

CAPTACION DE CARBONO EN TRES ESPECIES FORESTALES EN EL DEPARTAMENTO DEL META

Luis Guillermo Rodríguez Archila¹

Ana María Castañeda González²

1. Luis Guillermo Rodríguez Archila; Médico Veterinario y Zootecnista, Esp. Acuicultura y aguas continentales, Esp. Ecología y Medio Ambiente, Investigador del Centro de Investigaciones Ambientales "José Antonio Candamo", Profesor de Tiempo Completo Dedicación Exclusiva de la Corporación Universitaria del Meta.

2. Ana María Castañeda González, Bióloga Esp. Microbiología, Esp. Ecología educación y Gestión Ambiental, Msc Desarrollo Rural, Jefe Centro Investigaciones de Ingenierías tecnológicas y Ciencias Básicas "Raúl Cuero Rengifo"; Corporación Universitaria del Meta

RESUMEN

Dependemos de las plantas para contrarrestar el efecto invernadero. Por lo tanto, la solución al cambio climático pasa necesariamente por la conservación de la mayor cantidad posible de zonas con vegetación. La alta capacidad de adaptación que poseen las plantas y que les ha permitido resistir grandes cambios a lo largo de miles de millones de años, ha de emplearse como base para estudios científicos que nos permitan valorar la situación en las condiciones climáticas futuras. Los datos presentados en este trabajo han sido obtenidos de tres especies plantadas en la Región de los llanos Orientales. Los muestreos se han realizado en una parcela demostrativa ubicada en el Parque Metropolitano María Lucía donde el cultivo resulta más representativo. De esta forma, aunque en otras zonas el crecimiento o las variedades sean diferentes, se ha plasmado la generalidad en el conjunto de nuestra Región.

En este trabajo se presentan los datos de captación de CO₂ parciales (solo se lleva dos años de Investigación, para un total de diez), para poder comparar entre especies forestales, para una mayor consideración de los balances en el cálculo total hay que tener en cuenta los resultados por hectárea junto al conocimiento de la densidad de plantación. Entre todas las especies arbóreas analizadas en este trabajo es la Melina (*Gmelina arborea*) el que mostró mayor índice de captación de CO₂, tanto en función de la superficie como por árbol. En este caso el factor más relevante para la captación del CO₂ es el gran desarrollo vegetativo que alcanza el Melina (*Gmelina arborea*) a lo largo de su vida, convirtiéndose en árboles más frondosos, con mayor superficie foliar y, por lo tanto, con mayor capacidad de captación de CO₂.

Palabras Claves: Captación, Carbono, Especies Forestales, cambio climático.

ABSTRACT

We depend on plants to counteract the greenhouse effect. Therefore, the solution to climate change necessarily involves preserving as many vegetation zones. The high adaptability that has plants and allowing them to withstand large changes over billions of years is to be used as a basis for scientific studies that allow us to assess the situation in future climate conditions.

The data presented in this study were obtained from three species planted in the Region of the eastern plains. Samplings were carried out in a demonstration plot located in the Metropolitan Park Maria Lucia where cultivation is more representative. Thus, although growths in other areas or varieties are different, the general has resulted in the whole of our region.

This paper presents data capture CO₂ partial (only takes two years of research, for a total of ten) per plant for comparison between forest species, but for greater consideration of balances in calculating total there which take into account the results per hectare by the knowledge of the density of planting.

Among all tree species analyzed in this work is the Melina (*Gmelina arborea*) which showed higher rates of CO₂ uptake, both in terms of the surface as per tree. In this case becoming more lush trees, more leaf area and, therefore, more capable of attracting CO₂.

Keywords: Capture, Carbon, forest species, climate change.

INTRODUCCION

1.1.- El CO₂ atmosférico

Se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana. (Parques Nacionales Naturales de Colombia 2013).

De todos estos gases, el CO₂ cobra especial relevancia por su efecto sobre las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga permanencia, es decir, es un gas que permanece activo en la atmósfera durante mucho tiempo. Así, por ejemplo, del CO₂ emitido a la atmósfera, sobre el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años (Solomon et al, 2007).

