

Estimación de incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de Carbono en plantaciones de *Centrolobium tomentosum* (tejeyeque) y *Shizolobium parahyba* (serebó) en el Trópico de Cochabamba, Bolivia

Gustavo Álvarez

Consultor de la Fundación para Biodiversidad y Desarrollo Ambiental (BIDA) y la Empresa de Servicios Agroforestales (ESAF SRL)

e-mail: galvarez@catie.ac.cr

Resumen

El presente trabajo se realizó con el fin de conocer el aporte de las plantaciones forestales con especies nativas en los procesos biogeoquímicos del ciclo global de carbono y estimar los incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de carbono en plantaciones de *Centrolobium tomentosum* y *Shizolobium parahyba* en el trópico de Cochabamba, Bolivia. La biomasa se estimó a través de la metodología propuesta por [8] y [1]. Con datos de 19 parcelas (8 en plantaciones de *Shizolobium parahyba* y 11 en *Centrolobium tomentosum*). El incremento medio anual de secuestro de dióxido de carbono en plantaciones forestales de *Shizolobium parahyba* fue de 54,73 t CO₂/ha-año y 45,94 t CO₂/ha-año en rodales de *Centrolobium tomentosum*.

Palabras clave: Biomasa total, contenido de carbono, secuestro de dióxido de carbono.

1 Introducción

El clima mundial ha evolucionado siempre de forma natural. Los científicos saben, no obstante, que ahora estamos asistiendo a un nuevo tipo de cambio climático. Sus efectos en la población y en los ecosistemas han comenzado a ser drásticos. Los niveles de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera han subido vertiginosamente desde la revolución industrial. El CO₂ es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante. La concentración atmosférica global de este gas, aumentó de 280 ppm (valor preindustrial) a 379 ppm al año 2005 [9].

El CO₂ presente en la atmósfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de fotosíntesis [7]. Por lo tanto, los bosques juegan un papel muy importante en el ciclo global de carbono. Desafortunadamente, a nivel mundial muchos de los ecosistemas de este tipo han sido alterados o destruidos a través del tiempo, por ejemplo, para el trópico de Cochabamba se estima que en los últimos 20 años de colonización, se ha producido un promedio de deforestación de 10 a 15 mil ha/año, alcanzando a la fecha aproximadamente 300 mil ha deforestadas, con propósitos de habilitación de tierras para la agricultura y ganadería [2]. Esta superficie representa el 56 por ciento de pérdida de los bosques primarios y se estima que a este ritmo de deforestación en un periodo de 15 a 20 años, se registraría la pérdida casi completa de los bosques naturales de esta área administrativa [2].

Tal situación se puede revertir y convertir a las áreas forestales en sumidero de carbono para reducir la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera, a través de plantaciones forestales con especies nativas. Sin embargo, para determinar la cantidad de carbono que pueden fijar las diferentes especies nativas es necesario estimar la cantidad de carbono presente en determinada especie.

Con el fin de conocer el aporte de las plantaciones forestales con especies nativas en los procesos biogeoquímicos del ciclo global de carbono, el objetivo del presente estudio fue estimar los incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de carbono en plantaciones de *Centrolobium tomentosum* (Tejeyaque) y *Shirolobium parahyba* (Serebó) en el trópico de Cochabamba, Bolivia.

2 Materiales y métodos

El estudio se efectuó en el trópico de Cochabamba. Esta región está ubicada entre 16° 39' – 17° 25' de latitud sur y 64° 14' – 65° 44' longitud oeste [6]. El área es de aproximadamente 37.930 km² del cual el 83 % corresponde a bosques y representa más del 50 % de la superficie del departamento. Abarca los municipios de Villa Tunari, Chichahota, Chimoré, Puerto Villarroel y Entre Ríos. La precipitación oscila entre 2500 y 5000 mm anuales y la temperatura media anual es de 25° C [5]. Los suelos son de origen aluvial y por lo general tienen buenas características físicas, pero presentan deficiencias de nutrientes debido a la composición de los sedimentos y la alta pluviosidad provocando la acidez del suelo y toxicidad de aluminio para muchos cultivos. A esto se debe sumar problemas físicos de drenaje que se presentan en las tierras bajas. En consecuencia, la mayor parte de los suelos muestran limitaciones serias para la producción agropecuaria y han sido clasificados como tierras de vocación forestal o agroforestal; en general se puede definir como pobres en nutrientes, alta acidez con pH de 4 a 6 [5]. El trópico de Cochabamba, es uno de los bosques de tierras bajas, conocido como bosque subtropical o pre andino amazónico, que cubre parte del territorio del departamento de Cochabamba.

