



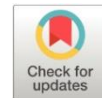


Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en la etapa de vivero

Anhydrous biomass in seedlings of Juglans neotropica Diels, in the nursery stage

- ¹ Raúl Armando Ramos Veintimilla  <https://orcid.org/0000-0001-5181-1039>
Docente, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba-Ecuador.
raul.ramos@epoch.edu.ec
- ² Roy Vera Vélez  <https://orcid.org/0000-0002-4716-4390>
Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan. 51 Campus Drive, Saskatoon, SK. S7N 5A8-Canada
roy.vera@usask.ca
- ³ Jorge Eduardo Grijalva Olmedo  <https://orcid.org/0000-0001-8301-531X>
Docente, Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador
jgrijalva@uce.edu.ec
- ⁴ Mario Rolando Ramos Veintimilla  <https://orcid.org/0000-0003-2264-2808>
Investigador Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Ecuador.
mario.ramos@iniap.gob.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/07/2021

Revisado: 25/08/2021

Aceptado: 01/09/2021

Publicado: 22/09/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.2.280>

Cítese:

Ramos Veintimilla, R. A., Vera Vélez, R., Grijalva Olmedo, J. E., & Ramos Veintimilla, M. R. (2022). Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en la etapa de vivero. AlfaPublicaciones, 4(3.2), 97–114. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.2.280>



ALFA PUBLICACIONES, es una Revista Multidisciplinar, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia **Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International**. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Biomasa,
vivero,
disoluciones
nutritivas,
variables
morfométricas.

Keywords:

biomass, tree
nursery,
nutrient
solutions,
morphometric
variables

Resumen

Introducción. *Juglans neotropica* Diels, especie neotropical, originaria de Sudamérica, nativa de los Andes y se encuentra de manera natural desde el noroeste de Venezuela, norte y sur de Colombia y Ecuador. Especie de alto valor comercial, con escasos estudios sobre sus parámetros de crecimiento y producción de biomasa, y en peligro de extinción. **Objetivo.** Determinar la biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, como un indicador de respuesta a la aplicación de disoluciones nutritivas con base en NPK en la etapa de vivero. **Metodología.** La presente investigación se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, altitud de 2820 msnm, ubicada en la sierra centro de Ecuador, donde se aplicó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados con 8 tratamientos. Analizamos la variación de la biomasa seca total por planta y por órgano. Se utilizó un modelo lineal mixto con la función *lmer* en la librería *lme4*. El análisis se realizó en R Statistical Software. **Resultados.** Existe un efecto incidente para la aplicación de N sobre la mayoría de las variables de crecimiento temprano estudiadas, debido a que de los promedios de la muestra en todas las variables son mayores a los experimentados por los tratamientos control. La biomasa anhidra de plántulas de *J. neotropica* y las variables biométricas evaluadas en la etapa de vivero intuyen la presencia de una relación positiva entre ellas que puede usarse como proxy. Complementariamente, se puede indicar que la distribución de la biomasa en la planta se encuentra mayormente concentrada en las raíces, seguido por los tallos y finalmente las hojas. **Conclusiones.** *Juglans neotropica* responde positivamente a la fertilización con N en la etapa de vivero, dado que la biomasa anhidra y la mayoría de las variables de crecimiento temprano, experimentaron los mejores promedios en los tratamientos con dicho nutrimento, en contraste a los tratamientos que no recibieron.

Abstract

Introduction. *Juglans neotropica* Diels is a neotropical native species in the Andes of South America. The natural habitat ranges from northwestern Venezuela, across Colombia, to the south of Ecuador. *J. neotropica* has a high market value, categorized as endangered species, yet growth parameters and biomass production are unknown. **Objective.** We aim to determine the anhydrous

biomass in *Juglans neotropics* Diel's seedlings as an indicator of the response to applying nutrient solutions based on NPK in the nursery stage. **Methodology.** This work was conducted in the tree nursery at the College of Natural Resources at the ESPOCH. The tree nursery is located at an elevation of 2820 m.a.s.l., in the central highlands of Ecuador. We implemented a completely randomized block design with eight nutrient combinations of NPK. We analyzed the variation of the total dry biomass per plant and per plant section with a linear mixed model in R Statistical Software. **Results.** There is an incident effect of the application of N on biomass. The anhydrous biomass of *J. neotropica* seedlings and the biometric variables evaluated in the tree nursery suggest a positive relationship that could be used as a proxy. Additionally, the plant's biomass distribution is primarily concentrated in the roots, followed by the stems and leaves. **Conclusions.** *J. neotropica* responds positively to N fertilization in the nursery stage, given that the anhydrous biomass and most early growth variables experienced greater growth yield and biomass than under the absence of nutrients.

