



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo y Aprovechamiento Forestal.

TEMA

EFFECTOS DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.), EN EL CANTÓN MOCACHE, AÑO 2016.

AUTOR

Ing. Jairo Rolando López Bustamante

DIRECTOR

Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Manejo y Aprovechamiento Forestal.

TEMA

EFFECTOS DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.), EN EL CANTÓN MOCACHE, AÑO 2016.

AUTOR

Ing. Jairo Rolando López Bustamante

DIRECTOR

Ing. For. José Pedro Suatunce Cunuhay., M. Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2016

CERTIFICACION

El suscrito Ing. For. Mag. Sc. José Pedro Suatunce C., catedrático de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, **CERTIFICA:**

Que el ingeniero forestal Jairo López Bustamante realizó bajo mi dirección el proyecto de investigación titulado “EFECTOS DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y QUÍMICA EN EL DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TECA (*Tectona grandis* L.f.), EN EL CANTÓN MOCACHE, AÑO 2016”, cumpliendo todas las disposiciones legales pertinentes.

Ing. For. José Pedro Suatunce C., M. Sc.

DIRECTOR

AUTORÍA

La responsabilidad de la presente investigación, resultado, conclusiones y recomendaciones pertenecen única y exclusivamente al autor.

Ing. For. Jairo Rolando López Bustamante

DEDICATORIA

A mí querido hermano Ringo López, por demostrarme su apoyo incondicional sin importar las circunstancias.

De igual manera mi infinita gratitud a mi querida madrecita Clelia, a mi querido padre Rodrigo y mi esposa Johanna, que me han apoyado en todo momento, para hacer realidad esta meta.

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a Dios y a las instituciones y personas siguientes:

- ❖ Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- ❖ Unidad de Posgrado de la UTEQ.
- ❖ Dr. Carlos Zambrano Coordinador del Programa de la Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal.
- ❖ Ing. For M. Sc. José Pedro Suatunce, director del proyecto de investigación.

Además, agradezco a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron, desinteresadamente, con la ejecución y finalización de la presente investigación.

PRÓLOGO

La investigación sobre el efecto de dos tipos de fertilizantes foliares sobre el crecimiento de plántulas de *Tectona grandis* (teca) se llevó a cabo en la finca del Lcdo. Ringo López, cantón Mocache, provincia de los Ríos. Fundamentado en una amplia revisión bibliográfica sobre los fertilizantes y su efecto en el crecimiento de las plántulas, particularmente en las especies forestales. Esta información permitió estructurar el marco teórico, conservando una visión actualizada de la utilización de los fertilizantes en el campo de la agricultura y la silvicultura.

El marco teórico del proyecto de investigación se desarrolla iniciando con el concepto e importancia de los fertilizantes químicos y orgánicos sobre el crecimiento de las plántulas de teca a nivel de vivero. Se presenta información de ensayos de fertilización y su efecto sobre el crecimiento de las plantas agrícolas y forestales.

La metodología utilizada puede ser aplicada en otros experimentos similares sobre tipos y dosis de fertilizantes y su efecto en el crecimiento de la teca y otras especies tropicales de interés comercial que son establecidas en la provincia de Los Ríos. Esta información contribuye al conocimiento como fuente de consulta para los silvicultores, técnicos y profesionales del área forestal.

Ing. For. José Elías Cuásquer F., M. Sc.

RESUMEN EJECUTIVO

La calidad de las plántulas influye directamente en el crecimiento inicial y rendimiento de toda plantación forestal. Una plantación establecida con plántulas de baja calidad y sin vigor terminara siendo un fracaso. Por lo tanto, es importante que las plántulas reciban todos los cuidados necesarios, para que se pueda garantizar un buen prendimiento y desarrollo inicial, una vez establecidas en el sitio de plantación. El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de *Tectona grandis* (teca). Se midieron las variables de crecimiento en diámetro y altura, el número de hojas, longitud de hoja, longitud de la raíz y la sobrevivencia de las plántulas de teca, con fertilización foliar química y orgánica. Una vez registrados los datos de campo se analizaron utilizando la hoja de cálculo Excel y programa informático SAS, 2004. Los resultados demuestran que el fertilizante químico permitió obtener mejores promedios de crecimiento que el fertilizante orgánico y el testigo.

ABSTRACT

The quality of the seedlings directly influences the initial growth and yield of any forest plantation. An established plantation with low quality seedlings and without vigor will end up being a failure. Therefore, it is important that the seedlings receive all the necessary care, so that a good start and initial development can be guaranteed, once established in the planting site. The objective of this project was to evaluate the effect of organic and chemical fertilization on the development of *Tectona grandis* (teak) seedlings. The variables of growth in diameter and height, number of leaves, leaf length, root length and survival of teak seedlings, with chemical and organic foliar fertilization were measured. Once the field data were recorded they were analyzed using the Excel spreadsheet and SAS software, 2004. The results show that the chemical fertilizer let obtain major means of the growth than the organic fertilizer and witness.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Portada	i
Hoja en blanco	ii
Contraportada	iii
Certificación.....	iv
Autoría.....	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Prólogo.....	viii
Resumen ejecutivo.....	ix
Abstract.....	x
Índice de contenido	xi
Índice de tablas	xiii
Índice de anexos	xiv
Introducción.....	xv
CAPÍTULO I: MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Ubicación y contextualización de la problemática	2
1.2. Situación actual de la problemática	2
1.3. Problema de investigación.....	3
1.4. Delimitación del problema	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Justificación	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.1. Fundamentación Conceptual.....	6
2.1.1. Crecimiento y desarrollo de las plantas.....	6

2.1.2.	Fertilizantes	6
2.1.2.1.	Fertilizantes orgánicos.....	7
2.1.2.2.	Fertilizantes inorgánicos comerciales.....	7
2.1.2.3.	Fertilizantes nitrogenados.....	8
2.1.2.4.	Fertilizantes fosfatados.....	9
2.1.2.5.	Fertilizantes potásicos	9
2.1.3.	Fertilización	9
2.1.4.	Fertilización foliar.....	10
2.1.3.	Plántula.....	10
2.2.	Fundamentación Teórica.....	10
2.2.1.	Nutrición de las plantas	10
2.2.2.	Fertilización en viveros	11
2.2.3.	Fertilización al trasplante.....	12
2.2.4.	Descripción botánica de la teca.....	12
2.2.4.1.	Taxonomía.....	12
2.2.4.2.	Características del árbol de teca	12
2.2.4.3.	Hojas	13
2.2.4.4.	Flores	13
2.2.4.5.	Frutos	14
2.2.4.6.	Semillas.....	14
2.2.4.7.	Madera	14
2.2.4.8.	Usos	15
2.2.4.9.	Distribución geográfica y condiciones edafo-climáticas de la teca	15
2.2.4.10.	Clima	15
2.1.4. 11.	Suelos	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		17

3.1.	Tipo de Investigación.....	18
3.2.	Método de Investigación.....	18
3.3.	Población y Muestra	20
3.4.	Fuente de recopilación de Información.....	20
3.5.	Instrumentos de Investigación	20
3.4.	Procesamiento y análisis	20
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		22
4.1.	Efecto de los fertilizantes sobre las variables dependientes	23
4.2.	Efecto de las dosis sobre las variables dependientes	24
4.3.	Efecto de dosis y fertilizantes sobre las variables dependientes	24
4.4.	Comparaciones ortogonales.....	24
4.5.	Combinaciones y testigo.....	25
4.6.	Costos de producción para las combinaciones y testigo	26
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		31

