



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS
GENÉTICOS**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE
MADERA TECA (*Tectona grandis*) EN EL CANTÓN EMPALME,
GUAYAS- ECUADOR.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Biodiversidad y Recursos Genéticos

Autor:

Rivadeneira Astudillo Jefferson Leonis

Tutor:

M.Sc. Lozano Haro Zayda Jacqueline

QUITO – ECUADOR

2021

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo Rivadeneira Astudillo Jefferson Leonis declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA TECA (*Tectona grandis*) EN EL CANTÓN EL EMPALME, GUAYAS- ECUADOR.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitará la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, aceptó que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 8 días del mes de febrero de 2021, firmo conforme:

Autor: Jefferson Rivadeneira

Firma:



Número de Cédula: 1310857196

Dirección: Pichincha, Quito, San Antonio de Pichincha.

Correo Electrónico: jeff_rivadeneira@hotmail.com

Teléfono: 099283915

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA TECA (*Tectona grandis*) EN EL CANTÓN EL EMPALME, GUAYAS- ECUADOR.” presentado por Jefferson Leonis Rivadeneira Astudillo para optar por el Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito,

Quito, 8 de febrero de 2021



.....
M.Sc. Lozano Haro Zayda Jacqueline

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 8 de Febrero 2021



.....
Jefferson Leonis Rivadeneira Astudillo

1310857196

APROBACIÓN LECTORES

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA TECA (*Tectona grandis*) EN EL CANTÓN EL EMPALME, GUAYAS-ECUADOR.” previo a la obtención del Título de Ingeniero en Biodiversidad y Recursos Genéticos, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 19 de Febrero de 2021



.....

PhD. Nora Helena Oleas Gallo

LECTOR 1



.....

PhD. Laura Inés Salazar Cotugno

LECTOR 2

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres quienes, con su paciencia y amor, inculcaron en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no rendirme frente a las adversidades.

A mi esposa e hija, por su apoyo incondicional, sus consejos, su amor, y paciencia durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento e ir de mi mano para cumplir todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi proceso, a mi tutora, Zayda Lozano, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos.

A mi esposa e hija por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

Y por supuesto a mi querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	xi
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- GENERALIDADES DE LA MADERA DE TECA	2
1.1.1.-REQUERIMIENTOS DE SUELO	4
1.1.2.- TEMPERATURA Y PLUVIOSIDAD	5
1.1.3.- MANEJO DE LA GERMINACIÓN	5
1.1.4.- ENFUNDADO DE PLANTAS	6
1.1.5.- PREPARACIÓN DEL TERRENO	6
1.1.6.- PLAGAS Y SU CONTROL	6
1.1.7.- FERTILIZACIÓN	7
1.1.8.- RALEO	7
1.2.- ANÁLISIS DEL CICLO DE LA VIDA.....	11
1.2.1.- NORMATIVAS EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA.....	11
2.- METODOLOGÍA.....	13
2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN EL EMPALME.....	13
2.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.3.- DEFINICIÓN DE META Y ALCANCE	15
2.4.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	15

2.4.2.- DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍAS DE IMPACTO	16
2.5.- PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	17
3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	18

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

TEMA: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA TECA (*Tectona grandis*) EN EL CANTÓN EMPALME, GUAYAS-ECUADOR.

AUTOR: Rivadeneira Astudillo Jefferson Leonis

TUTOR: M.Sc. Lozano Haro Zayda Jacqueline

RESUMEN EJECUTIVO

La teca (*Tectona grandis*) es originaria India, Myanmar, la República Democrática Popular Lao y Tailandia. En la actualidad también se la encuentra en áreas tropicales de África y en América Latina, donde suele crecer más rápido que en su lugar de natal. Es una madera dura y de gran belleza, resistente a las influencias de sol y de la lluvia, con una gran demanda en el mercado maderero mundial, por lo que su producción representa una actividad económica atractiva. La presente investigación tuvo como propósito analizar la sostenibilidad de la producción de madera teca en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, mediante la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), para lo cual se recopiló la información disponible más actualizada respecto al proceso de producción de *Tectona grandis* en el país. Se espera que esta investigación ayude a los productores y posibles inversionistas a utilizar las técnicas más apropiadas para la producción de teca, optimizando todos los recursos disponibles y disminuyendo los impactos ambientales de su actividad, ya que el Análisis de Ciclo de Vida permite determinar donde se generan las principales cargas ambientales y donde se puede realizar una intervención para un mejor cultivo en tierras ecuatorianas.

