

ISBN 970-27-1045-6

## CUANTIFICACIÓN DE AGUA Y CARBONO EN PLANTACIONES DE *Tectona grandis* L.f., EN BAHÍA DE BANDERAS, NAYARIT

Agustina García Olivarez<sup>1</sup>, Bernardino Parada Salazar, Agustín Gallegos Rodríguez<sup>2</sup>,  
Juan de Dios Benavides Solorio, Efrén Hernández Álvarez<sup>2</sup> y José Roberto Gómez  
Aguilar

<sup>1</sup>Doctorante del Universidad autónoma de Nayarit: [garciaoforestadora@hotmail.co](mailto:garciaoforestadora@hotmail.co)

<sup>2</sup>Profesor-Investigador del DPF del CUCBA\_U de G: [gra09526@cicba.udg.mx](mailto:gra09526@cicba.udg.mx)

### Introducción

Los servicios ambientales son el conjunto de condiciones y procesos naturales que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia y que la sociedad puede utilizar para su beneficio. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

Dentro de los servicios ambientales que prestan las plantaciones forestales esta el secuestro y almacenamiento de  $\text{CO}_2$  (el gas más abundante de los que se encuentran en la atmósfera y ocasionan el efecto invernadero.) mitigando los efectos negativos en la calidad de aire. Además de la captura de agua o desempeño hidráulico.

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores tales como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse para áreas específicas y con información sobre la mayor parte de estas variables. Torres y Guevara (2002).

En el presente trabajo tiene como objetivo cuantificar de manera preliminar la captura de carbono y el agua de lluvia que ingresa a las plantaciones de *Tectona grandis*, a través de metodologías para cuantificar el agua de lluvia y la destrucción de algunos árboles para determinar el potencial de captura de carbono en el Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit.

### Objetivo general

Determinar y cuantificar el ingreso de agua y la captura de carbono en plantaciones forestales de *Tectona grandis* de 8, 9 y 10 años de edad, durante un año de observaciones.

## Materiales y métodos

### Descripción del área de estudio

Este trabajo se desarrolló en el municipio de Bahía de Banderas, estado de Nayarit, México, ubicado en la costa occidental del país. El clima es cálido subhúmedo, Aw2(w), con régimen de lluvia de junio a diciembre y enero, con una precipitación anual que fluctúa entre los rangos de 1200 a 1500 mm. La temperatura media anual va de los 22° a los 24° C, la presencia de heladas es muy poco frecuente (fig. 1).



**Fig. 1** Ubicación del área de estudio

Para desarrollar este trabajo se seleccionarán tres parcelas experimentales de 1-00-00 ha, en cada una de ellas se elegirán 4 subparcelas de 100m<sup>2</sup> en donde se establecerán cada uno de los experimentos que darán respuesta a las variables para determinar el agua y carbono.

### Metodología para carbono

La medición de la biomasa se efectuó de acuerdo con el Manual de Procedimientos Muestreos de Biomasa Forestal, propuesta por Schlegel et al (2000). Una vez seleccionados los árboles a muestrear, se realizaron 3 tipos de mediciones, la primera con los árboles en pie, la segunda con los árboles derribados y la tercera en la parte subterránea del árbol. En el predio seleccionado se delimitó un conglomerado de 4 subparcelas de muestreo de 100m<sup>2</sup> cada una, (10 x 10 m), a una distancia, entre punto central de cada subparcela, de 60 metros.

Todos los árboles que cayeron dentro de las subparcelas fueron medidos tomándose las siguientes variables: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura a la primera rama, Altura total del árbol y cobertura de copa (fig. 3). En relación a estas variables a cada subparcela, se determinó el árbol promedio, se derribó, se troceó y separaron cada uno de sus componentes (fuste, ramas y hojas), se pesaron en fresco, esto para la parte aérea del árbol. Para la parte subterránea se extrajo la raíz, se cortó en secciones, separando raíz gruesa, medianas y chicas, se pesaron en fresco, se tomaron muestras de cada componente, se guardaron en bolsas de plástico, selladas, para ser trasladadas a laboratorio donde en una estufa se secaron a 100° C, hasta obtener su peso constante. Mediante la suma del peso fresco de cada uno de los componentes del árbol se obtuvo el peso total del árbol (PTA), y con el secado de las muestras, en la estufa, se obtuvo, por diferencia de pesos, la cantidad de biomasa de cada árbol, determinándose en porcentaje para poder ser aplicado, de manera porcentual, a todos los árboles de las subparcelas y del predio en estudio. Asimismo al peso seco de cada componente del árbol se le aplicó un índice de captura de carbono del 0.4269, propuesto por Jo y McPherson, (1995), ese resultado se proyectó a toda la subparcela y al predio determinándose con ello el potencial de captura de carbono atmosférico, de las plantaciones forestales con la especie Teca, en las condiciones del municipio de Bahía de Banderas, Nayarit.

