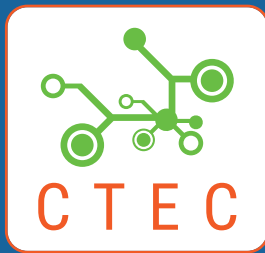




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES

MEMORIA DE ARTÍCULOS

DOMINIO 2
PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y
LOS RECURSOS NATURALES



**I Congreso Internacional de Ciencia
y Tecnología UTMACH 2015**





I CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA UTMACH 2015



Memoria de Artículos

centro_de_investigaciones@utmachala.edu.ec

CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA ÁREA TOTAL, CARBONO ALMACENADO Y CO₂ FIJADO EN ÁRBOLES TECA (*TECTONA GRANDIS* LINN F) EN UNA PARCELA DE MUESTREO RECTANGULAR DE 500 M², EN UNA HACIENDA EN LA PROVINCIA DE EL ORO

Raquel Magali Jaramillo Simbaña, Henry Manuel Correa Guaicha
Universidad Técnica de Machala
qjara@hotmail.com
henry.m.correa@gmail.com

RESUMEN

En el marco del proceso de aprendizaje y fortalecimiento de capacidades sobre Mitigación al Cambio Climático, presenta los resultados y conclusiones de la cuantificación de biomasa aérea total, carbono almacenado y CO₂ fijado en árboles de teca (*Tectona grandis* Linn. F), de una parcela de muestreo rectangular de 500 m² de una plantación forestal de teca de 4,3 ha y 14 años de siembra, existente en una hacienda, Elevación: 80 m, en la provincia de El Oro, Ecuador. Empleando la metodología formalmente establecida, se determinó que la parcela de muestreo, posee como promedio para 49 árboles de teca, un volumen de 0,1147 m³, biomasa aérea total de 34,311 Kg, carbono almacenado de 17.155 Tn y CO₂ fijado de 62,959 kg.

Palabras clave: Parcela de muestreo, biomasa, carbono almacenado, CO₂ fijado.

ABSTRACT

In the learning process approach and invigoration of capacities has more than enough Mitigation to the Climatic Change, it presents the results and summations of the quantification of total air biomass, stored carbon and CO₂ fixed in teak trees (*Tectona grandis* Linn. F), of a parcel of rectangular sampling of 500 m² of a forest plantation of teak of 4,3 there is and 14 years of plantation, existent in a country property, Elevation: 80 m, in the El Oro province, Ecuador. Using the formally established methodology, it was determined that the sampling parcel, possesses like average for 49 teak trees, a volume of 0, 1147 m³, biomass air total of 34,311 Kg, stored carbon of 17.155 Tn and fixed CO₂ of 62,959 kg.

Keywords: Sampling plot, biomass, storage carbon, fixed CO₂.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Primera Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en Rio de Janeiro en 1992, el cambio climático se entiende como la alteración de la composición de la atmósfera mundial, de origen antropogénico, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), creada en la misma convención, define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (CIIFEN, 2010).

El problema del cambio climático global tiene su origen en la ruptura del equilibrio en el ciclo del carbono. La solución al problema debe basarse en la reducción de las emisiones de carbono originadas por el ser humano y en el aumento de la capacidad de absorción de carbono. En este contexto, la Mitigación al Cambio Climático, hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas tendientes a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de los mismos, sean estos bosques nativos o plantaciones forestales (Global Development And Environment Institute, Tufts University, 2011). Los bosques del mundo almacenan más de 650,000 millones de toneladas de carbono: el 44% en biomasa; el 11% en madera muerta y hojarasca, y el 45% en el suelo. Según el informe de 2007 del IPCC, la deforestación supone alrededor del 17% al 18% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero de origen antropogénico, la mayor contribución sin contar el suministro energético (electricidad y combustibles fósiles), que representa alrededor del 26% de las emisiones.

La posibilidad de mitigar el cambio climático por la reducción en las emisiones de carbono provocadas por la deforestación y la degradación forestal, y por el aumento de la absorción de carbono mediante la reforestación y gestión forestal sostenible, es una cuestión importante en los debates mundiales sobre las respuestas al cambio climático.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador, puesta en vigencia a finales del (2012), respecto a su Línea Estratégica – Mitigación al Cambio Climático, plantea el siguiente objetivo General “Crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos” (MAE 2012); por lo que siendo el sector forestal una actividad produc-

tiva muy relevante en la actividad, se hace necesario generar más conocimiento de especies forestales maderables para potenciar iniciativas de mitigación al cambio climático en este sector.

