

ESTIMACIÓN DE CARBONO EN PLANTACIONES FORESTALES DE *Pinus douglasina*, A PARTIR DE BIOMASA AEREA.

Vicente Pichardo Armenta¹, Hermelindo Chavéz Cantalan¹, Agustín Gallegos Rodríguez²

¹Estudiantes de Agronomía del CUCBA, Universidad de Guadalajara Km. 15.5 Carretera Guadalajara – Nogales Predio las Agujas Nextipac. 45110. Zapopan, Jalisco, ²Departamento de Producción Forestal del Centro universitario de Ciencias UCBA, Universidad de Guadalajara Km. 15.5 Carretera Guadalajara – Nogales Predio las Agujas Nextipac. 45110. Zapopan, Jalisco, México. Correo electrónico: gra09526@cucba.udg.mx

Introducción

Los ecosistemas forestales pueden almacenar cantidades significativas de gases de efecto invernadero (GEI) y en particular de CO₂. Por ello, en las últimas décadas ha surgido un interés considerable en incrementar el contenido de carbono en la vegetación terrestre a través de la conservación forestal, la reforestación, la creación de granjas forestales y otros métodos de manejo del suelo. Muchos estudios han reportado que los bosques poseen un gran potencial para almacenar carbono (Dixon et al. 1996; Maser et al. 1995a; De Jong et al. 1995).

En la naturaleza el carbono se halla por doquier: en el agua bajo forma de compuestos carbónicos disueltos (carbonatos), y en el aire como dióxido de carbono o anhídrido carbónico. Todos los organismos vivos están constituidos por compuestos de carbono, que obtienen como resultado de sus procesos metabólicos realizados durante su crecimiento y desarrollo, y que son liberados cuando éstos mueren. Aproximadamente, el 50% del peso seco de cualquier organismo lo constituye este elemento, por lo que es uno de los más importantes de la vida (Smith et al., 1993).

Una opción de mitigación de carbono está definida como cualquier acción que dé como resultado una reducción del incremento neto en las emisiones de este gas de un área determinada y/o por la sustitución de combustibles fósiles (Maser, 1995). El IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change; Panel Intergubernamental de Cambio Climático), identifica 3 opciones básicas de mitigación de carbono en el sector forestal:

a) **La conservación**; esta opción consiste en evitar las emisiones de carbono preservando las áreas naturales protegidas, fomentando el manejo sostenible de bosques naturales y el uso renovable de la leña, reduciendo la ocurrencia de incendios.

b) **La reforestación**; esta consiste en recuperar áreas degradadas mediante acciones como la protección de cuencas, la reforestación urbana, la restauración

para fines de subsistencia, el desarrollo de plantaciones comerciales para madera, pulpa para papel, hule, entre otros, así como de las plantaciones energéticas (producción de leña y generación de electricidad) y de los sistemas agroforestales.

c) **La sustitución;** consiste en sustituir los productos industriales por aquellos hechos de madera, es decir obtener energía a partir de biomasa y finalmente por la reducción del uso de combustibles fósiles.

Por lo anterior es importante establecer plantaciones forestales, ya que pueden brindar servicios ambientales como lo es la captura de carbono, entre otros.

Para estimar el potencial de captura de carbono existen dos métodos:

Método destructivo

Este método utiliza datos colectados a partir de las mediciones destructivas de la vegetación en una unidad de superficie determinada. Por su alto costo, generalmente no se usa con frecuencia.

Métodos utilizando ecuaciones alométricas

En caso de no contar con datos de biomasa colectados destructivamente y tener sólo información secundaria como sería la altura y el diámetro de los árboles es posible estimar el carbono contenido en la biomasa utilizando una serie de ecuaciones alométricas.

Con ambos métodos se puede conocer en primera instancia la biomasa y a partir de esta se estima el carbono capturado.

En las últimas décadas se han desarrollado ecuaciones que relacionan la biomasa sus componentes (raíces, hojas, ramas y fustes) con las características dasométricas de los árboles con la finalidad de entender la productividad del sitio, comparar la productividad con los modelos convencionales de rendimiento e incremento, así como la estimación de biocombustibles (Navar *et al.* 2001).