ÍNDICE DE TABLAS

No. Tabla	Página
Tabla 1. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA)	19
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA) para combinaciones y testigo	19
Tabla 3 Cuadros medios de diámetro, altura, número de hojas, longitud de hoja, longitud de raíz y sobrevivencia de teca, a los dos meses de la fertilización	23
Tabla 4. Promedios del diámetro, altura, número de hojas, longitud de hoja, longitud de raíz y sobrevivencia de teca, a los dos meses de aplicación de dos tipos de fertilizantes	23
Tabla 5. Promedios del diámetro, altura, número de hojas, longitud de hoja, longitud de raíz y sobrevivencia de teca, a los dos meses de la aplicación de tres dosis de fertilizantes.	24
Tabla 6 Cuadros medios de las comparaciones ortogonales de diámetro, altura número de hojas, longitud de hojas y longitud de raíz de plántulas teca, a los dos meses de la aplicación de dos fertilizantes	25
Tabla 7. Cuadros medios de diámetro, altura, longitud de hoja, longitud de raíz, número de hojas y sobrevivencia de teca, a los dos meses de la fertilización	26
Tabla 8 Promedio de diámetro, altura, número de hojas, longitud de hojas y longitud de raíz de plántulas de teca, a los dos meses de la aplicación de fertilizante químico y orgánico en tres dosis	26
Tabla 9 Costos de los tratamientos aplicados a las plántulas de teca.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

No. Anexo		Página.
Anexo 1.	Certificado del Urkund.....	35
Anexo 2.	Datos de campo inicial para el análisis estadístico.	36
Anexo 3.	Datos de campo final para el análisis estadístico.....	37
Anexo 4.	Fotografías del proceso de investigación	38
Anexo 5.	Fertilizantes utilizados en la investigación	39
Anexo 6.	Fotografías de los fertilizantes utilizados en la investigación	40

I. INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie forestal de la zona tropical muy apreciada por su madera de excelente calidad, alto valor económico y por sus variados usos, tales como: carpintería, ebanistería, construcción naval, artesanía, construcciones rurales. Esta especie presenta un crecimiento rápido y se adapta a un amplio rango de suelos y clima (Suatunce, *et al.*, 2009).

En el Ecuador, la teca se ha venido plantando desde hace más de 50 años, con un creciente interés de los agricultores. En los últimos años, en el Litoral ecuatoriano se ha incrementado la superficie plantada de teca, por su adaptación a las condiciones de suelo y clima de esta región. Estas plantaciones, en su mayoría se establecen con plántulas de teca adquirida en viveros con escasa tecnificación (Díaz *et al.*, 2010).

Uno de los factores que afecta al éxito de los proyectos de reforestación es la calidad de las plántulas (Jobs *et al.*, 2004). Para mejorar la calidad de las plántulas en los viveros se debe disponer de un procedimiento de fertilización, tipos de fertilizantes y dosis más apropiadas (González, 2012). Esta investigación pretende determinar el tipo de fertilizante y dosificación apropiada para el buen crecimiento de las plántulas de teca, y mejorar el rendimiento de las plantaciones de teca en nuestro país.

El primer capítulo contiene la ubicación y contextualización de la problemática, la situación actual y delimitación del problema, la hipótesis, la justificación, los cambios esperados y los objetivos. En el segundo capítulo se presenta la fundamentación conceptual, teórica y legal. En el capítulo tres expone la metodología para obtener la información, el tipo de investigación, el proceso estadístico y el procesamiento de la información. El capítulo cuatro contiene el tema de la propuesta, objetivos, justificación y ubicación física de la propuesta. En

el capítulo cinco constan el cronograma de actividades y el presupuesto. Finalmente se presenta la lista de la bibliografía citada el este proyecto.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Ubicación y contextualización de la problemática

En el cantón Mocache existen pocos viveros forestales tecnificados, los cuales proveen de plántulas para los proyectos de forestación y reforestación en la zona. Las plántulas que se ofertan en estos viveros no garantizan la obtención de una buena plantación y producción final.

Uno de los factores que tiene mucha influencia en la calidad y producción final de las plantaciones es la calidad de las plántulas, las cuales dependen a su vez de la calidad de las semillas y de las técnicas de manejo de las plántulas mientras crecen en los viveros forestales. Una plantación forestal puede fracasar por debido a que las plántulas seleccionadas son de diversos tamaños y sin vigor.

El poco conocimiento sobre la aplicación de prácticas adecuadas en el manejo técnico de plántulas en los viveros, para obtener plántulas de calidad, trae como consecuencia baja productividad de las plantaciones al final del turno. Por lo tanto se requiere buscar e implementar técnicas de fertilización que ayuden a obtener plántulas de calidad.

1.2. Situación actual de la problemática

Los viveros forestales localizados en el cantón Mocache son poco tecnificados y el personal que se dedica a la producción de plántulas no son debidamente capacitados en el manejo de las semillas y la aplicación de tratamientos apropiados para producir plántulas de calidad. Esta situación trae como consecuencia que las plantaciones forestales establecidas con estas plántulas no alcancen los rendimientos esperados y en muchos casos lleven al fracaso de la plantación.

La calidad de una plántula depende de un manejo apropiado y los cuidados necesarios en la etapa inicial del crecimiento en la fase de vivero. Por lo tanto, los efectos de una mala selección de plántulas se verán reflejados en la plantación algunos años más tarde. La fertilización es muy importante al inicio del

crecimiento de una plántala, pero la mayoría de los viveristas aplican fertilizantes químicos, que a la larga pueden contaminar el ambiente; y muy pocos utilizan abonos orgánicos en la fertilización en viveros. Con respecto a la calidad de las plántulas de teca, existen varios viveros que proveen plántulas de teca sin ninguna garantía de calidad, ya que los compradores prefieren pagar un precio más bajo por las plántulas de teca, sin tener en cuenta que, al establecer plantaciones con estas plántulas de mala calidad, también los rendimientos van a ser bajos.

1.3. Problema de Investigación

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la fertilización orgánica y química sobre el crecimiento de las plántulas de *Tectona grandis*?

1.3.2 Problemas derivados

¿Cuál es el efecto de la fertilización orgánica sobre el crecimiento de las plántulas de *Tectona grandis*?

¿Cuál es el efecto de la fertilización química sobre el crecimiento de las plántulas de *Tectona grandis*?

¿Cuáles son los costos de la fertilización química y orgánica, en la producción de las plántulas de *Tectona grandis*?

1.4. Delimitación del problema

- 1 Campo: Manejo forestal
- 2 Área: Manejo de Plantaciones
- 3 Aspecto: Fertilización química y orgánica de “teca”
- 4 Sector: Mocache-provincia de Los Ríos.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de *Tectona grandis* (teca).

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de los niveles de la fertilización química sobre el crecimiento de plántulas de *Tectona grandis* (teca).
- Determinar el efecto de los niveles de la fertilización orgánica sobre el crecimiento de plántulas de *Tectona grandis* (teca).
- Comparar los costos de la fertilización química y orgánica en la producción de plántulas de *Tectona Grandis* (teca).

