

Deforestación en el Departamento de Antioquia, Colombia, en el periodo 1980-2000 *

Sergio Alonso Orrego **
Cristian David Ramírez ***

Resumen

Es importante conocer la magnitud global y local de la deforestación tropical, la cual constituye la segunda fuente neta de emisiones de carbono a la atmósfera. Información de coberturas terrestres de los años 1980 y 2000 en Antioquia se empleó en el cálculo tanto del área deforestada como en las tasas bruta y neta anuales de deforestación, expresadas en porcentaje. Los resultados indican que en veinte años, se deforestaron ~ 380.000 ha, lo que equivale a un promedio anual bruto y neto de 19.000 ha y 14.060 ha, y a tasas anuales bruta y neta de deforestación de 0,93% y 0,69%, respectivamente; éstas corresponden por lo menos al doble de las tasas promedias reportadas para Latinoamérica en el período 1990-1997. La continua conversión de bosques en Antioquia podría conducir a consecuencias insospechadas en la pérdida de biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos indispensables para garantizar el bienestar humano.

Deforestation in the Department of Antioquia, Colombia, during the Period 1980-2000

Abstract

It is important to know the global and local dimensions of tropical deforestation—which is the second net source of carbon emissions into the atmosphere. In order to know that, information on Earth's layers during years 1980 and 2000 in Antioquia was used both on deforested areas and gross and net yearly deforestation rates, expressed as a percentage. The results suggest in twenty years, ~ 380,000 ha were deforested, which equals a gross and net yearly average of 19,000 ha and 14,060 ha, respectively, and yearly gross and net deforestation rates of 0.93% and 0.69%, respectively. At least, they double the average rates reported for Latin America in the period 1990-1997. The continuous conversion of forests in Antioquia might bring about unsuspected consequences in biodiversity loss and ecosystem services supply that are essential to assure human welfare.

** Conferencia realizada en el Taller: Estado de los Bosques de Antioquia, Jardín Botánico de Medellín, Medellín, 6 de mayo de 2011.*

*** Ingeniero Forestal. Profesor Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Correo: saorrego@unal.edu.co*

**** Ingeniero Forestal. Estudiante de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Correo: cdramire@unal.edu.co*

Palabras clave

Deforestación tropical, deforestación en Antioquia, emisiones de carbono, cambio climático, coberturas terrestres.

Keywords

Tropical deforestation, deforestation in Antioquia, carbon emissions, climate change, Earth's layers.



Un acercamiento a la magnitud de la deforestación tropical - sus efectos locales y globales

Los grupos humanos han interactuado con el ambiente biofísico desde el comienzo mismo de la humanidad; la intensidad de esta interacción transformó sustancialmente la biósfera terrestre en biomas antrópicos (Ellis, 2011). Como consecuencia de la intervención antrópica sobre los ecosistemas naturales, tanto el uso de la tierra como las coberturas forestales están experimentando cambios importantes en las áreas tropicales (Wright, 2005; Achard et al., 2002; Gibbs et al., 2010). Allí, las tierras forestales en áreas rurales se deforestan para establecer usos alternativos como ganadería extensiva o agricultura, orientadas a la satisfacción de una creciente demanda doméstica y global por alimentos (Barbier & Burgess, 2001; Lambin et al., 2003; Pearce et al., 2003; DeFries et al., 2010). El cambio en el uso de la tierra constituye, después de la combustión de los combustibles fósiles, la segunda causa antrópica del calentamiento global. A la arraigada práctica de tala y quema de las selvas tropicales se le atribuye