Los estudios sobre la biomasa tienen como finalidad entender los ciclos y de los nutrientes. También se usan para observar el efecto de la vegetación en el ciclo global del Co₂ (Brown 1997).

Objetivo

Estimar el potencial de fijación de carbono en plantaciones de *Pinus douglasiana* Martínez mediante ecuaciones alométricas.

Materiales y Métodos

Descripción de la zona de estudio

Este trabajo se desarrolla en el municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco, el cual se localiza entre las coordenadas $19^{\circ}34'12''$ y $19^{\circ}46'00''$ de latitud norte y $103^{\circ}23'00''$ a los $103^{\circ}38'00''$ de longitud oeste; a una altura aproximada de 1,580 msnm.

La composición de los suelos son de tipos predominantes feozem háplico, cambisol éutrico y castañozem háplico.

El clima es semiseco, con invierno y primavera secos, y calidos, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 20°C , con máximo de 27°C y mínima de 12.1°C . El régimen de lluvias se registra en junio y julio, contando con una precipitación media de los 694.4 milímetros (Wikipedia 2008).

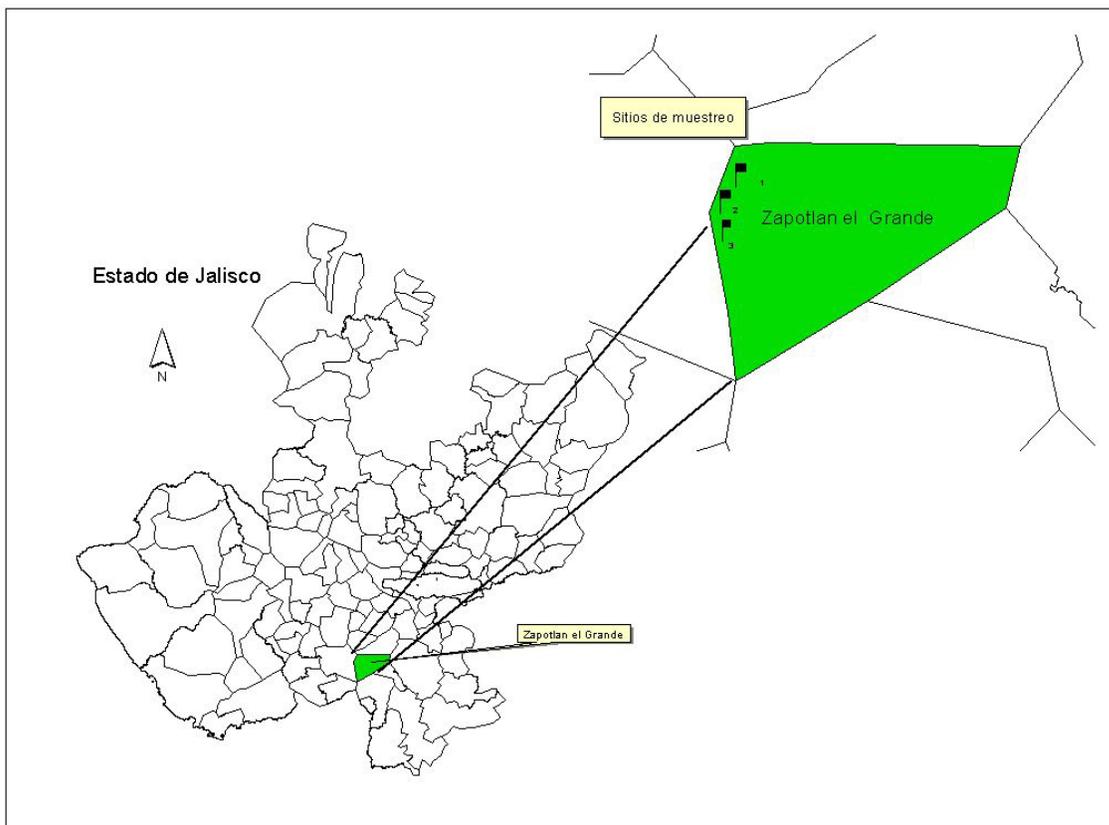


Figura. 1 Ubicación de la zona de estudio

En el área de estudio, la vegetación existente corresponde al bosque de pino-encino, en la parte más baja del transecto (2000 msnm), en donde *Pinus douglasiana* y *Quercus* spp. son los elementos dominantes del estrato arbóreo. Dentro de éste piso altitudinal la presencia de elementos indicadores de

