

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEL CARBONO FIJADO EN LA VEGETACIÓN NATURAL E INDUCIDA DEL PARQUE NACIONAL WARAIRA REPANO (CARACAS, VENEZUELA)

Vladimir J. Valera M⁽¹⁾ y Nelson J. Carvajal Rodríguez⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Metropolitana/Universidad Simón Bolívar

⁽²⁾ Universidad Metropolitana

RESUMEN

Se estimó el potencial de captación de carbono en un área de 10,6 ha del Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila), ubicada entre las quebradas Galindo y Baquira y el valor económico asociado a dicho servicio ambiental. Se evaluaron las variables que afectan la estimación física y económica de secuestro de carbono, tales como biomasa de las especies dominantes, índice de carbono y precio del mismo, lo que permitió obtener una estimación del valor económico del carbono acumulado por la vegetación en el área de estudio. Las especies evaluadas en cuanto a la fijación de carbono, se seleccionaron según su representatividad ecológica en términos del índice de valor de importancia (IVI), en las comunidades muestreadas.

La biomasa se estimó mediante ecuaciones alométricas de especies arbóreas presentes en el sector y publicadas en la literatura científica; mientras que para las especies arbustivas y herbáceas, la biomasa se determinó mediante el corte a ras del suelo y peso de las mismas antes y después de secarlas. El índice de carbono se determinó mediante el método calorimétrico para todas las especies representativas del área de estudio. Por otro lado, la valoración se realizó por método directo a través del precio de CO₂ equivalente promedio establecido en la bolsa europea de carbono para los meses mayo y junio del año 2010. Se encontró que el área de estudio contiene al menos 4.503,45 toneladas métricas de CO₂ equivalente (868,9 t CO₂/ha), valoradas en Bs 360.450,60. (83.825,69 US\$).

Palabras claves: secuestro de carbono, valoración económica, biomasa, Waraira Repano

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DEL CARBONO FIJADO EN LA VEGETACIÓN NATURAL E INDUCIDA DEL PARQUE NACIONAL WARAIRA REPANO (CARACAS, VENEZUELA)

Vladimir J. Valera M⁽¹⁾ y Nelson J. Carvajal Rodríguez⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Metropolitana/Universidad Simón Bolívar

⁽²⁾ Universidad Metropolitana

RESUMEN EXTENDIDO

Introducción

El incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, es tema de gran discusión debido a las consecuencias devastadoras que se están manifestando alrededor del mundo, ya que el mismo altera la distribución de la energía en el planeta, afectando al clima y al ciclo hidrológico, entre otros, lo que se denomina cambio climático; por ello la importancia del CO₂ y los esfuerzos por disminuir las emisiones del mismo (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2005).

Las actividades cotidianas e industriales, así como la deforestación y extracción de minerales como el carbón, influyen de manera directa en el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero a nivel planetario (Carmona, 2005). Según el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, (2005) las emisiones de Venezuela para el año 1999 representaban sólo el 0,48% de las emisiones de carbono globales, cifra que ha ido en aumento por la dependencia petrolera del país.

Para enfrentar el cambio climático, se han propuesto algunas soluciones a nivel mundial, tales como la reducción de las emisiones por parte de los países desarrollados, ya que éstos son los mayores contribuyentes de emisiones de CO₂, el desarrollo de tecnologías limpias de producción (no dependientes de la energía de los hidrocarburos) y la mitigación de CO₂ por parte de los bosques, plantaciones forestales y flora marina (Lohmann, 2000 citado por Hernández y Marmolejo, 2000).

Es por ello la importancia de bosques y plantaciones, ya que los mismos reducen la concentración de CO₂ mediante la fijación de carbono manteniéndolo el mayor tiempo posible en la biomasa a través de la fotosíntesis. En este contexto la vegetación de los Parques Nacionales de Venezuela y en especial el Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila) constituye una gran fuente de mitigación de carbono y de ahí la importancia de la valoración del mismo en términos del servicio ambiental en cuestión.

