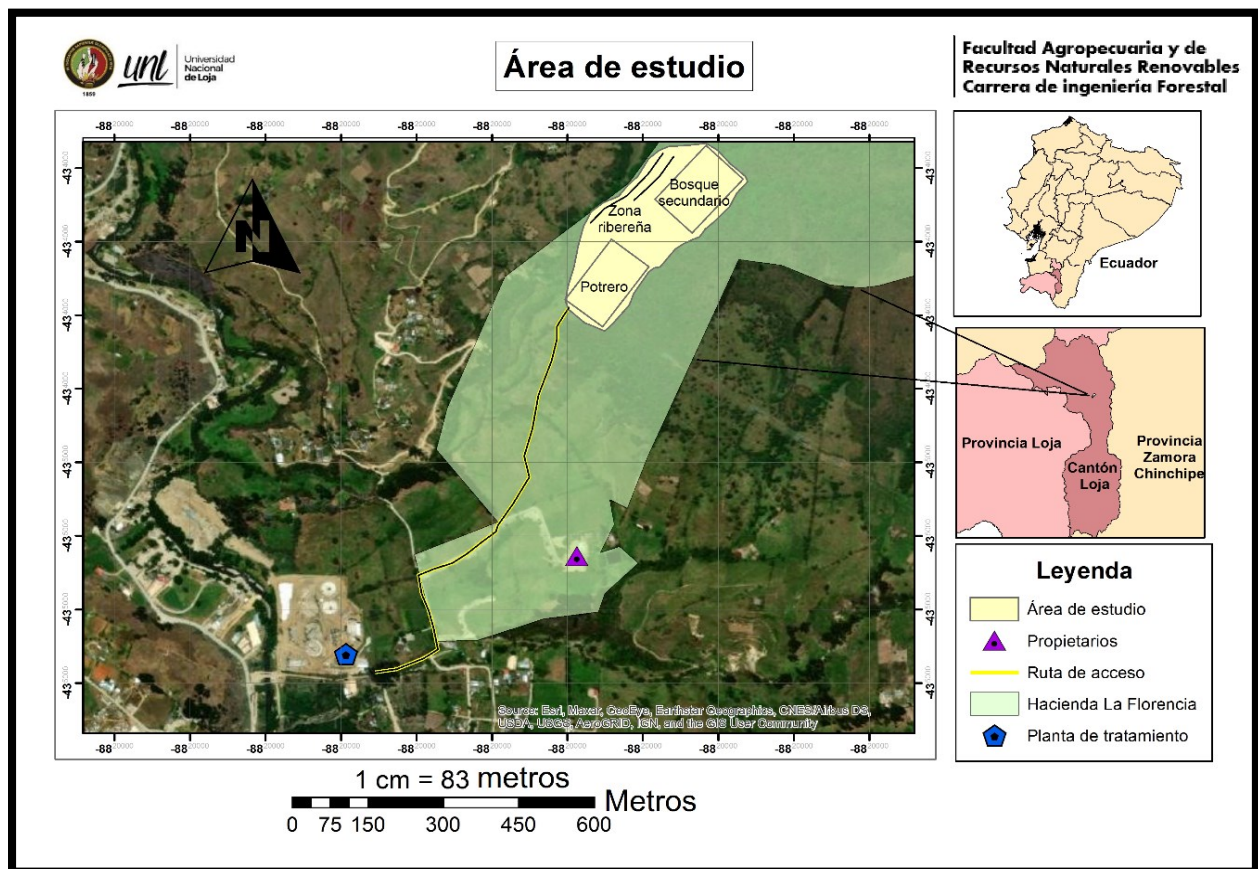
5.1. Área de estudio

5.1.1. Ubicación política

La presente investigación, se desarrolló en una plantación forestal de *Juglans neotropica* Diels, establecida en la “Hacienda la Florencia”, localizada al norte de la ciudad de Loja a una distancia de 12,52 km de la Universidad Nacional de Loja en el barrio Saucos Norte, Cantón Loja (Figura 1) y forma parte del macro proyecto en desarrollo titulado “Conservación, domesticación de *Juglans neotropica* Diels, para uso comercial, mejoramiento genético y restauración de ecosistemas degradados al sur del Ecuador”.

Figura 1

Localización del área de estudio



5.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas:

Coordenada este: 697895,00 m E

Coordenada norte: 9566154,00 m S

5.1.3. Descripción de área de estudio

El área de estudio abarca un área aproximada de 7,31 ha, ubicada en la hacienda La Florencia que se encuentra a una altitud entre los 2 024 m s.n.m hasta los 2 800 m s.n.m, el tipo de suelo que predomina es alcalino, con pH neutro y con una baja a alta humedad, caracterizándose con un color pardo oscuro, encontrándose entre ordenes de suelo alfisoles y entisoles. Se tomaron para el estudio tres etapas seriales de la sucesión ecológica, siendo estos bosque secundario y zona ribereña, estos se mencionan como estratos y presentan una baja exposición a la luz, lo que no ocurre en el estrato potrero, presentando este una buena exposición a la luz al no estar cubierto por el dosel del bosque. Se debe tomar en cuenta que la zona de estudio al ubicarse dentro de un área particular se encuentra protegida por los dueños de la hacienda La Florencia. La parroquia Loja donde se encuentra la hacienda La Florencia, cuenta con una temperatura que fluctúa entre 9 °C a 19 °C y posee un rango de precipitación anual de 700 mm a 1 700 mm, el clima del cantón Loja se puede clasificar Bioclimáticamente como Templado – subhúmedo (Municipio de Loja, 2014).

5.2. Materiales de campo

Botas de caucho, machete, barreta, lampa, cinta métrica, calibrador pie de rey, cámara fotográfica, etiquetas, correas plásticas, fertilizantes (NPK, Urea), baldes, frascos, GPS, tablero, hojas A4, esferográficos, postes de madera, soga.

5.3. Materiales de oficina

Computadora, hojas A4, lápiz, marcadores, impresora, calculadora, softwares.

5.4. Diseño experimental

Se llevó a cabo un inventario forestal con un muestreo al 100 % y se usó un diseño factorial con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Del área de estudio se abarcaron tres diferentes tipos de cobertura del suelo, los cuales en este estudio se mencionan como estratos, esto con la finalidad de abarcar en su totalidad la variabilidad del sitio, manteniendo la mayor uniformidad posible dentro de cada estrato, siendo estos: potrero, bosque secundario y zona ribereña. En la Figura 6, Figura 7 y Figura 8, se puede observar la distribución de las plántulas y sus procedencias, en cada estrato se tienen 8 tratamientos y un tratamiento testigo, correspondiendo cada tratamiento a una parcela y teniendo dentro de éstas un número específico de plántulas, como se muestra en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5.

5.4.1. Estratos

E1 = Potrero

E2 = Bosque secundario

E3 = Zona ribereña

En la Figura 6, Figura 7 y Figura 8, se puede observar las plántulas de *Juglans neotropica* Diels establecidas bajo los siguientes diseños de plantaciones: en los estratos bosque secundario y potrero las plántulas se encuentran establecidas bajo un diseño cuadrado, conocido también como marqueo de plantación marco real con distanciamientos de 5 m x 5 m, mientras que en la zona ribereña se encuentra establecida en 2 hileras que van acorde a la dirección de la vertiente, con un distanciamiento de 5 metros.

5.4.2. Procedencias

P1= La Victoria

P2= El Tundo

Las plántulas de *Juglans neotropica* Diels utilizadas son provenientes de la Parroquia La Victoria y la Reserva El Tundo, localizaciones ubicadas en el Cantón Sozoranga de la provincia de Loja, se encuentra a una elevación entre los 560 m s.n.m. y los 2 653 m s.n.m. con una temperatura promedio anual que oscila entre los 16 °C y 28 °C.

5.4.3. Fertilizantes

Antes de obtener las concentraciones necesarias para cada tratamiento, se usaron como referencia las siguientes cantidades de fertilizantes, las cuales corresponderían cada una a un tratamiento.

F1= NPK (100 gr, 150 gr, 200 gr, 250 gr)

F2= Urea (100 gr, 150 gr, 200 gr, 250 gr)

F3= Testigo

Como se observa en la Tabla 2, se utilizaron 9 tratamientos para cada estrato, siendo la aplicación de NPK los tratamientos: T1, T2, T3 y T4. La aplicación de Urea los tratamientos: T5, T6, T7 y T8, el tratamiento testigo fue T0, el cual no se fertilizó.

Tabla 2

Tratamientos utilizados por fertilizante

Procedencia	Estrato	Fertilizante	Concentración (gr)	Tratamiento
P1 (La Victoria) y P2 (El Tundo)	E1 (Potrero), E2 (Bosque secundario) y E3 (Zona ribereña)	F1 (NPK)	100	T1
			150	T2
			200	T3
			250	T4
		F2 (Urea)	100	T5
			150	T6
			200	T7
			250	T8
			F3	Testigo

5.5. Metodología

5.5.1. Determinación de la disposición y la concentración de los tratamientos en cada estrato

Se tomó en cuenta que cada concentración se disolvería en 20 litros de agua, del resultado se aplicaría $\frac{1}{2}$ litro de agua por plántula, logrando así una preparación para 40 plántulas, por lo que se divide cada concentración entre 40, obteniendo así, la concentración resultante a aplicar por plántula. Para cada estrato se realizó la multiplicación de la concentración obtenida por plántula y el número de individuos que se tiene en cada tratamiento, obteniendo así los gramos de fertilizante a usar en cada tratamiento, como se observa en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5.

Figura 2

Coronamiento de las plántulas



Figura 3

Concentraciones de NPK y Urea disueltas



Se realizaron coronamientos en todas las plántulas al inicio del establecimiento, posteriormente los coronamientos se fueron realizando dependiendo la intensidad con la que la vegetación competidora crecía, como en el caso del estrato potrero donde era más intensa (Figura 2). El fertilizante requerido para cada tratamiento se disolvió de manera individual, en 250 ml de agua tres días antes del día de la aplicación (Figura 3), esto con la finalidad de lograr una mayor facilidad para el transporte a campo (Figura 4) y diluir los tratamientos en la cantidad de agua

Tabla 3*Concentración de fertilizantes por tratamiento en el estrato potrero*

Tratamiento		Concentración por plántula	Nº de plántulas	Total
NPK	T1 (100gr)	2,5 gr	13	32,5 gr
	T2 (150gr)	3,75 gr	13	48,75 gr
	T3 (200gr)	5 gr	12	60 gr
	T4 (250gr)	6,25 gr	9	56,25 gr
Urea	T5 (100gr)	2,5 gr	13	32,5 gr
	T6 (150gr)	3,75 gr	12	45 gr
	T7 (200gr)	5 gr	11	55 gr
	T8 (250gr)	6,25 gr	9	56,25 gr
Testigo	T0	0	23	0

5.5.1.2. Disposición de las plántulas y los tratamientos en el estrato bosque secundario

El estrato bosque secundario (Figura 7), anteriormente fue potrero y hace aproximadamente 20 años fue abandonado por lo que pasó a regenerarse naturalmente, a manera de enriquecimiento fueron establecidas 100 plántulas de *Juglans neotropica* Diels, 50 pertenecientes a La Victoria (color amarillo) y 50 a El Tundo (color rojo).