2.1 Colección de datos

Para esta investigación se seleccionaron 19 rodales de *Centropodium tomentosum* y *Shizolobium parahyba* distribuidos dentro los 5 municipios (Figura 1). Las plantaciones pertenecen a los pequeños agricultores y empresas privadas (Bosques Tropicales S.A.). Las plantaciones fueron seleccionadas en tal manera para cubrir un rango de edades.

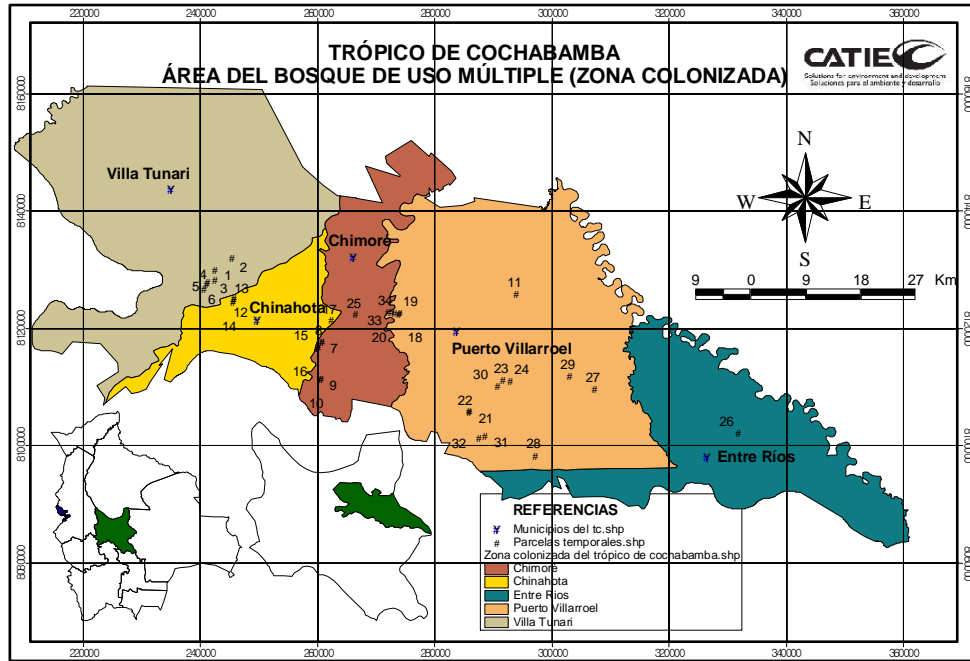


Figura 1: Ubicación del área de estudio (Álvarez, 2008)

En cada rodal se instaló una parcela circular de 200 m². Dentro de las parcelas se tomaron datos generales como: el Municipio, la comunidad, propietario, tipo de plantación, especie, distanciamiento, edad de la plantación y coordenadas UTM con GPS. Luego se hicieron las siguientes mediciones dasométricas (comenzando por la orientación Norte hacia las manecillas del reloj): Diámetro a la altura del pecho (cm) y la altura comercial (m) promedio de la parcela.

2.2 Estimación de la biomasa e incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de carbono

A partir de los datos dasométricos tomados en las parcelas se estimó la biomasa por el método tradicional (basado en el cálculo de la biomasa de fuste y un factor de expansión de biomasa para la copa). Las biomásas estimadas en este estudio son expresadas como peso seco.

La biomasa de fuste se estimó a través de la siguiente ecuación:

$$BF = \frac{\pi}{4} (dap)^2 * hc * FF * DB$$

Donde:

BF = Biomasa de fuste (g)

dap = Diámetro a la altura del pecho (cm)

hc = Altura comercial (cm)

FF = Factor de forma (0,65)

DB = Densidad básica (g/cm³)

Los valores de densidad básica para *Centrolobium tomentosum* (0,58 g/cm³) y *Shizolobium parahyba* (0,4 g/cm³) [4].