Objetivo

Estimar la cantidad de carbono y CO₂ equivalente fijado en la biomasa vegetal y su respectivo valor económico, en un área del Parque Nacional Waraira Repano comprendida entre las quebradas Baquira y Galindo.

Marco Teórico

Actualmente existe un gran interés y preocupación mundial por el fenómeno del calentamiento global, debido a la generación y acumulación de gases de efecto invernadero de origen antropogénico en la tierra, como son el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxido nitroso (NO₂), hidrofluorocarbonos (HFC), y clorofluorocarbonos (CFC), entre otros. Estos gases incrementan el efecto invernadero propio de la atmósfera, debido a que impiden la salida de la radiación de onda larga emitida por los cuerpos terrestres, con lo cual se aumenta la temperatura en el planeta (Barros, 2004).

A medida que actividades antrópicas como el uso de combustibles fósiles, la quema de biomasa vegetal y la deforestación sigan en aumento, éstas incrementarán la cantidad de dichos gases en la atmósfera, causando desequilibrios asociados con el calentamiento global, que a su vez alteran el clima induciendo de forma directa sobre algunos fenómenos naturales, como la temperatura media global, la frecuencia y distribución de la precipitación, los patrones de clima, el ciclo hídrico, entre otros (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2005).

La Cumbre sobre el Cambio Climático (UN Summit on Climate Change) realizada en New York en el año 2009, evidenció la importancia de enfrentar la situación al plantear que: “si no tomamos acciones para estabilizar las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, entonces el promedio de temperatura al final de este siglo se incrementará de 1,1 hasta 6,4 grados Celsius” (Pachauri, 2009).

Por otro lado, el cambio climático afecta de manera negativa a la biodiversidad, porque repercute en el incremento de las tasas de extinción de especies, y altera los tiempos de reproducción de las mismas, a través de modificaciones en la maduración, crecimiento corporal, floración, entre otros, que afectan su distribución (Comisión Nacional Venezolana en Cooperación con la UNESCO, 2009).

En Venezuela se ha evidenciado el impacto del calentamiento global con alteraciones climáticas, lo que genera la variación de las estaciones de lluvias, sequía prolongada e incremento de incendios forestales debido a la reducción de las precipitaciones (Figueroa, 2010), generando así problemas económicos y sociales. Otros estudios

muestran que el cambio climático en Venezuela amenaza al país con la pérdida potencial de 157 km² de terreno en las zonas costeras, por el aumento de nivel del mar, para el año 2019 (Lozano, 2010).

Los bosques naturales y las plantaciones, juegan un papel importante en la regulación climática, al ser capaces de fijar CO₂ mediante la fotosíntesis, regulando el intercambio de carbono entre la atmósfera y la biomasa. Venezuela cuenta con una vasta cantidad de zonas boscosas, siendo el Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila) una de las más importantes en la ciudad de Caracas; en este sentido dicho parque representa un gran ente de regulación climática, que, sin embargo, no se ha evaluado en términos de la retención de carbono por parte de su vegetación.

Resultados

El estudio se realizó durante los meses de abril y junio del 2010, en un área de 10,6 ha estimada con el programa Autocad 2007, comprendida entre las quebradas Baquira y Galindo del Parque Nacional Waraira Repano (El Ávila), y delimitada entre las coordenadas geográficas: 10° 29' 57,82'' – 10° 30' 29,56'' latitud norte y 66° 47' 05,56'' – 66° 46' 54,05'' longitud oeste, y con una altitud aproximada de 1.475 metros s.n.m.

Para determinar la capacidad de fijación de CO₂ del área de estudio, se requirió estimar previamente la biomasa vegetal presente en la misma a través de mediciones de campo y uso de ecuaciones alométricas reportadas en la literatura científica, el índice de carbono de la biomasa fue determinado por el método calorimétrico.