Figura 7*Disposición de los tratamientos de fertilización en el estrato bosque secundario.*

T1	T5	T0	T2	T6	T3	T7	T0	T4	T8
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

Tabla 5

Concentración de fertilizantes por tratamiento en el estrato zona ribereña

Tratamiento		Concentración por plántula	Nº de plántulas	Total
NPK	T1 (100gr)	2,5 gr	7	17,5 gr
	T2 (150gr)	3,75 gr	7	26,25 gr
	T3 (200gr)	5 gr	7	35 gr
	T4 (250gr)	6,25 gr	7	43,75 gr
Urea	T5 (100gr)	2,5 gr	7	17,5 gr
	T6 (150gr)	3,75 gr	7	26,25 gr
	T7 (200gr)	5 gr	7	35 gr
	T8 (250gr)	6,25 gr	7	43,75 gr
Testigo	T0	0	19	0

5.5.2. Toma de datos

La toma de datos inicial se realizó al establecerse el ensayo de la plantación en el mes de septiembre 2020, momento en que se aplicaron las concentraciones de fertilizantes según cada tratamiento, la medición final se llevó a cabo en el transcurrir de un año, en septiembre del 2021.

Figura 9

Medición del diámetro con calibrador pie de rey



Figura 10

Medición de la altura total con la cinta métrica



Se realizó el conteo total de individuos, las variables dasométricas como la altura se midieron en centímetros con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta (Figura 10). Para determinar el crecimiento en diámetro se mide a 1,30 m de altura en árboles maduros (Klepac, 1983), al contar con una altura inferior a 1,30 m en las plántulas de la presente investigación, se midió el diámetro en milímetros con un calibrador pie de rey en la base del cuello del tallo (Figura 9). Una vez obtenidos los datos necesarios se procedió a realizar los cálculos para el cumplimiento de los objetivos.

5.5.3. *Determinación de la sobrevivencia*

Para la determinación de la sobrevivencia se realizó un conteo directo de las plántulas vivas por procedencia y tratamiento dentro cada estrato, siendo de interés el número de plántulas vivas en el primer año de evaluación. Al multiplicar el número de plántulas vivas por 100 y dividirlo por el número de plántulas establecidas en un inicio, se logra la obtención del porcentaje de sobrevivencia (Forero et al., 2005). La Ecuación 1 a continuación muestra el procedimiento usado.

Ecuación 1. Porcentaje de sobrevivencia (Forero et al., 2005):

$$Sr\% = \frac{N^{\circ} \text{ individuos vivos} * 100}{N^{\circ} \text{ individuos establecidos}}$$

Dónde:

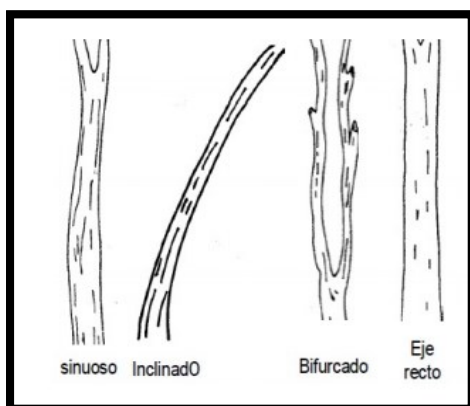
Sr% = Porcentaje de sobrevivencia

5.5.4. *Evaluación para determinar la forma del tallo*

Con el uso de códigos de forma usados por Daetz (2015), se realizó la evaluación de la forma del tallo de las plántulas al primer año de establecidas en cada estrato, pudiendo ser estos: sinuoso, inclinado, bifurcado y recto (Figura 11).

Figura 11

Formas del tallo



Nota: Imagen tomada del estudio de Daetz, 2015

Las plántulas de *Juglans neotropica* Diels al ser susceptibles al ataque del barrenador (*Gretchena garai* Miller) principalmente en su ápice, hace que se haya obtenido en algunas de las plántulas atacadas una bifurcación provocada generando así que desarrollen más de un eje principal, tomándose en cuenta esto se las codificó como bifurcadas.

5.5.5. Determinación del porcentaje de incremento en diámetro y altura

Para determinar el porcentaje de incremento (PI) se llevó a cabo el cálculo por cada procedencia y tratamiento dentro de cada estrato, se realizó usando la altura total de las plántulas y el diámetro del cuello, se utilizaron las ecuaciones que se muestran a continuación:

Ecuación 2. Porcentaje de incremento en diámetro (Sosa y Rodríguez, 2003):

$$PI.D\% = \frac{Diámetro\ 2 - Diámetro\ 1}{Diámetro\ 1} (100)$$

Dónde:

- PI.D% = Porcentaje de incremento en diámetro
- Diámetro 1 = Diámetro al momento de establecida
- Diámetro 2 = Diámetro al año de establecida

Ecuación 3. Porcentaje de incremento en altura (Sosa y Rodríguez, 2003):

$$PI.A\% = \frac{Altura\ 2 - Altura\ 1}{Altura\ 1} (100)$$

Dónde:

- PI.A% = Porcentaje de incremento en altura
- Altura 1 = Altura al momento de establecida
- Altura 2 = Altura al año de establecida

5.5.6. Determinación del crecimiento de las variables dasométricas

Para llevar a cabo la comparación de las variables dasométricas se obtuvo el crecimiento en diámetro y altura de las plántulas al primer año de haber sido fertilizadas, la evaluación se realizó por procedencia y tratamiento dentro de cada estrato, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4. Crecimiento en diámetro (Aguirre et al., 2014):

$$Cr.D = Df - Di$$

Donde:

Cr. D= Crecimiento en diámetro (cm)

D_f= Diámetro al final del período

D_i= Diámetro al inicio del período

Ecuación 5. Crecimiento en altura (Aguirre et al., 2014):

$$Cr.H = Hf - Hi$$

Donde:

Cr.H= Crecimiento en altura (m)

H_f= Altura al final del período

H_i= Altura al inicio del período

5.5.7. Análisis estadístico

Modelo matemático para el diseño estadístico:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} = Valor analizado de las unidades experimentales

μ = Media poblacional

α_i = Efecto debido al factor A

β_j = Efecto debido al factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los dos factores

ε_{ijk} = Error de las variables aleatorias

Con los datos recolectados en las mediciones del primer año de evaluación (Diámetro basal, Altura total) se realizó un análisis de estadística descriptiva, obteniendo la media, desviación estándar, mínima y máxima por procedencia y tratamiento en cada estrato. También se obtuvo las medias del crecimiento de diámetro a la base y altura total por las procedencias y los tratamientos en cada estrato, con esos valores se procede a realizar un análisis de varianza para comprobar la existencia de significancia estadística entre las medias obtenidas. En los casos que se presentó significancia estadística (p -valor $< 0,05$), se usó la prueba de comparación de medias Tukey con un nivel de significancia del 0,05 % para determinar entre cuáles medias fue que se presentaron las diferencias significativas, lo cual ayudó a comprobar la hipótesis del efecto que desarrollaron en el crecimiento de diámetro y altura las plántulas de *Juglans neotropica* Diels de dos procedencias establecidas en los estratos potrero, bosque secundario y zona riveraña por la fertilización en distintas concentraciones.

6. RESULTADOS

6.1. Porcentaje de sobrevivencia en la plantación de *Juglans neotropica* Diels

Se observa en la Tabla 6, que, al primer año de evaluación la plantación de *Juglans neotropica* Diels presentó un 90,92 % de sobrevivencia en la Hacienda La Florencia, en donde en el estrato bosque secundario se obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con un 100 % en sus plántulas, seguido de la zona ribereña con 90 % y en potrero un 82,78 %. Concerniente a las procedencias en toda la plantación, las plántulas provenientes de La Victoria lograron un 89,75 % de sobrevivencia, mientras que las plántulas de El Tundo un 92,10 %.

Tabla 6

Porcentaje de sobrevivencia (SOB%) en la plantación de Juglans neotropica Diels

	Factores	SOB%
Plantación general		90,92%
Estratos	E1. Potrero	82,78%
	E2. Bosque secundario	100%
	E3. Zona ribereña	90%
Procedencias	P1. La Victoria	89,75%
	P2. El Tundo	92,10%

En la Tabla 7, se presenta la sobrevivencia de las procedencias por cada estrato, en donde El Tundo presentó los mayores porcentajes de sobrevivencia en los estratos bosque secundario con un 100 %, seguido el estrato de la zona ribereña con el 92 % y el estrato potrero con 84,31 %. De la procedencia La Victoria se obtuvo una sobrevivencia del 100 % en el estrato del bosque secundario, mientras que en la zona ribereña se presentó un 88 % y en el potrero el 81,25 %.

Tabla 7

Porcentaje de sobrevivencia de la plantación por procedencia en cada estrato

Procedencia	Potrero (SOB%)	Bosque secundario (SOB%)	Zona ribereña (SOB%)
P1. La Victoria	81,25%	100,00%	88,00%
P2. El Tundo	84,31%	100,00%	92,00%

En la Tabla 8, se muestra los porcentajes de sobrevivencia por cada tratamiento en los estratos potrero, bosque secundario y zona ribereña, obtenidos al primer año de evaluación en la plantación de *Juglans neotropica* Diels.

En bosque secundario se presentó una sobrevivencia en todos los tratamientos del 100 %, en la zona ribereña, el T4 fue el único con una sobrevivencia baja, con 71,40 %, T0 siendo el tratamiento testigo logró el 84,2 %. En el estrato potrero, el T8 fue el único con 100 % de sobrevivencia, en T2, T5 y T0 los porcentajes de sobrevivencia fueron menores al 80 %.

Tabla 8

Porcentaje de sobrevivencia de la plántulas de Juglans neotropica Diels (SOB%) por tratamiento en cada estrato

Tratamiento (Concentración)	Potrero (PE/PS)	Bosque secundario (PE/PS)	Zona ribereña (PE/PS)
NPK	T1 (100gr)	92,31% (13/12)	100,00% (10/10)
	T2 (150gr)	76,92% (13/10)	100,00% (10/10)
	T3 (200gr)	83,33% (12/10)	100,00% (10/10)
	T4 (250gr)	88,89% (9/8)	100,00% (10/10)
Urea	T5 (100gr)	69,23% (13/9)	100,00% (10/10)
	T6 (150gr)	91,67% (12/11)	100,00% (10/10)
	T7 (200gr)	90,91% (11/10)	100,00% (10/10)
	T8 (250gr)	100,00% (9/9)	100,00% (10/10)
Testigo	T0	69,57% (23/16)	100,00% (10/10)

PE= Plántulas establecidas. PS= Plántulas sobrevivientes

6.2. Forma del tallo de las plántulas de *Juglans neotropica* Diels

Se evidencia en la Tabla 9 que el estrato de bosque secundario presentó un 91 % en la forma recta del tallo, mientras que el estrato zona ribereña presentó el mayor porcentaje de la forma de tallo bifurcada con 13,24 %. En el estrato potrero se logró un 90,53 % en la forma recta del tallo. De manera similar la forma recta de tallo obtuvo mayor porcentaje en ambas procedencias, con 87,20% en La Victoria y 86,23% en las plántulas de El Tundo, respectivamente. Los tallos de forma sinuosa e inclinada no tuvieron mayor representatividad en ninguno de los tres estratos ni con las dos procedencias.