### **Metodología para cuantificar el ingreso de agua**

La metodología utilizada es la descrita por H.W. Fassbender en 1987, en la que se evalúan las siguientes variables: Lluvia o ingreso de agua al ecosistema, Lavaje foliar, Lavaje de tallos, Intercepción, Ingreso al suelo, Escurrimiento superficial, Evapotranspiración, Transpiración, Percolación y Egreso del suelo

Para establecer el presente experimento se seleccionaron 3 plantaciones forestales comerciales; dos de *Tectona grandis* (Teca) y una de *Cedrela Odorata* (Cedro) de 8 y 10 años respectivamente. Como la superficie plantada es mayor a 1 ha, el experimento se estableció en el centro de cada plantación, a fin de evitar el efecto de orilla. El experimento se estableció de la siguiente manera:

1. En el centro de la parcela, se eligió una superficie de 1-00-00 ha, donde se midieron 4 subparcelas de 10m<sup>2</sup> c/u, con 60 m de separación entre subparcela y subparcela.
2. En cada una de las subparcelas se estableció lo siguiente:
  - 1 pluviómetros de material plástico bajo el dosel, prefabricado con material pvc de 2.5 cm de diámetro y 50 cm de largo, mismo que fue colocado en el interior de otro tubo pvc de 50 cm, con diámetro de 4 cm, que fue enterrado 20 cm y llenados de grava otros 20 cm, para en los 10 cm restantes, introducir el pluviómetro y elevarlo del suelo para evitar salpicadura de agua e introducción de partículas de suelo. Esto hace un total de 4 pluviómetros por parcela, con los que se medirá la variable de Lavaje foliar bajo el rodal (LFR). Las observaciones se realizarán en forma semanal.
  - Primeramente, se midió el diámetro de todos los árboles que se encontraron en las subparcelas de 10m<sup>2</sup> y se les sacó una media, esta media se consideró para

seleccionar 1 árbol en el centro de cada subparcela al cual se le colocó plástico negro para acolchar desde la altura de 1 m, sujetado con rafia. Luego se realizó una excavación con 10 cm de profundidad aproximadamente, alrededor del árbol, para formar la canaleta con el mismo plástico con que fue cubierto el tallo; posteriormente se realizó un hoyo donde fue colocado un recipiente de 20 lts, donde se introdujo la punta de la canaleta de plástico que conducirá el agua hacia el recipiente donde se medirá la variable Lavaje de Tallos (LT) y las observaciones serán semanales.

- Se colocó 1 canaleta de 1 m<sup>2</sup> para delimitar el área donde se medirá el escurrimiento superficial, la canaleta fue construida con 4 tablas de madera de 1 m de largo, por 1 m de ancho y 20 cm de ancho, en un extremo (del lado de la pendiente de cada terreno) se realizó un orificio de 2", donde se colocó un tubo de PVC de 15 cm de largo que conducirá el agua escurrida hacia un colector de plástico de 20 litros que previamente fue enterrado, en este colector se medirá la variable Escurrimiento superficial del suelo (ESS) mediante observaciones semanales.
- En cada subparcela, se realizará un perfil de humedad, muestreando a 20, 40 y 60 cm de profundidad, utilizando el método gravimétrico. Posteriormente se realizará la transformación a láminas de agua, para conocer el % obtenido. Estos muestreos se realizarán en forma mensual. Con lo que se determinará la variable Percolación (PER).
- Finalmente, en la periferia de la plantación (fuera del rodal), se colocaron 4 pluviómetros a 5 m de distancia cada uno, prefabricado con material pvc de 2.5 cm de diámetro y 50 cm de largo, que al igual que los primeros fueron colocados en el interior de otro tubo pvc de 50 cm, con diámetro de 4 cm, enterrados a 20 cm y llenados de grava otros 20 cm, para en los 10 cm restantes introducir cada pluviómetro para elevarlo del suelo y evitar salpicadura de agua e introducción de partículas de suelo. Aquí se medirá el agua de lluvia o el Ingreso de agua al ecosistema (IAE) mediante observaciones semanales.

## Resultados y discusiones

Los resultados obtenidos de 4 subparcelas con 34, 27, 24, 27 árboles, haciendo un total de 112, de los cuales sólo se derribaron 4 para el cálculo de la biomasa. En el cuadro 1 se presenta la relación de Peso Seco/ Peso fresco por cada árbol muestra.

