UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CENTRO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN SILVICULTURA

MENCIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES

Proyecto de innovación para obtener el título de Máster.

"EFECTOS DE DISOLUCIONES NUTRITIVAS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO (N-P-K) SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Juglans neotropica* Diels"

AUTOR:

Verónica Susana Guambo Tapia

Director del Proyecto

Yasiel Arteaga PhD.

Puyo - Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, VERONICA SUSANA GUAMBO TAPIA con cédula de identidad 0602986200, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado: **"EFECTOS DE DISOLUSIONES NUTRITIVAS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTACIO (N-P-K), SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Junglas neotropica Diels*",** es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación son de exclusiva responsabilidad de la autora; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

_____

VERÓNICA S GUAMBO TAPIA

C.I. 0602986200

AUTORA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

Departamento de Posgrado

AVAL

Quien suscribe Dr. Yasiel Arteaga Crespo PhD, director del trabajo de titulación, modalidad Proyecto de innovación titulado: *"***EFECTOS DE DISOLUSIONES NUTRITIVAS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTACIO (N-P-K), SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Junglas neotropica Diels***"** a cargo de la Ingeniera, VERÓNICA SUSANA GUAMBO TAPIA ,egresada de la primera cohorte de la Maestría en Silvicultura mención Manejo y Conservación de los Recursos Forestales, de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación y considero cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de innovación para que sea presentado ante la Dirección de Posgrado como forma de titulación como Magister en Silvicultura mención Manejo y Conservación de los Recursos Forestales y que dicha instancia considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 24 días del mes de octubre del 2018.
Atentamente,

_____

Dr. Yasiel Artega Crespo PhD
DIRECTOR DE TESIS
DOCENTE TITULAR UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CERTIFICA QUE:

El presente trabajo: **"EFECTOS DE DISOLUSIONES NUTRITIVAS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTACIO(N-P-K), SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Junglas neotropica Diels***", bajo la responsabilidad de la egresada señora VERÓNICA SUSANA GUAMBO TAPIA, ha sido meticulosamente revisada, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

……..
Dr. Luis Bravo, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

……..
Dr. Carlos Bravo, PhD
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

……..
MSc. Bolier Torres
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser quien guía mi vida.

A la Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, por las facilidades tanto físicas como académicas prestadas para desarrollar esta investigación.

Gracias a mi familia por entender los tiempos en familia no compartidos y por apoyar cada uno de mis sueños, Jeremy, Jeremyto, Emilito y mi pequeño July.

Gracias a mis padres por enseñarme a seguir mis sueños y alcanzarlos.

Gracias a mis compañeros y amigos Darwin y Fabián, por todo su apoyo.

DEDICATORIA

A Dios por permitir terminar esta etapa a mis hijos Jeremy, Emilio y Julián, quienes son el motor de mi vida a mi esposo Jeremy por su ejemplo de superación diaria, a mis Padres Gerardo y Susana por estar cada día en sus oraciones.

De manera especial a mi hijo Emilio André ya que sin el este logro no sería posible

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto de disoluciones nutritivas a distintas concentraciones con base en NPK en crecimiento de plántulas de *Juglans neotropica* Diels (*J. neotropica*) de diferentes procedencias. Se estableció un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con 262 observaciones, se evaluó el desarrollo del crecimiento en 65 días de estudio desde los 30 días después de haberse sembrado, para lo cual se tomaron medidas de incremento de altura y el incremento del diámetro del tallo de las plantas. Se realizaron análisis estadísticos descriptivos, de dispersión y tendencia central, análisis de varianza, y se ejecutó un clúster para determinar agrupaciones de patrones de crecimiento respecto de las procedencias. Se encontraron diferencias significativas ($P<0,05$) a la respuesta de las plantas y donde T6 (N50ppm. P100 ppm. K0 ppm.) obtuvo los mejores resultados en altura y en referencia al diámetro. Por lo que se concluyó que el mejor tratamiento es T6 y respecto de las procedencias P4 (mix Chimborazo) tiene los mejores valores de crecimiento, estos resultados se difieren del testigo y de otros autores que han estudiado la temática. El procedimiento clúster por medio de la vinculación de Ward a través de la distancia Euclidiana agrupó las tendencias de crecimiento en tres grupos sin encontrarse factores de incongruencia, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson demuestra que los tres grupos encontrados pueden asociarse con la respuesta morfológica de *J. neotropica* de distintas procedencias a los tratamientos investigándose recomienda realizar un estudio de la genética de estas variedades de *J. neotropica* para demostrar si la procedencia ha generado sub variedades con perfiles de crecimiento y necesidades nutricionales diferentes.

PALABRAS CLAVES

J. Neotropica, Disoluciones Nutritivas, Crecimiento del Nogal.

EXECUTIVE SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of nutritive solutions at different NPK-based concentrations on seedling growth of Juglans neotropical Diels (*J. neotropica*) from different provenances. A randomized complete block design (DBCA) with 262 observations was established, the development of the growth was evaluated in 65 days of study and 30 days after having sown. Measures of height increase and the increase of the diameter of the stem of the plants were taken. Descriptive, dispersion and central tendency statistical analyzes, analysis of variance were carried out. A cluster was executed to determine groupings of growth patterns regarding to provenances. Significant differences were found ($P < 0.05$) in plant response and T6 (N50ppm, P100 ppm, K0ppm) obtained the best results in height and diameter. Therefore, it was concluded that the best treatment is T6 and regarding to provenance P4 (mix Chimborazo). It has the best growth values, these results are different from the control and from other authors who have studied this subject. The cluster procedure by means of Ward's linkage through the Euclidean distance grouped the growth trends into three groups without finding incongruence factors. The Pearson Chi-square test showed that the three groups found can be associated with the morphological response of *J. neotropica* from different provenances to the investigated treatments. Therefore, it is recommended to carry out a study about the genetics of these varieties of *J. neotropica* to demonstrate if the provenance has generated sub varieties with growth profiles and different nutritional needs.

.

KEYWORDS

J. Neotropica, Nourishing Solutions, Walnut Growth.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 1
1.2 PROBLEMA 1
1.2 HIPÓTESIS 2
1.3 OBJETIVOS 2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL 2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
CAPITULO II. REVISION BIBLIOGRÁFICA 3
2.1 LA DEFORESTACIÓN 3
2.1.1 DEFORESTACIÓN EN EL ECUADOR 3
2.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NOGAL 4
2.2.1 VARIEDADES DE NOGAL EN ECUADOR 6
2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA DEL *J. neotropica* 6
2.2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL J. *Neotropica* 6
2.2.4 GERMINACIÓN DEL NOGAL 9
2.2.5 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DEL J. neotropica 11
2.3 CONTEXTO DE LA FERTILIZACIÓN 12
2.3.1 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN 13
2.3.2 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACION EN VIVEROS FORESTALES 14
2.4 REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN DEL NOGAL *J. neotropica* 15
2.4.1 Macronutrientes 15
2.4.2 Micronutrientes 16
2.4.3 Especificaciones de los nutrientes principales de las plantas 16
2.4.4 Requerimientos nutricionales del Nogal 17
2.5 PRODUCCIÓN DE PLANTINES 17

2.5.1 TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES FORESTALES 18
2.5.2 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS FORESTALES DE NOGAL 19
2.5.3 PLÁNTULAS DE NOGAL 20
2.5.4 MANEJO DE PLÁNTULAS 22
2.5.5 PLAN DE ESTABLECIMIENTO 22
2.5.6 PLAN DE MANEJO 22
2.6 SISTEMA DE FERTIRRIEGO 22
2.6.1 VENTAJAS 23
2.6.2 DESVENTAJAS 23
2.6.3 REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES 24
2.8 SUELOS ADECUADOS PARA LOS NOGALES 25
CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS 27
3.1 LOCALIZACIÓN 27
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN 27
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN 27
3.3.1 Diseño experimental 27
3.3.2 Etapa de experimentación 27
3.3.3 Factores en estudio 28
3.3.4 Procedencia de las especies de *Juglans neotropica* (Factor A) 29
3.3.5 Disoluciones Nutritivas (Factor B) 29
3.3.6 Variables de Medición 30
3.3.7 Análisis estadístico 30
3.3.8 Procedimiento por objetivos 30
La investigación realizada es de tipo experimental. 31
RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES 31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
CONCLUSIONES 47

RECOMENDACIONES 48
BIBLIOGRAFÍA 49
Anexos 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de *Juglans neotropica* 6
Tabla 2 Presencia de déficit y exceso de macroelementos en nogal. 15
Tabla 3 Presencia de déficit y exceso de microelementos en nogal. 16
Tabla 4 Recomendaciones de aplicación de nitrógeno y potasio en plantaciones. 17
Tabla 5 Procedencia de las especies de *J neotropica* a utilizarse en el estudio 29
Tabla 6 Concentración de las disoluciones nutritivas a utilizarse en la investigación 29
Tabla 7 Altura de plántulas (cm) de *J. neotropica* inicio de investigación 33
Tabla 8 Análisis de varianza efecto de disoluciones nutritivas en incremento de altura (cm) 34
Tabla 9 Separación de medias incremento de altura de *J. neotropica* 36
Tabla 10 Altura (cm) de *J. neotropica* al día 65 de investigación..... 37
Tabla 11 Separación de medias según Tukey según procedencia para incremento de altura (cm)..... 38
Tabla 12 Diámetro (cm) *J. neotropica* al inicio de la investigación. 39
Tabla 13 ANOVA Incremento diámetro (cm) de las plantas de *J. neotropica*. 40
Tabla 14 Separación de medias (cm) incremento de diámetro respecto de la disolución ... 41
Tabla 15 Diámetro (cm) *J. neotropica* día 65 de la investigación 43
Tabla 16 Distribución de observaciones en clúster generados por el método de Ward 44
Tabla 17 Prueba de Chi Cuadrado 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deforestación 3
Figura 2 Nogal 7
Figura 3 Amentos y flores postiladas 8
Figura 4 Polinización del Nogal 8
Figura 5 Germinación del Nogal 10
Figura 6 Órganos florales y vegetativos del nogal 11
Figura 7 Proceso de apertura del pelón 12
Figura 8 Germinación delas semillas en vivero J. neotropica. 21
Figura 9. Efecto de disoluciones nutritivas en altura (cm) *J neotropica* de diferentes procedencias 35
Figura 10 Efecto de disoluciones nutritivas en el incremento de diámetro de *J. neotropica* de diferentes procedencias 41
Figura 11 Distribución de observaciones en clúster obtenidos por el método de Ward 46

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Se considera deforestación al fenómeno por el cual se va destruyendo toda la superficie forestal de un bosque mediante acciones humanas producidas directamente sobre la naturaleza (Jara, 2015). La deforestación en Ecuador es un problema ambiental significativo por ejemplo desde 2008 al 2012 la deforestación se registró en 65.880 ha/año para una tasa de -0,54% (Ramos & Arias, 2016).

El "Programa de Restauración Forestal" 2014-2017 estableció ciertos criterios en la selección de las especies forestales las cuales deben cumplir con las condiciones ambientales y exclusivamente nativas (MAE, 2014). Según un estudio realizado en 17 parroquias de las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi, con el 47,05% parroquias indagadas se seleccionó y utilizó para la reforestación la especie *Junglans neotropica* comúnmente conocido como nogal o tocte en la sierra ecuatoriana, ocupando el puesto número nueve de 27 especies (Caranqui, 2016). La especie *Junglans neotropica* su propagación es limitada para reforestación por su baja germinación natural, una opción en gran escala para el abastecimiento plantas de este tipo de especies son los métodos de propagación asistida in vitro en base a lo expuesto por Peña *et al.* (2014).

Salto *et al.* (2016), resaltan la importancia de la productividad de plantines de calidad asegurando los indicadores como supervivencia y adecuado desarrollo. Basave *et al*. (2014) demostraron que, al utilizar plantas competitivas producidas en vivero, se logra altas tasas de supervivencia y crecimiento. En la obtención de plantas vigorosas, es recomendable aplicar prácticas culturales adecuadas como la fertilización en vivero, así también la utilización de germoplasma de calidad.

Por lo antes expuesto es sumamente importante evaluar la fertilización de la especie de *J. neotropica* con disoluciones nutritivas para la producción de plantines en vivero, con la finalidad de determinar soluciones nutritivas ajustadas a los requerimientos de esta especie que permita obtener plantas de calidad que aseguren la supervivencia, crecimiento y aclimatación en el campo.

1.2 PROBLEMA

La especie *J. neotropica* más conocida como nogal o tocte es utilizada en programas de forestación y reforestación con fines de conservación y producción (Peña *et al*. 2014).

Según Toro & Roldán (2018) *J. neotropica* es originaria de América del Sur y se encuentra entre 1800 m y 2800 m de altitud, en bosques secos y húmedos montanos bajos.

Sobre *J. neotropica* se han realizado pocos estudios que guardan una limitada relación con la fertilización de la especie en vivero, en cambio, existen investigaciones para evaluar diferentes sustratos para la producción de plantas de nogal por lo que se concuerda con Salto *et al*. (2016) que delimita los sustratos con mejores condiciones físicas en los que poseen poca o nula mineralización y no realizan un aporte significativo de nutrientes minerales.

Esta investigación se enfoca en el efecto de distintas alternativas de disoluciones nutritivas a distintas concentraciones con base en NPK para la fertilización en el desarrollo y crecimiento de plantines de *J neotropica* producidos bajo invernadero, que permitan generar plantas vigorosas que aseguren su establecimiento en campo que sean una alternativa para el control de la deforestación en condiciones similares a las del estudio que permitan aprovechar las bondades del nogal negro.

1.2 HIPÓTESIS

Las disoluciones nutritivas experimentales y las procedencias de las plántulas tienen efecto sobre el crecimiento de plántulas de *Juglans neotropica* bajo condiciones de invernadero.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de disoluciones nutritivas a distintas concentraciones con base en NPK en crecimiento de plántulas de *J. neotropica* de diferentes procedencias

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la respuesta morfológica de las procedencias de *J. neotropica* a las disoluciones nutritivas de NPK.

2. Analizar las proporciones de NPK más efectivas en el crecimiento de las plántulas.

3. Determinar la relación de las procedencias con la respuesta morfológica de *J. neotropica.*

CAPÍTULO II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 LA DEFORESTACIÓN

La deforestación es el fenómeno por el cual la cubierta forestal de un bosque es eliminada totalmente por medio de acciones producidas directamente por el hombre, sistemáticamente. La deforestación es causada por la mala acción humana sobre la naturaleza, principalmente la tala de bosques realizada por industrias madereras sin regulaciones, la eliminación de árboles dentro de zonas de vocación forestal con el objetivo de preparar terrenos con fines agropecuarios, a los que se suman los incendios forestales (Paiz Girón, 2006).



Figura 1. Deforestación
Fuente: EFE (2011).

2.1.1 DEFORESTACIÓN EN EL ECUADOR

Ecuador en las últimas décadas ha experimentado grandes cambios en su cobertura vegetal natural y el indebido uso del suelo a las actividades económicas, la evolución agrícola, el crecimiento urbano de manera acelerada y desordenada , generando gran presión sobre los bosques forestales, perdiendo la función social del suelo (Pinos Arévalo, 2015).

La deforestación en Ecuador es una problemática que requiere las acciones concretas y sostenibles por parte de las instituciones y autoridades competentes, es así que revisando el

histórico de la tasa de reforestación se tiene que para el período 1990-2000, la deforestación promedio fue 89.944 ha/año para una tasa de desforestación de -0,71%, para el período 2000-2008 la deforestación promedio fue de 77.647 ha/año para una tasa de -0,66%, durante el período 2008-2012 la deforestación fue de 65.880 ha/año para una tasa de -0,54%. El Ministerio del Ambiente ha considerado que para el período 2013-2017 se tendría una deforestación acumulada de 220.000 ha distribuidas anualmente en 55.000 ha/año, por lo que ha formulado el Plan Nacional de Restauración Forestal para poder contrarrestar esta deforestación (MAE, 2014).