el ~12% de las emisiones anuales de carbono, con respecto al total de emisiones que produjo la quema de combustibles fósiles en el año 2008 (van der Werf et al., 2009). Los análisis de los flujos de carbono por cambios en el uso de la tierra indican que se liberaron 156 Pg ($1 \text{ Pg} = 10^{15}$) toneladas de carbono a la atmósfera en el período 1850-2000; el 60% de esta liberación ocurrió en áreas tropicales (Houghton, 2003). Estudios globales reportan datos sobre la magnitud de la deforestación tropical (Achard et al., 2002; Hansen et al., 2008), así como del efecto de la expansión agrícola sobre los bosques (Gibbs et al., 2010). El análisis de cambios en la cobertura de bosques húmedos tropicales mediante imágenes de satélite, indica que un área anual de $5,8 \pm 1,4$ millones de ha de bosques desaparecieron en el período 1990-1997; además, un área anual de $2,3 \pm 0,7$ millones de ha en bosque se degradaron, probablemente por aprovechamientos forestales selectivos (Achard et al., 2002). Otro estudio, en el que se combinó información de sensores remotos de distinta resolución y una estrategia de muestreo basada en probabilidades, sugiere que 27,2 millones de ha de bosques húmedos se deforestaron en el período 2000-2005 (Hansen et al., 2008). Un estudio más reciente (Gibbs et al., 2010) concluye que la expansión de la agricultura (~629 millones de ha) en el período 1980-2000, ocurrió principalmente en países en desarrollo, con ~55% de la expansión realizada en tierras ocupadas previamente por bosques naturales.

Son varios los efectos ambientales que genera la conversión de bosques tropicales. La deforestación tropical es responsable de la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de la fragmentación de bosques (Debinski y Holt, 2000). La desaparición de los bosques tropicales implica también cambios

en el clima local por modificaciones tanto en el albedo (Bala et al., 2007) como en el intercambio de energía entre la superficie terrestre y la atmósfera; cambios en el ciclo hidrológico, al afectarse el balance de agua superficial y la distribución de la precipitación entre evapotranspiración, escorrentía y flujos por debajo de la superficie (Foley et al., 2005); incremento en la ocurrencia de enfermedades tropicales como la malaria (Conn et al., 2002; Patz et al., 2004; Foley et al., 2005; Vittor et al., 2006); cambios en el clima global por emisiones netas de carbono a la atmósfera (Houghton, 2003; Salmun & Molod, 2006; DeFries et al., 2007; Malhi et al., 2008; Le Quéré et al., 2009; Pongratz et al., 2009).

Esfuerzos domésticos en materia de políticas públicas orientadas a reducir la conversión de los bosques requieren información local consistente y confiable sobre la magnitud de la deforestación. El principal objetivo del trabajo realizado en este marco por la Universidad Nacional, fue cuantificar la magnitud de la deforestación observada en el departamento de Antioquia en el período 1980-2000.

Métodos para la cuantificación de la deforestación en Antioquia

La información de coberturas terrestres para el año 1980 se obtuvo luego de digitalizar en el Laboratorio de Bosques y Cambio Climático de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, más





de 500 planchas temáticas (Orrego, 2009) en formato análogo, escala 1:25.000, proporcionadas por la Secretaría de Agricultura de Antioquia. Esta información de coberturas fue el resultado de la interpretación de fotografías aéreas, e incluyó una leyenda con 185 tipos distintos de coberturas terrestres correspondientes a polígonos con una única o varias coberturas. En el caso de la existencia de varias coberturas en un mismo polígono, se alude a mosaicos en los que la nomenclatura se definió por un criterio de dominancia espacial.

La información de coberturas terrestres para el año 2000 fue el resultado de un convenio interadministrativo entre la Secretaría de Agricultura, el Departamento Administrativo de Planeación y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Aproximadamente 8.000 fotografías aéreas y nueve imágenes de satélite, 8 Landsat 7 ETM+ y una SPOT 5, se usaron para realizar un levantamiento semidetallado de coberturas terrestres en Antioquia, escala 1:25.000. El estudio de coberturas para el año 2000 constituyó una adaptación de la metodología CORINE¹ Land Cover.

¹ Coordination of Information of the Environment

La leyenda abarcó 62 tipos distintos de coberturas terrestres.

La información de coberturas terrestres para los años 1980 y 2000 se homologó en reuniones técnicas realizadas en 2008, a las que asistieron funcionarios adscritos a las distintas corporaciones autónomas regionales, así como a la Secretaría de Agricultura y el Departamento Administrativo de Planeación, funcionarios considerados como expertos calificados debido a su conocimiento exhaustivo tanto del territorio como de las dinámicas de coberturas terrestres en la jurisdicción de la entidad en que laboraban. La homologación fue necesaria para poder realizar comparaciones consistentes de coberturas terrestres, definidas y caracterizadas con metodologías diferentes y correspondientes a dos años distintos.