**Cuadro 1.** Potencial de captura de carbono por árbol muestra

	ÁRBOL 13	ÁRBOL 27	ÁRBOL 13	ÁRBOL 21
PFTA en Kg.	80.415	58	178.28	168.145
PS en Kg.	33.0808	31.001	85.289152	87.4354
%	41.13	53.45	47.84	52.00
Carbono capturado en kg.	14.122	13.234	36.409	37.326
%	17.56	22.81	20.42	22.19

PFTA= peso fresco total árbol

PS= peso seco

Sumando las proporciones de peso seco (PS) por cada árbol muestreado, arroja un indicador que puede ser aplicado a las subparcelas de muestreo y al predio en general, con ello se determina su potencial para el Peso Seco total y aplicando el índice de Jo y McPherson se obtiene el potencial del secuestro de carbono (SC).

### Indicador proyectado de peso seco

$$PS = (41.13 + 53.45 + 47.84 + 52) / 4 = 48.6\%$$

Como las parcelas fueron seleccionadas de manera aleatoria, siguiendo la misma metodología, se puede determinar un promedio de peso fresco total para todos los árboles, que en este caso sería de 121.21 kg y aplicando el Indicador Proyectado de Peso Seco de 48.6, nos daría un peso seco de 58.90 kg y multiplicándolo por el índice de Jo y McPherson arrojaría que la captura de carbono por ese árbol promedio sería de 25.1478 kg de carbono secuestrado y multiplicándolo por el total de árboles del predio (1111 árboles ha), arroja la cantidad de 27,939 kg/ha a los 8 años de edad. Cantidad que según lo reportado por otros autores es buena.

Se observó que el diámetro de las raíces, en promedio, midieron 2.50 metros, dato a considerar para próximas extracciones, el sistema radicular de Teca es extendido y una raíz, de las principales se anclaba con mayor profundidad y siempre en dirección al oriente, la dirección en que corren los vientos venidos de la bahía.

Los resultados de la cuantificar el ingreso de agua de las plantaciones de Teca arrojaron los siguientes resultados.

El periodo de medición en el año 2005 fue del 10 de julio al 15 de octubre, la toma de datos fue semanal, haciendo un total de 14 periodos de observación (Cuadro 3). Los resultados muestran que durante el periodo la precipitación total fue de 1,077 mm, la precipitación

interfoliar total fue de 815 mm y el flujo fustal fue de 103 mm, correspondiendo un 75% y un 10% a la precipitación interfoliar y flujo fustal respectivamente. La interceptación obtenida de los datos anteriores representa 159 mm y corresponde a un porcentaje del 15% con respecto a la lluvia total, valor que se encuentra dentro del límite inferior de árboles de hoja ancha. Estos valores indican que las pérdidas por interceptación no son altas y se esperaría que una gran cantidad de agua producto del flujo interfoliar y del tallo se ingresaría al suelo a través de la infiltración, propiciando recarga de mantos freáticos.

El periodo de medición en el año 2005 fue del 10 de julio al 15 de octubre, la toma de datos fue semanal, haciendo un total de 14 periodos de observación. Los resultados muestran que durante el periodo la precipitación total fue de 1,077 mm, la precipitación interfoliar total fue de 815 mm y el flujo fustal fue de 103 mm, correspondiendo un 75% y un 10% a la precipitación interfoliar y flujo fustal respectivamente.

### **Conclusiones**

Los resultados preeliminares obtenidos de captura de carbono de las plantaciones de teca de 8 años, según reportes de otros autores son bueno. Con respecto a los datos del balance hídrico, la interceptación reporta un valor que se encuentra dentro del límite inferior de árboles de hoja ancha. Estos valores indican que las pérdidas por interceptación no son altas y se esperaría que una gran cantidad de agua producto del flujo interfoliar y del tallo se ingresaría al suelo a través de la infiltración, propiciando recarga de mantos freáticos

### **Bibliografía consultada**

- Aguilera, C.M. y Martínez, E.R. 1996. "Relación agua, suelo, planta, atmósfera". Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Pág. 165-241
- Jo, H. E. y E. G. McPherson. 1995. Carbon storage and flux in urban residential greenpace. *J. Env. Mgmt.* 45:109-103.
- Sanquetta C., Roberto, L. Farinha Watzlawic y Eduardo Arce J., "Ecuaciones de biomasa aérea y subterránea en plantaciones de *Pinus taeda* en el sur del estado de Paraná, Brasil", Universidad Federal de Paraná, Departamento de Ciencias Forestales.
- Schlegel, B., J. Gayoso y J. Guerra. 2000. "Manual de Procedimientos, muestreo de biomasa forestal" en la Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Síntesis de Información Geográfica del Estado de Nayarit, INEGI, 2000