DESCRIPTORES: ANÁLISIS, CICLO, SOSTENIBILIDAD, TECA.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS

**TOPIC: ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY OF THE PRODUCTION OF
TEAK WOOD (*Tectona grandis*) IN EL EMPALME CANTON, GUAYAS- ECUADOR.**

AUTOR: Rivadeneira Astudillo Jefferson Leonis

TUTOR: M.Sc. Lozano Haro Zayda Jacqueline

ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis*) is native to India, Myanmar, the Lao People's Democratic Republic, and Thailand. Today it is also found in tropical areas of Africa and Latin America, where it tends to grow faster than in its native place. It is a hard wood of great beauty, resistant to the influences of the sun and rain, with a great demand in the world timber market, so its production represents an attractive economic activity. The purpose of this research was to analyze the sustainability of teak wood production in the El Empalme canton, Guayas province, using the Life Cycle Analysis (LCA) tool, for which the most up-to-date information available regarding the *Tectona grandis* production process in the country. It is hoped that this research will help producers and potential investors to use the most appropriate techniques for teak production, optimizing all available resources and reducing the environmental impacts of their activity, since the Life Cycle Analysis allows determining where they generate the main environmental burdens and where an intervention can be made for a better cultivation in Ecuadorian lands.

KEYWORDS: ANALYSIS, CYCLE, SUSTAINABILITY, TEAK

1.- INTRODUCCIÓN

La teca (*Tectona grandis*) es uno de los árboles más finos y nobles, considerada una de las especies de más alto valor a nivel nacional e internacional, conocida también como la Reina de las Maderas por su excelente fibra y su durabilidad, además, su apariencia mejora con los años. Es originaria de la India, Myanmar, la República Democrática Popular Lao y Tailandia; aproximadamente en 1950, se introdujo la teca en América Latina y el Caribe, aunque fue lenta debido a la existencia de otras especies tropicales y de un alto valor, tales como (a) la caoba, (b) cedro, entre otros (Pandey y Brown, 2000).

Ecuador es un importante productor de balsa, teca, eucalipto y pino destinados para las distintas industrias: sector forestal, madera, muebles y el sector artesanal (MAE, 2013). La madera siempre ha sido una de las partes fundamentales para la conservación de pequeños y medianos productores de nuestro país, en algunos sectores; representa hasta el 50% de los ingresos familiares. En la Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera trabajan unas 200 mil personas en este sector y constituyen el 5,6 % de la PEA (Holguín, y Delgado, 2018).

La producción de teca es un área que genera importantes beneficios a Ecuador, pero lastimosamente sus productores tienen escaso conocimiento sobre el ciclo de producción y como mejorar la exportación o incentivar su uso local, siendo de importancia su capacitación debido que hoy en día está aumentando su consumo por ser una madera de gran belleza y durabilidad (Aguirre Erazo y Piloza Anchundia, 2017).

En la presente propuesta se evaluará la sostenibilidad de la producción de teca ya que en las tres últimas décadas el agro ecuatoriano ha pasado por importantes periodos de transformación productiva a nivel demográfico, ecológico, social y cultural. Debido al incremento del consumo de la misma especie desde el año 2000, en especial en Europa y Estados Unidos. Por ello evaluar la sostenibilidad de su producción ayudaría a incrementar los proyectos de siembra de teca en Ecuador (Chan Mora, 2014).

La evaluación de la sostenibilidad de la teca se realizará a través del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), desde el momento que se siembra hasta que se recoge la madera ya cultivada para observar su impacto sobre el medio ambiente (Llorente et al., 2013).

Vale la pena considerar, que los sistemas de plantación en el Ecuador, basan su principal objetivo en aprovechar económicamente al máximo la teca (Mora Yela, 2015), para que sea exitosa desde la siembra hasta su cosecha necesita un análisis minucioso de los recursos y sus derivados para la producción, teniendo en cuenta una serie de datos que valore los residuos y el impacto potencial al medio ambiente que pudiese causar.

Entre los años 2008 a 2012, el Ecuador forma parte de los 10 primeros exportadores de madera, teniendo la teca como producto principal. Al ser el único país dolarizado de Latinoamérica, se generaba un ciento de oportunidades para comenzar a negociar con los principales países compradores, como China y la India (Aguirre y Piloza, 2017).

Birmania era el principal proveedor mundial, con el 48% del mercado, pero en los siguientes dos años la teca paso a ser parte de sus especies protegidas y ya no pudo seguir cosechando este producto, encontrándose fuera del mercado de la teca a nivel mundial. Al suceder este acontecimiento, Ecuador se encontraría como líder en comercialización de teca y posicionándose en los siguientes años entre los 10 primeros países exportadores de madera teca (Aguirre y Piloza. 2017).