Tabla 9

Forma del tallo de las plántulas de Juglans neotropica Diels

		Sinuoso (%)	Inclinado (%)	Bifurcado (%)	Recto (%)
Estrato	Potrero	0,00	0,00	9,47	90,53
	Bosque Sec.	1,00	1,00	7,00	91,00
	Zona ribereña	1,47	0,00	13,24	85,29
Procedencia	La Victoria	0,80	0,80	11,20	87,20
	El Tundo	0,72	0,00	13,04	86,23

6.3. Porcentaje de incremento (PI) en la especie *Juglans neotropica* Diels

En la Tabla 10 se observa que al primer año de evaluación de la especie *Juglans neotropica* Diels la procedencia La Victoria logró un porcentaje de incremento con una media del 28 % en su diámetro, mientras que El Tundo logró un 36,88%, las diferencias que se presentaron entre las medias de las plántulas de ambas procedencias no fueron significativas según la prueba de comparación de medias Tukey_, (Anexo 2). Dentro de los tratamientos todos obtuvieron un porcentaje de incremento mayor al 20% en el diámetro de las plántulas, siendo T8 el tratamiento con el mayor porcentaje de incremento con un 41,38%. Entre los estratos, las diferencias que se presentan en el porcentaje de incremento en diámetro obtenido en las plántulas con la aplicación

de los tratamientos de NPK, Urea y el testigo, no fueron significativas según la prueba de comparación de medias Tukey, (Anexo 3).

La procedencia El Tundo obtuvo un porcentaje de incremento en altura del 58,01 % mientras que La Victoria obtuvo 23,95 %. Las diferencias del porcentaje de incremento en altura entre las medias de las procedencias no fueron significativas, (Anexo 4).

Los tratamientos obtuvieron en el T1, T3, T4, T6, T7, T8 y T0 porcentajes de incremento en altura mayores al 30 %, siendo el T7 el único con un porcentaje mayor al 40 %. Las diferencias que se presentaron en el porcentaje de incremento en altura entre las medias de los tratamientos no fueron significativas, (Anexo 5).

Tabla 10

Porcentaje de incremento (PI%) en diámetro y altura de las plántulas de Juglans neotropica

Diels

	Factores	PI%. Diámetro	P valor	PI%. Altura	P valor
Procedencias	P1. La Victoria	28,00	0,6528	23,95	0,0801
	P2. El Tundo	36,88		58,01	
Tratamientos	T1 (100gr)	24,02	0,9880	33,10	0,9459
	T2 (150gr)	22,96		25,92	
	T3 (200gr)	35,04		37,04	
	T4 (250gr)	31,22		38,55	
	T5 (100gr)	24,05		23,14	
	T6 (150gr)	31,85		30,06	
	T7 (200gr)	31,37		49,71	
	T8 (250gr)	41,38		35,73	
	T0	29,49		31,43	

6.3.1. Porcentaje de incremento en diámetro (PI.D%) en las plántulas de Juglans neotropica

Diels de dos procedencias en cada estrato

En la Tabla 11 se observa que al primer año de evaluación, en las plántulas de la procedencia El Tundo se logró un porcentaje de incremento en diámetro del 59,37 % en el estrato potrero, en bosque secundario 42,17 % seguido de la zona ribereña con 9,09 %. Las plántulas de la procedencia La Victoria obtuvieron un porcentaje de incremento en diámetro del 42,96 % en el estrato potrero, en el estrato bosque secundario un 34,04 %, seguido del estrato zona ribereña con 7 %. Las diferencias entre las medias de los porcentajes de incremento en diámetro de las plántulas de las procedencias no fueron significativas, (Anexo 2).

Tabla 11

Porcentaje de incremento en diámetro (P.I.D%) por procedencia en las plántulas de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Procedencia	Potrero (P.I.D%)	Bosque secundario (P.I.D%)	Zona ribereña (P.I.D%)
P1. La Victoria	42,96	34,04	7,00
P2. El Tundo	59,37	42,17	9,09

En la tabla 12 se observa que en el porcentaje de incremento en diámetro durante el primer año de evaluación el T3, T6 y T8 lograron valores mayores al 50 % en el estrato de potrero. En el bosque secundario el T3, T4, T7, T8 y T0 obtuvieron porcentajes mayores al 40%, mientras que el estrato zona ribereña presentó en T5 y T7 porcentajes mayores al 10 %. Las diferencias entre las medias de los porcentajes obtenidos de los tratamientos no fueron significativas en el porcentaje de incremento en diámetro, (Anexo 3).

Tabla 12

Porcentaje de incremento en diámetro (PI.D%) por tratamiento en las plántulas de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Tratamiento (concentración)	Potrero (PI.D%)	Bosque Secundario (PI.D%)	Zona ribereña (PI.D%)	
NPK	T1 (100gr)	39,58	28,16	4,31
	T2 (150gr)	38,51	30,29	0,07
	T3 (200gr)	54,51	45,09	5,52
	T4 (250gr)	42,60	50,98	0,08
Urea	T5 (100gr)	38,61	18,27	15,28
	T6 (150gr)	63,38	28,24	3,94
	T7 (200gr)	38,73	44,95	10,44
	T8 (250gr)	61,81	54,26	8,07
Testigo T0	43,94	40,39	4,14	

6.3.2. *Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) en las plántulas de Juglans neotropica*

Diels de dos procedencias en cada estrato

En la Tabla 13 se observa que El Tundo en la evaluación del primer año, el porcentaje de incremento en altura logró en el estrato bosque secundario un 75,69 %, en potrero 61,17 % y en la zona ribereña 37,18%. La Victoria obtuvo en el estrato bosque secundario un 42,63 % seguido por el estrato potrero, con 14,95 % y el estrato zona ribereña 14,26 %. Las diferencias del porcentaje de incremento en altura entre procedencias no fueron significativas, (Anexo 4).

Tabla 13

Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) por procedencia en las plántulas de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Procedencia	Potrero (PI.A%)	Bosque Secundario (PI.A%)	Zona ribereña (PI.A%)
P1. La Victoria	14,95	42,63	14,26
P2. El Tundo	61,17	75,69	37,18

La Tabla 14 refleja que la altura presentó un porcentaje de incremento mayor al 30 % en el T1 dentro del estrato potrero y mayores al 20 % en el T6, T7 y T8. El bosque secundario en cambio obtuvo porcentajes mayores al 60 % en el T2, T3, T4 y T7. La zona ribereña obtuvo en T7 un porcentaje mayor al 60 % mientras en el T3, T4, T5, T6, T8 y T0 porcentajes mayores al 20 %. Las diferencias del porcentaje de incremento en altura entre tratamientos no fueron significativas, (Anexo 5).

Tabla 14

Porcentaje de incremento en altura (PI.A%) por tratamiento en las plántulas de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Tratamiento (concentración)	Potrero (PI.A%)	Bosque Secundario (PI.A%)	Zona ribereña (PI.A%)
NPK	T1 (100gr)	30,79	16,27
	T2 (150gr)	10,38	0,52
	T3 (200gr)	19,61	28,95
	T4 (250gr)	6,42	26,37
Urea	T5 (100gr)	5,42	25,68
	T6 (150gr)	21,38	20,48
	T7 (200gr)	22,48	60,47
	T8 (250gr)	27,19	40,21
Testigo	T0	14,99	43,76

6.4. Crecimiento de las variables dasométricas en plántulas de *Juglans neotropica* Diels al primer año de evaluación

Realizando la comparación del crecimiento de las variables dasométricas obtenidas al primer año de evaluación, se observa en la Tabla 15 que las plántulas de la procedencia La Victoria lograron una media de 0,25 cm de crecimiento en su diámetro, mientras que El Tundo 0,32 cm, entre las medias de las procedencias no se presentaron diferencias significativas, (Anexo 6).

Todos los tratamientos lograron un crecimiento en diámetro superior a 0,20 cm. Las diferencias del crecimiento de diámetro por tratamiento entre las medias de los estratos no fueron significativas, (Anexo 7).

Las plántulas de la procedencia El Tundo respecto al crecimiento en altura, lograron 0,19 m en su primer año de evaluación, mientras que las plántulas de La Victoria obtuvieron 0,09 m. Las diferencias del crecimiento en altura entre las medias de las procedencias no fueron significativas, (Anexo 8). En la Tabla 15 es también posible observar que se presentó un crecimiento en altura con valores mayores a 0,1 m en todos los tratamientos, excepto en el T5, donde fue 0,08 m. Las diferencias del crecimiento en altura entre las medias de los tratamientos no fueron significativas, (Anexo 9).

Tabla 15

Crecimiento de diámetro (cm) y altura (m) en las plántulas de Juglans neotropica Diels en el primer año de evaluación

Factores		Cr. Diámetro (cm)	P valor	Cr. Altura (m)	P valor
Procedencias	P1. La Victoria	0,25	0,6637	0,09	0,1127
	P2. El Tundo	0,32		0,19	
Tratamientos	T1 (100gr)	0,35	0,9925	0,12	0,9551
	T2 (150gr)	0,32		0,10	
	T3 (200gr)	0,29		0,13	
	T4 (250gr)	0,28		0,13	
	T5 (100gr)	0,27		0,08	
	T6 (150gr)	0,26		0,11	
	T7 (200gr)	0,22		0,18	
	T8 (250gr)	0,21		0,13	
	T0	0,21		0,11	

6.4.1. Crecimiento en diámetro de las procedencias de las plántulas de Juglans neotropica

Diels por cada estrato

En la Tabla 16 se puede observar que, al primer año de evaluación las plántulas de la procedencia El Tundo lograron un crecimiento en diámetro de 0,53 cm en el estrato potrero, en bosque secundario 0,36, cm seguido de la zona ribereña, con 0,08 cm. La Victoria obtuvo 0,39 cm en potrero y 0,29 cm en el bosque secundario, seguido de la zona ribereña con 0,06 cm. Las diferencias del crecimiento en diámetro entre los valores de las procedencias no fueron significativas, (Anexo 6).

Tabla 16

Crecimiento en diámetro (Cr.D) en las plántulas de Juglans neotropica Diels de ambas procedencia por cada estrato

Procedencia	Potrero (Cr.D)	Bosque secundario (Cr.D)	Zona ribereña (Cr.D)
P1. La Victoria	0,39 cm	0,29 cm	0,06 cm
P2. El Tundo	0,53 cm	0,36 cm	0,08 cm

En la tabla 17 se observa que en el crecimiento en diámetro durante el primer año de evaluación el T3, T6 y T8 lograron valores mayores a 0,5 cm en el estrato de potrero. El bosque secundario obtuvo tres tratamientos mayores a 0,4 cm, siendo estos el T3, T4 y T8, mientras que la zona ribereña presentó en el T5 y T7 valores iguales o mayores a 0,1 cm. Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas, (Anexo 7).