Introducción

Estudios fósiles y anatómicos de la madera, han determinado al género *Enghelardia*, dentro de la familia Juglandacea, e intuye como el origen evolutivo del resto de su progenie, compuesto por *Alfaroa*, *Pterocarya*, *Carya* y *Juglans* (Toro & Roldan, 2018).

En el continente asiático el género *Juglans* ha sido comunicado desde hace 56 millones de años, desde donde se diversificaron otras especies por el estrecho de Bering hacia el continente americano. Hace 23 millones de años se conoció el resto de las nueces de América, en donde se han encontrado rasgos similares, aunque con diferencias taxonómicas en sus flores y en la madera (radios más heterocelulares, vasos y poros más grandes a medida que se avanza de norte a sur). Entre estas especies están *J. boliviana* (Bolivia), *J. australis* (Argentina) y *J. neotropica* (Colombia), Perú y Ecuador) (Azas, 2016; Valverde, 2016).

Nieto & Rodríguez (2010), manifiestan que *J. neotropica* es una especie forestal nativa de los Andes y se encuentra distribuida en varias formaciones del Bosque Montano Bajo.

En el Ecuador se la conoce como tocte o nogal, se encuentra distribuido hacia la cordillera oriental entre los 1600 y 2700 m.s.n.m.

Varios autores, entre ellos: Díaz & Rivera (2007), Gómez & Toro (2007), Ortega (2007), Chusquillo (2014) y Azas (2016), manifiestan que *J. neotropica* es una especie de gran importancia socioeconómica debido a que es considerada una especie de madera fina apetecida en el mercado, además de sus frutos que son utilizados para la repostería, también son reconocidos debido a las propiedades medicinales que poseen sus hojas; además, han sido utilizados para recuperar suelos degradados por minería, ganadería u otros tipos de erosión, como para enriquecimiento de bosques secundarios, ornamental en zonas urbanas amplias; como especie de sombrío en potreros y café de altura, protectora de fuentes de agua y hábitat y alimento de la fauna silvestre, como fuente de obtención de la juglona (molécula ictiotóxica y fungistática) y como fuente de tintes o colorantes.

El 52% de sus poblaciones ha tenido sobreexplotación maderera, sin ningún manejo técnico, lo que ha afectado su regeneración natural (Gómez et al., 2013), y de momento es una especie que ha sido clasificada en peligro de extinción en la zona andina (Romero, 2018; Gallagher, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020; GBIF Secretariat, 2021).

Por otra parte, la literatura disponible sobre la nutrición de plántulas de *J. neotropica* en vivero es muy limitada, y se ha observado que los viveristas requieren largos períodos de tiempo en vivero para producir plantas con características adecuadas para ser plantadas en sitio definitivo.

Pérez & Rodríguez (2016), manifiestan que existen diversos factores que influyen en la producción de plantines de calidad, entre ellos: la calidad de las semillas y el método de cultivo (sustrato, envase, riego, localización del cultivo, etc.); pero a su vez uno de los más determinantes para la calidad del material vegetal en vivero, es la nutrición (Hartmann et al., 2011); por ello la fertilización es la práctica de manejo más importante utilizada en la producción intensiva de plantas para modificar positivamente la aptitud y el crecimiento de los plantines (Buamscha et al., 2012).

Oliet et al. (2005), indican que, algunos especialistas en viveros consideran que la fertilización temprana no es necesaria en el caso de especies forestales, para el establecimiento y el crecimiento inicial, la implementación de esta práctica en ciertos casos podría afectar el desarrollo inicial de las raíces de las plántulas, además de mejorar el enraizamiento después del trasplante y su capacidad de crecimiento y de aumentar la resistencia a distintos estreses bióticos y abióticos.

Existen indicadores que permiten determinar la calidad de las plántulas, de manera fácil en producción intensiva de especies forestales por sus características morfológicas y fisiológicas como ser la altura, diámetro del cuello de la raíz y el peso seco total (Grossnickle, 2012). Estas variables, correlacionadas a través de índices, describen las principales características que tiene la planta producida en cada vivero (Orozco et al., 2011).

Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica y la denominamos biomasa. Ritchie et al. (2008), reportan que la Biomasa correlaciona positivamente con la supervivencia y crecimiento de muchas especies, se utiliza principalmente la biomasa anhidra (total, aérea, subterránea) y en menor proporción se utiliza la biomasa en verde.

Para determinar la biomasa anhidra se realiza un muestreo de la plántula por tipo de órgano, se registra el peso fresco y se procede a secar la muestra en el horno /estufa a 105°C hasta peso constante, los pesos se deben realizar en una balanza electrónica de precisión 0,01 g.