En el año 2017, la producción de madera en Ecuador, proveniente de los bosques naturales, tuvo un alcance de 1 millón de metros cúbicos, permitiendo que 1911 negocios la comercializaran de manera legal en el país (MAE, 2018), junto al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”, se generaron leyes para una gestión sustentable del Patrimonio Forestal Nacional, generando condiciones para un avance en el sector forestal y considerándose una opción económica para aprovechar de manera legal y sustentable los madereros como no madereros (MAE, 2018).

En la actualidad Ecuador posee una gran variedad de árboles madereros, los cuales corresponden a 175.000 hectáreas plantadas, constituyendo la Teca de 45.000 y 50.000 de estas hectáreas, considerándose como país de gran potencial maderero, ya que existen más de un millón de hectáreas disponibles para el sector forestal (PROCOMER, 2015).

1.1.- Generalidades de la madera de teca

La madera de teca tiene las siguientes características: presenta árboles rectos con una gran altura, llegando a alcanzar hasta 30 metros y con una circunferencia de 80 cm. Su corteza es blanda, con ligeras grietas longitudinales, blanquecina en su interior y con savia rojiza y pegajosa. Cabe señalar que, aunque el cultivo y producción de teca en Ecuador se encuentra en

auge esta especie no es autóctona de nuestra nación ya que fue introducida desde la India hace 50 años (Dalmau y Rivadeneira, 2009).

La belleza y las características de resistencia y durabilidad de esta madera han creado una gran demanda en el mercado internacional ya que es una madera que se puede utilizar en productos principalmente de decoración de casas (Dalmau y Rivadeneira, 2009). A pesar de esto la difusión de producción para su comercialización no se ha logrado con éxito, lo cual ha reducido la capacidad de competir internacionalmente con otros países productores (Figura 1).



Figura 1. Zona de cultivo de teca

Fuente: ASOTECA (2013)

El área de producción de teca debería contar con las siguientes características: la altura ideal del bosque en producción debe darse entre los 0 y 800 metros de altura sobre el nivel del mar para potenciar sus cualidades, la característica del suelo donde se sembrará la semilla deberá ser rica en minerales especialmente calcio, con excelente drenaje y sobre todo plano (Vásconez, 2002).

1.1.1.-Requerimientos de suelo

Uno de los requisitos indispensables del árbol de teca; es que, si bien puede crecer en diversos tipos de suelos, va a depender de otros factores su cosecha. Encontramos que la calidad del árbol dependerá de muchos factores como: cantidad de profundidad sembrada, calidad y estructura del suelo, porosidad del suelo, capacidad de drenaje, capacidad de retención de humedad necesaria (Vásconez, 2002). Suelos profundos con un pH de 6,5 a 7,5 significara que se tiene un buen drenaje y suelos fértiles con la cantidad necesaria de calcio será un factor importante ya que su ausencia o disminución producirá raquitismo de los árboles. Son las mejores características para conseguir el buen desarrollo de la plantación de teca plano (Vásconez, 2002).

Los casos conocidos públicamente de desastres ecológicos, como la deforestación indiscriminada de los bosques naturales, ha causado que el ecosistema pague con creces por la irresponsabilidad del hombre con consecuencias irreparables para el medio ambiente por lo cual con estas nuevas políticas de implementación se lograrán corregir a tiempo cualquier daño ambiental para evitar futuras catástrofes (De León Cifuentes, 2009).

La adecuada atención y conservación de todos los bosques naturales, actualmente son considerados por aquellos países que se dedican a la actividad maderera como su sustento y desarrollo económico, lo cual se representa, como el cambio en calidad de vida desde sus productores hasta el crecimiento económico del país, logrando una armonía en el equilibrio del medio ambiente para la conservación y futura explotación de nuevos recursos (FAO, 2012).

Los estudios ambientales manifiestan que se puede llevar a cabo la mayor cantidad de proyectos agroforestales, siempre y cuando dentro de su planificación cuente con doble propósito como: conservar los recursos naturales y generar los ingresos necesarios para los agricultores, principalmente en las áreas propensas a ser abandonadas por sus habitantes (MAE, 2013).

Estas políticas de plantaciones forestales, en Ecuador, cumplen varios propósitos, como: cumplir con el aumento en los requerimientos madereros, así como sus derivados, además de ampliar todo derivado que se produzca en los bosques naturales como sus minerales, recuperación de suelo y la belleza natural de sus bosques (MPCEIP, 2019).