1.6 Justificación

La productividad de las plantaciones forestales depende de la calidad de las plántulas utilizadas en los proyectos de forestación y reforestación. A pesar de que los costos de las plántulas representan un pequeño porcentaje de los costos totales del establecimiento de una plantación, una mala selección de plántulas, al momento de establecer las plantaciones, puede llevar a problemas a largo plazo. La ventaja de utilizar plántulas de calidad para establecer las plantaciones forestales ha sido demostrada en muchos ensayos a nivel mundial. Para establecer las plantaciones comerciales se debe tener cuidado en adquirir plántulas de calidad que garanticen una buena producción de madera al final del turno. Por lo que es de vital importancia aplicar técnicas apropiadas en los viveros para producir plántulas de calidad, que garanticen la producción de altos volúmenes de madera al final del turno de las plantaciones.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Fundamentación Conceptual

2.1.1. Crecimiento y desarrollo de las plantas

El crecimiento de las plantas significa aumento irreversible de las dimensiones de una planta. En esta definición de crecimiento se involucran un aumento irreversible de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta. El crecimiento puede efectuarse por el aumento en las dimensiones de las células como por la división de estas (Siari, 2012). Existen muchas maneras de estudiar el crecimiento: se puede medir la altura y el diámetro de la planta, utilizando una regla para determinar su incremento en altura o diámetro, desde que nace hasta que alcanza la madurez (Jensen y Salisbury, 1988).

El desarrollo de las plantas, también llamado morfogénesis, es el conjunto de cambios graduales y progresivos en tamaño (crecimiento), estructura y función (diferenciación), y el envejecimiento (senescencia), que hace posible la transformación de un cigoto en una planta completa y su posterior envejecimiento y muerte; estos eventos permiten a la planta obtener alimentos, reproducirse y adaptarse a su entorno (Siari, 2012). Por ejemplo: la formación de flores y posterior a ésta la formación del fruto; la yema terminal que daba lugar a la formación de hojas forma inflorescencias, la raíz primaria da lugar a la formación de raíces secundarias (Jensen y Salisbury, 1988).

2.1.2. Fertilizantes

Los fertilizantes son sustancias orgánicas o inorgánicas, naturales o sintéticas, que se suministran al suelo para proveer a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para el desarrollo vegetativo normal y óptimo crecimiento. Los fertilizantes permiten incrementar el nivel de los minerales y de materia orgánica en el suelo. Existe una gran variedad de fertilizantes, desde estiércol de animales, cenizas de maderas, ácidos húmicos, extractos de algas y los fertilizantes minerales compuestos que contienen varios elementos

(INFOJARDÍN, 2015). A continuación se describen los diferentes tipos de fertilizantes, de acuerdo a su naturaleza química.

2.1.2.1. Fertilizantes orgánicos

También son llamados abonos orgánicos y están compuestos por material orgánico, tales como: los estiércoles, compost, turba, guano, residuos agroindustriales y urbanos, humus de lombriz y abono vegetal, entre otros. Los fertilizantes de origen orgánico son de acción lenta, porque los nutrientes, como el Nitrógeno, se libera a medida que los microorganismos los descomponen para ponerlos a disposición de las raíces. Estos abonos son aplicados en tierras cultivadas, como fuente de nutrientes para las plantas. Los abonos orgánicos contienen cantidades variables de elementos nutritivos, dependiendo de la fuente utilizada. En general los niveles de los nutrientes primarios son bajos (Cubero y Vieira, 1999).

2.1.2.2. Fertilizantes inorgánicos comerciales

Son mezclas comercialmente preparadas de nutrimentos vegetales, como nitratos, fosfatos y potasio que se aplican al suelo para restaurar su fertilidad y aumentar el rendimiento forestal y agrícola. Los fertilizantes minerales están constituidos de compuestos químicos inorgánicos, tantos de origen natural como producidos industrialmente. La urea y los quelatos sintéticos con micronutrientes, por ejemplo, a pesar de contener carbono, son considerados fertilizantes minerales o químicos dado a su origen industrial. Los fertilizantes minerales, se pueden clasificar en (CFA, 2004):

- **Fertilizantes simples:** Son aquellos que sólo contienen uno de los tres elementos nutritivos principales; nitrógeno, fósforo o potasio. Según el elemento que incluyan se denominan nitrogenados, fosfatados o potásicos, respectivamente.

- **Fertilizantes complejos:** Son fertilizantes que contienen más de un nutriente, los cuales se producen a través de una reacción química que integra los elementos nutritivos en un solo gránulo. A modo de ejemplo se podrían citar el nitrato de potasio, el nitrato simple de potasio y los fosfatos de amonio.
- **Fertilizantes mixtos o compuestos:** Son el resultado de la mezcla de dos o más fertilizantes simples o complejos. Los fertilizantes compuestos pueden ser binarios o terciarios, según que en su composición participen dos o tres elementos principales. Los terciarios, lógicamente contienen nitrógeno, fósforo y potasio, independiente de cualquier otro elemento nutritivo adicional. Los fertilizantes binarios, al tener solamente dos de los tres elementos pueden ser de tres tipos:

Nitrogenados-fosfatados o binarios NP

Nitrogenados-potásicos o binarios NK

Fosfo-potásicos o binarios PK

Para definir el fertilizante compuesto basta indicar tres cifras que corresponden a la riqueza de los elementos, precisamente en el orden NPK. Así, un abono compuesto 12-24-12, contiene 12 % de N, 24 % de P_2O_5 y 12 % de K_2O (CFA, 2004).

2.1.2.3. Fertilizantes nitrogenados

Existe una amplia variedad de fertilizantes nitrogenados disponibles para el silvicultor. Estos varían considerablemente en cuanto a concentraciones de nutrientes y sus reacciones en el suelo. La Urea y el nitrato de amonio son las fuentes de nitrógeno más comunes en la silvicultura, sobre todo a causa de sus altos contenidos en nitrógeno. También posee buenas propiedades físicas y, en consecuencia son menos costosos en cuanto a su manejo y su aplicación que la mayor parte de las fuentes nitrogenadas (INFOJARDÍN, 2015).

2.1.2.4. Fertilizantes fosfatados

Los depósitos de rocas fosfatadas, son las únicas fuentes de fósforo para fertilizantes. Molido hasta constituir un polvo fino, el fertilizante a menudo se utiliza sin un mayor procesamiento pero se utiliza más comúnmente como materia prima para una variedad de compuestos de fertilizantes fosfatados (Cubero y Vieira, 1999).

2.1.2.5. Fertilizantes potásicos

Las plantas absorben el potasio en cantidades relativamente grandes, pero como los árboles hacen circular el potasio de manera muy eficiente, raramente se encuentran deficiencias de este elemento en los suelos forestales. Las excepciones a éstos son algunos suelos de turbera y arenosos de deslave glacial y suelos costeros que están casi exentos de minerales primarios portadores de potasio, o que han agotado este elemento, por los efectos de la agricultura extensiva (Cubero y Vieira, 1999).