Tabla 17

Crecimiento en diámetro (Cr.D) en las plántulas de Juglans neotropica Diels por tratamiento en cada estrato

Tratamiento (concentración)	Potrero (Cr.D)	Bosque secundario (Cr.D)	Zona ribereña (Cr.D)
NPK	T1 (100gr)	0,34 cm	0,24 cm
	T2 (150gr)	0,36 cm	0,29 cm
	T3 (200gr)	0,51 cm	0,40 cm

	T4 (250gr)	0,36 cm	0,44 cm	0,00 cm
Urea	T5 (100gr)	0,35 cm	0,15 cm	0,13 cm
	T6 (150gr)	0,59 cm	0,24 cm	0,03 cm
	T7 (200gr)	0,37 cm	0,38 cm	0,10 cm
	T8 (250gr)	0,54 cm	0,44 cm	0,07 cm
Testigo	T0	0,41 cm	0,34 cm	0,03 cm

6.4.2. *Crecimiento en altura de las plántulas de Juglans neotropica Diels por procedencia y tratamiento en cada estrato*

En la Tabla 18 se observa que las plántulas de la procedencia El Tundo en la evaluación del primer año respecto al crecimiento en altura, obtuvieron en todos los estratos valores mayores a 0,1 m. La Victoria obtuvo en el estrato bosque secundario 0,16 m, seguido la zona ribereña y potrero con valores menores a 0,1 m. Las diferencias del crecimiento en altura entre procedencias no fueron significativas, (Anexo 8).

Tabla 18

Crecimiento en altura (Cr.H) en las plántulas de Juglans neotropica Diels de ambas procedencia por cada estrato

Procedencia	Potrero (Cr.H)	Bosque secundario (Cr.H)	Zona ribereña (Cr.H)
P1. La Victoria	0,06 m	0,16 m	0,06 m
P2. El Tundo	0,19 m	0,24 m	0,13 m

La Tabla 19 refleja que la altura presentó un crecimiento con valores mayores a 0,1 m en el T1 y T8 dentro del estrato potrero, el bosque secundario en cambio logró valores mayores a 0,2 m en el T2, T3, T4 y T7. La zona ribereña presentó valores mayores o iguales a 0,1 m en el T3, T4, T5, T8 y T0, siendo el T7 el único que presentó un valor mayor a 0,2 m. Las diferencias del crecimiento en altura entre tratamientos no fueron significativas, (Anexo 9).

Tabla 19

Crecimiento en altura (Cr.H) en las plántulas de Juglans neotropica Diels por tratamiento en cada estrato

	Tratamiento (concentración)	Potrero (Cr.H)	Bosque secundario (Cr.H)	Zona ribereña (Cr.H)
NPK	T1 (100gr)	0,12 m	0,19 m	0,06 m
	T2 (150gr)	0,04 m	0,25 m	0,00 m
	T3 (200gr)	0,08 m	0,22 m	0,10 m
	T4 (250gr)	0,02 m	0,28 m	0,10 m
Urea	T5 (100gr)	0,02 m	0,13 m	0,10 m
	T6 (150gr)	0,08 m	0,18 m	0,08 m
	T7 (200gr)	0,08 m	0,23 m	0,22 m
	T8 (250gr)	0,10 m	0,14 m	0,15 m
Testigo	T0	0,06 m	0,15 m	0,13 m

6.4.3. Estadística descriptiva obtenida al primer año de evaluación en las plántulas de

Juglans neotropica Diels

En la Tabla 20, se presentan los resultados obtenidos al primer año de evaluación en la medición final del diámetro basal y altura total por tratamiento, en cada estrato. Las menores medias obtenidas en diámetro se presentaron en el estrato zona ribereña en el T4 con 8,28 mm, T2 con 8,78 mm y T6 con 8,90 mm, mientras que las mayores medias se dieron en el estrato potrero en el T6 con 15,19 mm, T3 con 14,34 mm y T8 con 14,20 mm. Las menores medias en altura se presentaron en el estrato potrero en el T4 con 36,13 cm, T5 con 37,22 cm y T0 con 38,22 cm, mientras que las mayores medias se dieron en el estrato bosque secundario en el T4 con 62,50 cm, T2 con 62,10 cm y T7 con 58,20 cm.

Tabla 20*Estadística descriptiva de los tratamientos por cada estrato*

Tratamiento	Estrato	Variable	MIN	MED	MAX	D.E.
T1	Potrero	Diámetro (mm)	6,24	11,84	20,45	4,03
		Altura (cm)	19,00	49,65	74,00	15,48
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	6,31	10,74	16,86	3,34
		Altura (cm)	28,00	56,48	101,00	24,46
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	7,72	9,54	10,66	1,20
		Altura (cm)	27,00	40,43	55,00	11,47
T2	Potrero	Diámetro (mm)	9,19	13,03	16,64	2,59
		Altura (cm)	26,00	43,60	58,00	11,35
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	9,12	12,65	17,07	2,33
		Altura (cm)	41,00	62,10	98,00	16,19
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	6,77	8,78	10,64	1,43
		Altura (cm)	17,00	41,29	58,00	12,87
T3	Potrero	Diámetro (mm)	11,14	14,34	18,39	2,07
		Altura (cm)	33,00	46,60	69,00	13,03
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	8,68	12,87	19,18	3,04
		Altura (cm)	41,00	57,40	85,00	14,87
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	7,65	9,51	10,88	1,12
		Altura (cm)	37,00	44,86	56,00	6,64
T4	Potrero	Diámetro (mm)	11,03	12,11	13,68	0,85
		Altura (cm)	14,00	36,13	63,00	14,98
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	7,57	13,05	18,98	4,23
		Altura (cm)	41,00	62,50	108,00	22,81
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	6,87	8,28	9,35	1,07
		Altura (cm)	34,00	48,20	65,00	11,58
T5	Potrero	Diámetro (mm)	5,85	12,55	16,90	3,80
		Altura (cm)	22,00	37,22	58,00	13,07
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	6,39	9,40	11,01	1,38
		Altura (cm)	32,00	47,10	68,00	11,39
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	7,36	9,86	16,25	2,97
		Altura (cm)	35,00	49,64	81,00	16,03

T6	Potrero	Diámetro (mm)	9,17	15,19	20,67	3,47
		Altura (cm)	20,00	43,55	74,00	16,37
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	8,28	10,92	16,77	2,86
		Altura (cm)	30,50	55,55	84,00	16,53
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	6,96	8,90	11,40	1,65
		Altura (cm)	20,00	46,64	64,00	13,91
T7	Potrero	Diámetro (mm)	8,27	13,23	16,13	2,11
		Altura (cm)	28,00	44,65	76,00	13,57
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	8,04	12,37	18,05	3,64
		Altura (cm)	32,00	58,20	86,00	18,57
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	6,13	10,16	13,43	2,93
		Altura (cm)	37,00	58,00	86,00	17,09
T8	Potrero	Diámetro (mm)	6,97	14,20	20,40	3,63
		Altura (cm)	14,00	45,22	66,00	17,27
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	6,12	12,45	20,75	4,76
		Altura (cm)	32,00	49,40	87,00	14,47
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	8,28	9,36	11,43	1,17
		Altura (cm)	43,00	53,50	67,00	9,87
T0	Potrero	Diámetro (mm)	7,65	11,47	14,14	1,65
		Altura (cm)	19,00	38,22	58,00	12,72
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	7,41	11,66	17,64	2,77
		Altura (cm)	30,00	49,70	95,00	15,95
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	5,70	9,35	13,23	2,25
		Altura (cm)	27,00	50,19	87,00	15,35

En la Tabla 21, se presentan las medias del diámetro basal y altura total obtenidas de las procedencias al primer año de evaluación (valores resultantes de la última medición), en cada estrato. Obteniendo la procedencia El Tundo las mayores medias en diámetro en los tres estratos, en altura se obtuvo las mayores medias de la procedencia El Tundo, en los estratos potrero y bosque secundario, la procedencia La Victoria logró únicamente en el estrato zona ribereña una mayor media en altura con 49,25 cm.

Tabla 21*Estadística descriptiva de las procedencias por cada estrato*

Procedencia	Estrato	Variable	MIN	MED	MAX	D.E.
La Victoria	Potrero	Diámetro (mm)	6,24	12,32	20,67	2,68
		Altura (cm)	14,00	41,32	74,00	14,25
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	6,39	11,47	20,75	2,87
		Altura (cm)	32,00	54,74	101,00	15,04
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	6,83	8,81	11,08	1,12
		Altura (cm)	17,00	49,25	67,00	11,00
El Tundo	Potrero	Diámetro (mm)	5,85	13,86	20,45	3,20
		Altura (cm)	20	44,58	76,00	14,29
	Bosque sec.	Diámetro (mm)	6,12	12,08	19,77	3,66
		Altura (cm)	28,00	54,89	108,00	19,97
	Zona ribereña	Diámetro (mm)	5,70	9,57	16,25	2,15
		Altura (cm)	20	47,60	87	14,80

6.4.4. Variables dasométricas de *Juglans neotropica* Diels al primer año de evaluación

Se observa en la Tabla 22 la evaluación en diámetro y altura de la especie *Juglans neotropica* Diels al primer año de haber sido fertilizada. Mediante el análisis de varianza se comprobó que existe significancia estadística entre las medias obtenidas del diámetro y altura. Se demostró con la prueba de comparación de medias Tukey que el diámetro presentó diferencias significativas entre las medias de los estratos potrero, bosque secundario y zona ribereña (Tabla 23), obteniendo con 9,33 mm la menor media en el estrato zona ribereña, en cambio la altura de los estratos zona ribereña y potrero presentaron diferencias significativas ante el estrato bosque secundario (Tabla 24), obteniendo en el estrato potrero con 41,8 cm la menor media.

En las procedencias, las plántulas de La Victoria obtuvieron una media de 11,35 mm en su diámetro, mientras que El Tundo 11,8 mm, las procedencias no presentaron diferencias significativas entre las medias del diámetro, (Anexo 10). El Tundo respecto a la altura logró 49,29

cm mientras, que La Victoria obtuvo 48,14 cm. Las diferencias entre las medias de la altura en las procedencias no fueron significativas, (Anexo 11).

En los tratamientos, todos obtuvieron diámetros mayores a 10 mm, no se presentaron diferencias significativas entre sus medias, (Anexo 12). En la altura de las plántulas todos los tratamientos obtuvieron medias mayores a 48 cm, excepto en el T5 con 44,37 cm y el tratamiento testigo T0 con 46,32 cm, no se presentaron diferencias significativas entre sus medias, (Anexo 13).

Tabla 22

Diámetro y altura de las plántulas de Juglans neotropica Diels al primer año de evaluación

Factores		Diámetro (mm)	Error estándar	P valor	Altura (cm)	Error estándar	P valor
Estrato	Potrero	13,02	0,30	<0,0001	42,8	1,59	<0,0001
	Bosque secundario	11,78	0,29		54,81	1,55	
	Zona ribereña	9,33	0,35		48,13	1,88	
Procedencias	La Victoria	11,35	0,29	0,2587	48,14	1,46	0,5681
	El Tundo	11,8	0,27		49,29	1,38	
Tratamientos	T1 (100gr)	10,91	0,59	0,1692	49,78	3,04	0,7183
	T2 (150gr)	11,79	0,61		49,85	3,15	
	T3 (200gr)	12,54	0,61		50,15	3,15	
	T4 (250gr)	11,68	0,67		50,22	3,41	
	T5 (100gr)	10,62	0,63		44,37	3,21	
	T6 (150gr)	12,09	0,60		48,61	3,09	
	T7 (200gr)	12,19	0,63		52,94	3,21	
	T8 (250gr)	12,34	0,64		48,88	3,27	
	T0	10,89	0,44		46,32	2,27	

Tabla 23

Prueba Tukey del diámetro (mm) de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,03813

Error: 8,3283 gl: 260

Estrato	Medias	n	E.E.	
Potrero	13,02	95	0,30	A
Bosque secundario	11,78	100	0,29	B
Zona ribereña	9,33	68	0,35	C

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

Tabla 24

Prueba Tukey de la altura (cm) de Juglans neotropica Diels en cada estrato

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,56615

Error: 239,4202 gl: 260

Estrato	Medias	n	E.E.	
Bosque secundario	54,81	100	1,55	A
Zona ribereña	48,13	68	1,88	B
Potrero	42,80	95	1,59	B

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

6.4.4.1. Diámetro de *Juglans neotropica* Diels de las procedencias La Victoria y El Tundo al primer año de evaluación.

La Tabla 25 muestra la comparación del diámetro de *Juglans neotropica* Diels al primer año de evaluación, entre las procedencias La Victoria y El Tundo, por cada estrato y tratamiento.