Se han fomentado actividades de reforestación, para lo cual se determinaron alrededor de 7,92% (2´030.000 ha) para la repoblación forestal, esto se lo realiza tradicionalmente con especies exóticas, pero no son considerados como la mejor opción de restauración y productividad de bosques. En contraparte, se ha considerado recuperarlos con especies nativas, pero por la falta de conocimientos e información acerca de la silvicultura, ecología compartimientos ambientales utilizadas en actividades de reforestación mediante el uso de especies nativas es la gran limitante. En base a ello, se espera que futuros programas de forestación y reforestación den apertura a este tipo de investigaciones que permitan mejora la productividad del país (González & Ordóñez, 2009).

Peña *et al*. (2014) recalcan que la reforestación con especies nativas constituye una herramienta promisoria para la restauración de ecosistemas degradados en la región sur del Ecuador.

2.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NOGAL

En la investigación de Azas (2016) se describe al nogal *J. neotrópica* como una especie nativa del medio Oriente, pero el Ecuador al tener la presencia de la cordillera de los Andes, hace que esta especie se adapte con facilidad al callejón interandino. Es así que, *J. neotrópica*, tiene varias denominaciones por ejemplo se le conoce como nogal (Venezuela y Bolivia), cedro negro (Colombia) y tocte (Ecuador y Perú). Esta especie se ha localizado entre los 1400 m y 3500 m de altitud, siendo su mejor zona de crecimiento y desarrollo natural desde 1800 m a 2800 m, dentro de $9^0 41' \text{N}$ a $14^0 09' \text{S}$, y $79^0 49'$ a $69^0 15' \text{O}$. (Toro & Roldán, 2018)

Crece en todos los valles de la cordillera de los Andes en bosque húmedo montano bajo y bosques secos montano bajo y en transición con los bosques premontanos, dentro de bosques secundarios tardíos o maduros, bosques de galería e incluso como árboles aislados en potreros o fragmentos de bosque. Se ha encontrado que la regeneración de la especie es escaza y las poblaciones son pequeñas con individuos muy dispersos (Toro & Roldán, 2018).

En Ecuador pese a tener las condiciones favorables en la región Andina para su crecimiento y desarrollo, no existe plantaciones como tal, ya que esta planta se puede encontrar de manera esporádica formando parte de los huertos familiares, en asociaciones con otros frutales, como cercas vivas, entre otras especies. Se han encontrado pequeñas plantaciones de nogal, en la provincia de Loja en la comunidad de El Tundo, pequeñas huertas experimentales en la ESPOCH- Riobamba, y en el norte, se puede encontrar en la hacienda San Antonio provincia de Imbabura (Azas, 2016).

Según estudios realizados en 17 parroquias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi que fueron beneficiadas por el programa de reforestación del MAE, dentro de las especies nativas que fueron seleccionadas para la reforestación se encuentra *J. neotropica* ocupando el puesto número nueve de 27 especies identificadas (MAE, 2014). En las provincias donde se utilizó esta especie fue Chimborazo y Tungurahua; en el cantón Guano se utilizó en tres parroquias como Guanando, Santa Fé de Galán y La Matriz; en Riobamba en la parroquia de Pungalá; y, en Alausí en Achupallas; mientras que en Tungurahua, dicha especie fue utilizada en las parroquias de San José de Poaló y Baquerizo Moreno del cantón Píllaro; y Yanayacu del cantón Quero (Caranqui, 2016). Es decir, en 47,05% de las parroquias indagadas, se seleccionó y utilizó para la reforestación la especie *J. neotropica*, que comúnmente se conoce como nogal o tocte en la sierra ecuatoriana.

El nogal (*J. neotropica*) es una especie de gran potencial para proyectos de conservación y agroproductivos en la eco-región Andina. No obstante, su baja capacidad germinativa limita su propagación para reforestación (Cabascango, 2011), Entre las especies andinas, *J. neotropica*, es de particular importancia para las comunidades locales, ya que además de proporcionar cobertura vegetal, esta especie es aprovechada también por sus propiedades medicinales probablemente se requieren periodos de estratificación mayores, entre 90 y 120 días. Debido a su baja germinación natural, los métodos de propagación asistida in

vitro representan una alternativa para el abastecimiento de grandes números de plantas para la propagación de estas especies (Peña *et al*. 2014)

2.2.1 VARIEDADES DE NOGAL EN ECUADOR

El nogal considerado como parte de una familia de 7 géneros y 60 especies en la parte templada norte del subtropical hasta el sur, de la India e Indochina y en América se lo puede apreciar hasta en los Andes, siendo así que en Ecuador solo se ha encontrado una solo especie dispersada alrededor de todo el territorio del país *J. neotropica* (Rosero, 2011).

2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA DEL *J. neotropica*

En el Tabla 1 se muestra la Taxonomía del *J. neotropica:*

Tabla 1 Taxonomía de *Juglans neotropica*

Nombre Científico	***Juglans neotropica* Diels**
Reino	Plantae
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Juglandales
Familia	Juglandaceae
Género	Juglans
Especie	Neotropic

2.2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL J. *Neotropica*

Mediante la recopilación de la información documentada que realizó Toro & Roldán (2018) acerca de las características botánicas del *J. neotropica* en las que se identifica la altura que alcanza como árbol entre 15 m y 48 m; raíz pivotante muy ramificada que supera los tres metros de profundidad; tronco cilíndrico, recto, que puede superar un metro de diámetro, cubierto por corteza externa fisurada color cenicienta y corteza interna fibrosa color crema. Posee una copa frondosa e irregular de hasta 10 m de ancho, con una gruesa ramificación de escaza médula, con lenticelas en adulto, ciertas veces con pubescencia rojiza, monopódicas y casi horizontales al fuste principal.



Figura 2 Nogal
Fuente: Lemus *et al.* (2010)

Las hojas son compuestas alternas e imparipinadas agrupadas al final de las ramas; miden entre 20 cm y 60 cm de largo y 18 cm a 30 cm de ancho, que nacen a partir de una yema terminal escamosa, delgada y puntiaguda protegida por una bráctea vistosa y alargada. Contienen entre 7 y 19 foliolos dispuestos de manera opuesta en un raquis de pubescencia hirsuta; los foliolos frescos, cuando se maceran, desprenden un olor a melaza, miden entre 5 cm a 16 cm de largo y 2.5 cm a 8 cm de ancho y son sésiles. El limbo presenta nervaduras reticuladas, con un haz rugoso de color verde oscuro; el envés es pubescente de color verde claro a blanquecino, de borde dentado a entero, tiene ápice agudo y base subcordada, dándole una apariencia o forma ovado lanceolados (Manning, 1978; Gómez y Toro 2007).

De acuerdo con lo investigado por los autores Manning (1978) y Quiroz (2013) se reconoce como una especie monoica, las flores son unisexuales, o sea, con inflorescencias masculinas y femeninas diferenciadas y ubicadas en el mismo árbol, tal como se muestra en la Figura 3. Flores masculinas agrupadas en racimos denominadas amentos, casi siempre solitarios, de color verde parduzco y se desarrollan en la parte superior de las ramillas nacidas el año anterior. Flores femeninas son solitarias o agrupadas en un número de una a cinco, encontrándose en las terminales de las ramillas del año (Lemus *et al.* 2010).



Figura 3 Amentos y flores postiladas
Fuente: Lemus *et al.* (2010)

Polinización es principalmente anemófila representado en la Figura 4, dado por la gran producción de polen que producen los amentos, el período entre la germinación del polen en el estigma y la fecundación son 7 días. El fruto es una drupa globosa de exocarpio carnoso y fibroso, que al madurar libera el endocarpio leñoso que contiene el embrión, el cual es la parte comestible (Lemus *et al*.2010; Toro & Roldán2018).

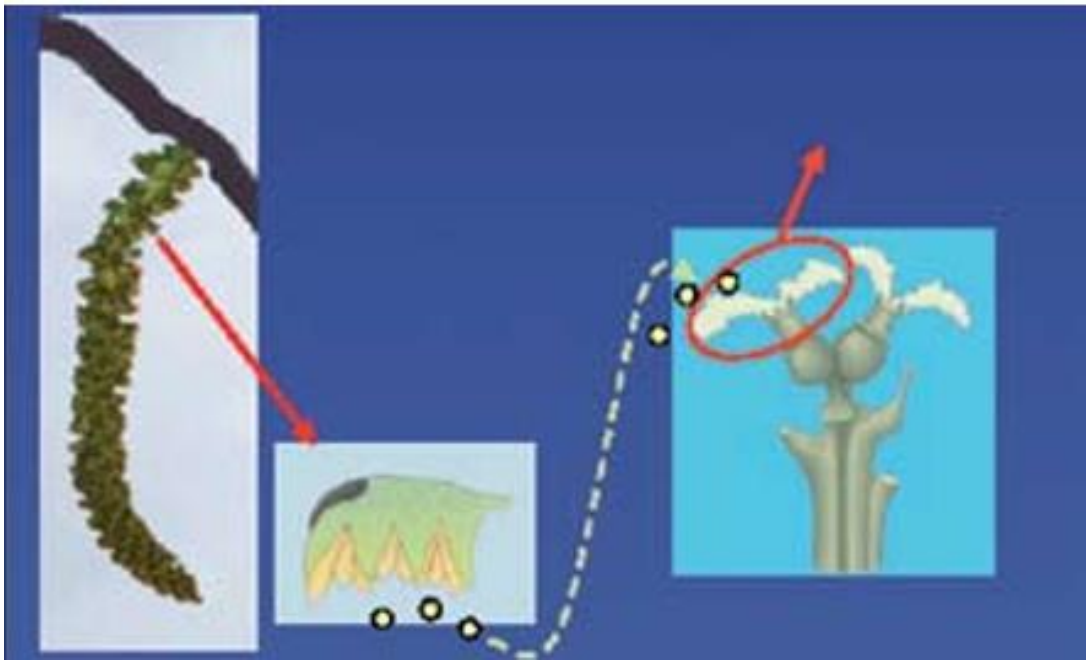


Figura 4 Polinización del Nogal
Fuente: (Lemus *et al,* 2010)

J. Neotropica se puede catalogar como especie promisoria por sus múltiples usos y propiedades benéficas para el ser humano y la fauna conservando el equilibrio de los ecosistemas naturales. Se pueden encontrar diversas sustancias desde sus raíces hasta sus semillas (Toro & Roldán, 2018). El nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo, su nuez ha sido consumida desde hace siglos (Azas, 2016).

De acuerdo con las características del *J. neotropica,* esta especie se ha utilizado en diferentes áreas, así como: en la forestación y forestación en sitios que se presenta la deforestación debido al incremento urbanístico, ganadería, minería o erosiones. En el ámbito medicinal por ser un anstringente, uso en infusiones de sus hojas, como cicatrizante en heridas superficiales. Se lo suele utilizar en el teñido de tejidos de algodón o lana mediante el contenido en tanino que esta especie posee en raíz, tallo, hojas y frutos, así también tiene usos cosméticos (Rosero, 2011).

2.2.4 GERMINACIÓN DEL NOGAL

Morfológicamente, la germinación es la transformación de un embrión en una plántula. Azas (2016) destaca también el poder germinativo, basadas en el número de semillas que germinan, esto se puede observar de acuerdo a la Figura 5. Se mide en tanto por ciento; una semilla con el 90% de poder de germinación quiere decir de cada 100 semillas puestas a germinar, en condiciones normales de germinación, 90 germinan y 10 no lo hacen.

De igual forma Azas (2016) en su trabajo investigativo establece siguientes fases en la germinación de las semillas:

- Absorción de agua, proceso físico, por el cual se hidratan y permiten el inicio de las actividades químicas.
- Iniciación de las actividades enzimáticas, con incremento de la velocidad de la respiración.
- Asimilación y translocación de las reservas alimenticias a los puntos de crecimiento.



Figura 5 Germinación del Nogal
Fuente: (Rojas & Torres, 2008)

De acuerdo con Chusquillo (2014) determina que la germinación del *J. neotropica* es hipógea empezando a partir de los 25 a 35 días después de la siembra, la misma finaliza de 40 a 45 días después, es decir que la germinación puede variar y de forma extrema durando casi hasta los 90 día, así también se encuentran los tratamientos pregerminativos utilizados:

- Remojo en agua fría durante tres días con cambio diario de agua.
- Escarificación en arena por cuatro meses.
- Extender la semilla al sol durante dos horas cuando se abren.
- Se rocían con arena fina para impedir que se cierren

También se pueden encontrar tratamientos pregerminativos químicos permitiendo romper la impermeabilidad de la cubierta de las semillas al someterlas durante cierto tiempo a la acción de ácido, donde el más utilizado para este proceso es el ácido sulfúrico, ya que con este se ha conseguido elevar la germinación de algunas especies del 10% al 90%. Ciertas condiciones afectan a la germinación, tales como humedad, oxigeno, temperatura y provisión de alimentos (condiciones externas); luz, acidez del suelo, dióxido de carbono (factores externos); luz, acidez del suelo, dióxido de carbono (condiciones internas) (Azas, 2016).

2.2.5 CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DEL *J. neotropica*

A través de la fenología y productividad de los árboles semilleros se pueden elaborar calendarios o cronogramas que permitan una oportuna recolecta de frutos o semillas que se propagarán en vivero sin afectar el equilibrio del ecosistema, según lo analizado por Azas R. (2016). De forma general Ospina *et al.* (2003) determinaron que la actividad reproductiva del *J. neotropica* es anual y dura ocho meses en todo el neotrópico, las fases fenológicas son influenciadas por factores ambientales y climáticos (altitud y precipitación).

Entre los meses de octubre a enero se presenta la floración, después de la caída de hojas, con una mayor duración floral para las espigas femeninas esto en base a varios estudios que describe Toro & Roldán (2018), estas flores son polinizadas por abejas, atraídas por la gran cantidad de polen que producen las flores masculinas, quienes aportan a la polinización cruzada lejana, aunque la polinización más documentada para la especie es anemófila, esto se puede apreciar mediante la Figura 6.

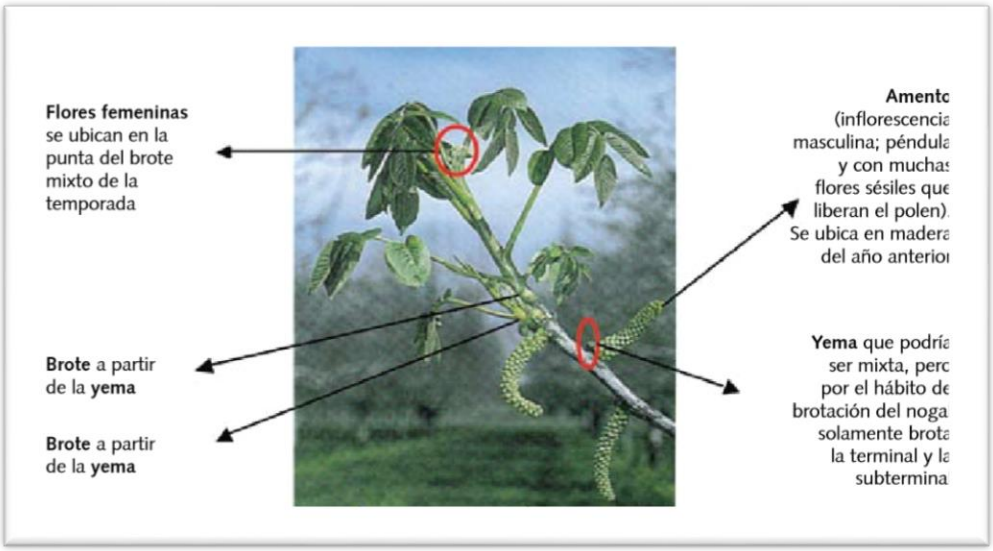


Figura 6 Órganos florales y vegetativos del nogal
Fuente: Lemus *et al*. (2010)

Exponen que enero a septiembre se da el proceso de fructificación, donde se encuentra alto aborto de frutos antes del periodo de maduración que comienza en el mes de junio, condición que puede ser entendida por procesos de hibridación es decir cruce reproductivo

entre especies diferentes y que amerita de mayor investigación según lo expuesto por los autores Yamamoto & Barra (2003); Gómez & Toro (2007).