En éste contexto, nuestra investigación pretendió determinar la biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, como un indicador de respuesta a la aplicación de disoluciones nutritivas con base en NPK en la etapa de vivero, que ayuda con información para la generación de protocolos de producción sostenible de plantulas, misma que servirá para los diferentes programas de restauración y repoblación con esta especie de importancia socioeconómica que desarrollarán la presente y futuras generaciones.

Metodología

La presente investigación se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo a una latitud de 01°30'S, longitud de 78°40'W 586 y altitud de 2820 msnm, en la sierra centro de la República del Ecuador, el sitio del estudio corresponde a la zona de vida estepa Espinosa Montano Bajo (eEMB) (Guambo et al., 2019).

Esta investigación forma parte de un trabajo de prácticas preprofesionales titulado “Evaluación preliminar del efecto de dosis de soluciones nutritivas sobre el crecimiento de *Juglans neotropica*, en la etapa de vivero” realizado por la estudiante Fátima Yadira Tierra Guevara, entre el segundo semestre del 2017 e inicios del 2018 del cual fui su tutor director.

Metodológicamente la investigación ejecutada correspondió a: Diseño experimental de tipo cuasiexperimental y nivel de tratamientos múltiples, como se detalla a continuación:

Los tratamientos corresponden a diferentes combinaciones de concentraciones de N, P K, mediante soluciones nutritivas, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos en estudio

No.	Identificación	Descripción
1	JSN1	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 0, 100P, 100 K
2	JSN2	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 25N, 100 P, 100 K
3	JSN3	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 50 N, 100P, 100 K
4	JSN4	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 50 N, 0 P, 100 K
5	JSN5	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 50 N, 50 P, 100 K
6	JSN6	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 50 N, 100 P, 0 K
7	JSN7	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 50 N, 100 P, 50 K
8	JSN8	<i>J. neotropica</i> suministrado ppm: 0 N, 0 P, 0 K (Testigo)

Nota: J= *Juglans*; SN= Solución nutritiva; N = ppm de Nitrógeno; P= ppm de Fósforo y K= ppm de Potasio

Fuente: Tierra (2018)

El ensayo de biomasa anhidra se ejecutó con un total de 8 tratamientos, la unidad observacional fue la planta, el número de observaciones por tratamiento fue n=10, el número de bloques fueron 3; por lo que, el número total de unidades observacionales fueron 240 plantas (8x10x3).

Preparación de sustrato para el repique

Para realizar la evaluación del efecto de las disoluciones nutritivas, se preparó un sustrato con base en una mezcla de tierra negra y arena de río en proporción 1:1, es decir 50% de tierra negra y 50% de arena, mismo que se colocó en macetas/contenedores de 2000 cm³; de éste sustrato se tomaron tres muestras para llevar al laboratorio de riegos y determinar la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, información importante para planificar las frecuencias de riego y preparar las soluciones para cada fertirrigación (Tierra, 2018).

Riego y repique

Una vez preparado el sustrato se aplicó un riego general hasta llegar a capacidad de campo y al día siguiente se realizó el repique de las plántulas a las macetas, cuidando de que la raíz principal quede perpendicular, sacar las bolsas de aire del sustrato y que el nivel del sustrato alcance hasta el cuello de la raíz de la plántula. Una vez realizado el repique inmediatamente se dio un primer fertirriego aplicando las soluciones a las plántulas de

acuerdo con los tratamientos/dosis en evaluación. El repique se desarrolló a los 60 días de la siembra y los riegos posteriores fueron con base en las condiciones climáticas (evaporación) del sitio de estudio (Tierra, 2018).

Preparación y manejo de soluciones nutritivas con base en NPK

La preparación de las soluciones nutritivas de los siete tratamientos se desarrolló siguiendo el protocolo propuesto por De Rijck & Schrevens (1998). Quien menciona que en el proceso de preparación de soluciones nutritivas para ser aplicadas en fertirrigación, los fertilizantes se añaden uno a uno al agua, en las cantidades requeridas, con base en la planificación del estudio.

Para la preparación de 5 litros de solución madre se procedió de la siguiente manera: *i)* Pesamos los fertilizantes de acuerdo con cada tratamiento a preparar, *ii)* Se agregó 500 ml de agua a cada envase que contiene el fertilizante, removemos hasta disolver. *iii)* En los compuestos que contenían ácido fosfórico, éste se disolvió en agua, de manera individual como se detalla en la tabla 2 (Tierra, 2018).