En este contexto, la especie maderable Teca (*Tectona grandis* Linn. F) de amplia producción forestal en el Ecuador, presenta características importantes para su utilización con fines de mitigación al cambio climático: Es una especie latifoliada que pertenece a la familia Verbenaca. Es un árbol grande, decíduo, que puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de diámetro en su lugar de origen. Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y fisurada de 1.2 mm de espesor, de color café claro que desfolia en placas grandes y delgadas (Fonseca, 2004). La distribución natural abarca de los 10 a los 25° N en el Subcontinente Indio y el Asia Suroriental, especialmente en India, Myanmar, Tailandia, Laos Camboya, Vietnam y en Java. En América Tropical fue introducida primero en Trinidad en 1913 y en 1916, con semillas procedentes de Tenasserim en Burma (Myanmar). Esta procedencia ha sido ampliamente distribuida, exportándose semilla de Trinidad a Belice, Antigua, Dominicana, Jamaica, Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México (Fonseca, 2004).

Objetivo

Cuantificar la biomasa aérea total, carbono almacenado y CO₂ fijado en árboles de teca (*Tectona grandis* Linn. F), de una parcela de muestreo rectangular de 500 m² de una plantación forestal de teca de 4,3 ha y 14 años de siembra, existente en la provincia de El Oro.

Área de estudio

El área de estudio designada está ubicada en la provincia del El Oro, de siembra de teca, existente. Es un área de 500 m² (20 m x 25 m), la cual está comprendida en un área total de 4,3 Ha de plantación de teca, con una edad promedio de 14 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la recolección del material orgánico se utilizaron los siguientes materiales:

Motosierra, Balanza, Fundas Plásticas o Sacos, Machete, Cinta, Marcador, Hoja de Registro.

Para la determinación de la humedad en la especie teca (*Tectona grandis* Linn. F), se utilizaron los siguientes materiales: Estufa hasta 120° C, Balanza de precisión (Analítica), Desecador, Crisoles temperados

En cuanto a la metodología que se emplea en este

proyecto es cuantitativa, en donde se cuantificará los datos resultantes de la muestra representativa del universo estudiado, mediante la medición, procediendo para su análisis patrones constantes, utilizando el método deductivo para el razonamiento respectivo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resumen de la Fase de Campo

Definición del área de estudio: el 12 de julio de 2014, con un esfuerzo aproximado de 10 horas se realizó el estudio de campo, según detalles:

Mediante la metodología 3 – 4 – 5 de Pitágoras, se delimitó la parcela de muestreo de 500 m² que contiene las tecas producto del estudio a realizar, empleando 4 estacas y cinta métrica de 50 m de longitud. El gráfico a continuación resume la teoría geométrica que se aplica para establecer el cuadrante.

Figura 1: Metodología 3-4-5



Triangulación para medir un ángulo recto
Elaboración propia: Jaramillo (2014)

Inventario forestal de tecas: Una vez delimitada el área de 500 m², se procedió a obtener los datos individuales de cada árbol de teca en la unidad de muestreo de manera general acorde a los criterios establecidos en la propuesta de la (FAO, 2004 - sección de formulario F3: Parcela Medición de árboles y tocones: cada uno de los individuos de teca fue numerado y señalado con pintura roja; los datos de medición colectados fueron circunferencia a la altura del pecho (CAP) a 1,3 m de altura utilizando una cinta de 1,5 m, y cálculo de altura (H) de dos árboles, utilizando un hipsómetro, en base a lo cual se hizo un promedio de altura para los demás árboles.

Figura 2: Árbol de teca medido y numerado



Elaboración propia: Jaramillo (2014)

Cálculo de biomasa aérea: se efectuó el método directo “Destructivo”, seleccionando el árbol promedio in situ para su análisis, procurando que el mismo esté ubicado en la parte central de la parcela de

muestreo (Schlegel B y col., 2000).

Colecta de hojarasca: en un diámetro proporcional a la copa del árbol seleccionado, y cuyo centro es la ubicación del árbol, se recolectó la hojarasca disponible en la superficie del suelo. Esta fue recopilada en una funda plástica, para posteriormente ser pesada, de la cual se extrajo 1 kg de este material.

Colecta de ramas: se cortaron las ramas existentes, y se recogieron aquellas que cayeron producto de la tala, siempre que estas pertenecieran al mismo árbol talado, cortándolas en secciones de 0,5 m a 1 m. De igual manera, se las colectó en una funda plástica, se las pesó y se extrajo una muestra de 1 kg, la cual debe ser representativa de la morfología de las ramas.