Así también (Toro & Roldán, 2018) recalcan que los frutos dispersados por animales y fuentes de agua alcanzan la madurez, determinando que frutos de seis meses de formación ya son aptos para iniciar su proceso de germinación y no antes, ya que estos frutos son climatéricos, esto es, que una vez caen del árbol ya no continúan con su proceso de maduración y desarrollo. En el Ecuador, la recolección de frutos se da entre los meses de agosto y octubre, cuando los frutos maduros inician su caída natural, recolectándolos directamente del suelo (Chusquillo, 2014).

Según Lemus (2004) las semillas del nogal aparecen cuando se disgrega el mesocarpio del fruto, quedando la nuez o semilla con su cubierta característica como se muestra en la Figura 7. La nuez tiene una fragancia suave y agradable. Chusquillo (2014) destaca que la semilla varia su tamaño de acuerdo al sitio de desarrollo 2.7 a 4.7 cm de largo, surcos amplios lisos y profundos en forma longitudinal, con embrión bien diferenciado y bastante aceitoso, con 2 a 4 lóbulos y dos cotiledones esculturados. Además, Toro & Roldán (2018) recomienda hacer la colecta en costales de fibra o cabuya para ser transportados al vivero para su desarrollo germinativo inmediato; no se recomienda almacenarlos por ser semilla recalcitrante.



Figura 7 Proceso de apertura del pelón

2.3 CONTEXTO DE LA FERTILIZACIÓN

En una plantación forestal se ve la necesidad de fertilizarlas esto se asocia comúnmente con la deficiencia de elementos nutritivos en el suelo. Esto se lo puede considerar parcialmente como valido porque se debe considerar todos los factores que implica la fertilidad del suelo donde se procederá a la aplicación de fertilizantes en base a: espacio

arraigarle, régimen de agua, régimen de aire, régimen calórico y, por supuesto, el régimen nutritivo (Thiers, Reyes , Gerding, & Schlatter, 2014).

Donoso & Soto (2010) consideran a la fertilización como un aspecto ineludible en el manejo forestal para alcanzar éxito comercial y ambiental, donde los factores relevantes de la silvicultura influyen en el desarrollo de una plantación y determinan la necesidad de fertilización, entre estos factores se encuentran: Calidad de las plantas (incluyendo su genética), preparación del sitio, técnica de plantación, cuidados culturales (control sanitario, competencia de malezas, intervenciones en el rodal como raleos y podas, etc.).

2.3.1 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN

La fertilización es de gran importancia, porque permite aumentar la productividad de las plantaciones, mediante el oportuno y adecuado diagnóstico del suelo, previamente a la plantación y posteriormente durante el desarrollo, esto permitirá establecer las necesidades, dosis que se emplearan y la rentabilidad del uso de fertilizaciones preventivas y/o de apoyo, esto evitara pérdidas de crecimiento, necesidad de realizar fertilizaciones correctivas posteriores. El diagnostico debe cumplir con procedimientos estándar y en laboratorios especializados (González & Ordóñez, 2009). Debido a la escasa información e investigación sobre la aplicación de fertilizantes en especies nativas empleadas para la reforestación, en el Ecuador la mayoría de las plantaciones forestales se realizan sin fertilización.

La fertilización se fundamenta en el diagnóstico que identifica el déficit de nutrientes como el principal factor limitante del crecimiento, donde el aporte del suelo es menor a la necesidad de la plantación. Por lo que se debe tener certeza de la deficiencia de nutrientes para proceder a realizar esta práctica (Donoso *et al*. 2015). Mediante la fertilización se satisface demandas del crecimiento, pero también es primordial promover la existencia de contenidos altos de reservas nutrimentales para que las plantas sean capaces de desempeñarse satisfactoriamente, aun cuando la disponibilidad de nutrimentos en el sitio de plantación sea limitada (Basave *et al*. 2014).

2.3.2 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN VIVEROS FORESTALES

Una de las prácticas utilizadas por los viveros de mayor relevancia es la fertilización permitiendo transformar positivamente la calidad y el crecimiento de los plantines para lo cual necesitan distintos niveles de nutrientes minerales. El nivel adecuado de nutrientes suele ser un rango de concentración relativamente amplio (meseta), especialmente para el nitrógeno o el fósforo (Buamscha *et al*. 2012).

Se observa la falta de estudios con especies tan importantes como *J. Neotropica,* donde se puedan comprobar los efectos e interacciones originarias de las aplicaciones combinadas, con la finalidad de conocer las composiciones de NPK que proporcionan a las plantas y sobre las necesidades nutritivas de las especies en vivero (Domínguez *et al.* 2014). Existen métodos donde los viveros cubren la necesidad de minerales los plantines, mediante la utilización de fertilizantes de liberación lenta aplicando antes de establecer los plantines o a través del aditamento continuo de fertilizantes líquidos (fertirriego). Para Buamscha *et al*. (2012), la fertilización líquida, o fertirriego, permite establecer un régimen de nutrientes diferente de acuerdo a cada especie y para el ciclo de desarrollo de cada cultivo, además el fertirriego se adapta fácilmente a sistemas de riego móviles, obteniendo mayor uniformidad de aplicación.

Se ha considerado esencial a la fertilización nitrogenada en el nogal, con el objetivo de mejorar y aumentar la calidad de producción, sin embargo, esto se debe realizar de manera balanceada, porque el N altera la estructura de las plantas más que cualquier otro nutriente mineral, modificando azucares, proteínas, almacenamiento de lípidos o aceites que se encuentran contenidos en las matas (Sánchez *et al*. 2009). Es necesario el nitrógeno como el elemento en gran cantidad, como el nutriente que sobresalta el crecimiento dentro del vivero y el desempeño en la plantación. En la mayor parte de los minerales puede presentarse deficiencias, aunque sean requeridos en cantidades ínfimas. El manejo de nutrientes es básico y sencillo, es así que se lo puede catalogar como un eslabón crítico en la producción de plantines (Buamscha *et al.* 2012).

El principal responsable del estado nutritivo final de la planta es la fertilización, así también un atributo fisiológico de calidad que se ve relacionado con el vigor y la resistencia postrasplante. Entre las labores culturales más importante en la producción de

plantas forestales en contenedor es el aporte de nutrientes unido con el manejo (Ocaña *et al*. 1997). Sin embargo, de acuerdo con las prácticas culturales en la producción de plantines en contenedor suelen demandar un período de endurecimiento en el que se reducen los niveles de fertilización (Buamscha *et al.* 2012).

2.4 REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN DEL NOGAL *J. neotropica*

El 90 a 92% del peso seco total de un árbol es carbohidratos (componentes de la estructura del árbol). Según Daza (2018) en una sola planta se puede encontrar 16 elementos naturales, considerados primordialmente en el crecimiento de las plantas, los que se distribuyen de la siguiente manera:

- Macronutrientes o macroelementos: carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, azufre y magnesio.
- Micronutrientes o microlementos: hierro, cloro, manganeso, boro, cobre y molibdeno.

2.4.1 Macronutrientes

Según la FAO (2002), los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, más aún cuando el suelo presenta déficit en uno o más de ellos, esto se debe a la extracción de nutrientes por los diversos cultivos durante años o a su vez en la utilización de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. De acuerdo con Lemus *et al.* (2010) se puede apreciar en la Tabla 2 el déficit de N es muy común, así como el exceso suele ser poco común, se ha valorado comúnmente deficientes a K Y Mg.

Tabla 2 Presencia de déficit y exceso de macroelementos en nogal.

Elemento	Déficit	Exceso
N	Muy común	Poco común
P	Raro	No
K	Común	No
Ca	No	No
Mg	Común	No
S	No	No

Fuente: Lemus *et al.* (2010)

2.4.2 Micronutrientes

En contraste a los macronutrientes la FAO (2002) resalta que para el crecimiento correcto de las plantas los micronutrientes son demandados en cantidades mínimas, así mismo cuando no pueden ser provistos por el suelo se deben aplicar en cantidades muy pequeñas. Al observar el cuadro de la presencia de déficit y exceso de micronutrientes en el nogal se puede establecer al Zn como el más común de todos(Lemus *et al,* 2010).

Tabla 3 Presencia de déficit y exceso de microelementos en nogal.

Elemento	Déficit	Exceso
Mn	Poco común	Raro
Zn	Muy común	No
Cu	No	Común
Fe	Poco común	No
Mo	No	No
Cl	No	Común
B	Poco común	Raro

Fuente (Lemus *et al,* 2010).

2.4.3 Especificaciones de los nutrientes principales de las plantas

La FAO (2002) cataloga NPK como los tres nutrientes primarios de todo cultivo, donde se establece a:

- Nitrógeno (N) como el motor del crecimiento de la planta, también como componente esencial de las proteínas, se involucra en los procesos primordiales del desarrollo de las plantas y en el rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.
- Fósforo (P), tiene un papel importante en la transferencia de energía, porque es esencial para la fotosíntesis y otros procesos químico-fisiológicos. Es imprescindible para la diferenciación de las células y el desarrollo de los tejidos, que establecen los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad.
- Potasio (K), tiene varias funciones, entre las cuales resaltan; la activación de más 60 enzimas, por lo que toma un vital papel en la síntesis de carbohidratos y proteínas. El

régimen hídrico de la planta es mejorado por el K e incrementa su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bastante dotadas con K tienen escasas probabilidades de sufrir enfermedades.

La FAO (2002), cataloga como nutrientes secundarios y que a su vez son absorbidos en cantidades considerables los siguientes elementos: Magnesio (Mg), Azufre (S), Calcio (Ca), así también se pueden encontrar los micronutrientes tales como son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B), como sustancias claves para el crecimiento de la planta, mediante la absorción de minúsculas cantidades. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

2.4.4 Requerimientos nutricionales del Nogal

En el primer año no se necesita aplicar la fertilización, más aún al realizar la plantación no se debe aplicar cerca de las raíces. Después de efectuada la plantación Loewe & González (2001) recomiendan fertilizar con las cantidades como las que se muestran en la tabla cuatro.

Tabla 4 Recomendaciones de aplicación de nitrógeno y potasio en plantaciones.

Año después de la plantación	Nitrógeno (g/planta)	Potasio (g/planta)	Radio de dispersión alrededor del árbol
1	50	80	1,0
2	100	160	1,5
3	150	240	2,0
4	200	320	2,5
5	250	400	3,0
6	450	800	Bajo la copa

Fuente (Loewe & González, 2001)

2.5 PRODUCCIÓN DE PLANTINES

En el trabajo realizado por Buamscha (2012), transmiten que la regeneración natural de los árboles o del cultivo a partir de semilla en vivero son de gran utilidad en la reforestación. Se tiende a pensar que las plántulas producto de la regeneración espontánea prometen buenos resultados por ser más “naturales”, por lo general las plantas producidas en vivero,

tienen mejor prendimiento y mejor desarrollo una vez plantadas, esto se debe a dos razones fundamentales:

- Primero, en el vivero se puede controlar el adecuado suministro del agua y los nutrientes necesarios a las plántulas, evitando los periodos de estrés que se producen en la naturaleza por la fluctuación de las precipitaciones o deficiencias de nutrientes en el suelo.
- Segundo, en el vivero se controlar el desarrollo de las raíces así promover la formación de un sistema fibroso, de gran volumen y relativamente superficial, permitiendo obtener una planta con una relación raíz/tallo ventajosamente favorable para soportar el trasplante.

No obstante, las plántulas producto de la regeneración natural pueden ser útiles en ciertos entornos. Si estas son extraídas anticipadamente del bosque y se "viverizan" antes de ser trasplantadas, mejorando notablemente su calidad.

2.5.1 Técnicas de producción de plantines forestales

Según Buamscha *et al.* (2012), el desarrollo de plantines se consigue al seguir una adecuada metodología de producción. Para lo cual las personas encargadas de esta actividad deben estar capacitadas en la aplicación técnicas más apropiadas. Por otro lado, es necesario definir el sistema productivo a emplearse, en la siembra de semillas en vivero, porque de esto depende el tipo de plantas que se produzcan, su costo final y su proceso posterior a la plantación. Frecuentemente se utiliza el concepto "tipo de planta", el cual se relaciona con el sistema de cultivo empleado, ya sea raíz desnuda o envase.

2.5.1.1 Plantas a raíz desnuda

En el trabajo investigativo de Buamscha *et al.* (2012), las plantas a raíz desnudad se producen mediante el sistema tradicional en almácigos o canteros, al aire libre. Por lo tanto, cuando se extraen del almácigo o cantero para ser llevadas al sitio de plantación, sus raíces se desprenden del suelo quedando "desnudas" lo que da origen a su nombre. Tiene como ventaja fundamental que son livianos para transportar, motivo por el cuál es el método más ampliamente utilizado para producir plantines relativamente grandes. La desventaja principal de los plantines a raíz desnuda es que la raíz se transporta al lugar de

plantación separada del suelo, lo que determina que el plantín debe reestablecer contacto con el mismo.

2.5.1.2 Plantas en envase o contenedor o a raíz cubierta

Son cultivadas dentro de recipientes individuales. Al momento de plantarlas, una vez extraídas del envase, sus raíces continúan incorporadas al sustrato en el cual crecieron se la considera como la mayor ventaja que poseen estos plantines, siendo producidas bajo condiciones más controladas permitiendo administrar la humedad y nutrientes necesarios en todo momento. Así también la proporción raíz/tallo suele ser más alta que la de los plantines producidos a raíz desnuda, haciéndolos especialmente adecuados para sitios secos. En este contexto la producción de plantines en envases en invernáculos crece constantemente en todo el mundo (Buamscha *et al*. 2012).

2.5.2 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS FORESTALES DE NOGAL

Salto et al. (2016), recalcan la importancia de la producción de plantines de calidad para asegurar indicadores como supervivencia y adecuado desarrollo. Así también demostraron que, al utilizar plantas competitivas producidas en vivero, se logra altas tasas de supervivencia y crecimiento sin necesidad de deshierbes frecuentes y meticulosos; y, además se adaptan rápidamente al sitio de plantación debido a sus características morfológicas y fisiológicas óptimas gracias a la capacidad fotosintética elevada; y, a los contenidos altos de reservas nutrimentales que presentan, (Basave *et al.* 2014).

Para lograr obtener plantas vigorosas con las características mencionadas, es necesario utilizar germoplasma de calidad asociado con la aplicación de prácticas culturales adecuadas como la fertilización en vivero que es una práctica ampliamente usada, y su eficacia depende, en parte, del régimen implementado. Un programa de fertilización ideal debe satisfacer las demandas del crecimiento, pero también debe promover la existencia de contenidos altos de reservas nutrimentales para que las plantas sean capaces de desempeñarse satisfactoriamente, aun cuando la disponibilidad de nutrimentos en el sitio de plantación sea limitada (Basave *et al.* 2014).