Tabla 2

Proceso de preparación de las soluciones nutritiva a evaluar

Soluciones	N	P ppm	K	Detalle del proceso de preparación
Solución 1	0	100	100	1) Pesamos 176.6 g de Fosfato mono potásico y en un recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua. 2) Tomamos 21.7 ml de ácido orto fosfórico H ₃ PO y en un recipiente (2) diluimos en el 20% de solución a preparar luego colocamos en el resto de agua.
Solución 2	25	100	100	1) Pesamos 96.2 g de Nitrato de Potasio, 52g Fosfato Mono potásico y en un recipiente (1) diluir en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua. 2) Tomamos 83.65ml de ácido orto fosfórico H ₃ PO y en un recipiente (2) diluimos en 20% de solución a preparar luego colocamos en el resto de agua.
Solución 3	50	100	100	1) Pesamos 73.5 g Nitrato de Amonio, 176.5 g de Fosfato Mono potásico y en recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua. 2) Tomamos 21.7 ml de ácido orto fosfórico H ₃ PO y en un recipiente (2) diluimos en 20% de solución a preparar luego colocamos en el resto de agua.
Solución 4	50	0	100	Pesamos 21.4 g Nitrato de Amonio, 136.4 g fosfato mono potásico y en un recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua.
Solución 5	50	50	100	Pesamos 54 g Nitrato de Amonio, 110.1g fosfato mono potásico, 51.3 g de Nitrato de Potasio y en un recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua.

Tabla 2

Proceso de preparación de las soluciones nutritiva a evaluar (continuación)

Soluciones	N	P	K	Detalle del proceso de preparación
	ppm			
Solución 6	50	100	0	Pesamos 13.62 g Fosfato Nitrato de amonio, 185.2 g fosfato mono amónico, y en un recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua.
Solución 7	50	100	50	1) Pesamos 73.50 g de Nitrato de Amonio, 88.5 g de fosfato Mono potásico y en un recipiente (1) diluimos en el 20% de la solución a preparar luego colocamos en el resto del agua. 2) Tomamos 65.6 ml de ácido orto fosfórico H ₃ PO y en un recipiente (2) diluimos en 20% de solución a preparar luego colocamos en el resto de agua.
Solución 8	0	0	0	Agua pura (testigo)

Fuente: Tierra (2018)

Fertiirrigación en el ensayo

Tierra (2018), indica que en el proceso de la fertirrigación del ensayo se utilizó una solución testigo, compuesta por agua purificada (tratamiento 8), y siete soluciones nutritivas compuestas por la solución madre correspondiente y agua purificada, en cada aplicación se colocó una relación de dilución 100:1 (solución nutritiva: solución madre).

Con el propósito de conservar la capacidad de campo en el sustrato utilizado en el experimento, la reposición de dicha humedad se realizó con la solución nutritiva respectiva para cada tratamiento, que su cantidad dependía de la evaporación experimentada en el área del ensayo durante el tiempo de intervalo entre las aplicaciones/fertirriegos. Para determinar la cantidad requerida de solución nutritiva por aplicación/fertirriego y por maceta se realizó la siguiente relación: 1mm de agua evaporada = 1litro/m² = 10 m³/ha; 1000 ml/m²; 28 ml/0,03 m², que es la relación del área de cada maceta (Tierra, 2018).

Previo a la fertirrigación se controló el pH de las soluciones nutritivas, dicho pH debía estar en 5.5 a 6, esta actividad se realizó cada dos días (Tierra, 2018).

Variables evaluadas

La respuesta de *J. neotropica* al efecto de la aplicación de soluciones nutritivas con base en NPK en vivero, se estudió con base en el registro de variables de crecimiento dasométrico temprano, como son: *altura total de planta (cm)*. - variable que se tomó con la ayuda de una regla graduada en cm y tomando como referencia el nivel de la maceta, para lo cual se colocó una regla horizontal a nivel del contenedor y a partir de este punto se registró la altura de la planta hasta la yema terminal.

Diámetro a la base de la planta o cuello de la planta (DAC). - se realizó registrando una marca horizontal, con pintura, a 2 cm del nivel del suelo, donde se tomó el diámetro con la ayuda de una forcípula electrónica en una escala en mm, estas variables se registraron cada 10 días, durante el periodo de evaluación del ensayo, para el propósito de este artículo se presentan los datos finales del período de estudio (60 días).

Biomasa por planta.- Para medir la biomasa total mediante muestreo destructivo, se extrajeron tres plantas de cada tratamiento, se separaron los tejidos por componente (raíz, tallo y hojas), de cada una de las plantas y tratamientos en estudio, en el caso de la raíz se separó cuidadosamente el suelo de la raíz, con la ayuda de una bandeja plástica y agua, finalmente se utilizó un tamiz de 2 mm para separar las raíces del suelo y se dejó en reposo sobre un papel toalla durante 10 minutos para retirar el agua de dicho órgano; posteriormente se etiquetaron cada una de las muestras, se colocaron en bolsas de papel que se conocía previamente el peso de la bolsa y se llevó al laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales para registrar su peso fresco, introducir a una estufa a 60 ° C, dejar en ella hasta que las muestras hayan perdido el agua en su totalidad y se encuentren en peso constante; finalmente se registró el peso seco de cada una de las muestras en estudio. Los pesos se registraron con la ayuda de una balanza de precisión a 0,01 g.