Luego de la homologación de la información, ésta se agregó en siete tipos distintos de coberturas terrestres: bosque denso (BD), bosque mixto (BM), agricultura (A), pastos (P), plantaciones forestales (PF), vegetación arbustiva (Ar) y otras coberturas (OC). Mientras que el bosque denso corresponde a coberturas forestales dominadas por árboles y con un dosel continuo, la cobertura de bosque mixto incluye áreas de mosaicos en las que los bosques se encuentran mezclados con vegetación leñosa de porte alto o bajo. En la categoría de agricultura, se incluyen tanto cultivos temporales como permanentes. Finalmente, en la categoría otras coberturas, se incluyen áreas urbanas, cuerpos de agua, suelos erosionados, áreas mineras, áreas rocosas, pantanos, áreas de recreación, áreas de explotación de petróleo, y otro tipo de vegetación como la que se encuentra en ecosistemas de páramos.

El área bruta deforestada en Antioquia entre los años 1980 y 2000 se calculó como el área en bosques

que veinte años después se convirtió a los usos alternativos de agricultura, pastos, vegetación arbustiva y otras coberturas. La transición de estos tipos de cobertura a bosque equivale a una recuperación de la cobertura forestal; la magnitud de esta transición se empleó en el ajuste del área bruta y la obtención del área neta deforestada. Finalmente, se calcularon las tasas brutas y netas anuales de deforestación, ambas expresadas en porcentaje.

Resultados y discusión

Las coberturas terrestres en el departamento de Antioquia para los años 1980 y 2000 se presentan en la figura 1. Allí se observa una significativa transición de bosque denso (color verde intenso) a bosque mixto (color verde claro), lo cual sugiere la existencia de significativos e importantes procesos de degradación forestal. Mientras el área cubierta con bosque mixto en 1980 era ~64.000 ha, veinte años después, el área era ~2.200.000 ha (figura 2). En 1980, ~2.042.000 ha correspondían a bosque denso, lo cual se reduce a 347.000 ha en el año 2000; es decir, un pixel cubierto con bosque denso tiene una probabilidad de 0,17 de mantener su cobertura veinte años después. Aunque la matriz principal del paisaje en Antioquia está representada por pastos, el área en esta cobertura se reduce de ~2.655.000 ha a ~2.205.000 ha en el período 1980-2000 (figura 2).

La deforestación total bruta observada en Antioquia en el período 1980-2000 fue de ~380.000 ha, lo que equivale a un promedio anual bruto y neto de 19.000 ha y 14.060 ha, respectivamente. Las tasas anuales bruta y neta de deforestación fueron 0,93% y 0,69%, respectivamente. La tasa bruta anual de deforestación obtenida en Antioquia (0,93%) supera en un factor superior a dos la tasa de deforestación reportada