Toro & Roldán (2018) enfatizan que una alta mortalidad de las plántulas en la fase inicial refleja una escaza regeneración por causa de alta humedad y/o total sombrío; lo cual muestra una baja pero existente capacidad regenerativa mediante el brote de sus raíces adventicias en la base de los tallos, importante en el empleo como táctica adaptativa en su sobrevivencia en situaciones extremas. En sí, esta especie crece en una gran diversidad de suelos, como ultisoles, entisoles, inceptisoles, alfisoles y molisoles (Yamamoto & Barra, 2003). Es semiheliófita, porque requiere de sombra en sus etapas iniciales, clasificadondole de sucesión intermedia (vida moderada), llegando a los estratos superiores.

Toro & Roldán (2018) señalan que es una especie poco caducifolia a semicaducifolia a caducifolia según el sitio donde crece, en el que la hojarasca que produce cae (50 kg/ha/año de biomasa), no es afectada por las precipitaciones teniendo un rol importante en el equilibrio de los entornos, porque establecen una fuente de energía por su aporte de nutrientes y formación de sustancias húmicas en los suelos, aun incluso considerando su lenta tasa de descomposición (2.6 años).

2.5.3 PLÁNTULAS DE NOGAL

El vivero, debe tener las condiciones mínimas que garanticen la adecuada germinación de las semillas y crecimiento de plántulas antes de ser transportadas al campo; en zonas andinas es recomendable que las plantas crezcan en un ambiente de semi-sombra, porque en la etapa inicial no se debe exponer la especie totalmente al sol. Se puede sembrar en germinador (solo arena) o en bolsas en forma directa, con un sustrato previamente preparado y desinfectado. Es recomendable una mezcla de tierra-arena-cascarilla de arroz o aserrín más micorrizas arbusculares (*Glomus sp*.) en una proporción de 23 g/kg de sustrato, así también garantizar disponibilidad de agua tratada para riego (Toro & Roldán, 2018).

Es importante eliminar la pulpa de los frutos, una vez que están en el vivero. Gómez *et al.* (2013) plantean la fermentación de los frutos inmersos en agua durante una semana, separar manualmente la pulpa de la semilla con tenazas, terminar la limpieza de las semillas con un cepillo de acero secarlas al sol durante un día.

Las especies de semilla dura requiere tratamientos pregerminativos, encontrando dos métodos eficientes para *J. neotropica*: el primero consiste en hidratar en agua durante ocho días (cambio de agua diario o poner en agua corriente) y el segundo mediante la exposición

al sol por 48 horas (Gómez *et al*. 2013). Después de haber realizado los pretratamientos adecuados, es primordial sumergir la semilla en un fungicida con vitavax (0,3g/litro de agua), con la finalidad de eliminar la proliferación de hongos e insectos (Azas, 2016).

Como se puede ver en la Figura 8 el proceso germinativo de las semillas es de tipo hipogea, se inicia de 23 a 48 días después de la siembra y finaliza después de uno dos meses, para lo cual se planta la semilla con el ápice hacia abajo y se cubre con el sustrato hasta la mitad, dando inicio a la germinación con la ruptura de la testa, esto indica que por debajo del sustrato la semilla tiene raíces. Cuando las raíces se fortalecen, comienza a emerger desde el suelo el hipocótilo, empezando así el crecimiento de la planta. Inicialmente, el tallo crece rápido (1 cm/día) hasta observar las primeras hojas de color verde-rojizo; más adelante se van observando de color verde oscuro.



Figura 8 Germinación delas semillas en vivero *J. neotropica*.
Fuente Gómez *et al.* (2013)

2.5.4 MANEJO DE PLÁNTULAS

Las plántulas permanecen en el vivero hasta obtener entre 40 cm y 100 cm de alto se considera que posee la resistencia para competir en la plantación, después se procede con el traslado al campo previsto para su trasplante. Es aconsejable pintar su tallo de blanco para evitar su mortalidad, por efecto del sol, en sus etapas iniciales (Azas, 2016).

2.5.5 PLAN DE ESTABLECIMIENTO

Es primordial tener un plan de establecimiento y manejo para la especie; en el cual como objetivo principal se debe especificar el lugar, época y distancias de siembra en campo. Para *J. neotropica* dentro de la región andina es recomendable lugares con precipitaciones entre 500 mm/año a 2000 mm/año y en zonas de Valle, además que se las plántulas al inicio de las lluvias o al final de las mismas, con distanciamientos amplios entre individuos cada 10 m (densidad de siembra = 100 árboles/ha) e intercalación con especies benéficas para su crecimiento (Toro & Roldán, 2018).

2.5.6 PLAN DE MANEJO

Mediante el plan de manejo, se comienza hacer el trazado y "hoyado" de acuerdo distanciamiento, lugar y época ya determinados. Los hoyos deben ser de 40 cm de diámetro por 40 cm de profundidad, para garantizar el buen desarrollo radicular de la especie, acompañado del deshierbe alrededor de un metro del centro del hoyo, para evitar la competencia por los nutrientes con otras especies del que no permitan su adecuado crecimiento. Aplicar abono orgánico cuando se siembre la plántula cubriendo el hoyo hecho, garantizar que la base del tallo quede a nivel del suelo para de esa forma evitando la pudrición por contacto con superficies húmedas, consecuente con lo descrito en la literatura de Toro & Roldán (2018).

2.6 SISTEMA DE FERTIRRIEGO

La fertirrigación es considera como técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos, como objetivo primordial aprovechar el flujo de agua para transportar los elementos nutritivos que la planta requiere (SIAR, 2005). Existen diversos sistemas de riego a presión como; aspersión, microaspersión, pivote central, goteo, exudación, etc.

Donde Calvache (2008) resalta esta técnica, para controlar fácilmente la parcialización, dosis, concentración y relación de fertilizantes, permitiendo importantes aumentos en la productividad de los cultivos.

2.6.1 VENTAJAS

Según el manual INIA (1998) las principales ventajas de la aplicación de fertilizantes a los cultivos, a través de sistema de riego:

- Los fertilizantes se localizan en forma homogénea.
- La fertirrigación con fósforo y potasio puede alcanzar una profundidad de 50-60 cm, facilitando una mejor absorción por las plantas.
- Conforme a sus necesidades en las diferentes fases de su desarrollo se suministran fertilizantes a la planta.
- Al detectar síntomas carenciales se puede proceder con rapidez para corregirlos.
- Reducción de pérdidas por lavado y volatilización.
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes por los cultivos, ahorro puede alcanzar el 30%.
- Menor costo de aplicación de los elementos nutritivos.
- El posible uso aguas salinas con mayor grado de tolerancia que en otros sistemas de riego.

2.6.2 DESVENTAJAS

De acuerdo con el manual de fertirrigación INIA (1998) y Calvache (2008) generalmente los inconvenientes no se debe al método en sí, más bien esto se debe al incorrecto manejo o al desconocimiento que existe acerca de la nutrición de las plantas, entre los cuales se puede describir los siguientes:

- Coste de inversión inicial elevado se debe a la compra de equipos y su instalación.
- Utilización de soluciones solubles costosas.
- El manejo del sistema requiere cierto conocimiento tecnológico.
- Posible riesgo de falta de micronutrientes por la pureza de los abonos líquidos.
- Riesgo de obturaciones de goteros por precipitados.

2.6.3 REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES

Los elementos necesarios para el desarrollo de todos los cultivos se agrupan según lo requerido por la plantación de acuerdo con Daza (2018) en una planta se puede encontrar 16 elementos naturales que son absorbidos por las raíces ingresando en el sistema vascular mediante el agua, los cuales se los ha clasificado en:

- Macronutrientes. Carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. ·
- Micronutrientes. Fierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro. ·
- Elementos menores o trazas. Cobalto, sodio, silicio.

En base a la especie se determina los requerimientos de macronutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, por el período fonológico y por el nivel de producción esperado (INIA, 1998). Por lo cual González & Ordóñez (2009) sugiere realizar un oportuno y adecuado diagnóstico de las condiciones locales, previamente a la plantación y en la fase de producción en vivero de cualquier programa de forestación es extremadamente importante, esto permitirá establecer la cantidad de fertilizante a aplicar y la distribución, dosis que se emplearan y la rentabilidad del uso de fertilizaciones.

La cantidad de nutrientes que requiere un cultivo puede ser suministrada por un fertilizante, por el suelo y por el agua de riego. Es conveniente evaluar el aporte de nutrientes por el suelo y el agua de riego, para lo cual González & Ordóñez (2009) sugiere que diagnostico debe cumplir con procedimientos estándar y en laboratorios especializados. Buamscha *et al*. (2012) denomina al fertirriego como la práctica de suministrar fertilizante líquido en el sistema de riego, aplicándolos en los diversos sistemas de riego, así también la utilización en viveros donde producen plantas a raíz desnuda como aquellos que lo hacen en contenedores. A través del uso de fetirriego se aplica los nutrientes en adecuadas cantidades y concentraciones, en el tiempo justo, fácil y uniforme, mediante el agua. El sistema adecuado para viveros pequeños, es disolver una cantidad apropiada de fertilizante en una regadera. En viveros grandes se emplean sistemas más complejos.

Nuñez *et al*. (2015) resalta que durante cinco años últimos años el establecimiento de plantaciones de nogal, se empleó sistemas de riego por goteo y actualmente el 95 % de la

superficie cuenta con este sistema. Gran cantidad de riegos genera un gasto de un milímetro por hora (mm/hr). En general, en la fase inicial de las plantaciones es recomendable regar cada 7-10 días; de igual forma se recomienda espaciar los riegos en plantaciones en producción espaciar lo más posible, cada 20 días, en el caso que el suelo sea demasiado permeable, por lo cual conviene aplicar riegos de menor duración, pero más consecutivos.

Según lo expuesto anteriormente y en base al estudio realizado por Loewe & González (2001) se establece que el riego debe realizarse preferentemente mediante surcos, aspersión y goteo, pero no sugiere los métodos por tendido y tazas, porque éstos exponen a las plantas a enfermedades del cuello. Los métodos comúnmente utilizados en el riego huertos de nogal Son:

- Surcos: algunos surcos dependiendo del tamaño del árbol a cada lado y uno cruzado; es el mejor método y a su vez el más utilizado.
- Aspersión: también es un buen método la microaspersión, pues evita el paso excesivo de maquinarias sobre el suelo y la no labranza evita la destrucción de raíces, que es la puerta de entrada para el hongo causante de la pudrición del cuello (*Phytophthora* sp).
- Riego por surcos con curvas de nivel integrado: se recomienda en plantaciones que se realizan en suelos con pendiente, faldeos de cerros con suelos profundos, permitiendo un mejor aprovechamiento del agua y un menor costo.

2.8 SUELOS ADECUADOS PARA LOS NOGALES

Según Loewe & González (2001) el nogal es uno de los frutales más exigentes, siendo así que requiere suelos profundos, estructura buena, bien drenados, ricos en sales minerales, provistos de calcio y bien aireados, ya que sus raíces penetran el perfil del suelo hasta una profundidad de 1,5 a 3,0 m dependiendo del clima y textura del suelo, alcanzando mayor profundidad en zonas de altas temperaturas y menor en climas más suaves.

Las raíces obtienen su mejor desarrollo en suelos de textura media con materia orgánica y libre de sales. Concentraciones mayores de 0,1% de sodio y de 0,25 a 0,30% de cloro pueden dañar los nogales. En las regiones áridas y semiáridas es preciso planificar el riego antes de la plantación de huertos frutales. En suelos arenosos, el desarrollo radicular se ve

limitado ya que hay una menor fertilidad natural y baja retención de humedad y, en suelos arcillosos por su menor capacidad de aireación.

En conclusión, se deben evitar las siguientes situaciones negativas para su desarrollo: suelos poco profundos, salinos, con elementos demasiado finos, es decir, limo-arenosos o areno-limosos; arcillosos con escaso drenaje o sometidos a inundaciones; con pH muy elevado (8 a 9) ya que causa clorosis férrica; con pH bajo 6,0. En general, los factores limitantes corresponden a pobreza química y exceso de agua en el suelo (Azas, 2016; Loewe & González 2001).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en el vivero o umbráculo forestal de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a 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.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) desbalanceado, Se estudiaron 56 tratamientos en 262 observaciones distribuidas entre los tratamientos, con el objetivo de demostrar los efectos de disoluciones nutritivas en el desarrollo de J. *neotrópica*, las mediciones semanales se realizaron desde el 29 de junio de 2017 hasta 31 de agosto de 2017 con intervalos que permitieron ejecutar 7 mediciones en 65 días de investigación, y con esto se generó la base de datos para el análisis.

3.3.2 Etapa de experimentación

Implementación del experimento

La presente investigación se desarrolló en una sola etapa experimental la cual cuenta de distintas tareas para alcanzar los objetivos propuestos.

- Tarea 1. Se elaboró el sustrato para ser utilizado en el repique de plántulas, (70:30), se realizó análisis de suelo del sustrato a fin de conocer la composición de este y poder elaborar las soluciones de fertirriego.
- Tarea 2. Después de elaborar el sustrato se escogieron siete progenies de *J. neotropica* existentes de otros ensayos en el vivero forestal de la ESPOCH, se buscó similitud entre los individuos seleccionados que son parte del experimento.

- Tarea 3. Se realizó el repique de las plántulas de fundas a macetas para ser instaladas en las camas germinativas según el diseño experimental propuesto.
- Tarea 4. Se distribuyó las macetas que contienen las plántulas etiquetadas con progenie y tratamiento en las camas germinativas de acuerdo al diseño del experimento bloques al azar.
- Tarea 5. Se muestreó el suelo de cada maceta para determinar características morfológicas del suelo como humedad gravimétrica y capacidad de campo.
- Tarea 6. Se homogenizó la humedad de cada maceta del ensayo o experimento, se aplicó una lámina de agua según corresponda la humedad de cada maceta.
- Tarea 7. Se prepararon las disoluciones de NPK, en distintas concentraciones que se utilizó en los fertirriegos del experimento siguiendo el protocolo establecido, se manejó para cada solución madre cinco litros de agua.
    - ✓ Se pesó los fertilizantes de acuerdo a la concentración que se espera obtener.
    - ✓ Se disolvió el fertilizante en medio litro de agua, se agitó vigorosamente a fin de evitar sólidos no disueltos en esta concentración.
    - ✓ Se mezcló con el resto de agua sobrante, se debe tener en cuenta que en las soluciones que se utiliza ácido fosfórico, este debe ser disuelto en forma individual es decir en 5 litros de agua solo el ácido fosfórico.
- Tarea 8. Se Realizó los fertirriegos de acuerdo a la evaporación medida diariamente, con el objetivo de reponer la humedad perdida, se midió pH y conductividad eléctrica de cada solución preparada para aplicar. Se aplicó los fertirriegos en un promedio de tres veces a la semana aproximadamente.
- Tarea 9. Se inició el registro de los datos de las variables dasométricas (diámetro a la base y altura de la planta), se utilizó un pie de rey digital, y la altura de la planta con unas reglas milimétricas, se marcó una señal en cada medición, este proceso se repitió cada diez días durante 16 semanas aproximadamente, al igual que el conteo de número de hojas.

3.3.3 Factores en estudio

Los factores en estudio se clasifican de la siguiente manera:

3.3.4 Procedencia de las especies de *J neotropica* (Factor A)

Tabla 5 Procedencia de las especies de *J neotropica* a utilizarse en el estudio

Procedencia	Código	Repeticiones
Chambo	P1	43
Guamote	P2	36
Riobamba	P3	38
Mix Chimborazo	P4	37
Ambato	P5	38
Guaranda	P6	37
Mix Tungurahua	P7	33
TOTAL		262

Fuente: levantamiento en campo, 2017, Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

3.3.5 Disoluciones Nutritivas (Factor B)

Se evaluaron siete disoluciones nutritivas con distinta concentración de (N-P-K) Tabla 6 y la octava será el testigo.