La biomasa de fuste por hectárea se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$BF = \sum_{i=1}^n BF_i * \left(\frac{10000}{A} \right)$$

BF = Biomasa de fuste por hectárea (t)

A = Área de la parcela (m²)

El presente estudio considera la biomasa de raíces que es un porcentaje de participación promedio de las raíces con respecto de la biomasa aérea correspondiente a 15 % [10]. La biomasa total se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$BT = BFh * FEB + BR$$

Donde:

BT = Biomasa total (t)

BF_h = Biomasa de fuste por hectárea (t)

FEB = Factor de expansión de biomasa

BR = Biomasa de raíz (t)

El valor de FEB se obtuvo a partir de la ecuación de [1]:

$$FEB = EXP^{[3,213-0,506*LN(BF)]}$$

Para reducir la biomasa a carbono se utilizó el factor de 0,5 [8]. Esta última consideración se debe a que aproximadamente 50% del peso seco de cualquier árbol lo constituye el carbono:

$$CB = BT * 0,5$$

CB = Carbono almacenado en la biomasa (t)

El dióxido de carbono almacenado en la biomasa se calculó multiplicando el carbono acumulado en la biomasa por 44/12.

El incremento medio anual de secuestro de dióxido de carbono se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$IMACO_2B = \frac{\sum_{i=1}^n CO_2A_i}{ER}$$

Donde:

$IMACO_2B$ = Incremento medio anual de secuestro de dióxido de carbono en la biomasa (t CO_2A /ha-año).

CO_2A = Secuestro de dióxido de carbono almacenado en la biomasa (t CO_2 /ha).

ER = Edad del rodal (años).

3 Resultados y discusión

La mayoría de los rodales seleccionados para la presente investigación se encuentran establecidos en plantación pura (65 %) y los demás rodales asociados con palmito y cítricos (Figura 2).

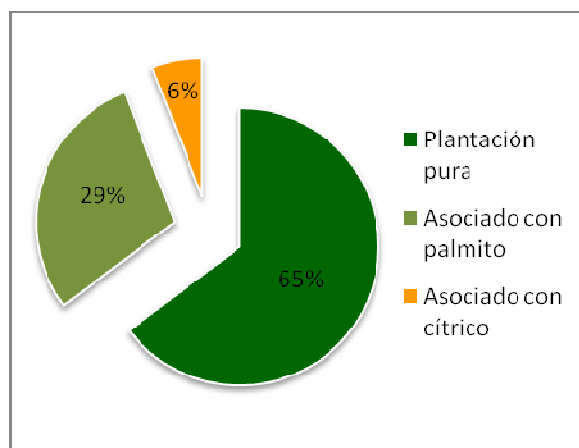


Figura 2: Tipos de plantaciones de los rodales seleccionadas para el estudio.

Los resultados de biomasa, carbono, dióxido de carbono almacenado en la biomasa de las plantaciones de *Shizolobium parabyba* se resumen en la tabla 1. Los valores de incremento medio anual de secuestro de dióxido de carbono están en un rango de 43,8 a 73,1 t CO_2 /ha-año. Esta variación se debe a las diferencias en las características del sitio, el manejo y la densidad de la plantación.

Los resultados de biomasa, carbono, dióxido de carbono almacenado en la biomasa de las plantaciones de *Centrolobium tomentosum* se resumen en la tabla 2. Los valores de incremento medio anual de secuestro de dióxido de carbono están en un rango de 29,4 a

90,5 t CO₂/ha-año. Esta variación se debe a las diferencias en las características del sitio, el manejo y la densidad de la plantación.

Tabla 1: Incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de carbono en los rodales de *Shizolobium parahyba*.

N	Municipio/Comunidad	Nº	Edad	Biomasa	Carbono	CO ₂	IMA
		árb./ha	año	t/ha	t/ha	tCO ₂ /ha	tCO ₂ /ha-año
1	Villa Tunari (San Miguel)	300	13	358,143	179,072	657,193	50,553
2	Villa Tunari (General Román)	400	6	154,764	77,382	283,992	47,332
3	Chimoré (Litoral)	300	8,7	207,655	103,828	381,048	43,799
4	Chinahota (Ibuelo)	450	4,8	129,497	64,748	237,626	49,198
5	(Entre Rios (Coop. Litoral)	450	3	75,737	37,869	138,978	46,326
6	Puerto Villarroel (Chasqui)	750	3	112,928	56,464	207,224	69,075
7	Puerto Villarroel (Valle Ivirza)	350	14	445,967	222,983	818,349	58,453
8	Chimoré (Curu Curichal)	650	5	199,117	99,558	365,379	73,076
PROMEDIO							54,726

Tabla 2: Incrementos medios anuales de secuestro de dióxido de carbono en los rodales de *Centrolobium tomentosum*.