Antes de la ejecución de toda la planificación agroforestal, así como sus proyectos, deberán haber pasado un riguroso estudio de factibilidad, lo cual permitirá un mejor estudio del área de los bosques y sitios estratégicos de nueva siembra, donde se llevaría a cabo la producción de

teca para toda variedad de maderas finas para la exportación, cumpliendo con toda planificación o estrategia en el desarrollo agroforestal en nuestra nación. Esto permitirá que las industrias presenten nuevas innovaciones para aprovechar al máximo los productos obtenidos de los bosques, así no sería tan grave el impacto ambiental, para lo cual se debería perfeccionar las técnicas de manejo de la madera y poder generar una mayor rentabilidad y sobre todo la reforestación (MPCEIP, 2019).

Las plantaciones diseñadas, especialmente para la actividad maderera que permiten el estudio y producción, siempre buscan un fin económico y una buena rentabilidad para todos sus productores e inversionistas, la cual exige un mejor estudio de suelo para que preste las cualidades que necesita este cultivo en un tiempo determinado, como son la humedad, ventajas de riego entre otras (MAE, 2018). Hoy en día el desarrollo de estos proyectos agroforestales se realiza con la selección de suelo adecuada y con terrenos que presentan mejor calidad de suelo para cada especie de árbol seleccionado.

1.1.2.- Temperatura y pluviosidad

La temperatura mensual adecuada para el crecimiento de la teca debe ser una temperatura máxima no superior a de 40 C° y temperatura mínima de 13 C°. Informes obtenidos de la India nos indican que el cultivo de teca crece muy bien en altura cuando reciben suficientes periodos de humedad en el año (Dalmau y Rivadeneira, 2009).

Los anillos que caracterizan a la teca son los cuales informan la edad y dan estructura del árbol aparecen en todas las estaciones del año, por lo tanto, no es correcto pensar que los anillos aparecen solamente en estaciones lluviosas, recordando que esto es importante para la fibra que van a poseer los troncos, recalcando que los cultivos que hayan tenido periodos prolongados de sequía los anillos serán más concéntricos y ajustados por el mismo periodo de sequía. (Ecuador Forestal, 2012).

1.1.3.- Manejo de la germinación

Es necesario desinfectar el sustrato mediante fertilización o ya sea por solarización para evitar la propagación de plagas en el proceso de germinación y así garantizar su control (Figura 2). Es necesario contar con buen material genético, así cuando se tenga la cosecha poder obtener plantaciones de buena calidad y cantidad con características adecuadas (Dalmau y Rivadeneira, 2009).



Figura 2. Escarificación de la semilla

Fuente: Dalmau y Rivadeneira (2009).

1.1.4.- Enfundado de plantas

De preferencia se debe colocar la semilla en fundas con tierra para un mejor control, y de preferencia transparente, con fundas de tamaño adecuados con medidas de 8x16cm; recalando que esto se realiza con germinadores de 3 a 8 cm; habiéndose llenados con sustrato, agua fresca y haberla protegidas del sol antes de su sitio de permanencia (Balooni, 2000).

1.1.5.- Preparación del terreno

El suelo, se recomienda que sea de tipo arenoso y no apretado para el buen crecimiento radicular, con una germinación adecuado y en igual cantidad se añade fertilizantes, luego se procede a fumigar con bromuro de metilo, tapando la tierra para mejor efecto en la aplicación (Dalmau, 2009). La teca se adapta a cualquier tipo de suelo o de clima, pero vale recalcar que se prefiere suelos de tipo arenosos o en su defecto arcillosos, que posean 90 cm de profundidad, fertilidad y un adecuado drenaje; así se evitaría la erosión (Dalmau y Rivadeneira, 2009).

1.1.6.- Plagas y su Control

Los problemas de plagas no están muy relacionados con la plantación de teca, pero la defoliación cuando sucede puede incluir algunos insectos como *Hyblaea peura*, *Apaliar damastesali*, *Eureka hecahe*, *Psaraspp* y *Hypomecess quamosus* causando problemas en la

cosecha durante muchos años, con pérdidas desde el 13-65% del crecimiento anual (Dalmau y Rivadeneira, 2009).

1.1.7.- Fertilización

Cuando se ha realizado el trasplante al sitio final, se procede a la colocación de fertilizantes, se coloca 40 gramos/planta de 10-30-10, en los 2 primeros años de la cosecha (Dalmau y Rivadeneira, 2009).