Vegetación secundaria son notables como: *Baccharis heterophylla*, *Senecio albonervius* y *Senecio callosus* cubren hasta un 80% de la cubierta vegetal del estrato arbustivo. Mientras que el estrato herbáceo parece desolador con la presencia de *Pteridium feei*, *Bidens aequisquama* y *Loeselia mexicana*.

En la parte más alta del transecto (2800 msnm) se observa la presencia de *Pinus pseudostrobus* y *Quercus laurina* son los elementos destacados del estrato arbóreo.

Metodología:

Para estimar la biomasa total árbol, se empleó la ecuación generada por Navar *et al.* 2001, para plantaciones de pino:

$$B_{\text{total}}=1.2244+0.01298d^2h$$

Donde: B= biomasa seca (Kg.), d= Dap (diámetro a la altura del pecho), h= altura

Datos de campo

Se establecieron tres sitios de muestreo en plantaciones de *Pinus douglasina* de nueve años en los predio Los Sauces (1), Pinabetes (2), Arroyitos (3), ubicados al oeste del Municipios de Zapotlan el Grande.

1. Los Sauces



2. Pinabetes



3. Arroyitos



En los predios seleccionados se delimitaron sitios de muestreo de 100 m². Todos los árboles que cayeron dentro de los sitios fueron medidos, tomándose las siguientes variables: diámetro a la altura del pecho (Dap), altura a la primera rama, altura total del árbol.

Resultados y conclusiones

En total se midieron 36 árboles, 10 en el sitio 1, 15 en el 2 y 11 en el 3 (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Datos dasométricos y estadísticos de los sitios de muestreo

Sitio 1			Sitio 2			Sitio 3		
No.	Dap cm	H m	No	Dap cm	H.m	No	Dap cm.	Hm
1	14	9.2	1	8.2	12	1	10.8	7.1
2	16	8.4	2	17.1	8	2	10.3	7.1
3	8.2	9.8	3	13.2	7.3	3	4.9	5
4	11.2	5.6	4	7.4	5.2	4	15.2	9.7
5	4.7	4.2	5	14.6	6.1	5	11.8	7
6	9.6	6.1	6	14.7	11.5	6	13.5	7.3
7	4.5	4.2	7	11.7	11	7	16	7.1
8	14.2	9.3	8	16.2	8.9	8	12.4	8.6
9	11.6	7.1	9	14.1	8.2	9	11.9	7.3
10	18.3	9	10	14.8	8	10	8.5	8.9
Promedio	11.23	7.29	11	11.8	8.5	11	14.9	7.5
Dst	4.35	2.04	12	4.3	8.2	Promedio	11.84	7.51
			13	7.99	3.4	Dst	3.22	1.23
			14	9.6	9			
			15	8.3	7.5			
			Promedio	11.60	8.19			
			Dst	3.78	2.27			

Donde: Dst= desviación estándar

Los promedio del Dap presentan poca variación, lo que indica el crecimiento las plantaciones están bajo un régimen de competencia igual. En el sitio 2 la altura presenta mayor promedio, lo cual podría deberse a mayor competencia por la densidad arbórea en ese sitio.

En figura 2 se muestra un tabla (tarifa) de biomasa para todos los árboles muestreados, calculado con la ecuación alométrica de Navar *et al.* 2001, donde se aprecia una clara tendencia a ascendente; a mayor diámetro mayor biomasa.

En promedio los árboles producen 16.86 Kg. de biomasa seca, lo que multiplicado por la densidad de 1250 árboles por hectárea representa 2107.5 kg por hectárea. El incremento promedio anual es de 1.87 Kg. por árbol.