Seccionamiento de fuste: con la ayuda de personal especializado se procedió a seccionar el fuste del árbol talado en 3 secciones de 1,5 m aproximadamente, de forma tal que se obtuvieron varias trozas. De manera que fuera viable pesarlas. Posteriormente, se colectó 1 kg de astillas del fuste, representativa de varias secciones del árbol excepto la corteza (albur).

Colecta de la necromasa: se recolectó la necromasa existente en 1 m², en un área cercana al árbol talado.

Determinación de humedad en muestras biológicas vegetales

La determinación de humedad se basa en el principio de la pérdida de agua por calentamiento de las muestras en estufas por tiempo determinado por estándares internacionales. Para el análisis se tomó partes de las muestras seleccionadas en campo, es decir del Kg de ramas, fuste, hojarasca, y necromasa se tomó una parte significativa para proceder al secado por 72 horas.

Procedimiento

- Reducir el tamaño de la muestra, por trituración
- Pesar el crisol
- Pesar aproximadamente 1000 g de muestra
- Llevar a la estufa y calentarla por 72 horas a 70°C
- A las 72 horas retirar de la estufa y depositarlas en un desecador por 20 minutos
- Luego pesar el crisol con la muestra seca y restar el valor del crisol

Cálculos de porcentaje de humedad:

$$1. \quad \% \text{ Humedad} = \frac{(P. \text{ Muestra Húmeda} - P. \text{ Muestra seca}) * 100}{1000}$$

El Peso de muestra húmeda se obtiene:

P. Muestra húmeda = Peso total (Antes del secado) - peso de crisol

El Peso de muestra seca se obtiene:

P. Muestra seca = Peso total (después de secar) - peso de crisol

Fase de Procesamiento de Información

Posteriormente cada muestra fue trasladada a un laboratorio de la empresa SGS, donde las muestras fueron sometidas a un proceso de secado a 70°C durante 72 horas.

Con los datos de campo se determinó la cantidad total de individuos de teca, el Diámetro a la Altura del Pecho (D.A.P), Volumen individual (V), mediante las siguientes fórmulas:

Los valores de D.A.P, se obtuvieron mediante la siguiente fórmula, para cada unidad:

Dónde:

$$2. \quad D.A.P. = \frac{C.A.P.}{\pi}$$

C.A.P= Circunferencia a la Altura del Pecho

Los valores de V de cada unidad se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$3. \quad V = \left[\frac{\pi DAP^2}{4} \right] * H_t * F_h$$

Dónde:

V= volumen

DAP= Diámetro altura del pecho

Ht= Altura

Fh= Factor de forma (para Teca es 0,6 que castiga a las latifoliadas porque los arboles no son cilíndricos)

La biomasa aérea se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$4. \quad B = (P * \%Ms)/100$$

Dónde:

P =Peso total (pesado en campo, con ayuda de la balanza)

%Ms = porcentaje de Masa seca

Finalmente, para determinar el C fijado o secuestrado de esta unidad de muestreo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$5. \quad C = B * 0.5$$

Dónde:

B = Biomasa

0.5 = Constante proporcionada por el IPCC

Finalmente, para determinar el CO₂ fijado de esta unidad de muestreo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$6. \quad CO_2 = K_R * C$$

Dónde:

KR = factor de conversión a CO₂, resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono 44 y del carbono 12

C = Carbono fijado o secuestrado

La tabla que se muestra a continuación, está realizada en base al conteo de los árboles en el área determinada, y la medición de la Circunferencia a la Altura del Pecho (C.A.D.) de cada uno, en sitio.

El factor de forma es una constante dada, y en este caso, tomamos el valor de 0,6 para esta especie latifoliada. A continuación los resultados:

En el inventario levantado en campo, se contabilizaron 49 unidades de teca. El CAP fue medido por cada unidad, sin embargo la altura fue medida sólo en los casos de las unidades 1 y 2, con la ayuda de un hipsómetro. Las cuales demostraron una altura promedio de 12.3 metros que fue utilizado para efectos de cálculo, para los demás árboles.