Análisis estadístico

Con la información registrada se construyó una base de datos en Excel y se realizaron las aplicaciones de fórmulas respectivas para conocer la biomasa anhidra por cada uno de los órganos y por sumatoria se obtiene la biomasa anhidra total por repetición/observación y tratamiento/solución nutritiva.

En este experimento, nosotros analizamos la variación de la biomasa seca total por planta y la biomasa en tallos, hojas y raíces en *Juglans neotropica* Diels por cada solución nutritiva aplicada en la etapa de vivero. Se utilizó un modelo lineal mixto con la función *lmer* en la librería *lme4* (Bates et al., 2015). La librería *lmerTest* (Kuznetsova et al., 2017), fue incluida para obtener los *p-values* en un análisis de varianza tipo III. La parte fija del modelo incluyó biomasa seca total por planta y la biomasa en tallos, hojas y raíces, las soluciones nutritivas y las interacciones entre ellos. La sección aleatoria estuvo comprendida por las repeticiones/bloques para evitar inconvenientes con la falta de independencia espacial entre las repeticiones. El modelo lineal mixto fue visualmente chequeado para normalidad y homogeneidad de la varianza a través de gráficas elaboradas con los residuos del modelo frente a los valores ajustados. El análisis en general se realizó en R Statistical Software (R. Core Team, 2021).

Resultados y discusión

El resumen de los parámetros obtenidos en este experimento se muestra en la tabla 3, donde se puede observar ciertas tendencias interesantes en las variables estudiadas, En el período evaluado se puede observar que existe un efecto incidente para la aplicación de N sobre la mayoría de las variables de crecimiento temprano estudiadas, debido a los promedios de la muestra en todas las variables son mayores a los experimentados por los tratamientos control (S8) y Solución S1 que no recibió dicho elemento en las fertirrigaciones.

No se observa diferencias importantes en el comportamiento de las variables evaluadas por efecto del K y con el P al parecer existen limitaciones en sus variables de crecimiento. Por otra parte, se puede indicar que la biomasa y las variables biométricas evaluadas intuyen la presencia de una relación positiva entre ellas.

Tabla 3

Soluciones nutritivas y respuesta de plántulas de Juglans neotropica

Soluciones nutritivas	N	P	K	Altura de planta (cm)	Diámetro de planta (mm)	Biomasa seca total (g)	Biomasa seca hojas (g)	Biomasa seca tallo (g)	Biomasa seca raíz (g)
S1	0	100	100	28.33 ±2.25	10.20 ±0.98	38.28 ±1.37	9.82 ±0.14	11.58 ±1.01	16.88 ±1.75
S2	25	100	100	35.40 ±3.92	9.86 ±0.55	43.03 ±2.25	10.37 ±0.44	13.50 ±1.86	19.14 ±0.81
S3	50	100	100	37.76 ±5.01	10.56 ±0.81	45.92 ±3.21	13.51 ±2.34	13.40 ±0.61	19.01 ±0.90
S4	50	0	100	40.33 ±5.11	10.63 ±0.32	50.02 ±3.12	14.54 ±0.51	14.08 ±1.25	21.39 ±2.32
S5	50	50	100	38.73 ±1.16	10.66 ±0.76	45.09 ±2.74	11.96 ±2.26	13.28 ±1.37	19.84 ±0.45
S6	50	100	0	39.23 ±3.76	10.90 ±1.65	48.85 ±2.52	14.22 ±1.90	14.64 ±1.05	19.99 ±2.43
S7	50	100	50	41.16 ±6.37	11.13 ±2.75	45.36 ±6.12	11.84 ±0.79	14.40 ±1.49	19.11 ±4.29
S8	0	0	0	32.26 ±2.41	8.50 ±0.50	36.73 ±1.71	10.35 ±0.58	10.81 ±0.25	15.56 ±0.91

Nota: El cuadro muestra los valores promedio y la desviación estándar de la altura de planta, diámetro a la base del tallo, biomasa seca total y por componente (hojas, tallo y raíz) de J. neotropica a diferentes soluciones de NPK en etapa de vivero.

Tanto la biomasa seca total y por secciones de las plantas presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.0001$) por efecto de la aplicación de las soluciones nutritivas a Juglans neotropica en la etapa de vivero como se muestra en la tabla 4. No existió interacción entre las diferentes soluciones nutritivas con las secciones de las plantas (tallo, hoja y raíz). Esto sugiere que la distribución de los nutrientes para la formación de la biomasa aérea y subterránea en las plantas no depende de las soluciones

nutritivas aplicadas en vivero, y más bien podría deberse a una regulación fisiológica propia de la especie.