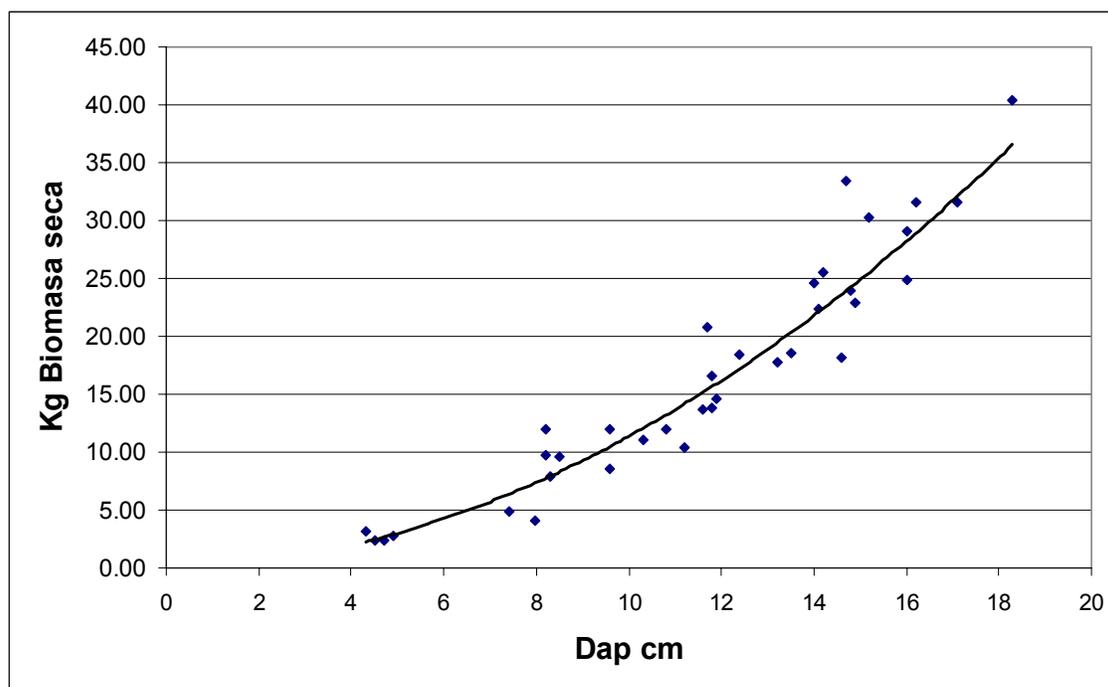


Fig. 2. Relación Dap Kg de Biomasa para plantaciones de *P. douglasiana* de 9 año.

Para estimar el carbono capturado por la plantación a partir de biomasa se multiplicó por el factor 0.5 (ver figura 3).