Tabla 6 Concentración de las disoluciones nutritivas a utilizarse en la investigación

Disoluciones	N(ppm)	P(ppm)	K(ppm)	Codificación	Repeticiones
1	00.00	100.00	100.00	T1	35
2	25.00	100.00	100.00	T2	32
3	50.00	100.00	100.00	T3	30
4	50.00	0.00	100.00	T4	30
5	50.00	50.00	100.00	T5	32
6	50.00	100.00	0.00	T6	33
7	50.00	100.00	50.00	T7	34
8	0.00	0.00	0.00	T8	36
TOTAL					262

*ppm. Refiere a mg/L
Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

3.3.6 Variables de Medición

Diámetro a la base

Cada planta se midió a un 1cm de la base del cuello, la primera medición se realizó al mes de emerger la plántula, las siguientes mediciones se realizaron cada 10 días hasta finalizar la fase de campo.

Altura de la planta

Se midió en cm de la base del cuello hasta la parte más alta de la planta, la primera medición se realizó al mes de emerger la plántula, las siguientes mediciones se realizaron cada 10 días hasta finalizar la fase de campo.

3.3.7 Análisis estadístico

- Todas las técnicas estadísticas mencionadas a continuación se las realizaron con el paquete de programas SPSS versión 21.
- Estadística descriptiva (Media, desviación estándar y Coeficiente de variación)
- ANOVA con separación de medias de Tukey al 5%
- Análisis Clúster
- Estadígrafo de Chi cuadrado

3.3.8 Procedimiento por objetivos

Objetivo 1.

- Instalación del experimento
- Regar con 200 mL de disoluciones nutritivas cada 72 horas
- Toma de datos de las características morfológicas las variables mencionadas de acuerdo con el cronograma.
- Sistematización de los datos de las características morfológicas
- Determinación de estadísticos de dispersión y tendencia central

Objetivo 2.

- Evaluación de diferencias entre tratamientos por medio del procedimiento ANOVA y separación de medias según Tukey 0,05.

Objetivo 3.

- Análisis Clúster sobre la base de las mediciones observadas utilizando el método de vinculación de Ward
- Prueba de relación entre los clústeres pronosticados y la procedencia de las unidades experimentales.

Para el procesamiento de la información recopilada en campo se ejecutó en una base de datos utilizando el programa Excel y el paquete de programas SPSS versión 21.

La investigación realizada es de tipo experimental.

RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

MATERIALES

Recursos Humanos

- Laboratorista
- Tesista

Materiales

- Camas de germinación
- Plántulas de *J neotropica* con tratamiento pregerminativo de estratificación en cuarto frío 150 días + cinco días en hidratación con agua corriente + un día expuesto al sol y cubierto con arena.
- Tubos de ensayo con escala
- Baldes y recipientes plásticos
- Envases con tapa de 5 litros
- Sustrato 75:25 (arena: tierra negra)
- Cámara fotográfica (Canon, Japón)
- Etiquetas
- Sistema de riego
- Pie de rey digital (Cielo, Italia)
- pH-metro
- Barreno
- Macetas

- Lamina de vidrio
- Envases para muestrear

Reactivos:

- **S**oluciones Madre: Agua destilada, Fosfato de amonio, nitrato de amonio, nitrato de potasio, fosfato de potasio, ácido fosfórico.
- Agua Botellón
- Hidróxido de Sodio
- Ácido Clorhídrico

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS POR OBJETIVOS

La tabla siete muestra las medias de los tratamientos respecto a los registros de altura de las plántulas en experimentación, se puede observar la media tanto para las procedencias en estudio, así como también para las soluciones nutritivas que se aplicaron en cada planta; los parámetros de dispersión y tendencia central de toda la población son considerados para la aplicación del DBCA con las procedencias como Bloque. Nótese las diferencias estadísticas en las plántulas según su procedencia al inicio de la investigación; en cambio modelo DBCA no permite aparecer diferencias en la asignación de los tratamientos.

Tabla 7 Altura de plántulas (cm) de *J. neotropica* inicio de investigación

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Media	DT	CV
	a	ab	b	ab	ab	ab	b			
T1	26,35	21,18	16,00	16,73	16,66	19,93	16,90	19,11	3,46	18,09
T2	27,44	20,90	21,75	26,38	21,56	22,13	15,67	22,26	3,58	16,09
T3	27,27	15,60	20,08	21,44	21,88	21,76	18,68	20,96	3,30	15,75
T4	24,24	18,55	18,43	20,65	21,00	19,10	14,88	19,55	2,66	13,61
T5	22,88	19,67	16,19	17,47	19,80	18,40	19,97	19,20	1,98	10,31
T6	21,77	22,04	9,90	20,74	17,30	17,72	16,50	18,00	3,90	21,67
T7	22,60	21,55	18,06	15,63	20,23	18,30	17,71	19,15	2,24	11,71
T8	25,63	24,83	20,30	21,43	14,67	21,86	13,30	20,29	4,36	21,51
Media	24,77	20,54	17,59	20,06	19,14	19,90	16,70	**19,81**		
DT	2,07	2,53	3,45	3,20	2,45	1,68	1,99		**3,50**	
CV	8,34	12,33	19,63	15,96	12,79	8,42	11,91			**17,68**

Letras iguales indican semejanza estadística.
Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

La desviación típica (DT) general fue de ± 3,50 respecto de la media poblacional que al inicio de investigación fue de 19,81 cm, el trabajo experimental se inició con un coeficiente de variación (CV) de 17,18 %. Mediante un ANOVA de efectos principales de cada factor del experimento, se descartó la hipótesis nula sobre igualdad en la respuesta de crecimiento de las plantas de *J. neotropica*, frente a la aplicación de siete soluciones nutritivas y un tratamiento control sin aporte nutricional. La diferencia encontrada suele

deberse a la disponibilidad inmediata para la planta de estos nutrientes en el sustrato o suelo sumado a los aportes realizados con las disoluciones nutritivas (Loewe & González, 2001).

Tabla 8 Análisis de varianza efecto de disoluciones nutritivas en incremento de altura (cm)

Origen	SC	GL	CM	F	Sig.
Modelo	620,097[a]	14	44,293	273,365	,000
Procedencia	2,925	6	,488	3,009	,007
Disolución	168,675	7	24,096	148,718	,000
Error	40,183	248	,162		
Total	660,280	262			
Total corregida	213,853	261			

a. R cuadrado = ,939 (R cuadrado corregida = ,936)

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

La Tabla 8 demuestra que en el estudio realizado la utilización de diferentes disoluciones tiene efecto sobre el desarrollo de *J. neotropica*, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y respecto del control (T8). Además, las diferencias entre los orígenes de las plántulas fueron altamente significativas, el sustrato utilizado en el experimento permite realizar un símil con lo publicado por Cabascango (2011), donde, con la utilización de arena y tierra de páramo se pudo demostrar que la plántula recibe bien la tierra negra para producir mayor calidad de raíces y en consecuencia mejores alturas de la planta en su desarrollo inicial, así también, Favela et al. (2006), exponen la importancia de las demandas nutritivas de la semilla una vez que esta emerge; mientras mayor sea la eficiencia de alimentación vegetal los parámetros de crecimiento serán afectados de manera favorable.

Bellote & Ferreira (1995) en relación a la fertilización observaron el efecto positivo de la aplicación de fósforo (P) si se considera como una actividad regular en plantaciones pues según avanza la edad de la planta la demanda se incrementa pero la oferta no; por esto, fertilizar proporciona mayor absorción y, en consecuencia, mayor crecimiento de los árboles. Uscola *et al*. (2009) interpretaron que la fertilización nitrogenada produce cambios en las especies forestales expresados como una reducción del tamaño de la raíz, esto debido a que las plantas priorizan el desarrollo radicular sobre el desarrollo aéreo, pero también depende del tipo de nitrógeno disponible pues el desarrollo aéreo se da mejor en presencia de NO_3^- siendo más eficiente para desarrollar raíces fuertes el NH_4^+.

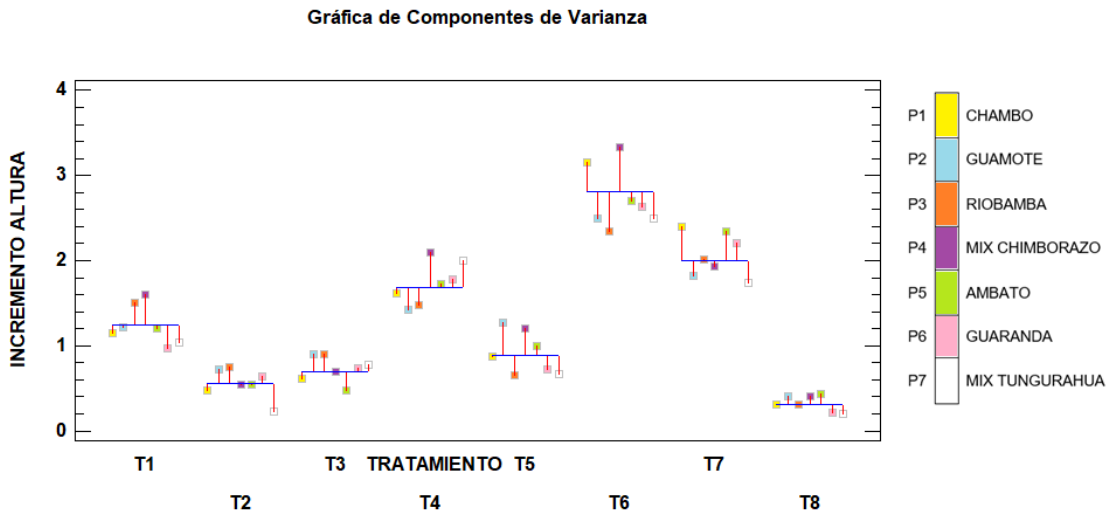


Figura 9. Efecto de disoluciones nutritivas en altura (cm) *J neotropica* de diferentes procedencias
Fuente**:** Guambo (2018)

La figura 9, permite observar las diferencias estadísticas encontradas por el ANOVA, en centímetros se evidenció que los mejores incrementos respecto de la altura fueron los alcanzados por T6 en P4, se encontró congruencia entre los valores alcanzados por las distintas disoluciones y el desarrollo de P4 fué superior a las demás medidas principalmente respecto de P7 T8 que tuvo el récord más bajo de incremento de altura en la duración del experimento. Autores como Valverde (2016); y Azas (2016), describen al Nogal como una especie muy exigente al momento de su plantación por las demandas de Nitrógeno, Fosforo, Potasio y recomiendan antes de plantar realizar un abonado de fondo y así determinar la carencia de nutrientes del suelo por lo que se sugiere que cuando el suelo sea ácido en extremo se añadan dosis pequeñas de cal para evitar el bloqueo de otros elementos en función del pH y textura de suelo.

Favela *et al.* (2006) exponen sobre la calidad de las Soluciones nutritivas (SN) y la importancia de las dosis, la conductividad, la relación entre cationes y aniones, cantidad de amonio, oxígeno disuelto y temperatura; además, este autor hace recomendaciones para el uso de SN en la investigación científica. Expone la cantidad de los macronutrientes (CHONPS) cercana al 98% dejando la diferencia para las cenizas. En orden de abundancia después del carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno se encuentra en las plantas en forma inorgánica y orgánica principalmente dentro de las proteínas los ácidos nucleicos y

los aminoácidos su concentración foliar oscila entre 1,5 a 6% de la materia seca en los cultivos.

Favela *et al.* (2006), remarcaron la importancia del fósforo (P) al formar parte de las enzimas, proteínas, adenosina trifosfato responsable de la transferencia de energía y la genética por medio del ADN y ARN, sus concentraciones respecto de la materia seca pueden alcanzar el 1%; en cambio, el potasio (K) es responsable del estado del agua en planta como activador en varios procesos que permiten la turgencia en el nivel celular y la translocación de carbohidratos recién elaborados en la concentración de materia seca se lo puede hallar hasta en 5%. Cabascango (2011) a los 30 días reporta alturas de hasta 5,47 cm muy por debajo de los 20,17 de este estudio, pero a los 75 días los datos reportados por este autor llegan a 22, 26 cm que supera numéricamente los 21,10 cm de este estudio a los 95 días de edad de la planta.

La tabla 9, muestra las diferencias a un nivel de confianza 0,05 según la prueba de Tukey, si se observa las disoluciones es evidente un mayor desarrollo de las plántulas alimentadas con la disolución nutritiva T6 (N50ppm. P100 ppm. K0 ppm.) obsérvese que se forman siete grupos en los que se diferencian los efectos de los nutrientes aplicados, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre T8 (testigo sin nutrientes adicionados) y T2(N25 ppm, P100 ppm, K100 ppm), así también T2 y T3 y esta respecto de T5, al ser T8 el testigo se puede afirmar que el uso de T2 es ineficiente y muestra un efecto favorable respecto de su contraparte es decir este grupo de disoluciones, de las que se definió como beneficiosa a T5, y se puede observar tanto la figura 9 como en la tabla 9 la superioridad de T6 que redondea 2,82 cm de crecimiento en los 65 días de evaluación.

Tabla 9. Separación de medias incremento de altura (cm) de *J. neotropica*

DISOLUCIÓN	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
T8	32	,3156						
T2	32	,5594	,5594					
T3	32		,7000	,7000				
T5	32			,8906				
T1	32				1,2406			
T4	33					1,6788		
T7	32						1,9938	
T6	37							2,8162
Sig.		,223	,851	,542	1,000	1,000	1,000	1,000

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

En la tabla 10 se observan las alturas alcanzadas por cada tratamiento en el periodo de evaluación que se cumple a los 95 días de edad de las plantas de *J neotropica*. Contrasta con estos datos la información de Bellote & Ferreira (1995), quienes demostraron que aunque los árboles dependan en su mayoría de los programas de suplementación o disponibilidad de K y Mg, se ha probado que el aumento en las concentraciones de K tienen repercusión favorable sobre la altura de los árboles a diferencia del incremento en concentraciones de Mg.

Tabla 10. Altura (cm) de *J. neotropica* al día 65 de investigación

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Media	DT	CV
	a	b	c	bc	bc	bc	c			
T1	27,50	22,40	17,50	18,33	17,86	20,90	17,94	20,35	3,38	16,60
T2	27,92	21,62	22,50	26,93	22,10	22,77	15,90	22,82	3,64	15,96
T3	27,89	16,50	20,98	22,14	22,36	22,50	19,45	21,69	3,21	14,81
T4	25,85	19,98	19,92	22,75	22,72	20,88	16,88	21,28	2,62	12,33
T5	23,76	20,93	16,84	18,67	20,80	19,13	20,63	20,11	2,02	10,03
T6	24,93	24,54	12,25	24,07	20,00	20,35	19,00	20,73	4,12	19,88
T7	25,00	23,38	20,07	17,55	22,58	20,50	19,45	21,22	2,37	11,16
T8	25,94	25,23	20,62	21,83	15,10	22,08	13,50	20,61	4,38	21,25
MEDIA	26,10	21,82	18,84	21,53	20,44	21,14	17,84	**21,10**		
DT	1,44	2,61	3,02	3,00	2,54	1,15	2,17		**3,41**	
CV	8,34	12,33	19,63	15,96	12,79	8,42	11,91			**16,156**

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

Azas (2016), reportó alturas a los 60 días muy inferiores a los registros de este experimento en el mejor de su tratamiento del autor registra 5,95 cm, a los 150 días reporta datos cercanos al día 30 del presente estudio con valores dispersos entre 8,7 y 27,7 cm. Toro & Roldán, (2018) reportan valores de entre 1,42 y 7,22 cm de altura a los 60 días entonces dependerá del ambiente, las condiciones propias de la especie y el método de cultivo para tener valores superiores en periodos de tiempo más cortos.