Tabla 4

Análisis estadísticos del comportamiento de J. neotropica a soluciones de NPK

Factores fijos	gl	F value	Pr (>F)
Solución nutritiva (SN)	2	121.29	<0.0001
Estructura de la planta ¹ (EP)	7	8.34	<0.0001
SN * EP	14	0.75	0.7097
Factores aleatorios		Varianza	Desv. Est.
Réplicas		0.00	0.00
Residuos		2.67	1.61

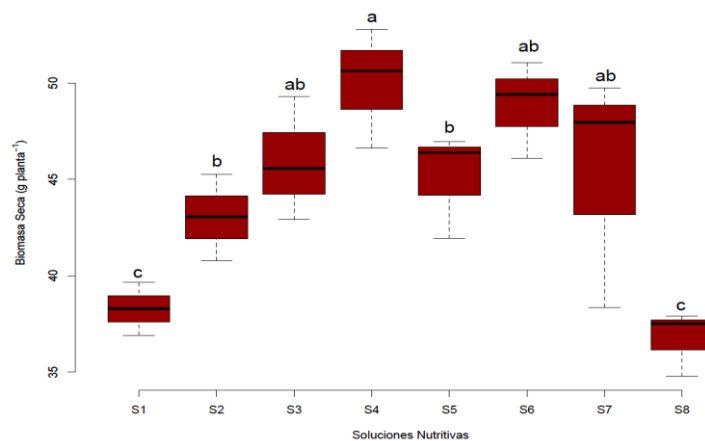
Códigos de la significancia: 0.0001 ‘****’ 0.001 ‘***’ 0.01 ‘**’ 0.05 ‘.’

Nota: El cuadro muestra los parámetros estadísticos resultantes en el modelo lineal mixto del comportamiento de J. neotrópica a diferentes soluciones de NPK en etapa de vivero

En la figura 1 se observa una interesante respuesta de las plantas de J. neotropica a una mayor dosis de nitrógeno en la solución nutritiva, ya que presenta un incremento sostenido en la biomasa total de las plantas sus promedios en gplanta-1 están entre 45.92 ± 3.21 y 50.02 ± 3.12 ; mientras que una menor concentración de N tiende también a disminuir el contenido de biomasa a 34.03 ± 2.25 con 25 ppm de N y entre 36.73 ± 1.71 y 38.28 ± 1.37 g planta-1 los tratamientos que no recibieron dicho nutrimento. Por otro lado, la fertilización con dosis altas de fósforo y potasio parece tener resultados negativos.

Figura 1

Biomasa seca total de plántulas de Juglans neotropica

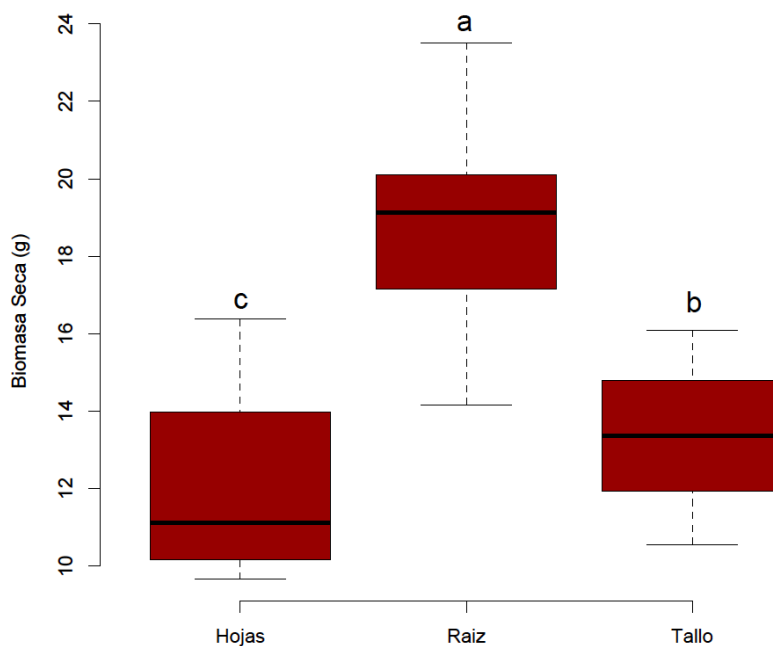


Nota: Los datos corresponden a g planta⁻¹ en las diferentes soluciones nutritivas estudiadas