1.1.8.- Raleo

Los árboles que tuvieron mucha luz, poseen características poco comerciales como una copa pequeña y un fuste delgado debido a un pobre crecimiento, es por esto que el raleo se lo hace una vez que el crecimiento entre copas comience (Vásconez, 2002). Si el raleo no se lo hace en el momento adecuado, el porcentaje de crecimiento baja o se paraliza, mientras que, si se hace un raleo prematuro o muy intenso, la obtención de ramas laterales, así como brotes superficiales, esto afectará al potencial del sembrío desviando el tronco principal (Vásconez, 2002).



Figura 3. Raleo de teca

Fuente: El Telégrafo, (2017)

En la siguiente figura se muestra un resumen del ciclo de vida de la teca, desde su siembra hasta su cosecha.



Figura 3. Ciclo de vida de la teca, desde su siembra hasta su cosecha.

Elaboración: Propia

1.2.- Análisis del ciclo de la vida

El Análisis del Ciclo de Vida, es una herramienta de uso medioambiental para analizar de forma general y específica el impacto en el medio ambiente, relacionados con los diferentes procesos y en sus distintos aspectos, como es en el gasto energético, materia prima, desechos de dióxido de carbono, entre otros durante su ciclo de vida (Llorente et al., 2013).

El Análisis del Ciclo de Vida tiene 4 pasos a seguir:

a) Definición de meta y alcance: Se presenta las metas y los motivos que nos llevan a realizar dicha investigación, así mismo el alcance y componentes del ciclo de vida, como, producción, extracción, reciclaje, disposición final de residuos, entre otros.

b) Inventario del ciclo de vida: en este paso revisa los datos y procedimientos de cálculo y así poder identificar los materiales o energía a utilizar en los diferentes pasos del ciclo de vida.

c) Evaluación de los impactos ambientales: aquí se toma en cuenta la salud y seguridad de las personas y se debe identificar y caracterizar, previamente, los compartimentos ambientales ya que esta proporciona información más precisa y de qué forma afecta al medio ambiente.

d) Interpretación: en este paso se junta el inventario del ciclo de vida y la evaluación de los impactos ambientales, esto nos permitirá evaluar si se debe mejorar. De igual manera este paso nos puede servir como conclusiones y recomendaciones (Rieznik y Hernández, 2005).

1.2.1.- Normativas en el Análisis de ciclo de vida

En el año 1994, en ISO se introdujo el comité técnico TC 207 ligado con la normativa de herramientas ambientales, incluido ACV. Podemos distinguir normativas y distintos informes técnicos dentro de la normalización ISO (Llorente et al., 2013).

Normativas relacionadas con ACV:

La creciente conciencia en la sociedad respecto a la importancia de la protección ambiental ha derivado en el desarrollo de métodos que permiten comprender mejor y tratar los impactos asociados a productos y servicios, ya sean manufacturados o consumidos. A continuación, se citan las normativas ISO vigentes que se aplican para la elaboración de un Análisis de Ciclo de Vida.

- ISO 14040: Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia.
- ISO 14041: Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Definición del objetivo y alcance y el análisis del inventario.
- EN ISO 14042: Gestión Medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida.
- EN ISO 14043: Gestión Medioambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Interpretación del Ciclo de Vida.
- EN ISO 14047 (2002): se aplica un ejemplo de cómo desarrollar la norma ISO 14042.
- EN ISO 14048 (2002): se utiliza para brindar información relacionada con el estudio de Análisis de Ciclo de Vida.
- EN ISO 14049 (1998): Proporciona ejemplos de ICV de acuerdo con el ISO 14041

2.- METODOLOGÍA

En la presente propuesta el método que se utilizó nos permitió obtener información primordial para analizar la sostenibilidad de la producción de *Tectona grandis*, mediante el análisis del ciclo de vida de la misma, en el cantón El Empalme, provincia del Guayas. Así mismo poder cumplir los objetivos específicos que fueron: Recopilar la información disponible más actualizada respecto al proceso de producción de *Tectona grandis* en la localidad el Empalme, Guayaquil- Ecuador; realizar el inventario de ciclo de vida de la producción de *Tectona grandis*; realizar el análisis de ciclo de vida de la producción de *Tectona grandis*.

2.1.- Descripción general del cantón El Empalme

El Empalme se encuentra ubicado a 167 km; de la principal ciudad comercial del Ecuador como lo es Guayaquil y a 21 km de la ciudad de Quevedo perteneciente a la provincia del Guayas. El Empalme posee tres parroquias, la primera llamada Velasco Ibarra, conocida con el nombre El Empalme, las otras dos parroquias son rurales: La Guayas y el Rosario; disponiendo de una superficie de 711 Km² (Figura 4).