El carbono total fijado por las especies presentes en la zona fue convertido a toneladas métricas de CO₂ equivalente y valorado solo por el método directo mediante el precio de carbono reportado por la entidad de la Unión Europea (SENDECO₂, 2010) en los meses en los cuales fue hecho el estudio, estimado en 15,18 €/t CO₂, descartando los principios y regulaciones que definen los tratados para las compensaciones emitidas por dicha entidad sobre estimación de carbono. Por otro lado, la valoración realizada representa una estimación parcial del área en cuanto a secuestro de carbono ya que no se tomó en cuenta la acumulación del compuesto en las raíces, suelo y herbáceas y por lo tanto el valor de este servicio ambiental podría ser mayor.

El área de estudio delimitada presentó diferentes tipos de vegetación que cambia a lo largo de la montaña del Parque Nacional. Se evidenciaron tres tipos de ecosistemas o comunidades: (i) un bosque de galería semidecíduo, (ii) una ladera con herbazal gramíneo secundario dominado por el Capin melao (*Melinis minutiflora Beauv.*)

(producto de las quemas ocurridas en la ladera donde se encuentra, lo que impide que se recupere la vegetación leñosa), y una zona de cultivos ornamentales entre los que destacan algunas especies forestales (*Eucalyptus sp.*), helechos, girasoles y pinos.

El bosque de galería fue la zona de mayor importancia debido a la cantidad y tipo de especies arbóreas presentes, en segundo lugar se encuentran las plantaciones de eucalipto y por último la ladera donde domina el capín melao. Es lógico obtener mayor cantidad de carbono en lugares donde se presente una alta densidad arbórea por lo que la ladera compuesta por vegetación herbácea aunque tiene alta densidad de especies y número de individuos, los mismos no son grandes acumuladores de carbono por ser gramíneas (mayormente), ya que la biomasa de las mismas es muy inferior a la de especies arbustivas y sobre todo arbóreas. A continuación se presentan en la Tabla 1, las zonas en función al dióxido de carbono secuestrado y su valor económico.

Tabla 1. Contenido de CO₂ y valor económico de la zona de estudio

Zonas	CO₂ total (t C CO₂ equi/ha)	Valor de CO₂ equivalente (Bs/ha)
Bosque de galería	755,31	60.454,200
Ladera de vegetación gramínea	4,66	372,730
Plantaciones	108,93	8.718,690

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los valores presentados en la tabla anterior, es importante señalar que la recuperación y mantenimiento de bosques, brinda mayores beneficios económicos que los pastizales; es por ello que esfuerzos en controlar incendios forestales y planes de reforestación se compensarían con el pago del servicio ambiental (fijación de CO₂).

Tabla 2. Carbono fijado en la zona de estudio y su valoración

CO₂ total (t CO₂ equi/ha)	868,8964
Area de estudio (ha)	10,60
Valor económico del CO₂ (US\$)	83.825,72
Valor económico del CO₂ (BsF.)	360.450,60

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se logró estimar que el área de estudio almacena en la biomasa aérea vegetal al menos 4.503,45 toneladas métricas de CO₂ equivalente (868,9 t CO₂ /ha), siendo las especies que contribuyen mayormente la *Pentaclerthra macroloba* (con casi 50%), *Cecropia peltata*, *Bursera simaruba*, *Eucalyptus A*, *Eucalyptus B*. El valor de oportunidad que se deja de obtener por la acumulación de carbono en la biomasa de las

especies fue estimado en Bs 360.450,6. (US\$83.825,72). En la Tabla 2 se muestra el valor de CO₂ acumulado total en el área de estudio y valor económico del secuestro del CO₂