En el estrato potrero ambas procedencias lograron en sus medias, diámetros mayores a 12 mm. En bosque secundario la Victoria obtuvo 11,47 mm mientras que El Tundo 12,09 mm. La zona ribereña obtuvo los menores diámetros con 8,81 mm en La Victoria y 9,58 mm en El Tundo. En las plántulas provenientes de La Victoria, a excepción del T1 y T0 todos los tratamientos lograron diámetros mayores a 11 mm, no se presentaron diferencias significativas entre sus medias (Anexo 14). En las plántulas de El Tundo a excepción de T5, todos los tratamientos lograron

diámetros mayores a 31 mm, no se presentaron diferencias significativas entre sus medias, (Anexo 15).

Con el análisis de varianza se comprobó que, entre las medias del diámetro en cada estrato, obtenidas de las plántulas de ambas procedencias, existe significancia estadística. La prueba de comparación de medias Tukey demostró que, en las plántulas provenientes de La Victoria, el estrato zona ribereña presentó diferencias significativas frente a los estratos potrero y bosque secundario (Tabla 26), mientras que en las plántulas provenientes de El Tundo, las diferencias significativas se dieron entre las medias de los tres estratos (Tabla 27).

Tabla 25

Diámetro de las plántulas de las dos procedencias al primer año de evaluación

Factores		P1. La Victoria			P2. El Tundo		
		Diámetro (mm)	Error estándar	P valor	Diámetro (mm)	Error estándar	P valor
Estrato	Potrero	12,32	0,36	<0,0001	13,86	0,47	<0,0001
	Bosque secundario	11,47	0,36		12,09	0,44	
	Zona ribereña	8,81	0,55		9,58	0,46	
Tratamientos	T1 (100gr)	10,74	0,71	0,0672	11,09	0,94	0,473
	T2 (150gr)	11,14	0,76		12,39	0,94	
	T3 (200gr)	11,17	0,87		13,36	0,85	
	T4 (250gr)	11,75	0,8		11,61	1,06	
	T5 (100gr)	11,1	0,8		10,21	0,94	
	T6 (150gr)	11,78	0,76		12,37	0,91	
	T7 (200gr)	12,9	0,83		11,67	0,91	
	T8 (250gr)	13,14	0,8		11,61	0,98	
	T0	10,13	0,54		11,65	0,69	

Tabla 26

Prueba Tukey del diámetro (mm) de las plántulas de Juglans neotropica Diels provenientes de la Victoria por cada estrato

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43051

Error: 6,5791 gl: 121

Estrato	Medias	n	E.E.	
Potrero	12,32	52	0,36	A
Bosque secundario	11,47	50	0,36	A
Zona ribereña	8,81	22	0,55	B

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

Tabla 27

Prueba Tukey del diámetro (mm) de las plántulas de Juglans neotropica Diels provenientes de El Tundo por cada estrato

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50780

Error: 9,5235 gl: 136

Estrato	Medias	n	E.E.	
Potrero	13,86	43	0,47	A
Bosque secundario	12,09	50	0,44	B
Zona ribereña	9,58	46	0,46	C

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

6.4.4.2. Altura de *Juglans neotropica Diels* de las procedencias La Victoria y El Tundo al

primer año de evaluación

La Tabla 30 muestra la comparación de la altura de *Juglans neotropica Diels* al primer año de evaluación, entre las procedencias La Victoria y El Tundo, por cada estrato y tratamiento. En el estrato potrero se presentaron las menores medias obtenidas en la altura de las plántulas de *Juglans neotropica Diels* provenientes de la parroquia La Victoria con 41,32 cm y en plántulas de la reserva El Tundo con 44,58 cm. En el estrato bosque secundario se obtuvo las mayores alturas en plántulas provenientes de El Tundo con una media de 54,89 cm, mientras que en las plántulas provenientes de La Victoria 54,74 cm. En el estrato zona ribereña las plántulas provenientes de La

Victoria obtuvieron una altura con una media de 49,25 cm, mientras que las plántulas de El Tundo 47,60 cm.

Mediante el análisis de varianza se comprobó que entre las medias de la altura por estrato, obtenidas de las plántulas de ambas procedencias, se presentó significancia estadística. Aplicando la prueba de comparación de medias Tukey se demostró que, en las plántulas provenientes de La Victoria, la altura obtenida en el estrato potrero presentó diferencias significativas frente a los estratos bosque secundario y zona ribereña (Tabla 29). En las plántulas provenientes de El Tundo, el estrato potrero y bosque secundario fueron los que presentaron diferencias significativas entre sus medias (Tabla 30). La altura obtenida en los tratamientos aplicados en las plántulas de La Victoria y El Tundo, no presentaron diferencias significativas entre sus medias, (Anexo 16 y Anexo 17).

Tabla 28

Altura de las plántulas de Juglans neotropica Diels provenientes de La Victoria y El Tundo al primer año de evaluación

Factores		P1. La Victoria			P2. El Tundo		
		Altura (cm)	Error estándar	P valor	Altura (cm)	Error estándar	P valor
Estrato	Potrero	41,32	1,95	<0,0001	44,58	2,55	0,0101
	Bosque secundario	54,74	1,99		54,89	2,36	
	Zona ribereña	49,25	3,00		47,6	2,46	
Tratamientos	T1 (100gr)	54,84	3,97	0,6546	44,36	4,54	0,2373
	T2 (150gr)	51,69	4,26		48,14	4,54	
	T3 (200gr)	45,6	4,86		52,82	4,12	
	T4 (250gr)	43,5	4,44		57,55	5,13	
	T5 (100gr)	46,79	4,44		42,29	4,54	
	T6 (150gr)	50,23	4,26		47,2	4,39	
	T7 (200gr)	48,32	4,64		56,33	4,39	

T8 (250gr)	46,17	4,44	51,38	4,72
T0	46,02	3,02	46,62	3,33

Tabla 29

Prueba Tukey de la altura (cm) en las plántulas provenientes de la Victoria por cada estrato

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,85067

Error: 198,1508 gl: 121

Estrato	Medias	n	E.E.	
Bosque secundario	54,74	50	1,99	A
Zona ribereña	49,25	22	3,00	A
Potrero	41,32	52	1,95	B

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

Tabla 30

Prueba Tukey de la altura (cm) en las plántulas provenientes de El Tundo por cada estrato

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,16514

Error: 279,2788 gl: 136

Estrato	Medias	n	E.E.	
Bosque secundario	54,89	50	2,36	A
Zona ribereña	47,60	46	2,46	A B
Potrero	44,58	43	2,55	B

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

7. DISCUSIÓN

7.1. Objetivo 1. Supervivencia y adaptabilidad de la plantación de *Juglans neotropica* Diels

Al primer año de evaluación la plantación de *Juglans neotropica* Diels obtuvo una supervivencia del 90,92 %, en donde las plántulas provenientes de El Tundo registraron los porcentajes más altos en los tres estratos que fueron establecidas, el estrato bosque secundario obtuvo 100 %, resultado que concuerda con lo mencionado por Toro y Roldan (2018) quienes manifiestan que la especie logra adaptarse muy bien en bosques secundarios tardíos o maduros. Stone et al., (2009) menciona que la alta mortalidad de las plántulas de *Juglans neotropica* Diels en sus estados iniciales de crecimiento se puede dar por un total sombrero o alta humedad, lo que difiere con lo encontrado en este estudio, en donde la supervivencia al primer año de evaluación en bosque secundario fue del 100 % y en zona ribereña del 90 %, estratos que presentan una alta humedad y se encuentran parcialmente cubiertos de vegetación, en un aproximado del 80 % por el dosel del bosque secundario.

La menor supervivencia se dio en el estrato potrero, con un 86,78 %, dentro de este T2 (NPK 3,75 gr por planta), T5 (Urea 2,5 gr por planta) y el tratamiento testigo T0 presentaron porcentajes menores al 80 %, el resultado en este estrato puede deberse a que se encontraba totalmente desprovisto de sombra, concordando con lo manifestado por Toro y Roldan (2018), donde se menciona que *Juglans neotropica* Diels es una especie semiheliofita, la cual requiere de sombra en sus estados iniciales de crecimiento. También cabe destacar que en el estrato potrero crece con mayor intensidad vegetación herbácea y arbustiva, lo que no ocurre con la misma frecuencia en los estratos bosque secundario y zona ribereña. Aquello confirma que las Juglandaceas son exigentes en cuanto al mantener un cuidado en el suelo, siendo que las hierbas y pasturas son sus grandes competidoras, los dos o tres primeros años suelen ser suficientes para ir

eliminando la vegetación competidora con un coronamiento de 0,6 a 1 m (Molina et al., 2003; Loewe y González, 2001). Estudios como los de Gonzáles y Ordóñez (2009) han conseguido sobrevivencias de hasta 15,47 % en plantaciones de nogal a los 60 meses en estratos de sucesión como bosques secundarios y en pastizales. En el artículo de Toro y Roldan (2018) se hace mención que las plantaciones de nogal pueden llegar a tener hasta un 52% de sobrevivencia a los 96 meses, por su parte Díaz y Rivera (2007) en lapsos de 12 y 24 meses obtuvieron sobrevivencias de hasta 70 % en una plantación pura de nogal.

En las observaciones realizadas durante los 12 meses se pudo constatar que todos los estratos recibieron el ataque del barrenador (*Gretchena garai* Miller) al no realizarse manejos persistentes que controlen la plaga de manera definitiva, lo cual llegó por el acuerdo realizado con los dueños de la hacienda, omitiendo el uso de productos químicos, siendo que su visión del lugar es promover la conservación y regeneración del ecosistema. El estrato zona ribereña fue el más afectado por el ataque, lo cual provocó bifurcaciones en algunas de sus plántulas, obteniendo un 13,24 % en la forma de tallo bifurcado. Encontrar que la mayoría de plántulas fueron atacadas por este insecto, verificó que se han logrado mantener en el tiempo, ya que estos insectos meristemáticos como la *Hypsipyla grandella* y el tipo de polilla *Gretchena garai* Miller han sido los principales causantes de los ataques en los brotes terminales de la especie *Juglans neotropica* Diels al sur del país (León, 1976 y Sarango, 1987 citados por Gonzáles y Ordóñez, 2009). Cabe mencionar que según lo observado la especie no presenta bifurcaciones de manera recurrente, lo cual se refleja al haber obtenido en cada estrato más del 85 % de plántulas con forma de tallo recto.