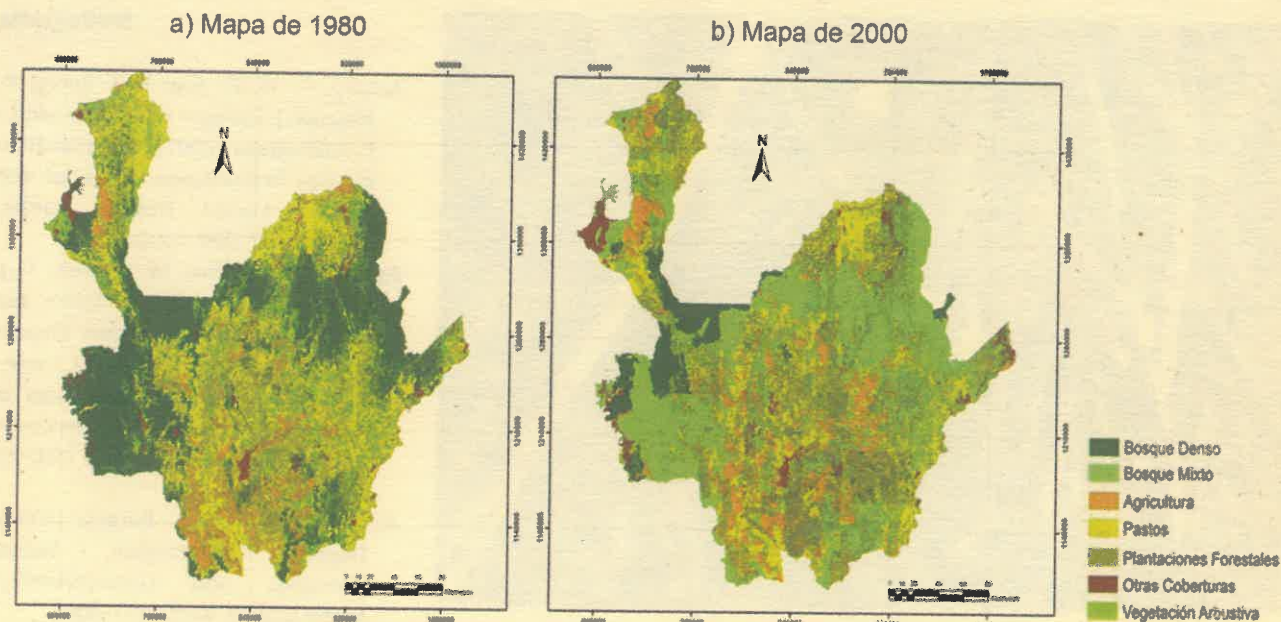


Figura 1. Coberturas terrestres en el departamento de Antioquia: 1980 y 2000.

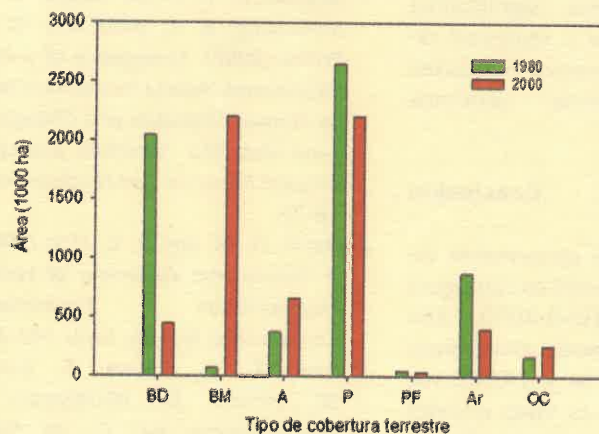
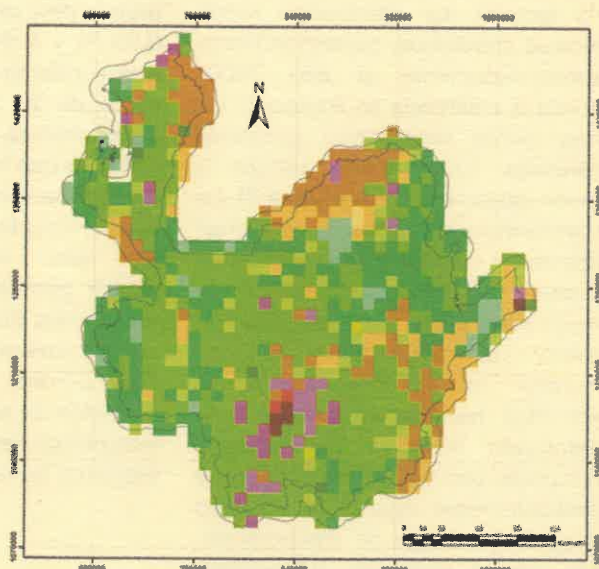


Figura 2. Área (en 1.000 ha) de distintas coberturas terrestres en Antioquia, 1980 y 2000. BD: bosque denso; BM: bosque mixto; A: agricultura; P: pastos; PF: plantaciones forestales; Ar: vegetación arbustiva; OC: otras coberturas.

Figura 3. Biomas antrópicos en Antioquia, correspondientes aproximadamente al año 2000. Los píxeles en color verde intenso y verde aguamarina representan ecosistemas forestales naturales con densidad poblacional 1-10 y < 1 persona/km², respectivamente (Ellis & Ramankutty, 2008). La franja con un mismo ancho alrededor del límite departamental facilitó la extracción completa de biomas antrópicos del archivo original en formato Raster.





para Latinoamérica (0,38%), período 1990-1997 (Achard et al., 2002). Esta tendencia es similar si se compara la tasa neta anual de deforestación obtenida con aquella reportada por Achard et al. (2002): el 0,69% frente al 0,33%.