2.1.3. Fertilización

La fertilización es el proceso por el cual se agrega al suelo o a las plantas materiales externos ricos en nutrimentos para aumentar el contenido de nutrientes. Debido a que las plantas extraen minerales del suelo para su nutrición, el suelo se va agotando y necesita reponer los minerales que son extraídos. Esta incorporación de fertilizantes, ya sean sintéticos u orgánicos, busca proporcionar todos los elementos necesarios para un cultivo agrícola o especie forestal, de modo que éste pueda expresar su máximo potencial productivo. El objetivo de la fertilización es asegurar que los cultivos o las plantas forestales dispongan de los nutrimentos necesarios para alcanzar altos rendimientos. La fertilización tiene una función importante en la producción vegetal, especialmente en plantas forestales que responde a la aplicación de abono orgánico, como el N, P y K o a la combinación de éstos (Zavaleta, 2001).

2.1.4. Fertilización foliar

La fertilización foliar consiste en la aplicación de fertilizantes directamente a la hoja de las plantas. Durante mucho tiempo, la fertilización foliar ha sido un procedimiento establecido para la aplicación de nutrientes desde los años 1850, tiempo en el que se demostró que las plantas pueden absorber nutrientes por medio de las raíces y las hojas. La fertilización foliar permite obtener mejores rendimientos y calidad de las plantas, siempre que se apliquen los fertilizantes y dosis apropiados, así como el tiempo indicado (Romheld y Fouly. 2016).

2.1.5. Plántula

La plántula o también conocido como plantín es la etapa siguiente a la semilla en el ciclo de vida de una planta; se considera desde que la semilla germina hasta que la pequeña planta alcanza unos 5 cm de altura y que aparezca el primer par de hojas verdaderas. Una plántula presenta un sistema radicular y foliar pequeño y recién desarrollado; esta es la fase más crítica del ciclo de vida de las plantas (Figueroa y Castro, 2000).

2.2. Fundamentación Teórica

2.2.1. Nutrición de las plantas

Como todo ser vivo, las plantas necesitan alimentarse para crecer y obtener energía. Las plantas pueden tomar los nutrientes por medio de las raíces, al absorber el agua del suelo en el que van disueltos los nutrientes y a través de las hojas también toman los elementos que se encuentran en el aire. El nitrógeno es absorbido por la planta en forma de nitrato, el fósforo en forma de fosfato y el potasio como potasio. Los nutrientes favorecen la multiplicación celular y estimula el crecimiento de la planta (Li *et al.*, 2012).

2.2.2. Fertilización en viveros

La responsabilidad del éxito de la plantación forestal radica, en primera instancia, en el vivero. La etapa de vivero, donde a partir de la semilla se produce la plántula, es clave ya que en ella se define la calidad y potencial de la futura plantación. La calidad de la plántula es determinada por el material genético de la semilla usada y por la técnica de producción. El manejo correcto de la fertilización es una tecnología que facilita la obtención de plántulas forestales de óptima calidad y con alto potencial de crecimiento. Como en cualquier otro cultivo, por medio de los fertilizantes se plantea un mayor y mejor suministro de nutrientes, que normalmente son limitantes para el crecimiento de las plantas. Por tal motivo, es de vital importancia identificar los efectos de la aplicación de distintos nutrientes en el vivero de teca, con el fin de establecer tipos y dosis óptima de fertilización en la etapa de vivero (Wernich y Lavado, 2015).

En un ensayo de fertilización en vivero, utilizando dos tipos de fertilizantes completos, los resultados obtenidos fueron muy alentadores ya que mostraron que con una correcta fertilización pueden obtenerse plántulas forestales de mejor calidad. La sobrevivencia de las plántulas después del trasplante a campo, no presentó diferencias entre tratamientos, pero en cambio se observó una diferencia marcada en la resistencia a las heladas que presentaron las plántulas de los distintos tratamientos. La fertilización de plántulas con un plan que combina adecuadamente N, P y K, resultó en un acortamiento del ciclo de producción y en una rustificación efectiva de las plántulas, apropiada para resistir condiciones climáticas adversas (heladas) al momento del trasplante a campo (Wernich y Lavado, 2015).

En la producción de plántulas en los viveros forestales que utilizan contenedores, como medio de crecimiento los sustratos inertes, los cuales no aportan nutrientes a las plantas, se hace necesario la práctica de fertilización de las plántulas (Aldama y Aguilera, 2003).

2.2.3. Fertilización al trasplante

En una investigación realizada en Nandayure y Hojanca, Costa Rica, en el que se comparó el efecto de dosis de 25, 50 y 100 kg ha⁻¹ de Nitrógeno, utilizando Urea, o las fórmulas 15-15-15, 12-24-12 y 18-15-6-2, en el momento de trasplante al sitio definitivo, se encontró que las plantas a las que se aplicaron mayor cantidad de Nitrógeno alcanzaron los mejores incrementos en altura y diámetro (Fonseca, 2000, citado por Alvarado, 2006).

2.2.4. Descripción botánica de la teca

2.2.4.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Subreino: Viridaeplantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Lamiidae

Orden: Lamiales

Suborden: Lamianae

Familia: Verbenaceae

Genero: Tectona

Especie: *Tectona grandis* L. f

Nombre vulgar: Teca

2.2.4.2. Características del árbol de teca

El árbol de teca puede alcanzar una altura de 60 m, tiene copa amplia y redondeada, con un fuste recto y cilíndrico, libre de ramas en aproximadamente las dos terceras partes de la altura total. Tiene un fuste que quede alcanzar entre 0,8 a 2,6 m de diámetro a la altura del pecho (Briscoe 1995). Muy a menudo presenta raíces tablares. Tiene una corteza parda grisácea, escamosa y agrietada

de hasta 1,5 cm. de espesor. Su albura es crema y amarillenta; el duramen es de color amarillo – dorado en los árboles recién cortados, luego se torna de color castaño – dorado a color olivo – dorado con franja oscuras. Tienen un color peculiar por contener un aceite aromático. El sabor de la madera es amargo, tiene grano recto, fácil de trabajar, muy resistente y elástico, con una densidad de 0,6 a 0,7 g/cm³. Las hojas son grandes, simples opuestas, ovoides o elípticas; verde oscuras y rugosas en el envés, de 40 a 50 cm. de ancho (Betancourt, 1987).

2.2.4.3. Hojas

Las hojas de teca, son opuestas ovales, verticiladas en plantas jóvenes, de color verde oscuro en la luz, verde claro y tomentosas en el envés, consistentes y ásperas al tacto. Comúnmente miden 40 - 50 cm de largo y 20 - 25 cm de ancho, pero en las plantas jóvenes algunas de ellas son de mayor tamaño. En plantaciones de teca en Cuba se ha registrado la caída de hojas durante los meses de enero y febrero y el nuevo follaje se desarrolla con las primeras lluvias de invierno. En lugares húmedos se demora más su caída, a veces, no se produce hasta principios de marzo. El follaje tierno posee un color rojizo que desaparece poco a poco (Betancourt, 1987).

2.2.4.4. Flores

Los racimos florales (panículas) son terminales, rectos y ramificados de 45 cm de largo y 60 cm de ancho. Poseen flores finamente peludas con cáliz gris de seis lóbulos en forma de campana. La corola es blancuzca, en forma de embudo, tienen un tubo corto y seis lóbulos extendidos; seis estambres insertos en el tubo de la corola; y el pistilo tiene ovario de cuatro celdas con estilo delgado y estigma de dos lóbulos (Little y Dixon, 1983).