En el estrato potrero las plántulas de ambas procedencias presentaron porcentajes de incremento mayores al 40 % en diámetro, logrando específicamente en T3 (NPK 5 gr por planta), T6 (Urea 3,75 gr por planta) y T8 (Urea 6,25 gr por planta) porcentajes mayores al 50%, mientras

que en el estrato zona ribereña las plántulas de ambas procedencias presentaron porcentajes menores al 10 %, por su parte en el bosque secundario T3 (NPK 5 gr por plántula), T4 (NPK 6,25 gr por plántula) y T8 (Urea 6,25 gr por plántula) lograron porcentajes mayores al 40%, El Tundo logró un porcentaje de incremento en diámetro del 42,17 % y La Victoria un 34,04%.

En altura, las plántulas provenientes de La Victoria obtuvieron el mayor porcentaje de incremento en el estrato bosque secundario, con un 75,69 %, lo que concuerda con lo manifestado por Toro y Roldan (2018), quienes mencionan que la especie logra adaptarse de buena manera en bosques secundarios, la zona ribereña a comparación con los otros estratos, presentó los menores porcentajes de incremento en la altura de las plántulas de ambas procedencias, con 37,18 % en El Tundo y en La Victoria 14,26 %, lo que sugiere que la especie al menos en la evaluación del primer año no logró adaptarse muy bien a este estrato, pudiendo ser debido a la cercanía con la vertiente de agua y la humedad que esta provee al suelo.

7.2. Objetivo 2. Variables dasométricas de *Juglans neotropica* Diels al primer año de fertilización

El crecimiento en diámetro que obtuvo la mayor media en el primer año de evaluación se dio en las plántulas del T6 (Urea 3,75 gr por plántula) en el estrato potrero con 0,59 cm, mientras que en la altura se obtuvo la mayor media de crecimiento en el T4 (6,25 gr por plántula) del estrato bosque secundario con 0,28 m, cifras menores a las obtenidas por Ortega (2007), donde señala en su estudio de nogal en plantaciones mixtas a los 24 meses crecimientos de 1,72 cm y 1,14 cm de diámetro al año, y en alturas crecimientos con una media de 0.6 m y 0,55 m por año, teniendo en cuenta que en el estudio de este autor se concluyó que las especies en asociación con el nogal no afectaron su desarrollo.

En comparación de los tres estratos, el estrato zona ribereña ha presentado los menores crecimientos en diámetro y altura con las plántulas de ambas procedencias, obteniendo en diámetro en la procedencia La Victoria crecimientos de 0,06 cm y El Tundo 0,08 cm, en los crecimientos en altura en las plántulas de la Victoria 0,06 m y El Tundo 0,13 m. Las cifras obtenidas al primer año en este estrato se pueden justificar con el comportamiento de la especie, la cual suele prosperar mayormente en terrenos de valle que en aquellos que cuenten con gran humedad como laderas (Ortega, 2007).

Las plántulas que provienen de la parroquia La Victoria, obtuvieron la mejor media en diámetro con 13,14 mm en T8 (Urea 6,25 gr por plántula), entre todos los estratos el potrero fue en el que las plántulas de La Victoria tuvieron un mejor desarrollo, logrando una media de 12,32 mm de diámetro en su primer año de evaluación. En altura en cambio se desarrollaron mejor en el T1 (NPK 2,5 gr por plántula) logrando una media de 54,84 cm y adaptándose mucho mejor al bosque secundario. De las plántulas que provienen de la reserva El Tundo, T3 (NPK 5 gr por plántula) fue el que obtuvo el mayor diámetro, con una media de 13,36 mm entre todos los tratamientos, desarrollándose mejor en el estrato potrero. Su mejor resultado en altura se logró en el estrato bosque secundario con la aplicación de T4 (NPK 6,25 gr por plántula), logrando una media de 57,55 cm, en su primer año de evaluación.

Mediante los análisis de varianza y pruebas Tukey, se comparó las medias del crecimiento en diámetro y altura de *Juglans neotropica* Diles, por la fertilización bajo las distintas concentraciones con los tratamientos testigo, comprobando así que no existió diferencias significativas al primer año de evaluación, lo cual confirma que en los primeros años la fertilización sobre esta especie refleja crecimientos en diámetro y altura muy bajos, obteniendo así resultados bastante homogéneos (Cantillo, 1989 citado por Barreto y Herrera, 1990).

8. CONCLUSIONES

- La plantación logró un porcentaje de sobrevivencia del 90,92 % al primer año de haber sido fertilizada, en el estrato bosque secundario con 100 %, en el estrato zona ribereña un 90 % y en potrero 82,78 %.
- Las mayores medias de crecimiento en altura se dieron en el estrato bosque secundario con las plántulas de ambas procedencias, presentando crecimientos mayores a 0,1 m en todos los tratamientos, por su parte en el estrato potrero se obtuvieron las mayores medias de crecimiento de diámetro en las plántulas de ambas procedencias, logrando crecimientos mayores a 0,3 cm con la aplicación de todas las concentraciones de NPK y Urea usadas, incluyendo el tratamiento testigo.
- La zona ribereña fue el estrato en cual se presentaron las menores medias en porcentaje de incremento en diámetro y altura, de igual manera los crecimientos de las variables dasométricas fueron los más bajos, siendo también el estrato con mayor porcentaje de forma de tallo bifurcado, con el 13,24 %.
- Los resultados demostraron que las plántulas provenientes de la reserva El Tundo lograron mayores medias de crecimiento y porcentajes de incremento en diámetro y altura, a más de mayores porcentajes de sobrevivencia, en comparación con las plántulas provenientes de la parroquia La Victoria.
- Al no existir diferencias significativas entre las medias del crecimiento de las variables dasométricas por la aplicación de distintas concentraciones de NPK y Urea y compararlas entre ellas y los tratamientos testigos, se concluye que la fertilización a los 12 meses, no fue relevante para permitir observar cambios estadísticamente significativos en el crecimiento de altura y diámetro de la especie *Juglans neotropica* Diels.

9. RECOMENDACIONES

- Es recomendable continuar el manejo y seguimiento en los estudios de esta rama, ya que los resultados a largo plazo son necesarios para optimizar los análisis y tomar mejores decisiones.
- Para futuras investigaciones se recomienda tomar en cuenta otras variables del sitio de estudio, como las climáticas, edáficas, las interacciones de la especie con su entorno como son la macrobiota y microbiota del ecosistema, de esta manera se recolectaría mayor información para conocer el comportamiento de la especie a los distintos factores que se encuentra expuesta, con ello pudiendo hacer una particular adaptación en las estrategias de manejo.
- En futuros estudios que se lleven a cabo con *Juglans neotropica* Diels, se recomienda que se realice un manejo constante y fijo para el control de plagas como el barrenador, estos manejos deberán llevarse a cabo de manera persistente en los inicios de la plantación, con el fin de que las plantas puedan tener óptimas condiciones en su proceso de adaptación en campo.
- Se recomienda promover proyectos que mantengan la investigación a largo plazo, acerca del comportamiento de las especies forestales nativas a diferentes estímulos, como su manejo en diferentes tipos de suelo, con el fin de ampliar el conocimiento de su desarrollo.
- Incentivar estudios de aspectos más básicos en el desarrollo de especies forestales nativas como *Juglans neotropica* Diels, por ejemplo, en el nogal estudiar los factores que se relacionan con la caída de sus hojas y el rebrote, con datos más específicos y reales se podrían generar métodos más correctos para el manejo de la especie.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aceros, L. (1985). *Arboles de la zona cafetalera Colombiana*. Banco Cafetalero y Almadelco.
- Aguirre, Z., Gaona, T., y Palacios, B. (2014). *Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador*. Revista CEDAMAZ.
- Albaugh, T., Rubilar, R., Alvarez, J., y Allen, H. (2004). *Radiata pine response to tillage, fertilization, and weed control in Chile*. *Bosque*, 25(2), 5-15.
- Almanza, P., Tovar, Y., y Velandia, J. (2016). *Comportamiento de la biomasa y de las tasas de crecimiento de dos variedades de lulo (Solanum quitoense Lam.) en Pachavita, Boyacá*. *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 67-76.
- Baiker, J. R. (2019). *Bosques andinos y cambio climático*. <http://www.bosquesandinos.org/los-bosques-andinos/>
- Balocchi, C. y De Veer, C. (1994). *Manual de ensayos genéticos*. Bioforest S.A. Chile.
- Barrios, D. L. O., Fernández, V. F., Chávez, E. S., y Rodríguez, H. R. (2009). *Manejo de la Nutrición y Fertilización en el cultivo del Nogal Pecanero*. *Temas Modernos de Nutrición Vegetal*, 176.
- Barreto, G., y Herrera, J. D. (1990). *Juglans neotropica*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura - Instituto de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente - Plan de Acción Forestal para Colombia (Serie N°40).
- Binkley, D., y Fisher, R. (2019). *Ecology and management of forest soils*.
- Cantillo E. 1989. *Efecto de la fertilización en vivero en el crecimiento de Alnus jorullensis, Cedrela montana turez, Juglans neotropica Dode y Laphoersia speciosa a diferentes dosis de N.P.K.* Bogota – Colombia.

- Carvajal, J. L., y Cardona, E. P. (1998). *Respuesta de la semilla de cedro negro (Juglans neotropica Diels) a la aplicación de tratamientos pregerminativos*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 51(1), 217-235.
- CATIE. (2000). *Manejo de semillas de 75 especies forestales de America Latina*. CATIE(Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR), 204.
- Cruz, O., Hernández, A., Jacobo, L., Ávila, G., Morales, E., Parra, Á., Ojeda, L. (2020). *Fertilización nitrogenada en nogal pecanero y su efecto en la concentración de nutrientes foliares, rendimiento y calidad de nuez*. Revista Chapingo Serie Horticultura, 26(3).
- Daetz, C. (2015). *Evaluación del crecimiento de plantaciones de eucalipto en Lanquín, alta Verapaz*. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Landívar. Facultad deficiencias ambientales y agrícola.
- Delgado, R., y Torres, R. (1995). *Identificación y control de la pudrición radicular del nogal (Juglans Neotropica Diles)*. Universidad Técnica del Norte Ibarra-Ecuador. Página 35-40.
- Díaz, M. y Rivera, A. (2007). *Evaluación del comportamiento inicial de especies forestales plantadas en diferentes estadios de sucesión en la estación científica “San Francisco” Zamora Chinchipe*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Donoso, P., Navarro, C., Soto, D., Gerding, V., Thiers, O., Pinares, J., Escobar, B., y Sanhueza, MJ. (2015). *Manual de plantaciones de raulí (Nothofagus alpina) y coihue (Nothofagus dombeyi) en Chile*. Temuco, Chile. Universidad Austral de Chile.
- Echeverría, M. (1997). *Propagación invitro del Nogal (Juglans Neotropica Diles)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Erratt, K., Creed, I., y Trick, C. (2018). *Comparative effects of ammonium, nitrate and urea on growth and photosynthetic efficiency of three bloomforming cyanobacteria*. *Freshwater Biology*, 63(7), 626–638. <https://doi.org/10.1111/fwb.13099>
- Espina, A. I. (2006). Densidad básica de la madera de *Eucalyptus globulus* en dos sitios en Chile. Universidad Austral de Chile.
- FAO. (2002). *Los Fertilizantes y Su USO una Guía de Bolsillo para los Oficiales de Extensión*.
- FAO. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*.
- Flórez, V., Fernández, A., Miranda, D., Chaves, B., Guzmán, J. (2006). *Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana*. Bogotá: Unibiblos.
- Forero, A., Cabrera, L., Delgado, C. (2005). *Evaluación de adaptabilidad de la guadua (Guadua angustifolia Kunt.) en las Veredas Caldera Bajo y San Antonio municipio de Pasto-Nariño*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 2005.
- Freer, P., Muys, B., Bozzano, M., Drössler, L., Farrelly, N., Jactel, H., Korhonen, J., Minotta, G., Nijnik, M., y Orazio, C. (2019). *Plantation forests in Europe: challenges and opportunities* (Vol. 9, pp. 1-52). European Forest Institute.
- Gaillard, C. (2003). *Plantaciones Forestales: Oportunidades para el desarrollo sostenible*. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Ciudad de Guatemala.
- Galloway, G. (1986). *Guía sobre la repoblación forestal en la sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador.
- García, E., Sotomayor, A., Sila, S., y Valdebenito, G. (2000). *Establecimiento de plantaciones*. Santiago de Chile: Instituto Forestal-Fondo de Desarrollo e Innovación.
- Gardner, F., Pearce, R., Mitchell, R. (2003). *Physiology of crop plants*. Blackwell Publishing Company, Iowa.