Los resultados sugieren que en el período 1980-2000, los ecosistemas forestales en Antioquia experimentaron una significativa transformación antrópica. Ello es consistente con el estudio de Ellis & Ramankutty (2008) sobre biomas antrópicos (resolución ~5 arcmin). La información sobre biomas antrópicos, correspondiente aproximadamente al año 2000, revela la existencia en Antioquia de muy pocos ecosistemas forestales naturales (color verde oscuro y verde aguamarina, en la figura 3). La transformación de los ecosistemas forestales naturales en Antioquia podría ser el resultado de la ocurrencia tanto de deforestación como de degradación forestal. Aunque en la degradación, la actividad humana se orienta a la extracción selectiva de especies forestales con valor comercial, muy probablemente algunas de las áreas degradadas luego se deforestarán. Ello genera improntas discernibles

y duraderas en el paisaje, que se manifiestan en una significativa dominancia espacial y temporal de mosaicos de coberturas terrestres con alta influencia antrópica (figura 3).

Conclusión

Un área bruta total aproximada de 380.000 ha se deforestó en Antioquia en el período 1980-2000. Ello equivale a un promedio anual bruto y neto de 19.000 ha y 14.060 ha, respectivamente. Las tasas anuales bruta y neta de deforestación fueron 0,93 % y 0,69%, respectivamente, que corresponden por lo menos al doble de las tasas reportadas para Latinoamérica en el período 1990-1997, lo que revela una significativa transformación antrópica de los ecosistemas forestales en Antioquia. Si esta situación prevalece, podría generar improntas físicas y funcionales duraderas en el paisaje, con consecuencias insospechadas en la pérdida de biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos indispensables para garantizar el bienestar humano.

Bibliografía

- Achard, F.; H. D. Eva; H.-J. Stibig; P. Mayaux; J. Gallego; T. Richards and J.-P. Malingreau (2002). Determination of the Deforestation Rates of the World's Humid Tropical Forests. *Science* 297, 999-1002.
- Bala, G.; K. Caldeira; M. Wickett, T. J. Phillips; D. B. Lobell; C. Delire and A. Mirin (2007). Combined Climate and Carbon-Cycle Effects of Large-Scale Deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(16), 6550-6555.
- Barbier, E. B. and J. C. Burgess (2001). Tropical Deforestation, Tenure Insecurity, and Unsustainability. *Forest Science* 47(4), 497-509.
- Conn, J. E.; R. C. Wilkerson; M. N. Segura; R. T. L. De Souza; C. D. Schlichting; R. A. Wirtz and M. M. Póvoa (2002). Emergence of a New Neotropical Malaria Vector Facilitated by Human Migration and Changes in Land Use. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66(1), 18-22.
- Debinski, D. M. and R. D. Holt (2000). A Survey and Overview of Habitat Fragmentation Experiments. *Conservation Biology* 14(2), 342-355.
- DeFries, R.; F. Achard; S. Brown; M. Herold; D. Murdiyarso; B. Schlamadinger and C. de Souza Jr. (2007). Earth Observations for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in Developing Countries. *Environmental Science & Policy* 10, 385-394.
- DeFries, R. S.; T. Rudel; M. Uriarte and M. Hansen (2010). Deforestation Driven by Urban Population Growth and Agricultural Trade in the Twenty-First Century. *Nature*.
- Ellis, E. C. (2011). Anthropogenic Transformation of the Terrestrial Biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society Serie A* 369, 1010-1035.
- Ellis, E. C. and N. Ramankutty. (2008). Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the