Para Quintero & Jaramillo (2012), los problemas de esta especie empiezan antes del crecimiento es decir en la germinación y repercuten en toda la vida de *J. neotrop*ica, pues interfiere que se venden los mejores frutos lo que deprime la calidad de material germinativo debido a que las mejores semillas no son sembradas, entonces se infiere que no todo material germinado crecerá a la misma velocidad ni sus incrementos serán manejables la tabla 10 y la tabla 11 muestran un efecto de contraste, nótese que los incrementos de altura generan dos grupos de concentración de las observaciones y por otro

lado las medidas de la altura como generan tres puntos de agrupación y los datos se ordenan de manera diferente que en el inicio del experimento.

Tabla 11 Separación de medias según Tukey según procedencia para incremento de altura (cm)

PROCEDENCIA	N	Subconjunto	
		1	2
P3	38	1,1684	
P6	37	1,1784	
P5	38	1,2211	
P1	43	1,2884	
P7	33	1,2939	
P2	36	1,4056	1,4056
P4	37		1,5919
Sig.		,149	,419
c. Alfa = 0,05.			

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

La tabla 11 muestra las diferencias de medias según la prueba de Tukey a un nivel de 0,05, para el incremento de altura (cm) si se considera como factor la procedencia en este caso las diferencias gráficas observadas anteriormente solo nos muestran una diferencia significativa entre P4 de la mayoría de las procedencias estudiadas a excepción de P2 con la que la prueba no encuentra diferencias estadísticas significativas. La linealidad de las dosis de nutrientes empleados durante la experimentación puede ser en parte responsable de estos resultados

Favela et al (2006), remarcaron que la estructuración de soluciones nutritivas respecto de las demandas inmediatas de la planta se enmarca en la teoría de mínimos (cantidades mínimas de nutrientes para activar o anular un proceso biológico), lo cual ha permitido marcar áreas donde un ion es limitante y otras donde puede precipitar con otros sin alcanzarse eficiencia como en esta investigación.

Cabascango (2011), reportó la importancia de valores altos en el diámetro del tallo al desarrollarse la planta pues constituye un indicador de fortaleza y resistencia de la planta frente a factores físicos. Interpreta que el sustrato en el que se establece definirá en gran manera esta medición, pues esta planta vive muy bien en suelo fértil y se adapta a las condiciones fangosas, pero no acepta de buena manera suelos calcáreos ni muy ácidos.

Quintero & Jaramillo (2012), registraron valores inferiores en atura y diámetro del desarrollo del Nogal comparados con este estudio y específicamente, el énfasis está en la dependencia de la planta de los macronutrientes NPK y su importancia en el desarrollo inclusive de planta adulta. Además Bellote & Ferreira (1995) afirman que la influencia de los planes de fertilización no es mayor en especies forestales debido a la movilidad del K desde el suelo que discrepa con este estudio por la técnica de aplicación. Por otro lado, el ejemplo del N, la duración en tiempo de los efectos de este elemento en planta es mayor que el tiempo de ejecución del presente estudio, entonces esto sería observable en las dosis altas en N del estudio durante periodos más largos y en investigación específica para ese objetivo.

La tabla 12 muestra las mediciones de diámetro de las plántulas, la media general de la población fue de 5,51 cm, y el coeficiente de variación de 9,61%, las medidas en general son más homogéneas que en la altura, evidentemente las observaciones destinadas al tratamiento testigo no fueron las de registros más bajos y es común encontrar coeficientes de variación inferiores al 10%. P1 si bien obtuvo los registros en promedio más altos, entre todas las procedencias estudiadas también mostró el coeficiente de variación más bajo.

Tabla 12 Diámetro (cm) *J. neotropica* al inicio de la investigación.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7			
	a	ab	b	ab	ab	ab	b	Media	DT	CV
T1	5,76	5,51	5,74	5,27	5,19	5,95	5	5,49	0,32	5,87
T2	6,53	5,33	6,49	6,09	5,67	6,04	5,08	5,89	0,51	8,73
T3	6,27	4,87	5,14	5,66	5,79	5,58	5,1	5,49	0,45	8,13
T4	6,03	4,81	5,15	5,21	5,73	5,96	5,06	5,42	0,44	8,19
T5	6,01	6,65	4,61	5,29	5,51	5,64	5,62	5,62	0,58	10,32
T6	5,75	5,65	3,8	5,99	5,08	5,24	4,97	5,21	0,67	12,89
T7	5,97	5,67	5,13	4,71	5,46	5,45	5,21	5,37	0,37	6,98
T8	5,9	6,54	5,51	5,71	4,91	5,74	4,96	5,61	0,52	9,28
MEDIA	6,03	5,63	5,20	5,49	5,42	5,70	5,13	**5,51**		
DT	0,24	0,63	0,74	0,43	0,30	0,26	0,20		**0,53**	
CV	8,34	12,33	19,63	15,96	12,79	8,42	11,91			**9,613**

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

Sobre el crecimiento tanto en altura como en diámetro Bellote & Ferreira (1995) sostienen que con fertilización se elevan las dosis de nitrógeno esto se refleja en las tasas de mayor crecimiento en especies forestales y depende del contenido nutricional del suelo y los requerimientos de cada especie la eficiencia de las dosis utilizadas. Uscola et al. (2009)

reportan que se inhibe el crecimiento de la planta frente a sustratos donde se acumulan soluciones nitrogenadas, en cambio las técnicas de cultivos en vivero buscan incrementar la capacidad fotosintética de las plantas pues es conocido que la cantidad de clorofila es indicador de esta capacidad por lo que la relación de nutrientes inorgánicos debe ser observada como la base para generar productos orgánicos de la planta que son los que realmente garantizan su desarrollo y crecimiento.

Tabla 13 ANOVA Incremento diámetro (cm) de las plantas de *J. neotropica*.

Origen	SC	GL	CM	F	Sig.
Modelo	498,988[a]	14	35,642	160,958	,000
Procedencia	2,161	6	,360	1,627	,140
Disolución	25,346	7	3,621	16,351	,000
Error	54,916	248	,221		
Total	553,904	262			
Total corregida	82,814	261			

a. R cuadrado = ,901 (R cuadrado corregida = ,895)

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

La tabla 13, muestra el análisis de varianza para el incremento en diámetro de las plantas, al contrario de la altura en este ANOVA no se encontraron diferencias entre las procedencias, por otro lado, el efecto de las disoluciones nutritivas desató diferencias altamente significativas. En la figura 10 es evidente un contraste respecto de la altura P4 registró los valores más bajos, es decir las plantas de esta procedencia priorizaron el crecimiento en altitud que, en diámetro, el otro extremo es P7 de la que sus plantas priorizaron el crecimiento del diámetro respecto de la altura.

Quintero & Jaramillo (2012) resaltan la fase de adaptación después de haberse sembrado las plántulas y de acuerdo al medio de cultivo del embrión tendrán mejores condiciones como plántulas, pues una concentración eficiente de Nitrógeno permite el crecimiento y en yuxtaposición detiene el proceso por carencia del elemento. La figura 10 muestra diferencias de incremento en diámetro de las plantas de *J. neotropica*, puede observarse que al igual que en la altura T6 es la disolución que mayores incrementos logra particularmente en P7 y P3 que es donde se observan los promedios más altos.

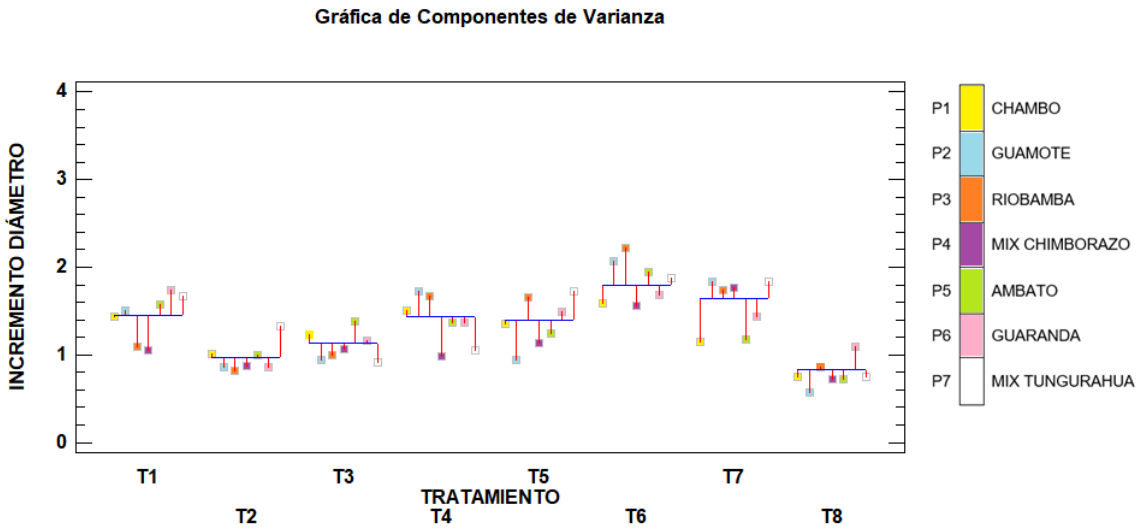


Figura 10 Efecto de disoluciones nutritivas en el incremento de diámetro de *J. neotropica* de diferentes procedencias
Fuente: Guambo (2018)

Cabascango (2011), deja claro la importancia del sustrato y la dependencia de la semilla de su calidad, será muy distinta la evolución de las semillas según su procedencia si el sustrato es el mismo, aunque las características de requerimientos de nutrimentos de la planta *J. neotropica*, sean tan generalizados, en la tabla 12 se puede observar en las procedencias tres categorías de acuerdo al diámetro de la planta durante la experimentación no se observan mayores cambios en estas agrupaciones, no obstante los incrementos mostrados en la figura 10 por cada tratamiento anulan estas diferencias respecto de los incrementos de cada procedencia en estudio, Quintero & Jaramillo (2012) hablan de la adaptación climática de la plántula después de su germinación la genética de cada semilla tendrá sus demandas en cuanto al clima factor que el cultivo en invernadero estandariza pero no suple necesariamente para cada una de las procedencias esto deja ver la prueba de Tukey (tabla 14).

Tabla 14 Separación de medias (cm) incremento de diámetro respecto de la disolución

DISOLUCIÓN	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T8	32	,8288			
T2	32	,9663			
T3	32	1,1316	1,1316		
T5	32		1,3931	1,3931	

T4	33		1,4397	1,4397	
T1	32		1,4531	1,4531	1,4531
T7	32			1,6425	1,6425
T6	37				1,7978
Sig.		,160	,110	,391	,065

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

En la tabla 14, se pueden observar las diferencias de medias respecto del incremento en diámetro (cm) de *J. neotropica* de acuerdo con las soluciones utilizadas pueden observarse cuatro grupos completamente definidos no obstante se mantiene la relación de T8, T2, y T3, así también la eficiencia de T6 que en este caso no se diferencia estadísticamente de T7 y T1. En contraste a estos resultados se acepta la hipótesis nula respecto de la procedencia que no muestra diferencias en los incrementos de diámetro como muestra la tabla 13.

Toro & Roldán (2018), reporta el crecimiento de promedio anual de la especie en 0,14 m por año en árboles en reproducción y la altura siempre es mayor cuando la especie se cría en sistemas agroforestales por la biodisponibilidad de nutrientes que capta del sistema. El experimento fue planificado en los macronutrientes sin considerar otras fuentes de nutrición mineral para las plántulas, sin estudiarse la disponibilidad de otros elementos como los citados por Bellote & Ferreira (1995) que ubican al Mg, después del K, como el elemento que más se relaciona con el crecimiento de los árboles. Contenidos mayores que 2.5 mg/g M.S. son observados solamente en los árboles con mayor crecimiento. Los árboles en los sitios de menor crecimiento muestran deficiencia.

El incremento de diámetro en función de las procedencia de origen genético de las plántulas no mostró diferencias significativas, aun así, al analizar las alturas y diámetros acumulados hasta el día 95 de edad de las plantas obsérvese (Tabla 15) que P1 tiene los mejores valores tanto para alturas como para diámetro de las plántulas de nogal, el otro extremo del análisis lo ocupa P7 que registró valores inferiores en las dos mediciones, y sin diferenciarse claramente los grupos P6 y P4, nótese que la prueba de Tukey generó cuatro grupos, se encontraron mediciones superiores a los estándares reportados por otros autores, lo que permite plantear la posibilidad de ecotipos o subvariedades de Nogal que realmente fueron responsables de estas diferencias significativas (Toro & Roldán, 2018).

La Tabla 15, muestra los valores alcanzados por las plantas de *J. neotropica* , la dispersión general de la población se reduce después de los 65 días de evaluación, si se considera simplemente el diámetro de P2T6 se observa el valor más alto del estudio pero esta medida no es la que tiene mejor incremento ni refleja el efecto de las soluciones nutritivas.

Tabla 15 Diámetro (cm) *J. neotropica* día 65 de la investigación

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	MEDIA	DT	CV %
	a	ab	b	ab	ab	ab	b			
T1	7,2	7,02	6,83	6,32	6,76	7,7	6,66	6,93	0,41	5,87
T2	7,54	6,19	7,31	6,96	6,68	6,89	6,41	6,85	0,44	6,43
T3	7,5	5,82	6,13	6,72	7,18	6,74	6,01	6,59	0,58	8,81
T4	7,54	6,53	6,82	6,19	7,1	7,33	6,12	6,80	0,51	7,51
T5	7,36	7,58	6,27	6,43	6,76	7,14	7,34	6,98	0,47	6,66
T6	7,34	**7,71**	6,02	7,55	7,03	6,93	6,84	7,06	0,52	7,36
T7	7,12	7,5	6,88	6,47	6,63	6,89	7,04	6,93	0,31	4,49
T8	6,64	7,1	6,38	6,42	5,64	6,84	5,71	6,39	0,51	7,92
MEDIA	**7,28**	6,93	6,58	6,63	6,72	7,06	6,52	**6,82**		
DT	0,28	0,65	0,42	0,41	0,45	0,30	0,52		**0,52**	
CV %	3,87	9,31	6,35	6,22	6,72	4,23	7,96			**7,60**

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

Cabascango (2011), reporta mediciones del diámetro de la planta en todos sus tratamientos mediciones hasta los 75 días a partir de la germinación registros de 0,33 a 0,90 cm. Azas (2016), reporta a los 60 días valores de 0,41 y 2,10 cm inferiores a todos los tratamientos de este estudio y al igual que en la altura se tiende a aproximar al día 150 entre 2,79 y 5,26.

Lopez & Piedrahita (1998) plantearon que los cambios fisiológicos desde la semilla en su proceso de maduración e incluso en un proceso de post maduración donde la latencia física depende de una condición morfológica que impide el proceso de maduración, por eso es importante para muchas semillas que sucedan algunos cambios en un proceso de almacenamiento en seco y osmoacondicionamiento estos procesos inciden a favor del inicio de la germinación, mejores plantas y mejor desarrollo se encontrará en plántulas que llevan un tratamiento pre germinativo que en plántulas resultado de semillas no tratadas. Loewe & González (2001), sostienen que en suelos arenosos la planta de Nogal según la variedad puede alcanzar alturas de hasta dos metros con DAP de 3,5 cm en un año.

