

Biomasa y acumulación de carbono en una crono-secuencia de incendios en una Selva Tropical Caducifolia.

Rodrigo Vargas (rvargas at nature.berkeley.edu)

Los incendios reducen la biomasa y el carbono almacenado en la cubierta forestal de las selvas tropicales (Kauffman et al 2003, van der Werf et al 2003) y en el suelo (Desjardins et al 2004, Powers 2004, Castellanos et al 2001). Así mismo, el humo generado por los incendios tiene un impacto directo en el balance de la energía de la superficie terrestre e incrementa la temperatura atmosférica (Wang y Christopher 2006). El humo de los incendios produce una retroalimentación (reacción) sobre el proceso de evapotranspiración, formación de nubes y patrones de precipitación que pueden afectar el ciclo hidrológico a escala regional (Menon et al 2002, Allen y Rincón 2003). Por otro lado, los cambios que se presentan en la biomasa de las selvas como resultado de los incendios tienen una influencia en el flujo neto del carbono entre la selva y la atmósfera (Houghton 2005). En este sentido, el presente estudio cuantifica la biomasa aérea, subterránea y el contenido de carbono en una Selva Tropical Caducifolia con la finalidad de estimar su recuperación después de la ocurrencia de incendios usando una aproximación de crono-secuencia (seis selvas de 1 a 29 años de edad previamente incendiadas naturalmente y una selva madura). Para ello, se cuantificó la biomasa aérea y el carbono en árboles, lianas, palmas y plántulas; así como la biomasa subterránea (raíces finas) y el contenido de carbono en diferentes horizontes del suelo (Oi, Oe, Oa). El carbono aéreo total fue de 0.05 a >67 Mg C/ha, el carbono subterráneo fue de 21.6 a >77 Mg C/ha, el carbono total del ecosistema fue de 21.7 a 153.3 Mg C/ha; esta cantidad de carbono se incrementó con la edad de la selva. Cerca del 50% del carbono total del ecosistema estuvo almacenado en el horizonte Oa de la selva madura, mientras que más del 90% estuvo almacenado en los horizontes Oa de la vegetación en estados sucesionales.

Los valores que se estimaron para la recuperación del contenido de carbono de la vegetación secundaria con respecto a la selva fue menor a 19 años con tasas de acumulación mayores de 20 Mg C/ha año⁻¹. Mientras que la biomasa aérea requiere de 80 años con tasas de acumulación mayores de 2.5 Mg c/ha año⁻¹. La biomasa total del ecosistema y del carbono requieren de 70 a 50 años respectivamente para recuperar los valores similares a los obtenidos en selva madura. Cuando el contenido de carbono

subterráneo no es incluido en el cálculo de la biomasa total del ecosistema o en la recuperación del carbono, se estima un error del 12 y 60% respectivamente. Se estimó que entre 1.5 y 2.0 Pg C debe almacenarse en este tipo de selvas en Norte y Centro América.

Biomasa y carbono aéreo: las mediciones de biomasa aérea de selvas maduras obtenidas en este estudio (133.9 a 143.9 Mg/ha) se encuentran dentro del rango global reportado de 23 a 273 Mg/ha para este tipo de vegetación (Murphy y Lugo 1986, Martínez-Yrizar 1995), pero se encuentra por debajo del rango reportado para selvas tropicales húmedas (209 a 1163 Mg/ha; Murphy y Lugo 1986). Los resultados obtenidos muestran que la biomasa aérea de las selvas tropicales caducifolias de la Península de Yucatán está fuertemente influenciada por la edad de las selvas y en menor proporción por la variación en la precipitación (Read y Lawrence 2003). Por otro lado, el máximo potencial de biomasa aérea de éstas selvas está limitado por la profundidad del suelo, la habilidad de la vegetación para acceder a los nutrientes (Campo y Vázquez-Yanes 2004) y por el agua almacenada en la roca madre cárstica durante la estación seca (Querejeta et al 2006).

Biomasa y carbono subterráneo: la biomasa del horizonte Oi tuvo un rango de 0.9 a 10.9 Mg/ha que se encuentra dentro del rango global estimado 3.2 a 12.3 Mg/ha de biomasa de hojarasca en selvas secas (Martínez-Yrizar 1995). El incremento de la biomasa del horizonte Oi con la edad del bosque después del incendio se relacionó con: a) un incremento en el índice de área foliar desde 2.3 en 9 años a 2.9 en bosque maduro y b) diferencias en la dinámica de nutrientes de la hojarasca en las selvas de diferente edad (Read y Lawrence 2003).

El 44% del carbono de las raíces finas fue mayor que el reportado para otras selvas secas (37%, Jaramillo et al 2003). La alta concentración de carbono en las raíces finas apoya la propuesta de que existe una gran cantidad de hongos micorrízicos activos que son importantes para la sucesión secundaria (Allen et al 1998, Allen et al 2005, Allen et al 2003). Aunado a lo anterior, el alto contenido de carbono en las raíces finas permite almacenar el carbono a largo plazo, lo cual representa una ventaja para las plantas en donde la dinámica de perturbación por incendios es frecuente (Langley et al 2002). Las raíces finas presentaron valores de 1.5 a 6.4 Mg/ha y fueron menores que las reportadas para otras selvas secas de Chamela Jalisco 17 a 31 Mg/ha (Castellanos et al

1991, Jaramillo et al 2003), lo cual puede estar relacionado con las características de profundidad del suelo del área de estudio. Los resultados indican que carbono subterráneo de El Edén representa cerca del 95% del carbono total del ecosistema, el cual se encuentra principalmente en estados sucesionales tempranos, mientras que >50% se encuentra en selvas maduras.