Figura 4. Mapa del Cantón El Empalme

Fuente : Prefectura del Guayas

Este cantón posee un gran potencial agrícola, ganadero y turístico, debido a una combinación ideal de clima tropical y la afluencia de ríos. Sus majestuosas montañas con sus bosques de caucho, boya y madera, se han talado, para los sembríos de cacao, café, arroz, maíz, plátano, yuca, algodón, maní. De igual manera el cantón dispone de una extensión aproximada de 46 hectáreas de bosque primario, la cual cuenta con una gran variedad de árboles de gran altura, además de 17 tipos de bambú y gran variedad de fauna (Figura 5) (GAD, 2018).

Sin embargo, no ha llegado a explotar todo el potencial que posee este sector privilegiado, ya que las características de sus habitantes rurales, así como sus estilos de vida, se comparan con la mayoría de las comunidades rurales del Ecuador donde obtienen el sustento diario de la ganadería y agricultura. Sus productos son distribuidos a las diferentes provincias y ciudades, como Imbabura, Latacunga y ciudades como Santo Domingo y Guayaquil, buscando mejor comercialización para obtener mejor calidad de vida entre sus productores (MAE, 2011).



Figura 5. Población Ocupada por Rama de Actividad

Fuente: INEC (2010).

2.2.- Planteamiento del problema

En la actualidad no existen estudios específicos para analizar la sostenibilidad de la producción de madera en el Ecuador. Esta carencia de estudios se traduce en una baja rentabilidad de los cultivos de madera, así como en la utilización de técnicas poco eficientes y la generación de gran cantidad de residuos. Frente a esta problemática en el presente proyecto de investigación se plantea analizar la sostenibilidad de la madera teca utilizando la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Se procederá a investigar cada uno de los detalles de la producción de madera teca; para determinar las actividades en las que se genera mayor cantidad de residuos, esta información servirá para proponer acciones que permitan hacer más eficiente el proceso de producción maderera. Esta investigación contribuirá no solo para el presente proyecto sino también puede ser un insumo importante para analizar otros tipos de madera o plantaciones.

2.3.- Definición de meta y alcance

En presente proyecto se evaluará la sostenibilidad de la producción de la madera teca, y se realizará un Análisis de su Ciclo de Vida (ACV), para que los agricultores puedan obtener los resultados deseados en el proceso de productivo, ya que en el AVC podemos observar todo su ciclo desde el momento de cosecha hasta el momento en el que está listo para su tala.

Para cumplir con la meta de nuestra investigación se recopiló toda la información disponible más actualizada, respecto al proceso de producción de *Tectona grandis* dentro de la localidad El Empalme.

Teniendo en cuenta el ACV se podría lograr que Ecuador sea uno de los principales exportadores de madera y preservador de los bosques naturales, lo que generaría grandes ingresos para la nación y sus productores, pero todo esto se podría lograr yendo de la mano con la tecnología y un buen proceso de mercadotecnia (Ballester et al., 2006).

2.4.- Evaluación de impacto ambiental

Para evaluación de impactos sobre la evaluación de la sostenibilidad de la producción de madera teca (*Tectona grandis*) en el Cantón del Empalme, Guayas-Ecuador se seguirán las

fases obligatorias según las normas de ISO, descritas anteriormente en este documento ya que en la actualidad tienen una fuerte aceptación a nivel internacional, tanto en sus caracterizaciones y clasificaciones (Llorente, 2013).

Las categorías de impacto consideradas para este proyecto de investigación de análisis de ciclo de vida (ACV), son las que tienen mayor fuerza internacional. Las categorías incluidas para este proyecto de investigación son las que incluyen la medida de indicadores de flujo, el consumo de energía y de agua (Llorente y Martínez, 2013).