Los valores de DAP (Diámetro a la altura del Pecho), se obtuvieron mediante la siguiente fórmula, para cada unidad:

$$7. \quad D.A.P. = \frac{C.A.P.}{\pi}$$

Y finalmente los valores de Volumen (V) de cada unidad se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$8. \quad V = \left[\frac{\pi DAP^2}{4} \right] * H_t * F_h$$

Posteriormente, para el cálculo de Biomasa aérea

Tabla 1. Resultados de Secado y Biomasa del árbol promedio

| Sección del árbol | Muestra | Datos de Secado | | | | Peso total | % Masa Seca | Biomasa |
|-------------------|-----------|-----------------|----------|---------|------------|------------|-------------|---------|
| | Peso (kg) | Peso (g) | Pérdida | Humedad | | | | |
| Fuste | 1 | 620,6638 | 379,3362 | 38% | 76360 | 62% | 473,432 | |
| Ramas | 1 | 921,0051 | 78,9949 | 7,90% | 22060 | 92% | 203,1726 | |
| Hojarasca | 1 | 908,53 | 91,47 | 9,10% | 2360 | 91% | 21,4524 | |
| Necromasa | 0,25 | 233,8047 | 16,1953 | 6,50% | 217,61 | N/A | 2,176094 | |
| Total (g) | | | | | 100997,609 | | 700,233094 | |
| Total (kg) | | | | | 100,997609 | | 0,70023309 | |

Elaboración propia: Jaramillo (2014)

del área de muestreo, y el CO₂ fijado, se envió una muestra de cada sección del árbol al laboratorio de secado. Los datos del secado mostraron un porcentaje de Humedad distinto para cada sección. A continuación los resultados: Tabla 1

La biomasa aérea se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$9. \quad B = (P * \%Ms) / 100$$

Dónde:

P = Peso total (pesado en campo, con ayuda de la balanza)

%Ms = porcentaje de Masa seca

Considerando que la biomasa aérea del árbol promedio fue de 0,70023 kg, y el inventario de tecas es de 49 unidades, podemos estimar que la parcela de 500 m² contiene 34,311 kg de biomasa aérea.

Posteriormente para convertir los datos de biomasa a cantidad de carbono de cada uno de los componentes, se multiplicó el valor de la biomasa por la constante 0,5:

$$10. \quad C = B * 0,5$$

La aplicación de este cálculo dio como resultado 17.155

A continuación, para determinar el CO₂ fijado de esta unidad de muestreo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$11. \quad CO_2 = K_R * C$$

Dónde:

K_R = es una constante con el valor de 3.67 que es el factor de conversión a CO₂, resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono 44 y del carbono 12.

La aplicación de la fórmula dio como resultado 62,959 kg. Lo cual sería el dióxido de carbono fijado en la biomasa aérea de la parcela para efectos de este estudio.

CONCLUSIONES

Podemos concluir, por medio de una extrapolación, que bajo las condiciones de la parcela analizada, y en consideración a los resultados obtenidos, que una hectárea de sembrío de teca de tales características, genera los siguientes resultados:

Tabla 2. Proyección de resultados para 1 Hectárea

| | Parcela de 500 m ² | 1 Hectárea |
|------------------------------|-------------------------------|------------|
| Biomasa aérea (kg.) | 34,3114216 | 686,228432 |
| CO ₂ Fijado (kg.) | 62,959 | 1259.18 |

Elaboración propia: Jaramillo (2014)

Lo cual para fines de evaluación del proyecto a nivel de la mitigación que éste representa, respecto a la fijación de dióxido de carbono, ofrece cifras concluyentes de la eficiencia de la teca.

AGRADECIMIENTOS

Este informe es el resultado del esfuerzo conjunto, quienes a lo largo de este tiempo hemos puesto a prueba nuestras capacidades y conocimientos en el desarrollo para obtener esta información valiosa para beneficio de la sociedad e instituciones educativas superiores. Por esto agradecemos a Dios por habernos permitido realizar la actividad de aprendizaje de campo sin inconvenientes, a la Química Liliana Masache por facilitarnos el laboratorio de la empresa SGS para el secado de las muestras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIIFEN, (2010). Adaptación y Mitigación frente al cambio climático. Disponible en Internet: [http://www.ciiifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout="](http://www.ciiifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=)

t=blog&id=101&Itemid=134&lang=es

- Global Development and Environment Institute, Tufts University. (2011). Bosques. Agricultura y Clima: Consideraciones Económicas y de Políticas.
- Fonseca, W. (2004). Manual para productores de Teca (*Tectona Grandis* L. f) en Costa Rica. Cr. Características y Propiedades de la madera. Disponible en Internet: http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/manual-ProductoresTeca.pdf
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025.
- Schlegel, J., Guerra, J., Gayoso, J. (2000). Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Universidad Austral De Chile. Proyecto FONDEF, Valdivia.
- Schlegel, J., Guerra, J., Gayoso, J. (2000). Manual de procedimientos Para Inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral De Chile. Proyecto FONDEF, Valdivia.