2.2.4.5. Frutos

Drupas pequeñas de color castaño claro y forma esférica, como el tamaño de una avellana, tetraloculares. Están envueltos en un cáliz membranoso y persistente, semejante a una vejiguilla, plegada irregularmente; miden de 2 a 3 cm de diámetro. En plantaciones de teca en Cuba se ha registrado la época de maduración de los frutos desde noviembre hasta enero y caen a fines de abril (Betancourt, 1987).

2.2.4.6. Semillas

Sus semillas son pequeñas, oleaginosas, de 5 a 6 mm de largo. Los frutos contienen desde 1 hasta 4 semillas, pero en la práctica cada fruto se considera una semilla. Entre 1100 y 1500 frutos (semillas) bien secos pesan 1 kg (Little y Dixon, 1983). Se recomienda someter las semillas de esta especie a tratamientos pregerminativos antes de sembrarlas; si no se tratan, la germinación es muy errátil. Algunas semillas demoran varios meses en germinar y otras no germinan (Parry 1957).

2.2.4.7. Madera

La teca produce una de las maderas más valiosas y apreciadas del mundo, a causa de sus excelentes cualidades y múltiples aplicaciones. El duramen, que desde temprana edad ocupa la mayor parte del tronco; es de color amarillento dorado entre los árboles recién cortados, luego se torna a castaño dorado o color oliva, veteados con franjas oscuras. La albura es blanquecina o amarillo crema, en algunos árboles castaño claro. Esta madera contiene cierto aceite aromático, que le da un olor peculiar; es untosa al tacto. La madera de esta especie es más bien blanda, fácil de trabajar, muy resistente y elástica y adquiere buen pulimento. El grano es comúnmente recto y la textura fina y uniforme. Una vez seca, no se tuerce, agrieta ni altera (Little y Dixon, 1983).

2.2.4.8. Usos

La madera de teca tiene numerosas aplicaciones. Se emplea en toda clase de construcciones navales y rurales, ebanistería, artesanía, carpintería en general, decorado interior y exterior, carrocería, puentes y toda clase de obras que requieran madera de excelente calidad. El tinte rojizo que producen las hojas de la teca, se emplea en malabar para teñir seda y algodón. En algunos lugares de la India, se extrae el aceite de la madera de teca para usos medicinales (Betancourt, 1987).

2.2.4.9. Distribución geográfica y condiciones edafo-climáticas de la teca

Para algunos autores, la teca tiene una distribución natural que incluye la India y Birmania, para otros, esta distribución involucra el archipiélago de Malaya, Filipinas, Java y Siam; otros también incluyen a Cambodia, Indonesia, Laos y Tailandia (Torres, 1995). En América se encuentra plantada para uso de madera o como ornato en jardines botánicos desde el sur de Florida y en varios países tropicales incluyendo las Antillas, Cuba, Jamaica, Trinidad hasta Brasil. En Ecuador se establecieron las primeras plantaciones hace unos 50 años en la zona de Milagro, Balzar y Quevedo (Briscoe, 1995). Estudios realizados indican que la teca no se adapta en zonas muy húmedas de la región Amazónica del Ecuador.

2.2.4.10. Clima

Esta especie requiere de un clima tropical cálido y húmedo, pero que disponga de un período seco de tres a cinco meses, con precipitaciones anuales de 1270 a 3800 mm, la extrema inferior es de 760 mm y la extrema superior es de 5000 mm. Se desarrolla a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 900 msnm. La temperatura media anual es superior a 20 °C, aunque la media óptima se encuentra entre 22 a 28 °C. La teca es una especie heliófita, por lo que requiere luz en todos las etapas de su desarrollo (CORMADERA, 2000).

2.2.4.11. Suelos

La teca se desarrolla en suelos preferentemente franco arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, con buen drenaje, de pH neutro o ligeramente ácido. Algunos autores coinciden en que la especie puede plantarse en una gran variedad de suelos y de formaciones geográficas, a condición de que sean profundos, con buena aireación y drenaje (Krishinapillay, 2000). En el Ecuador las mejores plantaciones se encuentran en suelos franco arenosos y con pH neutro. Se desarrolla bien en suelos ondulados y montañosos.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación de tipo correlacional y experimental, ya que se trata de determinar el efecto de las dosis y de los tipos de fertilizantes (variables independientes) sobre el crecimiento de las plántulas de teca (variable dependiente).

3.2. Método de Investigación

Para realizar esta investigación se utilizó un arreglo factorial 2 (tipos) x 3 (dosis) y un testigo, sobre un diseño completamente al azar, con tres repeticiones.

Factor A (tipos de fertilizante)

Se utilizaron dos tipos de fertilizantes de aplicación foliar: químico y orgánico:

b_1 = Menorel 13-36-13 (químico), presentación en polvo

b_2 = Miros 20-30-10 (orgánico), presentación en líquido

Factor B (dosis de fertilización)

Se aplicaron tres dosis de fertilización:

a_1 = 3 g/L de agua

a_2 = 5,5 g/L de agua

a_3 = 10 g/L de agua

b_1 = 3 cm³/L de agua

b_2 = 5,5 cm³/L de agua

b_3 = 10 cm³ g/L de agua

El esquema del análisis de varianza para los factores A y B y la interacción se presenta en la Tabla 1. El esquema del análisis de varianza para las combinaciones y el testigo se presenta en la Tabla 2.

Tabla 1. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA) para los factores

Fuentes de Variación		GL
Tratamiento	$t - 1$	5
Factor A	$a-1$	1
Factor B	$b-1$	2
Interacción A*B	$(a-1)*(b-1)$	2
Error	$(a*b)*(r-1)$	12
Total	$(a*b*r) - 1$	17

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza (ANDEVA) para combinaciones y testigo

Fuentes de Variación		GL
Tratamiento	$t - 1$	6
Error	$(t)*(r-1)$	14
Total	$(a*b*r) - 1$	20

Las plántulas de teca permanecieron en el vivero particular de la finca del Lcdo. Ringo López, ubicado en el cantón Mocache. Se realizaron dos fertilizaciones foliares, la primera a los quince días después del repique y la segunda a los 30 días después del repique. Los datos de las variables estudiadas se registraron a los 60 días de la primera aplicación del fertilizante.

3.3 Población y Muestra

Este proyecto de investigación se realizó utilizando plántulas de teca, de 15 días después del repique. Se midieron todas las plántulas a las que se aplicaron los fertilizantes y dosis, por lo tanto no se utilizó muestras.

3.4 Fuentes de recopilación de Información

La información requerida para la investigación se obtuvo mediante la medición y estimación de las variables dasométricas y de calidad de las plántulas de teca a las cuales se aplicaron diferentes dosis y tipos de fertilizantes, para lo cual se midieron plántulas en cada grupo de tratamientos. El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Adquisición de las plántulas de teca en contenedores
- Distribución de las plántulas de teca por cada tratamiento
- Aplicación de los fertilizantes, en tres dosis cada uno
- Medición de las variables dasométricas y de calidad a las plántulas de teca.

Para la construcción del marco teórico se valió de las fuentes bibliográficas impresas y virtuales, sobre el tema motivo de investigación.

3.5. Instrumentos de Investigación

En este proyecto de investigación se utilizó la observación directa, los registros de las variables en estudio y análisis de hojas de campo.