2.4.2.- Descripción de categorías de Impacto

Según Llorente y Martínez (2013), la descripción se puede dar de la siguiente manera:

a) Agotamiento de recursos abióticos (ARA): Recursos extraídos del planeta como luz, agua, gas, petróleo, maquinarias, entre otros.

b) Potencial del calentamiento global (PCG): Aumento en la temperatura del planeta causada por el efecto de invernadero como el dióxido de carbono, el metano, óxido nitroso. Debido a esto ha cambiado el clima del planeta, ya que los gases absorben parte de la energía infrarroja que emite el planeta.

c) Potencial de destrucción de Ozono Estratosférico (PDOE): Existen clorofluorocarbonos que poseen átomos de flúor y cloro y puede permanecer por bastante tiempo en el ambiente, esto le permite llegar a la estratosfera y liberar átomos de cloro que intervienen en procesos catalíticos de destrucción del ozono.

d) Toxicidad: En la actualidad para diversos procesos industriales se utilizan sustancias peligrosas y su toxicidad depende de la sustancia en sí, a esto se le suma su tiempo expuesto a esta, su dosis y administración que se le dé. Para los seres humanos, sistemas acuáticos y sistemas terrestres las vías de exposición son muy diferentes uno del otro. Una vez emitida la sustancia esta puede llegar a desplazarse y contaminar otros organismos y llegar a ser mucho más dañina que en el momento de su emisión.

e) Potencial de Oxidación Fotoquímica: El óxido de nitrógeno bajo la radiación solar puede producir ozono troposférico, el cual resulta perjudicial para la salud humana, ecosistemas y agricultura. El óxido nitrógeno actúa como catalizador debido al cambio de compuestos orgánicos volátiles y en el cambio de concentración de ozono debido al cambio de etileno.

f) Potencial de Edificación: La acidificación, se produce en la liberación de óxido de nitrógeno, donde afecta la acidez del medio donde este se encuentra, el cual afectará la flora y la fauna, así como los materiales de construcción (madera y sus derivados). Además, tiene consecuencias en la pérdida de nutrientes del suelo o puede ayudar a movilizar sustancias tóxicas. De esta forma afecta a las grandes áreas de protección, salud humana, entorno natural, entorno modificado por el ser humano.

g) Potencial de Eutrofización: Produce rápido crecimiento de las algas, dado a la alta cantidad de nutrientes en el lugar, ya sea: ríos, lagunas, etc. Debido a esto algunos organismos que viven en zonas más profundas desaparecen por la disminución de oxígeno, que se da por que la disposición de dicha biomasa consume el oxígeno medido como demanda bioquímica de oxígeno.

2.5.- Procesamiento de los datos

Software “SIMAPRO”

Es un software para el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), nos permite realizar un cálculo sobre el impacto ambiental, social y económico referente a un producto y servicio de manera objetiva y transparente. Es una herramienta precisa para uso académico ya que cuenta con fundamentos científicos, de igual manera es de gran utilidad al momento de desarrollar planes de acción que se está utilizando en el mercado actual y así cumplir con las metas de sustentabilidad de la organización, siendo un software fácil de utilizar con resultados profesionales (ECONOVA, 2019).

3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con ayuda de la metodología AVC nos ha permitido caracterizar el análisis de la producción de teca en el Cantón El Empalme, Guayas, Ecuador. A continuación, se realizará la exposición de las respectivas conclusiones obtenidas en esta investigación.

La Teca (*Tectona grandis*) es uno de los árboles más finos y nobles en el Ecuador. Sus características la convierten en una de las maderas más apetecidas del mundo debido a su color y larga durabilidad.

El incremento constante de la demanda de teca, debe traducirse en utilizar técnicas y estrategias que permitan optimizar la producción de esta madera y disminuir las presiones ambientales de la misma. Adicionalmente, es fundamental brindar alternativas de producción eficientes a los pequeños agricultores para que su actividad sea económicamente rentable y ambientalmente sostenible.

Existe la necesidad de adquirir un mayor conocimiento sobre diversos aspectos del establecimiento de las plantaciones, así como sobre la silvicultura, manejo, utilización y aspectos ecológicos tanto de las plantaciones como de las masas naturales.

Esta investigación ayudará a generaciones futuras o inversionistas sobre la siembra, crecimiento y la calidad de la madera así como también las posibles repercusiones si no se cumplen las normativas a seguir, donde el análisis de ciclo de vida es un indicador el cual nos permite observar donde se generan las principales cargas ambientales y donde se puede realizar una intervención para un mejor cultivo en tierras ecuatorianas, la cual pueda ser explotada a su máxima capacidad de manera que cumpla con todos parámetros tanto ambientales como estándares internacionales para ser unos de los países líder en la explotación maderera de la teca y de esta manera se generará más plazas de trabajo.

LITERATURA CITADA

Aguirre Erazo, T. N., y Piloza Anchundia, J. E. (2017). *Análisis de la comercialización Internacional de Teca producida en el Ecuador con propuesta de creación de una Asociación de Productores* (Tesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).