Tasas de acumulación de carbono y biomasa vegetal: se estimó que el bosque tropical caducifolio de Yucatán requiere de 70 años para recuperarse con el 90% de la biomasa total de los ecosistemas. Estas selvas requieren de 80 años para recuperar el 90% de biomasa aérea y solo 14 años para recuperar el 90% de la biomasa subterránea. La mayor tasa de acumulación de biomasa ocurre durante los primeros 5 años posteriores a la perturbación por incendio. La acumulación ocurre principalmente en las raíces finas que se encuentran en el horizonte Oi. Los resultados sugieren que gran parte del carbono secuestrado de estas selvas se logra a corto plazo en donde ocurre la máxima tasa de acumulación >20 Mg C/h año⁻¹. A largo plazo, la tasa de acumulación es de aproximadamente 2.5 Mg C/h año⁻¹. Estos resultados muestran la importancia de incluir el contenido de carbono subterráneo en selvas sucesionales para estimar con mayor confiabilidad la recuperación de carbono en estas selvas o su pérdida, así como para estimar el balance del carbono terrestre a escalas regionales y globales.

Bibliografía

- Allen EB, Rincón E, Allen MF, Perez-Jimenez A, Huante P. 1998. Disturbance and seasonal dynamics of mycorrhizae in a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 30:261-274
- Allen EV, Violi HA, Allen MF, Gomez-Pompa A. 2003. Restoration of tropical seasonal forest in Quintana Roo. In: *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface* Gomez-Pompa A, Allen MF, Fedick SL, Jiménez-Osornio JJ (eds.), 587-598. Haworth Press, Binghamton, NY.
- Allen MF, Allen EB, Gomez-Pompa A. 2005. Effects of mycorrhizae and nontarget organisms on restoration of a seasonal tropical forest in Quintana Roo, Mexico: Factors limiting tree establishment. *Restoration Ecology* 13:325-333
- Allen MF y Rincón E. 2003. The changing global environment and the lowland Maya: past patterns and current dynamics. In: *The Lowland Maya Area: Three*

- Millennia at the Human-Wildland Interface Gomez-Pompa A, Allen MF, Fedick SL, Jiménez-Osornio JJ (eds.), 13-30. Haworth Press, Binghamton, NY.
- Campo J y Vázquez-Yanes C. 2004. Effects of nutrient limitation on aboveground carbon dynamics during tropical dry forest regeneration in Yucatán, Mexico. *Ecosystems* 7:311-319
- Castellanos J, Maass M, Kummerow J. 1991. Root Biomasa of a Dry Deciduos Tropical Forest in Mexico. *Plant and Soil* 131:225-228
- Desjardins T, Barros E, Sarrazin M, Girardin C, Mariotti A. 2004. Effects of forest conversión to pasture on soil carbon content and dynamics in Brazilian Amazonia. *Agricultura Ecosytems & Environment* 103:365-373
- Houghton RA. 2005. Aboveground forest biomasa and the global carbon balance. *Global Change Biology* 11:945-958
- Jaramillo VJ, Kauffman JB, Renteria-Rodriguez L, Cummings DL, Ellingson LJ. 2003. Biomasa, carbon, and nitrogen pools in Mexican tropical dry forest landscapes. *Ecosystems* 6:609-629
- Kauffman JB, Steele MD, Cummings DL, Jaramillo VJ. 2003. Biomasa dynamics associated with deforestation, FIRE, and, conversión to cattle pasture in a Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 176:1-12
- Langley JA, Drake BG, Hungate BA. 2002. Extensive belowground carbon storage supports roots and mycorrhizae in regenerating scrub oaks. *Oecologia* 131:542-548
- Martínez-Yrizar A. 1995. Biomasa distribution and primary productivity of tropical dry forest. In: *Seasonally dry tropical forest*. Bullock SH, Money HA, Medina E (eds.). 326-345. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Menon S, Hansen J, Nazarenko L, Luo YF. 2002. Climate effects of black carbon aerosols in China and India. *Science* 297:2250-2252.
- Murphy PG, Lugo AE. 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88
- Powers JS. 2004. Changes in soil carbon and nitrogen alter constrasting land-use transitions in northeastern Costa Rica. *Ecosystems* 7:134-146
- Querejeta JL, Estrada-Medina H, Allen MF, Jiménez-Osornio JJ, Ruenes R. 2006. Utilization of bedrock water by *Brosimum alicastrum* trees growing on shallow soil atop limestone in a dry tropical climate. *Plant and Soil* 287:187-197

- Read L, Lawrence D. 2003. Litter nutrient dynamics during sucesión in dry tropical forest of the Yucatán: Regional and seasonal effects. *Ecosystems* 6:747-761
- van der Werf GR, Randerson JT, Collatz GJ, Giglio L. 2003. Carbon emissions from fires in tropical and subtropical ecosystems. *Global Change Biology* 9:547-562
- Wang J, Christopher SA. 2006. Mesoscale modeling of Central American smoke transport to the United States: 2. Smoke radiative impact on regional surface energy budget and boundary layer evolution. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, III.

Publicaciones asociadas con este tema:

- Vargas R, M.F. Allen, E.B. Allen. 2008. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. *Global Change Biology*.14:109-124
- Vargas R. 2007. Carbon Dynamics in a Seasonally Dry Tropical Forest. Tesis Doctorado. University of California Riverside.