3.6 Procesamientos y análisis

Para las comparaciones de los promedio de los factores en estudio se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad de error. El análisis de

varianza y las comparaciones de medias se realizó con el programa estadístico SAS Versión 9 (2004).

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Diámetro que se midió en el cuello de la plántula, utilizando un calibrador Pie de Rey.
- Altura total (h), se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice, utilizando un flexómetro.
- Longitud de raíz principal
- Numero de hojas
- Longitud de hojas
- Supervivencia.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Efecto de los fertilizantes sobre las variables dependientes

El efecto simple de los tipos de fertilizantes, a los dos meses de la aplicación de los fertilizantes, presentó diferencias significativas, para la altura y longitud de raíz, pero no para el diámetro, longitud de hojas, número de hojas ni para la sobrevivencia. El mayor promedio en altura y longitud de raíz se registró con el fertilizante químico y los menores promedios fueron para el fertilizante orgánico (tablas 3 y 4).

Tabla 3. Cuadrados medios de diámetro (cm), altura (cm), longitud de hoja (cm), longitud de raíz (cm), número de hojas y sobrevivencia de teca, a los dos meses de la fertilización

Fuente de variación	GL	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hoja	Número de hojas	Sobrev.
Fertilizantes (A)	1	0,0001 ns	38,2520 **	81,4938**	0,5618 ns	0,2738 ns	0,0001 ns
Dosis (B)	2	0,0001 ns	1,6695 **	1,4598**	12,2787*	0,1074ns	0,0001 ns
Interacción (A*B)	2	0,0001 ns	0,7389 ns	1,7460 ns	8,6745 ns	0,1304 ns	0,0001 ns
Error	12	0,0001	0,2438	0,0259	2,6593	0,2358	0,0001

ns: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo

Tabla 4. Promedios del diámetro (cm), altura (cm), longitud de hoja (cm), longitud de raíz (cm), número de hojas y sobrevivencia (%) de teca, a los dos meses de aplicación de dos tipos de fertilizantes

Fertilizante	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hojas	Número de hojas	Sobrevivencia
Menorel (químico)	0,31 a	13,74 a	14,29 a	8,28 a	9,89 a	100 a
Miros (orgánico)	0,30 a	10,82 b	10,04 b	7,92 a	9,65 a	100 a
CV (%)	0,001	4,02	1,32	20,27	4,87	0,00

Promedios con letras iguales, en la misma columna, no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

4.2. Efecto de las dosis sobre las variables dependientes

El efecto de las dosis de fertilizantes foliares, a los dos meses de la aplicación de los fertilizantes, presentó diferencias significativas la altura, la longitud de raíz y para la longitud de hojas, pero no para el diámetro, número de hojas ni para la sobrevivencia. Los mayores promedios en altura y longitud de hojas se obtuvieron con la dosis de 10 g ó 10 cm³; mientras que los mayores promedios en longitud de raíz se registró con la dosis de 3 g ó 3 cm³ (tablas 3 y 5).

Tabla 5. Promedios del diámetro (cm), altura (cm), número de hojas, longitud de hoja (cm), longitud de raíz (cm) y sobrevivencia (%) de teca, a los dos meses de aplicación de tres dosis de fertilizantes.

Fertilizantes	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hojas	Número de hojas	Sobrevivencia
3 g ó cm ³	0,30 a	11,75 b	12,72 a	6,45 b	9,62 a	100 a
5,5 g ó cm ³	0,31 a	12,28 b	11,97 b	8,80 ab	9,84 a	100 a
10 g ó cm ³	0,30 a	12,81 a	11,79 b	9,04 a	9,85 a	100 a
CV (%)	0,001	3,54	1,24	20,12	4,87	0,00

Promedios con letras iguales, en la misma columna, no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

4.3. Efecto de dosis y fertilizantes sobre las variables dependientes

El efecto de la interacción entre los tipos de fertilizantes y las dosis no presentó diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas (Tabla 3).

4.4. Comparaciones ortogonales

Al comparar los grupos de tratamientos con el testigo y todos los tratamientos con el testigo, a los dos meses de la aplicación de los fertilizantes foliares, se determinó que hubo diferencias significativas para la altura, longitud de raíz y longitud de hojas, pero no fue significativo para diámetro ni el número de hojas. El número de hojas fue significativa únicamente al contrastar la dosis de 10 g con el testigo. No se encontró significancia para el diámetro en ninguno de los contrastes (Tabla 6).

Tabla 6. Cuadrados medios de las comparaciones ortogonales de diámetro (cm), altura (cm), número de hojas, longitud de hojas (cm) y longitud de raíz (cm) de plántulas teca, a los dos meses de la aplicación de dos fertilizantes

Fuente de variación	GL	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hojas	Número de hojas
Tratamiento	6	0,0001 ns	12,0069**	15,6805**	7,3812 ns	0,6508 ns
Químico vs orgánico	1	0,0001 ns	38,2520**	81,4938**	0,5618 ns	0,2738 ns
3 g ó cm ³ vs testigo	1	0,0001 ns	15,1840**	61,0481**	14,5542 *	0,5136 ns
5,5 g ó cm ³ vs testigo	1	0,0001 ns	0,3990**	0,1344**	0,0361 ns	0,0205 ns
10 g ó cm ³ vs testigo	1	0,0001 ns	8,1130**	0,7511**	0,9933 ns	2,1805 ns
Testigo vs el resto	1	0,0001 ns	3,7821 **	43,0735**	26,1671 **	0,2953 ns
Error	14	0,0001 ns	0,2156	0,0231	2,3184	0,2089

Ns: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo;

4.5. Combinaciones y testigo

Al analizar las combinaciones y el testigo se encontró diferencias significativas para la altura, longitud de raíz y longitud de hoja, pero no para el diámetro, número de hojas ni para la sobrevivencia. El mayor promedio en altura fue para 10 g de Morel y el más bajo fue para el testigo; la longitud de raíz fue mayor para 3 g de Morel y el más bajo fue para el testigo; el mayor promedio en longitud de hoja fue para 10 g de Morel y el más bajo fue para el testigo. A excepción del diámetro, el testigo presentó los menores promedios de las variables estudiadas (tablas 7 y 9).