Objetivo 3

Determinar la relación de las procedencias con la respuesta morfológica de *J neotropica.*

El método de vinculación de Ward (Anexo1) utilizando todas las mediciones del estudio da como resultado tres grupos que absorben la población de observaciones (Anexo 2) que estaba distribuida de acuerdo a las procedencias, en la tabla 16 puede observarse que el grupo 1 acumula un bloque más compacto, Mediante el procedimiento clúster se han clasificado en base a las medidas de altura y diámetro de la planta, utilizando la vinculación de Ward y la distancia Euclidiana, en un rango de dos a siete soluciones de acuerdo al número de procedencias el estimado de mejor estadístico el que arroja tres conglomerados como resultados con las cuales se ha corrido una prueba de Chi-cuadrado de Pearson con valores significativos respecto de la clasificación obtenida en el procedimiento clúster a una distancia Euclidiana de 10 donde se encuentra el centro de mejor agrupación.

Tabla 16 Distribución de observaciones en clúster generados por el método de Ward

Procedencia	Ward Method			Total
	1	2	3	
P1	13	3	27	43
P2	12	6	18	36
P3	22	12	4	38
P4	25	2	10	37
P5	18	9	11	38
P6	23	2	12	37
P7	9	15	9	33
Total	122	49	91	262

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

Se puede observar en Sudamérica rangos de suelo y microclimas que han permitido la adaptación de la planta al entorno, por esto Toro & Roldán (2018) sugieren realizar estudios de caracterización genética que permitan la conservación de la especie al identificar las diferencias que ha generado el proceso de adaptación a cada microclima donde la planta se ha desarrollado.

La prueba de chi-cuadrado (tabla 17) permite sugerir que el modelo de ajuste teórico de distribución de los datos en función de las medidas experimentales consideradas por el método de Ward genera una duda razonable sobre la existencia de ecotipos en este caso tres, deberá estudiarse y realizar la caracterización genética y determinar con pruebas genotípicas que permitan la diferenciación de especies locales en caso de comprobarse , estas pueden justificar los valores superiores a los registrados por otros autores y las diferencias entre grupos.

Tabla 17 Prueba de Chi Cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	59,840[a]	12	,000
Razón de verosimilitudes	59,973	12	,000
Asociación lineal por lineal	5,547	1	,019
N de casos válidos	262		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,17.

Realizado por: Guambo, Verónica. 2018

Bellote & Ferreira (1995) concuerdan con la perspectiva teórica de una evolución genética no estudiada en especies forestales y la relación de esta respecto a las necesidades de fertilización, por esto es necesario hacer inferencia sobre la influencia de las cantidades de fertilizantes utilizadas sobre la altura de los árboles por eso en los resultados de este experimento se encuentran resultados muy similares entre las procedencias pero las diferencias dentro de grupo muestra que las necesidades de nutrimientos de la especie se cumplen en algunos casos y en otros no y se limita a la expresión de requerimientos mínimos y máximos expuestos por Toro & Roldán (2018).

En Ecuador Loewe & González (2001) señalan que el problema más serio y permanente en los nocedales al igual que en Chile es el bajo rendimiento desde su plantación y las pérdidas ocasionadas por el bajo desarrollo y problemas de bajo porcentaje de germinación. Esta particularidad es observable aún en huertos bien ubicados y con excelente manejo. Por ello se ha sugerido la rehabilitación de plantaciones, seleccionando aquellos nogales del mismo lugar que reúnan las condiciones más favorables en producción, calibre inclusive respecto de altitudes, resistencia a peste negra, tamaño en

general, parte de la respuesta morfológica de las plantas al entorno, en este estudio, si bien se trabajó con varios orígenes de semilla y plantas organización mostrada en la figura 11 responde directamente a particularidades de crecimiento y marcan diferencias significativas respecto de su procedencia.

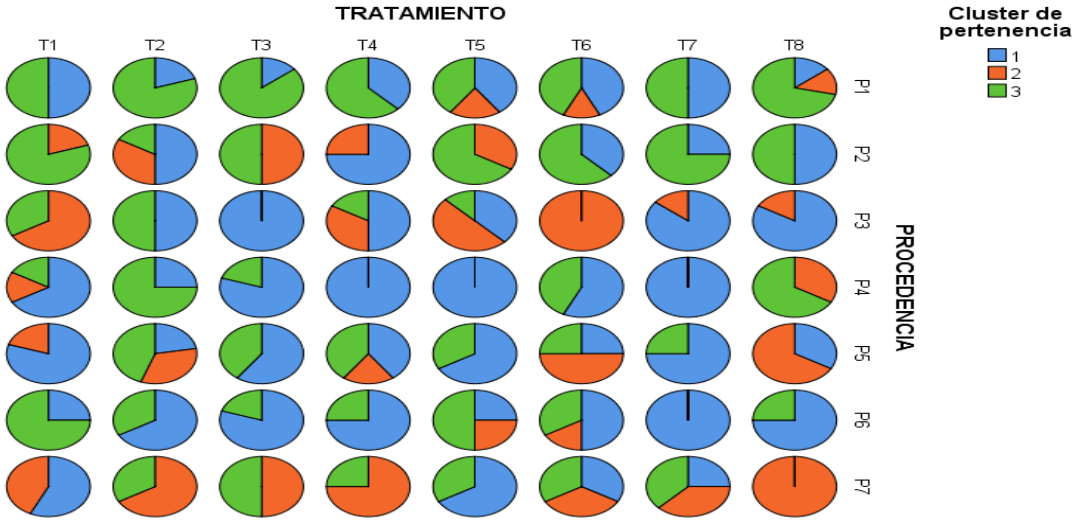


Figura 11 Distribución de observaciones en clúster obtenidos por el método de Ward

Fuente: Guambo (2018)

La figura 11 muestra un mosaico de la distribución de los nuevos grupos generados por el método de Ward en base a la respuesta morfológica de *J neotropica*, a los tratamientos utilizados en este estudio, en esencia se remarca que la hipótesis de una sola variedad o un solo ecotipo de la misma queda en duda debido a los procesos de adaptación y evolución de la especie. Para Toro & Roldán (2018) esta especie es clave en la adaptación ante el cambio climático por sus servicios ambientales en la recuperación ecológica de suelos degradados, como ornamental de paisajes andinos urbanizados, y en mantener la calidad del aire y el agua bajo sistemas que al mismo tiempo son un hábitat y fuente de recursos alimenticios para la fauna silvestre, es compatible también con sistemas silvopastoriles y agroforestales, la producción de plantula cada vez necesita más investigación destinada a este proposito (Loewe & González, 2001).

CONCLUSIONES

- El efecto de las siete disoluciones nutritivas en plantas de *J. neotropica*, se observó en la diferencia de todas las soluciones con el testigo T8 en el desarrollo de altura y diámetro en 65 días de evaluación, características de crecimiento desatacadas fueron las de T6 (N50 ppm, P100 ppm, K 0ppm) para las disoluciones, con 2,81 cm de incremento en altura y 1,79 cm en diámetro del tallo, y P4 (mix Chimborazo) que alcanza un de 1,59 cm de altura diferenciándose de todas las procedencias.

- Las proporciones de N P K más efectivas se encuentran entre T7 (N50 ppm, P100 ppm, K 50ppm), y T6 (N50 ppm, P100 ppm, K 0ppm), pues se demostró que por cada unidad de Nitrógeno las plantas de *Juglans neotrópica* reciben bien dos unidades de Fósforo, por otro lado, los mejores resultados se encuentran en proporciones nulas de Potasio.

- Al utilizar la técnica estadística clúster se obtuvieron tres grupos sobre la base de la respuesta morfológica de las plantas de *J. neotrópica*, y con el estadístico Chi-cuadrado de Pearson se encontró una asociación entre los grupos del clúster y las procedencias, por lo que, se encontraron argumentos para sustentar una duda razonable para afirmar que dentro de las semillas utilizadas pueden existir subvariedades que han influenciado los resultados.

RECOMENDACIONES

Las subvariedades de *J. neotropica* de existir deberán ser caracterizadas diferenciadas y evaluadas en estudios individuales que permitan obtener valores de certeza respecto de los programas de fertilización y producción de plantas en vivero que permitan validar los resultados obtenidos durante esta investigación.

Los estudios forestales requieren de la inclusión en la genómica que permita encontrar la variedad o subvariedad de mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas, y por otro lado superar los inconvenientes de bajo nivel germinativo y perdidas en producción de plántulas de *J. neotropica*.

BIBLIOGRAFÍA

Azas, R. (2016). Evaluación del efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de nogal (*Juglans neotrópica* Diels) en el recinto Pumin provincia de Bolivar" . *Tesis de Pregrado*. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Basave, E., López, M., Cetina, V., Aldrete, A., & Almaraz, J. (2014). Prácticas culturales en vivero que influyen en la calidad de planta de Enterolobium cyclocarpum. *Bosque (Valdivia)*.

Bellote, A., & Ferreira, C. (1995). Nutrientes minerales y crecimiento de árboles abonados de Eucalyptus grandis en el Estado de São Paulo. *Bosque 16(1)*, 69-75.

Buamscha, M., Contardi, L., Dumroese, K., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., . . . Wilkinson, K. (Octubre de 2012). Producción de plantas en viveros forestales. *Colección Nexos*. San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Cabascango , M. (2011). Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (juglans neotrópica) en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura. *Tesis de pregrado*. Universidad Técnica De Babahoyo .

Calvache, A. (Septiembre de 2008). Fertirriego en el Ecuador. *X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo* . Ecuador.

Caranqui, J. (13 de Abril de 2016). *Árboles y arbustos nativos potenciales para reforestación en la Sierra Central, Ecuador*. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4589

Chusquillo, L. (Octubre de 2014). Diseño de un proceso para la obtención de compuestos fenólicos del pericarpio de la semilla del Nogal (Juglans Neotrópica Diels) y extracción del aceite de nuez-. *Tesis de pregrado*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Daza, A. (20 de 09 de 2018). *Fertilizacion y tratamientos biológicos en los viveros forestales.* Obtenido de Junta de Andalucía: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80-373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/6_FERTILIZACION_Y_TRATAMIENTOS_BIOLOGICOS.PDF

Dominguez, S., Oliet , J., Ruiz, P., Carrasco, I., Peñuelas , J., & Serrada, R. (2014). *Influencia de la relación N-P-K en el desarrollo en vivero y en campo de planta de Pinus pinea.*

Donoso, P., & Soto, D. (2010). Plantaciones con especies nativas en el centro-sur de Chile: experiencias, desafíos y oportunidades. *REVISTA Bosque Nativo*, 10-17.

Donoso, P., Navarro, C., Soto, D., Gerding, V., Thiers, O., Pinares , J., . . . Sanhueza, M. (Enero de 2015). Manual de plantaciones de raulí (Nothofagus alpina) y coihue (Nothofagus dombeyi) en Chile. *Universidad Católoca de Temuco*. Temuco, Chile.

FAO. (2002). *Los fertilizantes y sus usos.*

Favela, E., Preciado, P., & Benavidez, A. (2006). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas.* Torreón, Coahuila: Universidad AutÛnoma Agraria Antonio Narro, ISBN 96-8844-051-5.

Gómez, M., & Toro, J. (2007). Manejo de las semillas y la propagación de diez especies . *Boletín Técnico Biodiversidad N° 2*. Medellín, Colombia.

Gómez, M., Toro, J., & Piedrahita, E. (2013). Propagación y conservación arbóreas nativas. Medellin, Colombia.

González, D., & Ordóñez, M. (2009). Evaluación de 8 especies forestales plantadas en tres estadíos de sucesión vegetal en la estación científica San Francisco, provincia de Zamora Chinchipe. *Tesis de pregrado*. Loja, Loja, Ecuador.

INIA. (1998). Manual de Fertirrigación. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Huasco.

Jara, J. C. (2015). *"La deforestación de los bosques protectores como un atentadoal Derecho al Buen Vivir en la Legislación Ecuatoriana".* Quito.

Lemus, G. (2004). EL nogal en Chile. *Instituto de investigaciones agropecuarias INIA*, 94 -104.

Lemus, G., Ibacache, A., Pinilla, B., Riveros, F., Sellés, G., Ferreira, R., . . . Vial, J. (Agosto de 2010). Producción de nuces de Nogal. *Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria*. Santiago, Chile.

Loewe, V., & González, M. (2001). *Nogal común (Juglans regia) Una alternativa para producir madera de alto valor.* Santiago de Chile: Diseño y Diagramación: Unidad de Diseño FUCOA, Ministerio de Agricultura I.S.B.N.: 956-7727-70-8. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Veronica_Loewe_M/publication/263102207_Nogal_comun_Juglans_regia_L_una_alternativa_para_producir_madera_de_alto_valor/links/59e0fbd1458515393d529a05/Nogal-comun-Juglans-regia-L-una-alternativa-para-producir-madera-de-a

Lopez, J., & Piedrahita, E. (1998). Respuesta de la semilla de cedro negro (Juglans neotropica Diels) a la aplicación de tratamientos pregerminativos. *Rev. Fac . NaI.Agr.Medellín . Vol.51 No.1*, 217-235.

MAE. (2014). *Ministerio del Ambiente* . Obtenido de Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017.

Manning, W. (1978). The classification within the Juglandaceae. . *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1058-1087.

Montealegre, S., & Nieto, V. (2017). Importancia de la fertilización en plantaciones forestales:Un caso de estudio en la Orinoquia. *Revista M&M*.

Nuñez, H., Sabori, R., Valdez, B., Fu, A., Martínez, G., & Maldonado, L. (2015). Nogal. *AgendaTécnicaAgrícola de Sonora*.

Ocaña, L., Dominguez, S., Carrasco, I., Peñuelas, J., & Herrero, N. (1997). Influencia del tamaño de la semilla y diferentes dosis de fertilizacion sobre el crecimiento y supervivencia en campo de cuatro especies forestales. *Actas del II Congreso Forestal Español. 1997. Pamplona. Mesa 3: 461-466* . Pamplona.

Ospina, C., Hernández, R., Aristizabal, F., Patiño, J., & Salazar, J. (2003). El cedro negro una especie promisoria de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia.

Paiz Girón, I. (2006). *Análisis jurídico del marco ambiental de los bosques*. Guatemala.

Peña, D., Rocano, M., Salazar, J., & Torres, C. (2014). Inducción de la brotación in vitro de microplántulas de Nogal (Juglans neotropica) tratadas con Thidiazuron (TDZ) y 6-Bencilaminnopurina (BAP). *MASKANA, Vol. 5, No. 2*, 81-85.

Pinos Arévalo, N. (2015). *Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial Caso cantón Cuenca.* Cuenca.

Quintero, O., & Jaramillo, S. (2012). Rescate y germinación in vitro de embriones inmaduros de cedro negro (Juglans neotropica Diels). *Acta Agron. vol.61 no.1 Palmira* , 52-60. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000100007&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-2812.

Quiroz, R. (2013). Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de nogal (Juglans neotropica Diels), ortiga (Urtica dioica L.), sábila (Aloevera), en ratones (Mus musculus). *Trabajo de Grado*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Ramos, V. A., & Arias, M. (2016). *Análisis espacial de cuencas hidrográficas como soporte a la gestión territorial y ambiental. caso de estudio: cuenca del río Arenillas.* Obtenido de Tesis de Maestría en Impactos Ambientales, Universidad de Guayaquil:

http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11977/1/TESIS%20%20VER%C3%93NICA%20RAMOS%20FINAL.pdf

Rojas, F., & Torres, G. (2008). Nogal. *Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción*. Costa Rica: Kurú: Revista Forestal .