Conclusiones

Las especies arbóreas dominantes en todo la zona de estudio fueron *Eucalyptus sp.*, *Pentaclerthra macroloba*, *Cecropia peltata*, *Machaerium robiniaefolium*, *Bursera simaruba*, *Cordia alliodora*, *Leucaena trichodes*, *Clitoria fairchildiana*, *Clusia grandiflora*, *Guazuma ulmifolia*; las arbustivas dominantes *Urera baccifera*, y las herbáceas *Melinis minutiflora*, *Cass. P. odorata*, "Compositae", "Guayaba" *Pennisetum purpureum Schumach* y helechos. Siendo las especies arbóreas las de mayor biomasa total (en comparación a las arbustivas y herbáceas) estimadas en kg seco/árbol *Pentaclerthra macroloba* con 730, *Cecropia peltata* 497, *Swietenia macrophylla* 468, *Cordia alliodora* 140, *Bursera simaruba* 39 y una biomasa de fuste seco en kg/árbol de 5 para *Guazuma ulmifolia*, 6 para Eucalipto A y 7 para Eucalipto B.

El carbono fijado en la biomasa vegetal es mayor si la biomasa y la densidad absoluta que presentan las especies es alta, por lo que las especies arbóreas presentan mayor cantidad de carbono acumulado en su biomasa (a excepción de *Guazuma ulmifolia* que solo fijo 0,3 t C/ha), siendo las de mayor importancia *Pentaclerthra macroloba*, *Cecropia peltata*, *Bursera simaruba*, *Eucalypto B*, *Eucalypto A*, *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*, con 107, 65, 58, 16, 14, 18 y 10 t C/ha, respectivamente, la especie herbácea que acumuló mas carbono fue *Melinis minutiflora* con 0,930 t C/ ha., por ultimo *P. odorata Cass* y "Compositae", con 0,14 y 0,13, respectivamente.

El valor económico del carbono en el área estudiada fue 360.450,6 BsF. (83.825,69 US\$). Se mitigan más de 800 toneladas métricas de CO₂/ha equivalente; por lo que el pago del servicio ambiental compensaría costos en control de incendios forestales y planes de reforestación.

Bibliografía

- Barrios, V. 2004. El cambio climático global. Libros del Zorzal. Buenos Aires. 172 p.
- Carmona, W. (26/06/2005). Apuntes sobre la primera comunicación sobre cambio climático en Venezuela. Rebelión [en línea]. Recuperado el 3 junio del 2010, de: <http://www.rebellion.org/noticias/2005/6/17007.pdf>
- Comisión Nacional Venezolana en Cooperación con la UNESCO (6/09/2009). Venezuela enfrenta efectos del cambio climático sobre la biodiversidad biológica [en línea]. Recuperado 19 de Junio del 2010, de

http://www.cncu.gob.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=178:natart&catid=25:cisolnatnotyeve&Itemid=34

Figuroa, L. (14/01/2010). Minamb: Fenómeno “El Niño” provoca incendios forestales en el país. Agencia Carabobeña de Noticias. [En línea]. Recuperado el 20 de febrero del 2010, de http://www.acn.com.ve/index.php/actualidad/ecologia/5698-minamb-fenomeno-el-nino-provoca-incendios-forestales-en-el-pais-#Escena_1

Hernández, E. y Marmolejo, J. (2000). Análisis económico del servicio ambiental de fijación de carbono, en las plantaciones forestales EARTH – Rotterdam. Guacimo, Costa Rica. 13-19 p.

Lozano, M. (10/06/2010). Venezuela enfrenta amenaza del calentamiento global en las costas. Prensa Latina [en línea]. Recuperado 19 de Junio del 2010, de http://www.prensa-latina.cu/index.php?option=com_content&task=view&id=196370&Itemid=1

Pachauri, R. (2009). UN Summit on climate change [en línea]. New York: IPCC. Obtenida el 23 de noviembre del 2009, de: <http://www.ipcc.ch/pdf/presentations/rkp-statement-unccs-09.pdf>

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. 2005. Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en Venezuela. Caracas..

SENDECO2 (2010). Sistema Electronico de Negociación de derechos de emisión de dióxido de Carbono. [En línea]. Recuperado el 10 de junio del 2010, de: <http://www.sendeco2.com/>