- Gara, R., y Onore, G. (1989). *Entomología forestal, Proyecto Dinaf, Quito-Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Página 158-165.
- Goff, B. (2001). *Late Season Fertilization: Exciting New Development*. Pecan South.
- Gómez, M. L. y Toro, J. L. (2007). *Cedro negro. Boletín Técnico Biodiversidad: Manejo de las semillas y propagación de diez especies forestales del Bosque Andino*. Medellín. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia). 1:17 – 24.
- González, D., y Ordoñez, M. (2009). *Evaluación de ocho especies forestales plantadas en tres estadios de sucesión vegetal en la Estación Científica "San Francisco", provincia de Zamora Chinchipe (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 204p.
- González, E., y López, A. (2006). *Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca El Plantel*. Tesis Doctorado, Universidad Nacional Agraria, UNA
- Guerra, E. (2012). Bugueño, E. R. G. (2012). *Estudio de Factores que Incrementan la Rentabilidad de Plantaciones Pulpables de Eucalyptus globulus Labill. en Chile*. Tesis Doctorado, Universidad de Córdoba.
- Husch, B., Miller, C., y Beers, T. (1972). *Forest mensuration*.
- Kellison, R. (2002). *Forestry trends in transition*. In Proceedings of Symposium on Technical, Social and Economical Issues of Eucalyptus, University of Vigo, Pontevedra, Spain.
- Klepac, D. (1983). *Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales*. Universidad autónoma Chapingo.
- Lázaro, M., Velázquez, J., Vargas, J., Gómez, A., Álvarez, M., y López, M. (2012). *Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un latizal de Pinus patula Schl. et Cham*. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 18(1), 33-42.
- Lemus, G. (2004). *EL nogal en Chile*. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA.

- León, F. 1976. *Identificación y biología del barrenador del nogal (Juglans neotropica Diels.)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja, Ecuador. 73 p.
- Loewe Muñoz, V., y González Ortega, M. (2001). *Nogal común (Juglans regia): una alternativa para producir madera de alto valor*.
- López, F., y Gerrero, C. (1993). *Árboles nativos de la provincial de Loja*. Fundación Ecológica Arcoiris. Impresión M.C. offset. Loja, Ecuador.
- Luca, N. (2010). *Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento*.
- Macías, E. (2019). *Adaptación de cuatro procedencias de Switenia macrophylla King (Caoba) en el cantón Jipijapa, fase vivero*.
- Manrique, L. (1990). *Plant morphology of cassava during summer and winter*. Agronomy Journal, 82(5), 881-886.
- Márquez, L. (2020). *Evaluación del impacto ambiental de la urea en diferentes métodos de fertilización en palto, en el valle de Huanchay, provincia de Ocros, Áncash*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1555/TB-Márquez%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, B. (2013). *Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios*. Santiago de Chile, Chile.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants Second Edition Academic Press Edition London*.
- Mengel, K., y Kirkby, E. A. (1987). *Principles of plant nutrition*. Bern. International Potash Institute, 687-695.

- Miranda, D., y Chaves, B. (2006). *Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- Molina, F., del Valle, F., Fernández de AnaMagán, F., y Molina, B. (2003). *Guía de silvicultura, producción de madera de alto valor, el nogal*. Galicia, España: Asociación Forestal de Galicia.
- Montagnini, F. (2006). *¿Pueden las plantaciones forestales actuar como catalizadoras de la sucesión secundaria?* Revista forestal Kuru. Costa Rica.
- Mozo, T. (1972). *Algunas especies aptas para la reforestación en Colombia*. Editorial ABC Bogotá-Colombia.
- Municipio de Loja. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Loja: Municipio del Loja.
- Muñoz, Valencia, A. (1980). *Ensayos de germinación de algunas especies forestales de Colombia*. Colombia.
- Navarro, R., Campo, A., y Cortina, J. (2006). *Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta*.
- Orosco, A. (1991). *Latencia de las semillas, una interpretación desde el punto de vista de la fisiología ecológica*. Sociedad Botánica de México, 3-6.
- Ortega, H. (2007). *Estudio del ataque de *Gretchena garai* Miller en Nogal (*Juglans Neotropica* Diels) en plantación sola y asociada con cuatro especies forestales en dos sitios (Bachelor's thesis)*.
- Ospina C., Hernández R., Aristizabal, V., Patiño, J., Salazar, J. (2003). *El Cedro negro: una especie promisorio de la zona cafetera*. Colombia.

- Pérez, Mairena., y Zeledón E. (2004). *Manejo de rebrotes en plantaciones de Eucaliptus camaldulensis Dehnh, en tres comunidades del municipio de Telica, departamento de León.* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Pretell, J. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra nativa peruana.* Lima.
- Rave, S., Montenegro, M., y Molina, L. (2017). *Caída y descomposición de hojarasca de Juglans neotropica Diels (1906) (Juglandaceae) en un bosque montano andino, Pijao (Quindío), Colombia.* Actualidades Biológicas, 35(98), 1-11.
- Reynel, C., y Marcelo, J. (2009). *Arboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Manual de identificación de especies* (Vol. 9). Lima, Perú.
- Reyes, J., Gerding, V., y Thiers, O. (2012). *Controlled release fertilizers applied to Pinus radiata D. Don in Chile.* Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente, 18(3), 313-328.
- Rodríguez, M., y Vázquez, C. (1992). *La conservación de plantas en peligro de extinción a través de almacenamiento a largo plazo de semillas.*
- Rodríguez, F., y Córdoba, T. (2008). *Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción Nogal.* Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 5(13), 69-71.
- Rose, R., Haase, D., y Arellano, E. (2004). *Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación.* BOSQUE (valdivia), 25(2), 89-100.
- Ruiz J., y Romero L. (1999). *Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants.* Scientia Horticulturae 1283: 113-123.
- Ruiz, R. (2005). *Fertilización del nogal. 2. Diagnóstico y corrección.* Tierra Adentro.

- Sarango, A. (1987). *Taxonomía, Bioecología y Distribución del Barrenador del Nogal (Juglans neotropica Diels.) en la Provincia de Loja*. Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja. 54 pp.
- Schlichter, T., y Laclau, P. (1998). *Ecotono estepa-bosque y plantaciones forestales en la Patagonia norte*. Ecología Austral, 8(2), 285-296.
- Schlatter, J., y Gerding, V. (1985). *Deficiencia de Boro en Plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile II. Principales causas y corrección*. Bosque, 6(1), 32-43.
- Silva Valqui, G. (2017). *Metodología de escarificación para la producción de plantones de nogal (Juglans neotropica, Diels), en Rodríguez de Mendoza, Amazonas*.
- Shryock, B., Littke, K., Ciol, M., Briggs, D. y Harrison, R. (2014). *The effects of urea fertilization on carbon sequestration in Douglas-fir plantations of the coastal Pacific Northwest*. Forest Ecology and Management, 318, 341- 348.
- Smaill, S., Clinton, P. y Greenfield, L. (2008). *Nitrogen fertiliser effects on litter fall, FH layer and mineral soil characteristics in New Zealand Pinus radiata plantations*. Forest Ecology and Management, 256, 564-569.
- Sommer, S., Schjoerring, J., y Denmead, O. (2004). *Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops*. Advances in agronomy, 82(557622), 82008-4.
- Sosa, G., y Rodríguez, D. (2003). *Efecto de la calidad de planta en la supervivencia y crecimiento de Pinus patula en un área quemada*. Revista Chapingo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Sosa, M. (2001). *Crecimiento e incremento de la regeneración natural de Pinus tecote Schl et Cham en rodales localizados al Sureste de Coahuila y Sur de Nuevo León*. Tesis de grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila – México.

- Sotolongo, R, López, G, y Cobas, M. (2014). *Mejoramiento Genético Forestal*.
- Stone, D., Oh, S., Tripp, E., Ríos G, L. E., y Manos, P. S. (2009). *Natural history, distribution, phylogenetic relationships, and conservation of Central American black walnuts (*Juglans sect. Rhysocaryon*)*. The Journal of the Torrey Botanical Society, 1-25.
- Thiers, O., Reyes, J., Gerding, V., y Schlatter, J. (2014). *Suelos en ecosistemas forestales*. Ecología forestal. Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile, 133-178.
- Toro Vanegas, E., y Roldán Rojas, I. C. (2018). *Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas*. Madera y bosques, 24(1).
- Torres, J. (1983). *Contribución al conocimiento de las plantas tintoreas en Colombia*. INICIATUR Y COLCIENCIAS.
- Torres, C. (1996). *Grados de cobertura y fertilización en el establecimiento de plantaciones de roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y coigüe (*Nothofagus dombeyi*)*. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. 64 p.
- Trujillo, E. (1995). *Fisiología de la Germinación y Tratamientos Pregerminativos*. En PROSEFOR, Curso Nacional de Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. pp. 30-41. Costa Rica: Dirección General Forestal. pp.30-41.
- Trujillo, E. (2006). *Plantación forestal: Planeación para el éxito*. Revista El Mueble y la Madera (57), 21-29.
- Yamamoto, J., y Barra, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial en la provincia de oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Oxapampa: Pronaturaleza.