Rosero, E. (12 de Septiembre de 2011). Estudio del Efecto de Fertilización en el establecimiento del cultivo de Nogal (Juglans neotropic. Diels), en la Granja Experimental Tunshi. *Tesis de Pregrado*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Salto, C., Harrand, L., Oberschelp, G., & Ewens, M. (2016). Crecimiento de plantines de Prosopis alba en diferentes sustratos, contenedores y condiciones de vivero. *Bosque, vol. 37, núm. 3*, 527-537.

Sánchez , E., Soto, J., Sosa, M., Yáñez, R., Muñoz, E., & Achondo, Á. (2009). Eficiencia de uso del nitrógeno en nogal pecanero. *Terra Latinoamericana*.

SIAR. (2005). Fertirrigación. *Hoja informativa*.

Thiers, O., Reyes , J., Gerding, V., & Schlatter, J. (2014). *Capítulo 3. Suelos en ecosistemas forestales.* Valdivia: Ediciones Universidad Austral de Chile.

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. 2018*, http://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2411560.

Urgiles, N., Haug, I., Serato, S., & Aguirre, N. (2016). *Introduction to Mycorrizas inthe tropics with Emphasis onthe Montane Forest in Southern Ecuador.* Loja, Universidad Nacional de Loja, ISBN: 978-9978-355-32-9: EDILOJA.

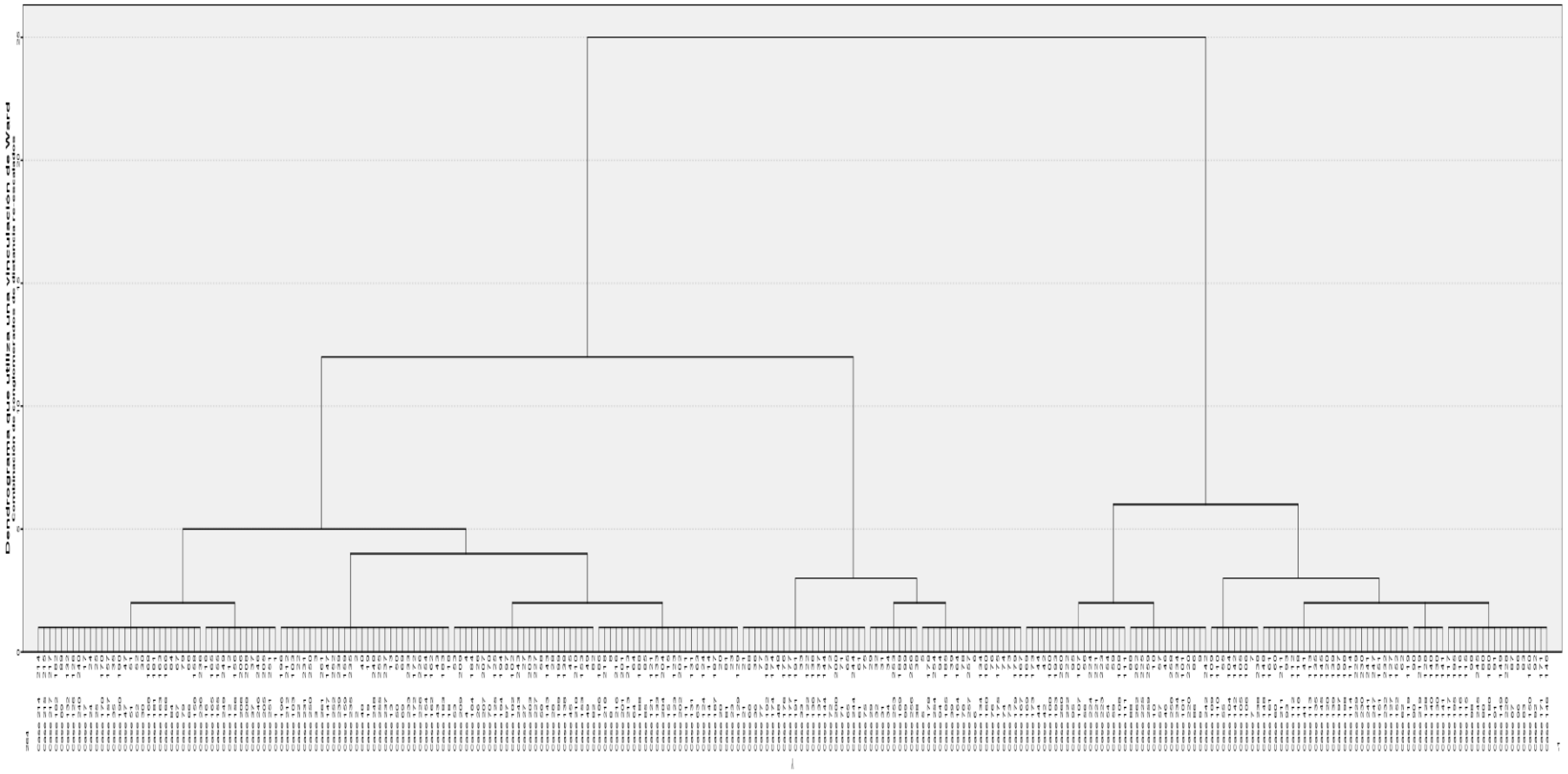
Uscola , M., Villar, P., & Oliet , J. (2009). *Crecimiento y concentración de nutrientes en plántulas de Quercus ilex y Pinus halepensis cultivadas con diferentes fuentes de nitrógeno.* Alcalá de Henares: Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias.

Valverde, A. (2016). Tesis de Pregrado. *Estudio y análisis del fruto seco Tocte (Juglansneotrópica) y su aplicación en la pastelería*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Yamamoto, J., & Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. *Pronaturaleza.* Oxapampa, Perú.

Anexos

Anexo 1. Dendrograma de agrupación según método de Ward



Anexo 2. Distribución de observaciones en Clúster

Cluster	Disolución	Procedencia	Altura Final	Diámetro Final
1	T1	P1	24	5,99
1	T1	P4	18,5	5,77
1	T1	P4	19	5,98
1	T1	P4	19,5	6,54
1	T1	P4	16,5	6,28
1	T1	P5	17,5	5,94
1	T1	P5	20	6,39
1	T1	P5	18	8,58
1	T1	P5	18,8	6,88
1	T1	P6	16,7	7,97
1	T1	P7	21,3	7,1
1	T1	P7	18,5	6,74
1	T1	P7	23	6,82
1	T1	P7	21,3	7,22
1	T2	P1	16	5,79
1	T2	P2	20	7,34
1	T2	P2	25	6,72
1	T2	P2	23,2	6,15
1	T2	P3	18	6,59
1	T2	P4	24,8	6,85
1	T2	P5	20,9	7,26
1	T2	P5	22	6,73
1	T2	P6	19	5,67
1	T2	P6	19,5	6,33
1	T3	P1	20	7,17
1	T3	P3	18,9	6,9
1	T3	P3	21	6,02
1	T3	P3	24	5,64
1	T3	P3	20	5,97
1	T3	P4	20,5	7,32
1	T3	P4	22	6,43

1	T3	P4	19,7	6,19
1	T3	P4	18	6,23
1	T3	P5	17	7,12
1	T3	P5	18	5,95
1	T3	P5	19	6,68
1	T3	P6	24	5,89
1	T3	P6	18,5	6,69
1	T3	P6	21,5	6,38
1	T3	P6	25	7,29
1	T4	P1	18	6,76
1	T4	P1	15,5	6,89
1	T4	P1	21	5,82
1	T4	P2	16,4	7,27
1	T4	P2	23	6,84
1	T4	P2	20	7,28
1	T4	P3	23	6,86
1	T4	P3	19	7,8
1	T4	P3	21	6,13
1	T4	P4	22,5	6,53
1	T4	P4	23	5,85
1	T4	P5	21,3	7,62
1	T4	P5	26	7,16
1	T4	P6	20,5	6,55
1	T4	P6	18,5	7,07
1	T4	P6	21,5	7,48
1	T5	P1	22,3	7,43
1	T5	P1	21	6,65
1	T5	P3	17	6,37
1	T5	P3	18,5	6,98
1	T5	P3	22,3	5,87
1	T5	P4	18,5	7,35
1	T5	P4	21,5	5,67
1	T5	P4	18	6,59

1	T5	P4	18,5	6,23
1	T5	P4	18	6,27
1	T5	P4	17,5	6,45
1	T5	P5	17,4	6,1
1	T5	P5	22	6,62
1	T5	P6	17	7,72
1	T5	P7	18	7,87
1	T5	P7	16,4	6,89
1	T6	P1	21	6,68
1	T6	P1	21,5	7,15
1	T6	P1	25,5	7,22
1	T6	P2	19	7,78
1	T6	P2	22	6,5
1	T6	P2	23	6,62
1	T6	P4	26	7,3
1	T6	P4	18	6,34
1	T6	P4	18,5	6,01
1	T6	P4	25	7,13
1	T6	P5	19,5	7,96
1	T6	P6	17,5	7,19
1	T6	P6	25	7,35
1	T6	P6	25,3	6,64
1	T6	P7	23	6,26
1	T7	P1	22,5	6,32
1	T7	P2	18,5	6,03
1	T7	P3	20	7,47
1	T7	P3	20	7,21
1	T7	P3	17	6,44
1	T7	P3	21	7,44
1	T7	P3	21	5,9
1	T7	P3	26	7,06
1	T7	P4	16	7,8
1	T7	P4	17,5	5,69

1	T7	P4	18,5	6,72
1	T7	P4	18,2	5,68
1	T7	P5	21,5	5,72
1	T7	P5	20,5	6,57
1	T7	P5	22,3	6,5
1	T7	P6	20,5	7,07
1	T7	P6	20,5	6,48
1	T7	P6	20,5	7,13
1	T7	P7	23	6,69
1	T7	P7	18,2	7,85
1	T8	P1	18	6,21
1	T8	P2	24,5	5,73
1	T8	P2	25,5	6,88
1	T8	P3	24	6,54
1	T8	P3	22,5	6,8
1	T8	P3	19,2	6,88
1	T8	P3	18,5	6,62
1	T8	P3	22,9	6,32
1	T8	P5	22,3	6,51
1	T8	P6	24	6,88
1	T8	P6	19,8	6,57
1	T8	P6	15,8	6,71
1	T8	P6	18	6,2
1	T8	P6	25,3	6,77
1	T8	P6	17,5	6,12
2	T1	P2	14,5	5,26
2	T1	P3	15,5	6,2
2	T1	P3	13,5	6,05
2	T1	P4	15,5	5,44
2	T1	P5	15	6
2	T1	P7	13,5	6,79
2	T1	P7	14	5,96
2	T1	P7	14	6,02

2	T2	P2	16	4,81
2	T2	P2	22	5,16
2	T2	P5	18	4,93
2	T2	P5	16,4	4,43
2	T2	P5	14,5	5,1
2	T2	P7	12	5,78
2	T2	P7	8,5	4,18
2	T3	P2	10,8	4,79
2	T3	P7	14,3	5,29
2	T3	P7	11,5	4,88
2	T4	P2	20,5	4,73
2	T4	P3	17,5	4,95
2	T4	P3	14,5	6,48
2	T4	P5	15,5	5,6
2	T4	P7	11,5	5,18
2	T4	P7	15,5	4,99
2	T4	P7	16,5	6,48
2	T5	P1	13,5	5,71
2	T5	P2	15,3	5,5
2	T5	P3	18	4,71
2	T5	P3	11,5	6,59
2	T5	P3	9,5	5,48
2	T5	P3	14	5,25
2	T5	P6	13,5	4,74
2	T6	P1	13,5	5,61
2	T6	P3	10,5	5,69
2	T6	P3	14	6,34
2	T6	P5	15	5,69
2	T6	P5	13,5	6,62
2	T6	P6	9,5	4,86
2	T6	P7	14	5,94
2	T7	P3	15,5	6,62
2	T7	P7	13,5	6,75

2	T7	P7	14	5,48
2	T7	P7	16	5,88
2	T8	P1	18,7	5
2	T8	P3	16,6	5,1
2	T8	P4	14	5,45
2	T8	P5	13,5	5,33
2	T8	P5	9,5	5,07
2	T8	P7	13,5	5,71
3	T1	P1	31	8,4
3	T1	P2	27	6,71
3	T1	P2	22	8,22
3	T1	P2	23	7,68
3	T1	P2	25,5	7,23
3	T1	P3	23,5	8,23
3	T1	P4	21	7,93
3	T1	P6	23,5	6,97
3	T1	P6	19,5	8,24
3	T1	P6	23,9	7,61
3	T2	P1	28	8,21
3	T2	P1	32,4	7,78
3	T2	P1	30,2	8,03
3	T2	P1	33	7,87
3	T2	P2	23,5	6,96
3	T2	P3	27	8,02
3	T2	P4	19,5	7,5
3	T2	P4	32,1	6,37
3	T2	P4	31,3	7,13
3	T2	P5	28,9	7,62
3	T2	P5	28,4	7,41
3	T2	P5	24,9	8,23
3	T2	P5	24,9	8,37
3	T2	P6	29,8	8,68
3	T2	P7	27,2	9,27

3	T3	P1	29,3	7,87
3	T3	P1	27	7,15
3	T3	P1	32,5	9,57
3	T3	P1	25,6	6,82
3	T3	P1	30	7,3
3	T3	P1	30,8	6,62
3	T3	P2	22,2	6,84
3	T3	P4	30,5	7,44
3	T3	P5	28	8,27
3	T3	P5	29,8	7,86
3	T3	P6	23,5	7,46
3	T3	P7	25	8,3
3	T3	P7	27	5,58
3	T4	P1	29	7,5
3	T4	P1	32	9,7
3	T4	P1	32	8,3
3	T4	P1	28,3	6,77
3	T4	P1	31	8,57
3	T4	P3	24,5	8,7
3	T4	P5	25,6	7,32
3	T4	P5	25,2	7,8
3	T4	P6	23	8,2
3	T4	P7	24	7,81
3	T5	P1	29,5	7,81
3	T5	P1	32,5	9,19
3	T5	P2	24,6	9,13
3	T5	P2	22,9	8,12
3	T5	P3	23,9	8,89
3	T5	P5	23	7,55
3	T5	P6	24	8,25
3	T5	P6	22	7,83
3	T5	P7	27,5	7,26
3	T6	P1	32	7,6

3	T6	P1	33	8,94
3	T6	P1	28	8,16
3	T6	P2	24,5	7,84
3	T6	P2	30,5	7,87
3	T6	P2	25,3	8,74
3	T6	P2	29,5	8,04
3	T6	P2	22,5	8,3
3	T6	P4	20	8,07
3	T6	P4	29,5	9,32
3	T6	P4	31,5	8,65
3	T6	P5	32	7,85
3	T6	P6	21,3	7,93
3	T6	P6	23,5	7,61
3	T6	P7	20	8,32
3	T7	P1	27,5	7,92
3	T7	P2	26,5	7,89
3	T7	P2	23	7,78
3	T7	P2	25,5	8,31
3	T7	P5	26	7,73
3	T7	P7	26,8	6,42
3	T7	P7	24	8,04
3	T7	P7	20,1	9,23
3	T8	P1	28	7,41
3	T8	P1	27,9	6,42
3	T8	P1	33	7,38
3	T8	P1	24	7,28
3	T8	P1	32	6,78
3	T8	P2	27	8,1
3	T8	P2	23,9	7,69
3	T8	P4	22,5	7,32
3	T8	P4	29	6,5
3	T8	P6	28	8,46
3	T8	P6	28,2	6,98

Anexo 3. Registro fotográfico de investigación








T4
T5
T6


NATARAJ® 621
S6MCh *21
S5MCh *21