El ciclo global del Carbono es Investigado como uno de los principales ciclos biogeoquímicos debido a su papel en la regulación de la concentración en la atmósfera de dióxido de Carbono CO₂, importante gas de efecto invernadero (GEI). Las concentraciones crecientes de dióxido de Carbono CO₂ en la atmósfera son una contribución importante al cambio climático (Schimel et al. 1995). Los bosques ejercen un papel primordial en el ciclo global del Carbono porque almacenan grandes cantidades de este en la vegetación y el suelo, intercambian Carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración; las fuentes de Carbono atmosférico cuando son alterados por causas humanas o naturales (p.ej. incendios forestales, utilización de malos sistemas de aprovechamiento, corta y quema para transformación en usos no forestales) y se convierten en creadores de Carbono atmosférico (es decir, transferencia neta de CO₂ desde la atmósfera a la tierra) durante el abandono de las tierras y su regeneración tras la perturbación. Los seres humanos podemos a través de la siembra de bosques alterar las reservas y flujos del Carbono forestal alterando con ello su papel en el ciclo del Carbono y su potencial para cambiar el clima.

Los bosques tienen también capacidad para influir en el cambio climático de otras formas, particularmente cuando son perturbados por el hombre. Por ejemplo, la transformación de los bosques en otros tipos de cubierta del terreno puede afectar al clima debido a los cambios del albedo o reflectividad del terreno. Además, la destrucción de la biomasa forestal por el fuego libera gases de efecto invernadero además del CO₂, que son productos secundarios de combustión incompleta, como el metano (CH₄), el monóxido de carbono (CO), el óxido nitroso (N₂O), entre otros.

1.2 Papel actual de los bosques en el ciclo global del carbono.

Los bosques naturales cubren alrededor de 3,4 Gha (Gha = 10⁹ o sea mil millones de ha) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] 2009). La mayoría de los bosques se encuentran en latitudes bajas (0-25° N&S) o en la zona tropical (52%), seguidos por latitudes elevadas (50-75° N&S) o zona boreal (30%), y latitudes medias (25-50° N&S) o zona templada (18%). A escala mundial hay además alrededor de 1,7 Gha de otros terrenos arbolados, con ciertas características forestales, incluyendo terrenos arbolados claros y chaparrales, arbustos y matorrales.

Estos terrenos son probablemente adecuados técnicamente para el bosque pero están actualmente degradados o en otros casos son de escasa producción debido a factores ambientales o al mal uso

del hombre. Además, en las zonas tropicales hay 31 Mha (Mha = 10⁶ o 1 millón de ha) de plantaciones, y otros 37,6 Mha en países en desarrollo en latitudes medias, la mayoría de las cuales se encuentran en China (85%) (FAO 2009).

Los bosques tropicales o de baja latitud contienen alrededor de 52% de las reservas de Carbono de todos los bosques del mundo. El Carbono se divide aproximadamente por igual entre la vegetación y el suelo.

Los bosques de América tropical contienen la mayoría, alrededor del 53%, del total de las reservas tropicales, y África contiene la menor parte, alrededor del 27%. Estas proporciones reflejan las diferencias de superficie de los bosques húmedos de las dos regiones; los bosques tropicales húmedos contienen un alto contenido de Carbono en la biomasa.

1.3 Aumento de los sumideros de carbono a través de la siembra forestal

Según (Brown et al. 1996), se deben sembrar bosques para reducir las concentraciones atmosféricas de CO₂. Mitigando con ello el cambio climático. Los principales objetivos para las siembras forestales incluyen generalmente: producción de madera industrial y de leña, usos forestales tradicionales, protección de recursos naturales (p.ej. biodiversidad, agua y suelo), recreación, rehabilitación de tierras deterioradas y así sucesivamente.

Los sistemas de plantaciones forestales que atienden los objetivos anteriores pueden agruparse en tres categorías basadas en la forma que se considera para limitar la tasa de incremento del CO₂ atmosférico: ordenación para la conservación del Carbono, almacenamiento del Carbono o sustitución del Carbono (Brown et al. 1996). Sin embargo, con frecuencia se critican las evaluaciones de los sistemas forestales para la mitigación de las emisiones de CO₂, las críticas generalmente suponen que tales evaluaciones contemplan como única finalidad de los bosques la captación o conservación del Carbono. Este no suele ser el caso; la cantidad de Carbono captado o conservado es un beneficio añadido a los usos más tradicionales de los bosques.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La investigación se desarrolla en media hectárea de una plantación de 39 hectáreas que comprende toda el área de la Reforestación Protectora Productora del Parque Metropolitano María Lucía en la Vereda la Llanerita Municipio de Villavicencio Meta, Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación Parque Metropolitano María Lucía

Localización	Municipio Villavicencio, Corregimiento Apiay, Vereda la Llanerita.
Coordenadas	Altura de 337 metros, 4°05'51.38" norte, 73°30'27.78" oriente.
Distancia a la finca	Desde Villavicencio 15 minutos y desde la vía a puerto López hasta el acceso 4.8 Km.