Por otra parte, al realizar un análisis de la distribución de la biomasa de *J. neotropica* por componente, en este período de evaluación se encuentra que la biomasa esta mayormente concentrada en las raíces de las plantas con un porcentaje alrededor del 40 al 44 %, seguido por los tallos entre 29 y 31% y finalmente las hojas entre el 24 y 29 %; siendo estos compartimentos diferentes estadísticamente, como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Biomasa seca por cada sección de las plantas de Juglans neotropica



Nota: Las secciones de la planta corresponden a: tallo, hojas y raíz

Discusión

Varios investigadores manifiestan no encontrar información contundente y específica sobre procesos de desarrollo de tecnologías de producción; tanto en vivero como en plantaciones o sistemas agroforestales de *Juglans neotropica* Diels, por lo que no se utiliza algún tipo de asistencia a la especie para que ésta demuestre su potencial y se muestre mucho más interesante y motivar su desarrollo como se ha trabajado para especies de rápido crecimiento como *Pinus* sp, *Eucaliptus* sp, *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, el grupo del género *Acacia* y otras especies tropicales, sin embargo *J neotropica* puede generar mayores réditos económicos a los plantadores al ser una especie de uso múltiple y alto valor comercial.

Por lo indicado las discusiones de los resultados de nuestra investigación se realizarán con base en hallazgos de especies desarrolladas. Las tendencias encontradas en ésta investigación con base en las respuestas de *J neotropica* a la aplicación de NPK es congruente a lo indicado por Herrera et al. (2014), en sus investigaciones de nutrición forestal donde manifiesta que los tratamientos deficientes en nitrógeno dieron lugar a los menores rendimientos en todas las variables de crecimiento dasométrico; los mismos autores indican que la competencia por N frecuentemente ha sido citada como una razón por la cual las plantas tienden a crecer lentamente en algunas plantaciones de coníferas.

Luna (2019), indica que existen factores que influyen en la producción de plantines de calidad, como ser la calidad de las semillas y el método de cultivo (sustrato, envase, riego, localización del cultivo, etc.). Hartmann et al. (2011), indica que es la nutrición por ello la fertilización es la práctica de manejo más importante utilizada en la producción intensiva de plantas para modificar positivamente la aptitud y el crecimiento de los plantines (Buamscha et al., 2012).

Si bien algunos especialistas en viveros consideran que la fertilización temprana no es necesaria para el establecimiento y el crecimiento inicial de varias especies de *Pinus*, la implementación de esta práctica en ciertos casos podría afectar el desarrollo inicial de las raíces de las plántulas, además de mejorar el enraizamiento después del trasplante y su capacidad de crecimiento y de aumentar la resistencia a distintos estreses bióticos y abióticos (Oliet et al., 2005).

Los resultados de los tratamientos evaluados en la investigación intuyen respuestas contrapuesta a lo manifestado por Hernández & Rubilar (2012), donde manifiestan que la eficiencia relativa del uso del nitrógeno en la fotosíntesis depende directamente de la disponibilidad del fósforo, induciendo en conjunto un incremento en el crecimiento de la planta. Rowe et al. (2002), verificaron que la fertilización con nitrógeno en setos de *P. taeda* aumentó los niveles de carbohidratos, mejorando la producción de brotes y enraizamiento adventicio.

Finalmente, los datos encontrados en biomasa anhidra en esta investigación corroboran lo manifestado por Hernández-Martínez et al. (2006), quienes indican que la acumulación de materia seca en los órganos de la planta depende de la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, tendencias encontradas en estudios con *Cedrela odorata* L. (Willd) y *Prosopis glandulosa*.

Conclusiones

- ✓ *Juglan neotropica* responde positivamente a la fertilización con N en la etapa de vivero, dado que la biomasa anhidra y la mayoría de las variables de crecimiento

temprano estudiadas, experimentaron los mejores promedios en los tratamientos con dicho nutrimento, en contraste a los tratamientos que no recibieron.

- ✓ La biomasa anhidra de plántulas de *Juglans neotropica* y las variables biométricas evaluadas en la etapa de vivero intuyen la presencia de una relación positiva entre ellas. Complementariamente, se puede indicar que la distribución de la biomasa en la planta se encuentra mayormente concentrada en las raíces, seguido por los tallos y finalmente las hojas.