N	Municipio/Comunidad	Nº	Edad	Biomasa	Carbono	CO ₂	IMA
		árb./ha	año	t/ha	t/ha	tCO ₂ /ha	tCO ₂ /ha-año
1	Villa Tunari (Gualberto Villarroel)	700	6,8	177,498	88,749	325,710	47,898
2	Chimoré (Litoral)	250	8,7	160,669	80,334	294,828	33,888
3	Chimoré (Arenales)	1000	3	147,956	73,978	271,500	90,500
4	Chinahota (Ibuelo)	600	4,8	125,965	62,982	231,145	47,856
5	Chimoré (Litoral)	650	6	173,598	86,799	318,552	53,092
6	Chimoré (Litoral)	450	5	94,525	47,262	173,453	34,691
7	Chimoré (Curu Curichal)	350	9	190,778	95,389	350,078	38,898
8	Puerto Villarroel (Valle Ivirza)	450	5	116,556	58,278	213,880	42,776
9	Puerto Villarroel (Transversal)	350	8	128,323	64,162	235,473	29,434
10	Puerto Villarroel (Israel A)	550	5	125,588	62,794	230,453	46,091
11	Puerto Villarroel (Chasqui)	450	4	87,618	43,809	160,780	40,195
PROMEDIO							45,938

Un estudio realizado en los bosques sub-húmedos de Santa Cruz, Bolivia (La Chonta) estimó que la biomasa aérea de estos bosques oscilan entre de 160 a 170 t/ha [11]. Dauber *et al.* [3] estimaron la biomasa y el carbono acumulado en bosques naturales de Bolivia, por ecoregiones, por ejemplo la amazonia tiene acumulado 86 t C/ha,

preandino amazónico 64 t C/ha, la transición Chiquitano amazónico 49 t C/ha y la Chiquitanía 57 t C/ha.

4 Conclusiones y recomendaciones

Las plantaciones forestales con especies nativas como *Centrolobium tomentosum* y *Shizolobium paralyba* juegan un papel muy importante en la mitigación del efecto invernadero, dada su alta capacidad de almacenamiento de carbono en la biomasa.

La especie *Shizolobium paralyba* tiene mayor capacidad en el secuestro de dióxido de carbono (54,73 t CO₂/ha-año) que *Centrolobium tomentosum* (45,94 t CO₂/ha-año).

Las plantaciones establecidas bajo criterios técnicos (establecidas en sitios adecuados y con densidades según la especie) y con manejos oportunos (deshije, raleo y poda), pueden fijar aún mayores cantidades de carbono en la biomasa.

Es importante conocer la capacidad de secuestro de dióxido de carbono por otras especies nativas y exóticas establecidas en la región del trópico de Cochabamba, por estar clasificada como tierras de vocación forestal.

Es importante contar con ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa, para aumentar la precisión en los cálculos.

Referencias

- [1] Brown, S. 1997. *Estimating biomass and change of tropical forest*. A primer. FAO Forestry paper 134. Roma.
- [2] Coca, M. e I. Dávalos, 2007. Bosques en el trópico de Cochabamba. (En línea). Cochabamba, Bolivia. Consultado 3 de julio 2008. Disponible en http://www.lostiempos.com/oh/02-12-07/02_12_07_actualidad1.php
- [3] Dauber, E, J. Terán y R. Guzmán. 2000. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia.
- [4] FAO – PAFBOL (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – Plan de acción forestal para Bolivia). Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia (Serie Técnica XII). La Paz, Bolivia.
- [5] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1996. Proyecto de Apoyo al Manejo, Conservación Explotación de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba AD/BOL/97/587. Informe Técnico.
- [6] Ferrufino, A. y L. Meneses. 2003. Mapas de suelos del Trópico de Cochabamba e identificación de restricciones edáficas para cultivos de banano, palmito, piña y pastos. (en línea). Cochabamba, Bolivia. Consultado 2 de may. 2007. Disponible en <http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053>

ea70/76e0ff758a9dfb2f03256e5700536562/\$FILE/Ferrufino-Mapa%20Suelos%20Chapare.pdf

- [7] Gayoso, J. y J. Guerra. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque*. 26(2): 33 – 38.
- [8] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Capítulo 3. National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japón.
- [9] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. Paris, Francia. s.e.
- [10] MacDicken, K.G. 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Institute for Agricultural Development, Forest Carbon Monitoring Program.
- [11] Mostacedo, B., Z. Villegas, M. Peña, L. Poorter, J.C. Licona, y A. Alarcón. 2006. Fijación de carbono (Biomasa aérea) en áreas de manejo forestal sujeta a diferentes intensidades de aprovechamiento: Implicaciones a corto y mediano plazo. Santa Cruz, Bolivia.