Fuente: CIAM

Figura No. 1 Plancha Parque Metropolitano María Lucia con el área del proyecto captación de Carbono en tres especies forestales en el Departamento del Meta, demarcada



FUENTE: Parque Metropolitano María Lucia

La Plantación de este terreno fue realizada en los meses de agosto y septiembre de 2010, por COINAR subcontratista de Ecopetrol, quien realiza reforestaciones en diferentes zonas como compensación ambiental. Se escogió media hectárea demostrativa sembrada a 3.0x3.0 mts entre arboles y 3.0 mts entre líneas , esta disposición de plantas permite un mejor control de la erosión, debido a la distribución de las raíces y la buena cobertura que proporcionan las copas de los árboles, a su vez hay un mejor control contra la acción del viento.

Para hallar el número de árboles por hectárea se utilizo la ecuación

$$\text{Numero de plantas} = \frac{10.000\text{m}^2}{D \times D}$$

D x D

H = Número de hectáreas.

D = Distancia en metros entre plantas.

Entonces tenemos:

$$\frac{10.000}{3.0 \times 3.0} = 1.111$$

En el presente cuadro se ven las fases del manejo de una plantación:

Cuadro No. 3 fases del manejo de una plantación:

Fase de la plantación	Años	Descripción	Actividades
Establecimiento	1-4	Los árboles de adaptan al lugar	Control de hormigas. Deshierbe cada 4 meses. Abonamiento. Fertilización.
Crecimiento	4-10	Los árboles crecen	Primer raleo al año 8, poda alta y

		principalmente en altura	mantenimiento de cercas y cortafuegos
Maduración	>10	Los árboles crecen principalmente en diámetro	Raleo comercial. Cosecha final. Mantenimiento de cercas y cortafuegos

Fuente: FONAM

Según el cuadro 3 nuestra parcela aún se encuentra en etapa de establecimiento, se le realiza deshierbe y plateo cada 4 meses, se fertiliza con abono orgánico, que se produce en el mismo Parque Metropolitano a razón de 5 kilos por planta y el monitoreo de las plantas se realiza una vez por semana.

MEDICIÓN DE LOS ÁRBOLES

La medición de los árboles es útil para poder determinar principalmente el volumen de madera que se puede obtener (Carbono captado), las medidas que se deberán tomar son:

- Diámetro altura pecho (DAP): se toma a una altura de 1.30 metros, para medir la circunferencia se utilizó una cinta métrica convencional, por lo tanto se debe convertir el valor de la circunferencia al diámetro, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{DAP = C/3,1416}$$

Donde:

DAP: Diámetro altura pecho

C: Circunferencia del árbol a 1,30 m

- Altura total de los arboles: para efectuar esta medición se utilizó una pértiga graduada, después se colocó sobre ella un decámetro para así obtener la medida de altura de los árboles en metros.

- El volumen promedio de los árboles por especie se obtienen mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{V = 3,1416/4 \times DAP^2 \times A \times FF}$$

Dónde:

V = Volumen del árbol en metros cúbicos.

DAP² = Diámetro altura pecho a 1.30 metros

A = Altura del árbol en metros.

FF = factor mórfico (0,65)

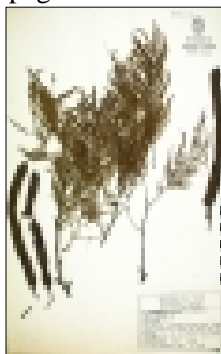
Figura N. 3. Medición altura total de un árbol de la especie Melina



Fuente, Área de estudio

2.2 Especies utilizadas

YOPO - *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.



FAMILIA: **Mimosaceae.**

NOMBRE CIENTÍFICO: ***Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.**

NOMBRE COMÚN: **Yopo.**

DESCRIPCIÓN: Árbol pequeño a mediano, de 6-8 m de altura, corteza exterior de color gris o castaño oscuro, con líneas de crecimiento, con pubescencia diminuta en las ramas jóvenes. Hojas alternas, bipinnadas, de 15-22cm de largo, con folíolos diminutos, angostos, con raquis de color castaño claro, con una glándula ovalada de color rojizo cerca a la base y dos glándulas cerca al ápice. Flores pequeñas, numerosas, pedunculadas, agrupadas en cabezuelas axilares, corola de color blanco, finamente pubescente, cáliz 5-dentada en forma de campana, pubescente. Frutos tipo legumbre, planas, de color castaño, con semillas redondeadas.