- World. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6(8), 439-447.
- Foley, J. A.; R. DeFries; G. P. Asner; C. Barford; G. Bonan; S. R. Carpenter; F. S. Chapin; M. T. Coe; G. C. Daily; H. K. Gibbs; J. H. Helkowski; T. Holloway; E. A. Howard; C. J. Kucharik; C. Monfreda; J. A. Patz; I. C. Prentice; N. Ramankutty and P. K. Snyder (2005). Global Consequences of Land Use. *Science* 309, 570-574.
- Gibbs, H. K.; A. S. Ruesch; F. Achard; M. C. Clayton; P. Holmgren; N. Ramankutty and J. A. Foley (2010). Tropical Forests were the Primary Sources of New Agricultural Land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(38), 16732-16737.
- Hansen, M. C.; S. V. Stehman; P. V. Potapov; T. R. Loveland; J. R. G. Townshend; R. S. DeFries; K. W. Pittman; B. Arunarwati; F. Stolle; M. K. Steinenger; M. Carroll and C. DiMiceli (2008). Humid Tropical Forest Clearing from 2000 to 2005 Quantified by Using Multitemporal and Multiresolution Remotely Sensed Data. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(27), 9439-9444.
- Houghton, R. A. (2003). Revised Estimates of the Annual Net Flux of Carbon to the Atmosphere from Changes in Land Use and Land Management 1850-2000. *Tellus* 55B, 378-390.
- Lambin, E. F.; H. J. Geist and E. Lepers (2003). Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. *Annual Review of Environmental Resources* 28, 205-241.
- Le Quéré, C.; M. R. Raupach; J. G. Canadell; G. Marland; L. Bopp; P. Ciais; T. J. Conway; S. C. Doney; R. A. Feely; P. Foster; P. Friedlingstein; K. Gurney; R. A. Houghton; J. I. House; C. Huntingford; P. E. Levy; M. R. Lomas; J. Majkut; N. Metzl; J. P. Ometto; G. P. Peters; I. C. Prentice; J. T. Randerson; S. W. Running; J. L. Sarmiento; U. Schuster; S. Sitch; T. Takahashi; N. Vlovy; G. R. v. d. Werf, and F. I. Woodward (2009). Trends in the Sources and Sinks of Carbon Dioxide. *Nature Geoscience* 2, 831-836.
- Malhi, Y.; J. T. Roberts; R. A. Betts; T. J. Killeen; W. Li and C. A. Nobre (2008). Climate Change, Deforestation and the Fate of the Amazon. *Science* 319(11), 169-172.
- Orrego, S. A. (2009). Economic Modeling of Tropical Deforestation in Antioquia (Colombia), 1980-2000: An Analysis at a Semi-Fine Scale with Spatially Explicit Data. PhD Dissertation, Oregon State University. 137 p.
- Patz, J. A., P. Daszak, G. M. Tabor, A. A. Aguirre, M. Pearl, J. Epstein, N. D. Wolfe, A. M. Kilpatrick, J. Foufopoulos, D. Molyneux and D. J. Bradley. (2004). "Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence." *Environmental Health Perspectives* 112(10): 1092-1098.
- Pearce, D., F. E. Putz, and J. K. Vanclay. (2003). "Sustainable Forestry in the Tropics: Panacea or Folly?" *Forest Ecology and Management* 172-, 229-247.
- Pongratz, J.; C. H. Reick; T. Raddatz and M. Claussen (2009). Effects of Anthropogenic Land Cover Change on the Carbon Cycle of the Last Millennium. *Global Biogeochemical Cycles* 23, 1-13.
- Salmun, H. and A. Molod (2006). Progress in Modeling the Impact of Land Cover Change on the Global Climate. *Progress in Physical Geography* 30(6), 737-749.
- Van der Werf, G. R.; D. C. Morton; R. S. DeFries; J. G. J. Olivier; P. S. Kasibhatla; R. B. Jackson; G. J. Collatz and J. T. Randerson (2009). CO₂ Emissions from Forest Loss. *Nature Geoscience* 2, 737-738.
- Vittor, A. Y.; R. H. Gilman; J. Tielsch; G. Glass; T. Shields; W. S. Lozano; V. Pinedo-Cancino and J. A. Patz (2006). The Effect of Deforestation on the Human-Biting Rate of *Anopheles darlingi*, the Primary Vector of Falciparum Malaria in the Peruvian Amazon. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 74(1), 3-11.
- Wright, S. J. (2005). Tropical Forests in a Changing Environment. *Trends in Ecology and Evolution* 20(10), 553-560.