ASOTECA. (2013). *Características de la Teca*. <https://www.asoteca.org.ec/caracteristicas-de-la-teca/>

Ballester, V., Miranda, W., de Contreras, M. y Bono, J. (2006). *Evaluación del nivel de sostenibilidad de la madera y los productos forestales*. Método de análisis del ciclo de vida COCLOWEN. Universidad Politécnica de Valencia.

Balooni, K. 2000. Programas de inversión en plantaciones de teca: perspectiva desde la India Unasyuva 51, 22-28

Chan Mora, J. (2014). *“Estudio de rentabilidad en la producción de 100 hectáreas de madera teca en la parroquia Saracay, provincia de el oro, Ecuador”*. (Tesis de titulación, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UTMACH).
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1950/7/CD760_TESIS.pdf

Dalmau, K., Gallardo, S. y Rivadeneira, I. (2009). Proyecto del cultivo de la teca, como alternativa de forestación e inversión a largo plazo.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/648>

De León Cifuentes, W. (2009). *Evaluación ambiental de la producción del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.), bajo condiciones protegidas en las Palmas Gran Canaria, España, mediante la utilización de la metodología del análisis del ciclo de*

vida (ACV), 2007-2009. Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/5814/welc1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ECONOVA. (2019). ¿Por qué es importante el software SIMAPRO? <https://www.gestor-energetico.com/importante-software-simapro/>

ECUADOR Forestal (2012). *Planificación estratégica de transformación y comercialización de madera en el Ecuador*. https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf

FAO. (2012). *Estudios sectoriales, evaluación del impacto de cobro por derechos de aprovechamiento de la madera en pie y otras tasas sobre el manejo Forestal del Ecuador*.

<http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/ECUADORCompleteLOW.pdf>

GAD, Municipio el Cantón El Empalme. (2018). *Potencial Agrícola y Ganadero*. <https://municipiolempalme.gob.ec/gad/index.php/la-ciudad/otros-ciudad/vias-comunicacion/29-la-ciudad>

Holguín, B. y Delgado, D. (2018): “*Estudio económico del comportamiento de la madera en el Ecuador en los últimos años. 2009-2017*”, Revista: OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social, 25 (Diciembre, 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oidles/25/madera-ecuador.html>
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/oidles25madera-ecuador>

INEC (2010). Censo. www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculo_nacional_final.pdf

Llorente, I., Vignote, S. y Martínez, I. (2013). Análisis del ciclo de vida de la ventana de madera. <https://core.ac.uk/download/pdf/19767132.pdf>

- MAE. (2011). *Descripción de las cadenas productivas de la madera en el Ecuador*.
Ministerio del Ambiente y Agua.
http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2604/Technical/Publicaci%C3%B3n%20-%20cadena%20productiva%2015%20apr%202011.pdf
- MAE. (2013). *Estudio impacto ambiental en el sector maderero*. Ministerio del Ambiente y Agua. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/EsIA_San_Mateo1.pdf
- MAE. (2018). *Pacto por nuestros bosques, para fomentar la producción y el consumo de madera de manera de origen legal*. Ministerio del Ambiente y Agua
<https://www.ambiente.gob.ec/pacto-por-nuestros-bosques-para-fomentar-la-produccion-y-el-consumo-de-madera-de-origen-legal/>
- Mora Yela, R. V. (2011). Valoración económica de las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y balsa (*Ochroma pyramidale*) en tres cantones del Litoral Ecuatoriano (Tesis, Quevedo: UTEQ).
- MPCEIP. (2019). *Los recursos forestales son materiales válidos para uso de construcción sostenible de viviendas*. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. <https://www.produccion.gob.ec/los-recursos-forestales-son-materiales-validos-para-uso-de-construccion-sostenible-de-viviendas/>
- Pandey, D. y Brown, D. (2000). *La teca: una visión global*. Una visión general de los recursos mundiales de teca y de los elementos que influyen en sus perspectivas de futuro. Unasylva. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/X4565S/X4565s02.PDF>

- PROCOMER. (2015). *Ecuador mejorará su producción de teca para mercados internacionales*. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/ecuador-mejorar-su-produccion-de-teca-para-mercados-internacionales/
- Rieznik, N., y Hernández, A. (2005). *Análisis del Ciclo de Vida*. Metodología propuesta por el ISO. <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>
- Vásconez, M. (2002). *Estudio Técnico y Económico para el establecimiento de una plantación de teca (Tectona grandis, Lf) en El Empalme, Guayas, Ecuador* (Tesis de Licenciatura Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. 2014.). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2199/1/IAD-2002-T048.pdf>