USOS: De las semillas se extrae una sustancia alucinógena utilizada por los chamanes, la cual produce trance (alucinación).

ORIGEN: Antillas y América del Sur.



Melina - *Gmelina arborea* Roxb

FAMILIA: Verbenaceae.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Gmelina arborea* Roxb.

NOMBRE COMÚN: Melina.

DESCRIPCIÓN: Árbol que alcanza hasta 30 metros de altura. La corteza de color gris pálido es fina y lisa, y con el paso del tiempo va adquiriendo un tono más marrón y se vuelve más rugosa. Las hojas son acorazonadas y aterciopeladas en su parte inferior. Las flores tienen un color amarillo naranja brillante. La gama de colores de la madera va desde blanco grisáceo a marrón amarillento. La madera del duramen y de la albura apenas se diferencia entre sí en cuanto a su color.

USOS: Muebles, gabinetes, acabados interiores, construcción de botes y cubiertas de barcos, instrumentos musicales, molduras, cajas y talla. **ORIGEN:** Asia.

Acacia - *Acacia mangium*



FAMILIA: Fabacea

NOMBRE CIENTÍFICO: *Acacia mangium*

NOMBRE COMÚN: Acacia

DESCRIPCIÓN: También conocida como la Teca Australiana ya que presenta buenas propiedades de trabajo fácil y no se reportan problemas en el aserrado o desenrollado. Cepilla bien

y pule fácilmente produciendo una superficie lisa y lustrosa, sin desgarre de la fibra. Es fácil de taladrar, y tornear. Las propiedades de clavado son excelentes, aun en los extremos de tablas. El duramen responde satisfactoriamente al tratamiento con preservativos utilizando técnicas estándar. La durabilidad natural es moderada, alta en sitios bien ventilados, y poco durable en contacto con el suelo. Resistente a las termitas. Conocida ampliamente en el mundo del papel pero debido a sus características comenzó a venderse como madera sólida para la industria del mueble y la construcción. La calidad de esta madera es comparada como la Teca y el Roble situación que no es casual dado que pertenece al grupo botánico de las leguminosas, donde se ubican maderas finas como el Sapan y Guayacanes.

1. RESULTADOS

1.1 Mediciones

Se midió la circunferencia de cada árbol en las tres especies forestales del proyecto, para obtener el promedio de crecimiento por especie y así encontrar mediante la aplicación de la ecuación el diámetro altura pecho (DAP) de cada una de las especies.

Tabla No. 5. Altura total (m), DAP (m) y volumen (m³) de los árboles de las tres especies del proyecto a un tiempo de plantación de 2 años.

	ALTURA TOTAL (m)			DAP (m)			VOLUMEN (M3)		
	YOP O	ACACI A	MELIN A	YOP O	ACACI A	MELIN A	YOP O	ACACI A	MELIN A
ARBO L 1	7,10	7,00	9,55	0,06	0,05	0,17	0,22	0,19	0,84
ARBO L 2	8,30	7,05	10,75	0,08	0,04	0,10	0,33	0,13	0,56
ARBO L 3	8,30	7,05	10,70	0,06	0,09	0,17	0,24	0,31	0,95
ARBO L 4	7,70	6,40	10,50	0,05	0,08	0,11	0,20	0,26	0,56
ARBO L 5	7,90	8,20	10,35	0,07	0,10	0,12	0,28	0,41	0,64
ARBO L 6	7,60	7,05	10,00	0,07	0,10	0,12	0,29	0,35	0,60
ARBO L 7	8,50	9,00	10,20	0,08	0,13	0,09	0,35	0,61	0,47
ARBO L 8	8,30	8,50	10,95	0,08	0,09	0,18	0,34	0,39	0,99
ARBO L 9	8,90	8,00	10,50	0,05	0,06	0,18	0,23	0,24	0,97
ARBO L 10	9,05	7,50	8,80	0,08	0,06	0,18	0,37	0,22	0,79
ARBO L 11	9,20	8,50	10,00	0,08	0,11	0,09	0,36	0,46	0,47
ARBO L 12	8,30	84	10,20	0,07	0,90	0,11	0,31	3,57	0,60
ARBO	9,45	7,66	9,80	0,07	0,08	0,16	0,32	0,32	0,78

L 13								
ARBO L 14	8,30		10,40	0,09		0,18	0,40	0,93
ARBO L 15	7,95		10,20	0,08		0,18	0,33	0,94
ARBO L 16	125		9,85	1,07		0,13	4,57	0,65
ARBO L 17	8,3		10,40	0,07		0,09	0,30	0,49
ARBO L 18			10,20			0,18		0,93
			183			2,53		13,15
			10,19			0,14		0,73

Fuente: Datos de campo obtenidos en el área de estudio.