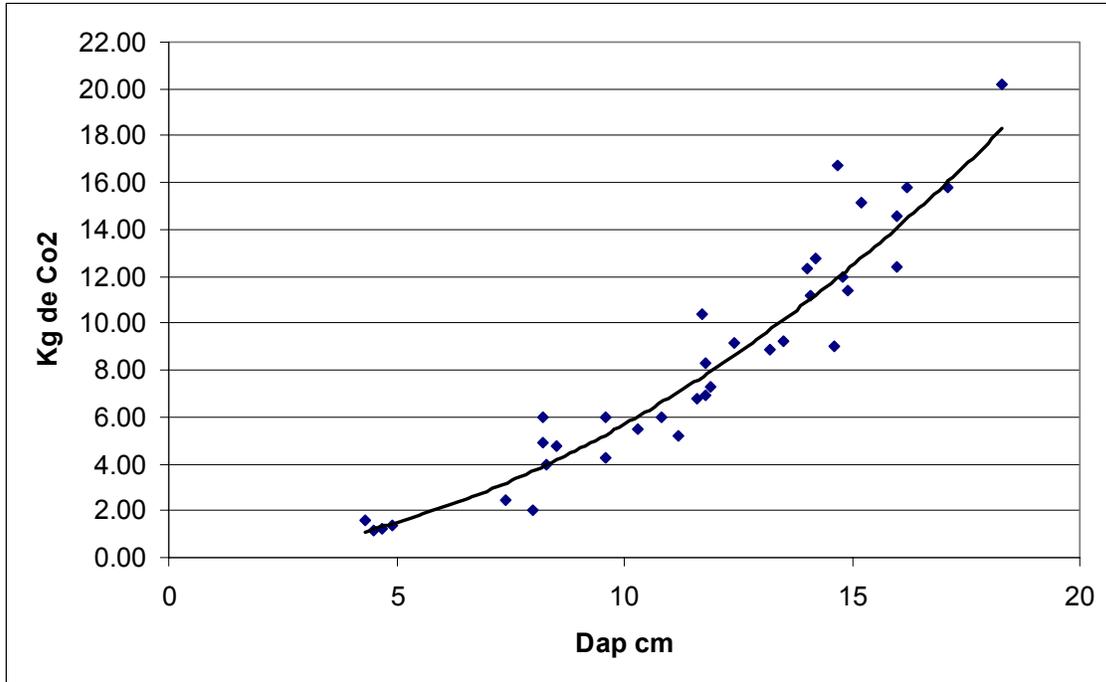


Figura 3. Relación del Dap con kg de CO₂ para plantaciones de *P. douglasiana* de 9 año.

En promedio la capturan de bióxido carbono es de 8.41 kg por árbol, lo que multiplicado por la densidad de 1,250 resulta 10,512.5 kg por hectárea. El incremento corriente anual es de 1,168 kg.

Conclusiones

En el presente trabajo se estimó el potencial de fijación CO₂ en plantaciones *Pinus douglasiana* de nueve años, basado en el cálculo de la biomasa. Se observó que la captura de CO₂ no es sobre salientes, si se comparan con datos de otras plantaciones de pino, esto podría deberse al manejo silvícola incipiente que presentan las plantaciones, por ejemplo, es necesario realizar preclareos para estimular el crecimiento de los árboles.

Según los resultados obtenidos es recomendable aplicar en algunos sitios la metodología de sacrificio de árboles para obtener datos reales de biomasa y ajustar la ecuación alométrica a las condiciones de las plantaciones de *Pinus douglasiana* de Zapotlan el Grande Jalisco.

Agradecimientos:

Los autores manifiestan su agradecimiento a Efrén Hernández Álvarez, Antonio Mora Santacruz y Servando Carvajal por la revisión que hicieron del documento y sus aportaciones para enriquecerlo. Este trabajo forma parte de las investigaciones

que realizan los miembros del Cuerpo Académico 538 “Manejo de Ecosistemas Forestales Tropicales”.

Bibliografía:

Brown, S. 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. In actas del XI congreso mundial forestal: Recursos forestales y árboles. Vol1. Natalia Turbia 13-22 octubre 1997.

Cherrill, A. y C. McClean. 1995. An investigation of uncertainty in field habitat mapping and the implications for detecting land cover change. *Landscape Ecology* 10(1): 5-21 P.

Dauber, E., Terán, J. Y Guzmán, R, 2000. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. Superintendencia Forestal. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia, 28 pp.

Intergovernmental Panel on Climatic Change. 1995. “Climate Change 1995. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assesment”. Cambridge University Press. Cambridge.

Krysanova, V., W. Mueller y A. Becker.1998. Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscale watersheds. *Ecological-Modelling*. 106 (3-2): 261-289 P.

Navar J., González N. y Graciano J. 2001. Ecuaciones para estimar componentes de biomasa en plantaciones forestales de Durango, México. Memorias del Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Octubre 2001. Valdivia Chile. 1-10P.

Smith, T.M., W.P. Cramer, R.K. Dixon, R. Leemans, R.P. Neilson y A.M. Solomon, 1993. The Global Terrestrial Carbon Cycle. *Water, Air and Soil Pollution* 70, pp. 3-15.