Tabla 7. Cuadrados medios de diámetro (cm), altura (cm), longitud de hoja (cm), longitud de raíz (cm), número de hojas y sobrevivencia de teca, a los dos meses de la fertilización

Fuente de variación	GL	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hoja	Número de hojas	Sobrevivencia
Tratamiento	6	0,0001 ns	12,0069 **	15,6805**	7,3812*	0,6508 ns	0,0001 ns
Error	14	0,0001	0,2156	0,0231	2,3184	0,2089	0,0000

ns: no significativo; *: significativo; **: altamente significativo

Tabla 8. Promedios de diámetro (cm), altura (cm), número de hojas, longitud de hojas (cm) y longitud de raíz (cm) de plántulas de teca, para las combinaciones y el testigo, a los dos meses de la aplicación de fertilizante químico y orgánico en tres dosis

Combinaciones	Diámetro	Altura	Longitud de raíz	Longitud de hojas	Número de hojas	Sobrevivencia
1. 3 g de Menorel	0,30 a	12,84 b	15,45 a	5,25 b	9,90 a	100 a
2. 5,5 g de Menorel	0,30 a	13,78 ab	13,95 b	9,59 a	9,93 a	100 a
3.10 g de Menorel	0,30 a	14,59 a	13,47 c	10,00 a	9,86 a	100 a
4. 3 cm ³ de Miros	0,30 a	10,66 c	10,00 e	7,66 ab	9,33 a	100 a
5. 5,5 cm ³ de Miros	0,30 a	10,78 c	10,00 e	8,02 ab	9,76 a	100 a
6. 10 cm ³ de Miros	0,30 a	11,02 c	10,11 e	8,09 ab	9,86 a	100 a
7. Testigo	0,30 a	8,92 d	10,61 d	7,27 ab	8,66 a	100 a
CV (%)	0,001	3,94	1,27	19,07	4,75	0,001

Promedios con letras iguales, en la misma columna, no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

4.6. Costos de producción para las combinaciones y el testigo

Respecto a los costos para los distintos tratamientos aplicados y el testigo se pudo determinar que los costos más altos fueron al utilizar el fertilizante orgánico (Miros), especialmente, con la dosis de 10 cm³, debido al mayor costo del producto; el costo más bajo fue para el testigo (Tabla 9).

Tabla 9. Costos de los tratamientos aplicados a las plántulas de teca

Combinaciones	Costo total USD	Costo por planta USD
1. 3 g de Menorel	5,06	0,084
2. 5,5 g de Menorel	5,11	0,085
3. 10 g de Menorel	5,20	0,086
4. 3 cm ³ de Miros	5,40	0,090
5. 5,5 cm ³ de Miros	5,75	0,096
6. 10 cm ³ de Miros	6,36	0,106
7. Testigo	5,000	0,083

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El efecto simple de los tipos de fertilizantes foliares presentó diferencias significativas únicamente para la altura y longitud de raíz de las plántulas de teca. El mayor promedio en altura y longitud de raíz fue para el fertilizante Menorel.

Las dosis fueron significativas para las variables altura, longitud de hojas y longitud de raíz de plántulas de teca. El mayor promedio en altura y longitud de hoja fue para la dosis de 10 g ó cm³; el mayor promedio de longitud de raíz fue para la dosis de 3 g ó cm³.

La interacción entre fertilizante y dosis no fue significativa para ninguna de las variables estudiadas en esta investigación.

Mediante las comparaciones ortogonales se determinó que, hubo diferencias significativas para las variables altura número de hojas, longitud de hojas y longitud de raíz. En general el testigo alcanzó los menores promedios en altura número de hojas, longitud de hojas y longitud de raíz de plántulas de teca.

Los mayores promedios en altura y longitud de hojas en plántulas de teca se obtuvieron con 10 g de Morel; los mayores promedios en número de hojas y longitud de raíz se encontraron con 3 y 5,5 g de Menorel.

El mayor costo por tratamiento y por planta fue para el fertilizante Miros, especialmente para la dosis de 10 cm³; mientras que el menor costo fue para el testigo.

5.2. Recomendaciones

Desarrollar experimentos de fertilización foliar en teca a nivel de vivero, aplicando otros tipos de fertilizantes foliares, para determinar los fertilizantes y dosis más adecuadas para el buen crecimiento de plántulas de teca.

Realizar investigaciones de fertilización foliar en plántulas de otras especies forestales, utilizando fertilizantes y dosis similares a esta investigación, para confirmar los efectos de los tratamientos sobre el desarrollo de las plántulas.

Considerando los resultados de desarrollo de las plántulas y el costo de los tratamientos, se sugiere utilizar el fertilizante Menorel para la fertilización foliar en plántulas de teca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldama B.R. y Aguilera R.M. 2003. CONAFOR; "Procedimientos y cálculos básicos, útiles en la operación de viveros que producen en contenedor". p 45.
- Alvarado, A. 2006. Nutrición y fertilización de la teca. *Informaciones Agronómicas* 61: 1-8.
- Betancourt, A. 1987 *Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales*. La Habana, Cuba Científico Técnico. p. 342 – 356.
- Briscoe, C. 1995. *Silvicultura de teca, melina y pochote*. Informe Técnico. No. 270 CATIE, Turrialba. 44 p. (Serie Técnica)
- CFA (California Fertilizer Association). 2004. *Manual de fertilizantes para horticultura*. 1^{ra} edición en español. California, USA. Noriega. 297 p.
- CORMADERA. 2000. *Guía para plantaciones forestales en el Ecuador*, Ecuador. 12 p.
- Cubero, D; Vieira, M. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos ¿Son compatibles con la agricultura? *In XI Congreso Nacional Agronómico /III Congreso Nacional de Suelos*. 1999. (1999, San José, Costa Rica) 1999. Memorias. Ed, MAG. San José, Costa Rica. p. 61-67.
- Díaz, G; Torres, E; Álava, S; González, B; Cruz, N. 2010. Análisis de la producción de viveros y de la comercialización de plántulas en el área de influencia del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.). *Ciencia y Tecnología* 3(2): 13-20. 2010.

- Figuroa, J; Castro, S. 2000. Efecto de herbívoros y patógenos en la sobrevivencia y crecimiento de plántulas en un fragmento del bosque templado húmedo de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia natural*. 73: 163-173.
- González, P. 2012. Comparación de fertilización exponencial y constante en plántulas de cinco especies forestales nativas de bosques andinos de Colombia. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Medellín Colombia. 80 p.
- INFOJARDIN. 2015. Tipos de Abonos (en línea). Consultado jun 04 2015. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/jardin/abonos-organicos-minerales-liquidados.htm>
- Jensen, W A; Salisbury, F B. 1988. *Botánica*. Mc Graw Hill. D.F, México. p. 307-340.
- Jacobs, D; Ross-Davis, A; Davis, A. 2004. Establishment success of conservation tree plantations in relation to silvicultural practices. *New Forests* 28: 23-36.
- Krishinapillay, B. 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. En *Unasylva*. FAO. Roma, Italia. 14 p.
- Li, S; Zhang, Y; Rui, Y; Chen, F. 2012. Contenido de nutrientes en mazorcas de maíz cultivado en diferentes tipos de suelo. *Phyton* 81 (1): 41-43.
- Little, E; Dixon, R. 1983. *Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas. Ecuador-Esmeraldas*. 502 p.
- Romheld, V; Fouly, M. 2016. Aplicación foliar de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola (en línea). Consultado dic 02 de 2016. Disponible en

[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/C0C776C4ADCF69AA86256CAA00768F6A/\\$file/Aplicaci%C3%B3n+foliar+de+nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/C0C776C4ADCF69AA86256CAA00768F6A/$file/Aplicaci%C3%B3n+foliar+de+nutrientes.pdf)

Siari, C. 2012. Apuntes de Fisiología vegetal (en línea). Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://fisiolvegetal.blogspot.com/2012/10/crecimiento-y-desarrollo.html>

Suatunce, j; Díaz, G; García, L; Ramos, L; Tapia, C; González, B. 2009. *Tectona grandis* L.f. (teca). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 56 p.

Torres, J. 1995. Determinación de Áreas de Aptitud Forestal para el Establecimiento de Plantaciones en el Litoral ecuatoriano. INEFAN. ITTO, Quito, Ecuador. 185 p.