2. ANALISIS

Durante los dos años de observación de las tres especies plantadas en el área de estudio se han obtenido los siguientes resultados:

La melina (*Gmelina arborea*) fue la especie que más altura alcanzó, con un promedio de 10.19 m, seguida del yopo (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg) con 8,32 m y por último la Acacia (*Acacia mangium*) con 7,66 m. (Ver Tabla No. 5)

Con respecto al diámetro altura pecho (DAP) la especie que más obtuvo desarrollo fue la melina con 0,14 m de grosor del tallo a 1,30 de altura, seguida de la Acacia con 0,08 m de grosor del tallo y por último el Yopo con 0,07 m de grosor del tallo. (Ver Tabla No. 5)

Igualmente, la especie Melina fue la que obtuvo el mayor volumen de biomasa con 0,73 m³, seguida de la Acacia con 0,32 m³ y el Yopo con 0,30 m³. (Ver Tabla No. 5)

3. CONCLUSIONES

Los datos generados en este estudio sólo pueden considerarse preliminares, ya que esta investigación está planteada para 10 años. Los datos aquí presentados corresponden a los dos primeros años de estudio.

De acuerdo a la consulta y recopilación de información secundaria, encontramos que en los resultados de investigaciones realizadas por instituciones del orden nacional e internacional se afirma que el volumen total de biomasa de un árbol en una plantación forestal es directamente proporcional a la captación de Carbono. Por lo anterior, podemos concluir que en el área de estudio del presente proyecto, la especie que mejor se comporta para la captación de Carbono es la Melina (*Gmelina arborea*), seguida de la Acacia (*Acacia mangium*) y el Yopo (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg), respectivamente.

4. BIBLIOGRAFÍA

BETANCOURT .A.1987 Silvicultura especial de árboles maderables, tropicales. Editorial Científico- Técnica, 1987.400p

BROWN SANDRA.1996. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono.145p.pd

CEE/FAO, 1992: The forest resources of the temperate zones. The UN-ECE/FAO 2009 Forest resources assessment. Volume 1. General forest resources information. Naciones Unidas, Nueva York.

CESAR MOTA, CARLOS ALCARAZ-LÓPEZ, MARÍA IGLESIAS, M.C. MARTÍNEZ-BALLESTA Y MICAELA CARVAJAL. Departamento de Nutrición Vegetal CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas 30100-Espinardo, (Murcia), España.

DELANEY, M; BROWN, S; LUGO, E; TORRES Y LEZAMA, A Y BELLO- QUINTERO. 1997: La distribución de carbono orgánico en los componentes de bosques ubicados en cinco Zonas de vida en Venezuela – Revista de Ecología Tropical. (13). Pág. 697-708.

JEREZ-RICO; MORET-BARILLAS; QUEVEDO-ROJAS 2011 Curvas de índice de sitio basadas en modelos mixtos para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. F.) en los llanos de Venezuela, Universidad de los Andes Mérida, Venezuela

FONAM; Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales, Perú, 2007

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. (2003). Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe
And Fabián Wagner.

PRADA ABELARDO – MATIZ IQ, CORTÉS - CASTILLO CAROLL E, QCO, Esp. Grupo de Investigación Gestión Ambiental Sostenible – GIGAS. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia

RAMÍREZ, O. A. GÓMEZ, M. Revista Forestal Centroamericana. Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono, no. 27 Julio-Septiembre Pág. 17- 22. 1999.

SCHIMEL, D., I. G. Enting, M. Heimann, T. M. L.Wigley, D. Rayneud, D. Alves, and U.Seigenthaler, 1995: CO₂ and the carbon cycle. In: J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris, and K. Maskell(eds.),

TORRES, J. M., y O. S. Magaña 2001. Evaluación de Plantaciones Forestales. Ed. Limusa, México. 472 p

VÁSQUEZ, A. & RAMÍREZ A. Maderas comerciales en el Valle del Aburra. Área metropolitana. Medellín, 2005.