- Varela, S., y Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre-germinativos*. San Carlos de Bariloche: Serie Técnica: "Sistemas Forestales Integrados".
- Vásquez, G. (1996). *Análisis de sobrevivencia y crecimiento inicial del nogal (Juglans Neotropica Diels) en dos sistemas de plantación con fertilización empleando dos tipos de plantas*. Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Vidal, J., y Constantino, I. (1959). *Iniciación a la ciencia forestal* (No. SD371 V5).
- Villar, R., Ruiz, J., Quero, J., Poorter, H., Valladares, F., y Marañón, T. (2004). *Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas*. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 191-227.
- White, A., y Martin, A. (2002). *Who owns the world's forests*. *Forest Trends*, Washington, DC.
- Wunder, S. (2001). *Poverty alleviation and tropical forests—what scope for synergies?*. *World development*, 29(11), 1817-1833.
- WWF. (2018). World Wide Fund for Nature. *Las plantaciones forestales no son bosques naturales, pero los protegen*. <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=324470>

11. ANEXOS

Anexo 1

Imágenes del proceso en campo



Traslado de plantas



Toma de pH y humedad del suelo



Etiqueta de la procedencia El Tundo



Etiqueta de la procedencia La Victoria



Disolución del fertilizante en agua



Coronamiento de los individuos



Medición de las variables dasométricas



Toma de datos de las variables dasométricas



Ápice de planta atacada por el barrenador



Barrenador capturado saliendo del tallo



Bifurcación provocada por ataque de barrenador



Rebrote del nogal luego de perder todas las hojas

Anexo 2

ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en diámetro de las procedencias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI.D%	6	0,06	0,00	69,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	118,19	1	118,19	0,24	0,6528
Procedencia	118,19	1	118,19	0,24	0,6528
Error	2007,35	4	501,84		
Total	2125,54	5			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=50,78402

Error: 501,8379 gl: 4

Procedencia	Medias	n	E.E.
P2. El Tundo	36,88	3	12,93 A
P1. La Victoria	28,00	3	12,93 A

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

Anexo 3

ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en diámetro de los tratamientos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI.D%	27	0,08	0,00	77,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	847,60	8	105,95	0,20	0,9880
Tratamiento	847,60	8	105,95	0,20	0,9880
Error	9756,57	18	542,03		
Total	10604,18	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=66,60606

Error: 542,0319 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T8	41,38	3	13,44 A
T3	35,04	3	13,44 A
T6	31,85	3	13,44 A
T7	31,37	3	13,44 A
T4	31,22	3	13,44 A
T0	29,49	3	13,44 A
T5	24,05	3	13,44 A
T1	24,02	3	13,44 A
T2	22,96	3	13,44 A

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

Anexo 4

ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en altura de las procedencias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI.A%	6	0,58	0,47	43,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1740,81	1	1740,81	5,44	0,0801
Procedencia	1740,81	1	1740,81	5,44	0,0801
Error	1280,30	4	320,07		
Total	3021,10	5			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=40,55743

Error: 320,0738 gl: 4

Procedencia	Medias	n	E.E.
P2. El Tundo	58,01	3	10,33 A
P1. La Victoria	23,95	3	10,33 A

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

Anexo 5

ANOVA y TUKEY del porcentaje de incremento en altura de los tratamientos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PI.A%	27	0,13	0,00	70,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1457,24	8	182,15	0,32	0,9459
Tratamiento	1457,24	8	182,15	0,32	0,9459
Error	10111,05	18	561,72		
Total	11568,29	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=67,80524

Error: 561,7250 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T7	49,71	3	13,68 A
T4	38,55	3	13,68 A
T3	37,04	3	13,68 A
T8	35,73	3	13,68 A
T1	33,10	3	13,68 A
T0	31,43	3	13,68 A
T6	30,06	3	13,68 A
T2	25,92	3	13,68 A
T5	23,14	3	13,68 A

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

Anexo 6

ANOVA y TUKEY del crecimiento en diámetro entre procedencias

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cr.D	6	0,05	0,00	70,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	0,22	0,6637
Procedencia	0,01	1	0,01	0,22	0,6637
Error	0,16	4	0,04		
Total	0,17	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45415

Error: 0,0401 gl: 4

Procedencia	Medias	n	E.E.
El Tundo	0,32	3	0,12 A
La Victoria	0,25	3	0,12 A

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

Anexo 7

ANOVA y TUKEY del crecimiento en diámetro entre tratamientos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecimiento diametral (cm) ..	27	0,07	0,00	78,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,06	8	0,01	0,17	0,9925
Tratamiento	0,06	8	0,01	0,17	0,9925
Error	0,79	18	0,04		
Total	0,85	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,59909

Error: 0,0439 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T8	0,35	3	0,12 A
T3	0,32	3	0,12 A
T6	0,29	3	0,12 A
T7	0,28	3	0,12 A
T4	0,27	3	0,12 A
T0	0,26	3	0,12 A
T2	0,22	3	0,12 A
T5	0,21	3	0,12 A
T1	0,21	3	0,12 A

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

Anexo 8

ANOVA y TUKEY del crecimiento en altura entre procedencias

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cr. Altura	6	0,51	0,38	40,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	1	0,01	4,10	0,1127
Procedencia	0,01	1	0,01	4,10	0,1127
Error	0,01	4	3,2E-03		
Total	0,03	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12790

Error: 0,0032 gl: 4

Procedencia Medias n E.E.

El Tundo 0,19 3 0,03 A

La Victoria 0,09 3 0,03 A

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

Anexo 9

ANOVA y TUKEY del crecimiento en altura entre tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecimiento en altura (m)	27	0,12	0,00	67,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	8	2,1E-03	0,30	0,9551
Tratamiento	0,02	8	2,1E-03	0,30	0,9551
Error	0,12	18	0,01		
Total	0,14	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23796

Error: 0,0069 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

T7 0,18 3 0,05 A

T4 0,13 3 0,05 A

T3 0,13 3 0,05 A

T8 0,13 3 0,05 A

T1 0,12 3 0,05 A

T0 0,11 3 0,05 A

T6 0,11 3 0,05 A

T2 0,10 3 0,05 A

T5 0,08 3 0,05 A

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

Anexo 10

ANOVA y TUKEY del diámetro al primer año de evaluación por procedencia

Diámetro (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (mm)	263	4,9E-03	1,1E-03	27,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,24	1	13,24	1,28	0,2587
Procedencia	13,24	1	13,24	1,28	0,2587
Error	2696,69	261	10,33		
Total	2709,93	262			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77916

Error: 10,3321 gl: 261

Procedencia	Medias	n	E.E.
P2	11,80	139	0,27 A
P1	11,35	124	0,29 A

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

Anexo 11

ANOVA y TUKEY de la altura al primer año de evaluación por procedencia

Altura (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	263	1,3E-03	0,00	33,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	86,65	1	86,65	0,33	0,5681
Procedencia	86,65	1	86,65	0,33	0,5681
Error	69230,16	261	265,25		
Total	69316,81	262			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,94785

Error: 265,2497 gl: 261

Procedencia	Medias	n	E.E.
P2	49,29	139	1,38 A
P1	48,14	124	1,46 A

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

Anexo 12

ANOVA y TUKEY del diámetro al primer año de evaluación por tratamiento

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Diámetro (mm)	263	0,04	0,01	27,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	119,77	8	14,97	1,47	0,1692
Tratamiento	119,77	8	14,97	1,47	0,1692
Error	2590,16	254	10,20		
Total	2709,93	262			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,66323

Error: 10,1975 gl: 254

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	12,54	27	0,61	A
T8	12,34	25	0,64	A
T7	12,19	26	0,63	A
T6	12,09	28	0,60	A
T2	11,79	27	0,61	A
T4	11,68	23	0,67	A
T1	10,91	29	0,59	A
T0	10,89	52	0,44	A
T5	10,62	26	0,63	A

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

Anexo 13

ANOVA y TUKEY de la altura al primer año de evaluación por tratamiento

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Altura (cm)	263	0,02	0,00	33,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1431,34	8	178,92	0,67	0,7183
Tratamiento	1431,34	8	178,92	0,67	0,7183
Error	67885,47	254	267,27		
Total	69316,81	262			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,63435

Error: 267,2656 gl: 254

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T7	52,94	26	3,21	A
T4	50,22	23	3,41	A
T3	50,15	27	3,15	A
T2	49,85	27	3,15	A
T1	49,78	29	3,04	A
T8	48,88	25	3,27	A
T6	48,61	28	3,09	A
T0	46,32	52	2,27	A
T5	44,37	26	3,21	A

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

Anexo 14

ANOVA y TUKEY del diámetro(mm) en las plántulas de *Juglans neotropica* Diels de la procedencia La Victoria por cada tratamientos

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Diámetro (mm)	124	0,12	0,06	24,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,04	8	14,38	1,90	0,0672
Tratamiento	115,04	8	14,38	1,90	0,0672
Error	872,44	115	7,59		
Total	987,48	123			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,43439

Error: 7,5865 gl: 115

Tratamiento Medias n E.E.

T8	13,14	12	0,80	A
T7	12,90	11	0,83	A
T6	11,78	13	0,76	A
T4	11,75	12	0,80	A
T3	11,17	10	0,87	A
T2	11,14	13	0,76	A
T5	11,10	12	0,80	A
T1	10,74	15	0,71	A
T0	10,13	26	0,54	A

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

Anexo 15

ANOVA y TUKEY del diámetro(mm) en las plántulas de *Juglans neotropica* Diels de la procedencia El Tundo por cada tratamientos

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Diámetro (mm)	139	0,06	0,00	29,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	95,01	8	11,88	0,96	0,4730
Tratamiento	95,01	8	11,88	0,96	0,4730
Error	1614,19	130	12,42		
Total	1709,21	138			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,04202

Error: 12,4169 gl: 130

Tratamiento Medias n E.E.

T3	13,36	17	0,85	A
T2	12,39	14	0,94	A
T6	12,37	15	0,91	A
T7	11,67	15	0,91	A
T0	11,65	26	0,69	A
T4	11,61	11	1,06	A
T8	11,61	13	0,98	A
T1	11,09	14	0,94	A
T5	10,21	14	0,94	A

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

Anexo 16

Altura (cm) en las plántulas de la procedencia La Victoria en los tratamientos

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Altura (cm)	124	0,05	0,00	31,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1402,93	8	175,37	0,74	0,6546
Tratamiento	1402,93	8	175,37	0,74	0,6546
Error	27192,25	115	236,45		
Total	28595,17	123			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,17356

Error: 236,4543 gl: 115

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	54,84	15	3,97 A
T2	51,69	13	4,26 A
T6	50,23	13	4,26 A
T7	48,32	11	4,64 A
T5	46,79	12	4,44 A
T8	46,17	12	4,44 A
T0	46,02	26	3,02 A
T3	45,60	10	4,86 A
T4	43,50	12	4,44 A

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

Anexo 17

Altura (cm) en las plántulas de la procedencia El Tundo en los tratamientos

Variable	N	R ^s	R ^s Aj	CV
Altura (cm)	139	0,08	0,02	34,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3060,54	8	382,57	1,32	0,2373
Tratamiento	3060,54	8	382,57	1,32	0,2373
Error	37574,45	130	289,03		
Total	40634,99	138			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,50144

Error: 289,0342 gl: 130

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	57,55	11	5,13 A
T7	56,33	15	4,39 A
T3	52,82	17	4,12 A
T8	51,38	13	4,72 A
T2	48,14	14	4,54 A
T6	47,20	15	4,39 A
T0	46,62	26	3,33 A
T1	44,36	14	4,54 A
T5	42,29	14	4,54 A

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

Anexo 18

Certificado de traducción

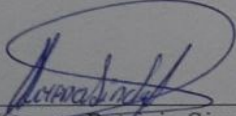
Loja, 12 de agosto de 2022

CERTIFICADO DE TRADUCCION

Lorena Patricia Sinche Salinas con número de cédula 1104990450, Magister en Enseñanza del idioma inglés como Lengua Extranjera, con registro de la SENESCYT número 1021-2021-2363754.

CERTIFICO

Haber realizado la traducción textual correspondiente al resumen del trabajo de titulación: "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.", de autoría de César Gustavo Reátegui Ramón, con número de Cédula: 1104804248. Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, facultando al portador el presente documento para el trámite correspondiente.



Mg. Lorena Patricia Sinche Salinas
Cédula: 1104990455
E-mail: lory.sinche@gmail.com