Referencias bibliográficas

- Azas, R. D. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels) en el recinto Pumin provincia de Bolívar*. [Tesis de licenciatura, Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo de los Tsáchilas].
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S., (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67, 1-48. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.5823>
- Buamscha, M. G., Contardi, L., Dumroese, R., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D., Landis, T., Luna, T., Mexal, J., & Wilkinson, K. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. Ed. Consejo Federal de Inversiones (CFI). Argentina.
- Chusquillo, L. A. (2014). *Diseño de un proceso para la obtención de compuestos fenólicos del pericarpio de la semilla del nogal (Juglans neotropica Diels) y extracción del aceite de la nuez*. [Tesis de licenciatura no publicada, Escuela Politécnica Nacional].
- De Rijck, G. & Schrevens, E. (1998). Comparison of the mineral composition of twelve standar nutrient solutions. *J. Plant Nut.* 21:2115-2125.
- Díaz, M. C., & Rivera, A. D. (2007). *Evaluación del comportamiento inicial de especies forestales plantadas en diferentes estadios de sucesión en la estación científica “San Francisco” Zamora Chinchipe*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Loja].
- Gallagher, G. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/e>
- GBIF Secretariat. (2021). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org.

- Gómez, M. L., Toro, J. L., & Piedrahita, E. (2013). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA.
- Gómez, M. L., & Toro, J. L. (2007). Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA.
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: importance of plant attributes. *New Forest* 43: 711-738.
- Guambo Tapia, V., Valenzuela Erazo, D., Saeteros Hernández, A., & Noboa Silva, V. F. (2019), Efectos de disoluciones nutritivas de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) sobre el crecimiento de plántulas de *Juglans neotropica* Diels Vol. 4, N°1., p.236-252.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: Principles and practices*. Pearson (Ed.) New Jersey, EE. UU.
- Hernández, C., & Rubilar, R. (2012). Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el desarrollo y fenología de brotes de setos de *Pinus radiata*. *Bosque (Valdivia)* 33 (1): 53-61
- Hernández-Martínez, M., Cetina-Alcalá, V. M., González-Chávez, M. C., & Cervantes-Martínez, C. T. (2006). Inoculación micorrízica y su efecto en el crecimiento de dos leguminosas arbóreas. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 65–73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311494008&i dp=1&cid=2815540>
- Herrera Ramírez, D., León Peláez, J., Ruiz Rendón, M., Osorio Vega, N., Correa Londoño, G., Esteban, R., & Uribe Bravo, A. (2014). Evaluación de requerimientos nutricionales en vivero de especies tropicales empleadas en silvicultura urbana *Revista EIA, Volumen 11 / Edición N. 21*
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., Christensen, R. H. B. (2017). “lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models.” *Journal of Statistical Software* 82, 1-26. <https://doi.org/10.18637/jss. v082.i13>
- Luna, C. V. (2019). Evaluación de sustratos y concentraciones de fertilizantes sobre el crecimiento de pino tadea (*Pinus taeda* L.) en vivero *Rev. Agron. Noroeste Argent.* 39 (1): 19-29
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo

- Sostenible. v2.5. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/5an5tz>
- Nieto, V. M., & Rodríguez, J. (2010). Juglandaceae (Walnut family) *Jugans andina* Triana y Cortés, *Juglans colombiensis* Dode, *Juglans honorei* Dode Cedro negro, cedro nogal, nogal, nogal bogotano. Bogotá, Colombia: Corporación Nacional de Investigación of Forestal.
- Oliet, J., Planelles, R., Artero, F., & Jacobs, D. (2005). Nursery fertilization and tree shelters affect long-term field response of *Acacia salicina* Lindl. planted in Mediterranean semiarid conditions. *Forest Ecology and Management* 215: 339-351.
- Orozco Gutiérrez, G., Muñoz Flores, J., Rueda Sánchez, A., Sígala Rodríguez, J., Prieto Ruiz, J., & García Magaña, J. (2011). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1 (2): 134-145.
- 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*. [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador].
- Pérez, V., & Rodríguez, H. (2016). *Producción de plantines de calidad de Aspidosperma quebracho-blanco Schlttdl.* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina].
- Ritchie, G., Landis, T., Dumroese, K., & Haase, D. (2008). Evaluación de la Calidad de la Planta. En: Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedores. Landis T.D. Tinus R.W. McDonald S.E., Barnett J.P. (Eds.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service W
- R. Core Team. (2021). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Romero, Z. (2018). RNM204: Ecología Reproductiva de Plantas. Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla.
- Rowe, D., Blazich, F., & Raper, C. (2002). Nitrogen nutrition of hedged stock plants of loblolly pine I. Tissue nitrogen concentrations and carbohydrate status. *New Forest* 24: 39-51.

Tierra Guevara, F. (2018). *Evaluación preliminar del efecto de dosis de soluciones nutritivas sobre el crecimiento de Juglans neotropica Diels en la etapa de vivero*. [PRACTICAS PRE – PROFESIONALES, ESPOCH].

Toro, E., & Roldán, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera bosques* vol.24 no.1 Xalapa abr. <http://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>

Valverde, A. (2016). *Estudio y análisis del fruto seco Tocte (Juglans neotrópica) y su aplicación en la pastelería*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil, Guayaquil].



Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