Wernich, M; Lavado, R. 2015. Preparando los plantines. Dos valiosas propiedades: velocidad de crecimiento y alta rustificación (en línea). Consultado jun 03 2015. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Preparando%20los%20Plantines.asp>.

Zavaleta, P; Olivares, L; Montiel, D; Chimal, A; Scheinvar, L. 2001. Fertilización orgánica en xoconostle (*Opuntia joconostle* y *O. matudae*). Agrocienca 35 (6): 609-614.

Zobel, B; Talbert, J. 1988. Técnica de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Limusa. México D. F. 342 – 346 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de Urkund

CERTIFICADO DEL ANÁLISIS DEL SISTEMA URKUND

Quevedo, 29 de diciembre de 2016

Sr. Ingeniero.

Roque Vivas Moreira

DIRECTOR DE POSGRADO-UTEQ

Presente.-

De mis consideraciones

El suscrito, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el proyecto de investigación titulado "**Efectos de los niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de teca (*Tectona Grandis* L.F.), en el cantón Mocache, Año 2016**", del estudiante del Programa de Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal **Jairo Rolando López Bustamante**, fue subida al sistema URKUND y presentó el 3% de similitud; dicho porcentaje de similitud está dentro del rango aceptable según el Reglamento e Instructivos de graduación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

URKUND

Documento [PROYECTO J LÓPEZ CORREGIDA-URKUND.docx \(D24631774\)](#)

Presentado 2016-12-29 09:38 (-05:00)

Presentado por Jose Pedro Suatunce Cunuhay (jsuatunce@uteq.edu.ec)

Recibido jsuatunce.uteq@analysis.arkund.com

Mensaje ANALISIS URKUND PROYECTO CORREGIDO JAIRO LOPEZ [Mostrar el mensaje completo](#)

3% de esta aprox. 15 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 5 fuentes



Ing. For. Pedro Suatunce Cunuhay, M. Sc

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Anexo 2. Datos de campo inicial para el análisis estadístico.

Repetition	Diámetro (cm)	Atura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Número de hojas	Longitud de hojas (cm)
1	0,20	4,81	4,09	7,93	4,65
2	0,20	4,78	4,24	7,57	4,61
3	0,20	4,90	4,21	7,86	4,71
1	0,20	4,86	4,29	8,00	4,36
2	0,20	4,86	4,14	8,00	4,29
3	0,20	4,79	4,29	7,86	4,07
1	0,21	4,57	4,21	8,00	4,07
2	0,21	4,61	4,14	7,86	4,00
3	0,20	4,61	4,21	7,86	4,14
1	0,20	5,00	4,00	8,00	5,00
2	0,20	5,00	4,00	8,00	4,00
3	0,20	5,00	5,00	8,00	4,00
1	0,21	4,71	4,00	7,93	4,50
2	0,20	4,57	4,00	8,00	4,29
3	0,21	4,64	4,07	8,00	4,14
1	0,20	4,86	4,14	8,00	4,93
2	0,20	4,86	4,00	8,00	4,93
3	0,20	4,86	4,00	8,00	5,00

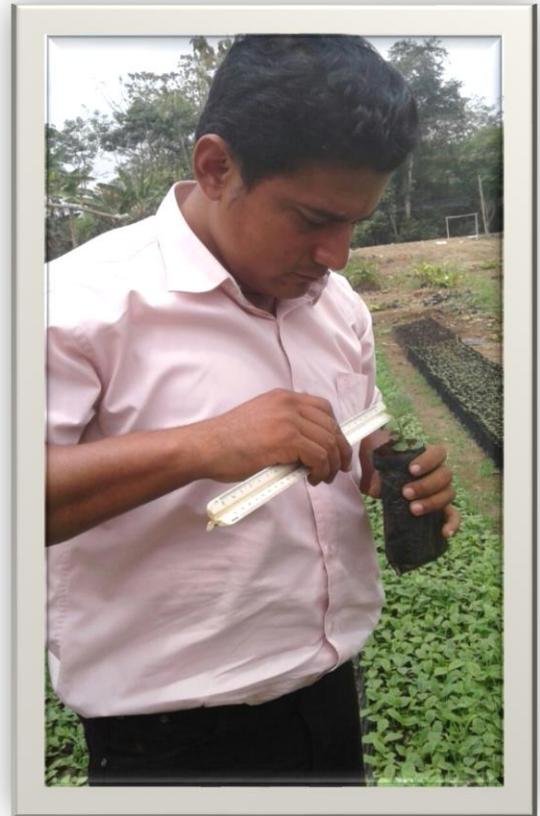
Anexo 3. Datos de campo final para el análisis estadístico.

Repetition	Diámetro (cm)	Atura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Número de hojas	Longitud de hojas (cm)	Sobrevivencia
1	0,30	11,89	15,36	10,00	9,54	100
2	0,30	12,71	15,86	9,79	3,07	100
3	0,30	13,93	15,14	9,93	3,14	100
1	0,30	13,71	13,86	10,00	9,71	100
2	0,30	13,71	14,00	9,86	9,64	100
3	0,30	13,93	14,00	9,93	9,43	100
1	0,30	14,64	13,50	10,00	9,93	100
2	0,30	14,36	13,57	9,71	10,00	100
3	0,30	14,79	13,36	9,86	10,07	100
1	0,30	10,00	10,00	10,00	8,00	100
2	0,30	11,00	10,00	8,00	6,00	100
3	0,30	11,00	10,00	10,00	9,00	100
1	0,30	10,79	10,00	9,57	7,86	100
2	0,30	10,71	10,00	9,86	8,21	100
3	0,30	10,86	10,00	9,86	8,00	100
1	0,30	11,07	10,07	9,93	8,14	100
2	0,30	10,93	10,14	9,93	8,07	100
3	0,30	11,07	10,14	9,71	8,07	100

Anexo 4. Fotografías del proceso de investigación



a. Selección de plántulas de teca



b. Medición del diámetro

Anexo 5. Elaboración estructural para plántulas de teca



c. Ubicación de las plántulas de teca



d. Grupos de plántulas de teca ubicados por tratamiento



e. Identificación de las Unidades experimentales

Anexo 6. Fotografías de los fertilizantes utilizados en la investigación



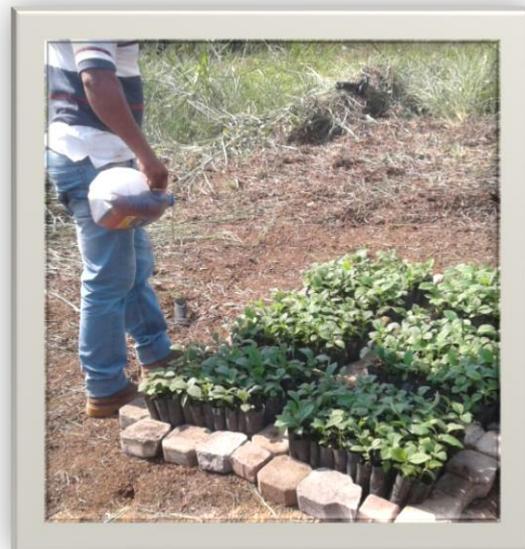
a. Fertilizante químico



b. Fertilizante orgánico



c. Aplicación de Menorel



d. Aplicación de Miros