

**Redes de  
investigación y  
cambio global:  
el caso del  
Observatorio  
Pantropical de  
Bosques**

### *Esteban Álvarez Dávila*

Escuela de Ciencias Agropecuarias y del Medio Ambiente, UNAD Bogotá.

Correo electrónico: esteban.alvarez@unad.edu.co

### *Diego Rosendo Chamorro*

Escuela de Ciencias Agropecuarias y del Medio Ambiente, UNAD, Medellín.

Correo electrónico: diego.chamorro@unad.edu.co

### *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*

## Resumen

El desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha promovido la creación de “redes globales de investigación” como una alternativa importante para generar nuevo conocimiento y formar investigadores. En esta presentación, hacemos una síntesis del Observatorio Pantropical de Bosques (OPB), que empezó actividades hace tres lustros con el objetivo de reunir investigadores de todo el mundo interesados en el monitoreo de los bosques tropicales en relación con el cambio climático. Actualmente, el número de instituciones e investigadores participantes se ha multiplicado por diez y desarrolla actividades en todas las regiones tropicales (Asia, África, América, Oceanía). Adicionalmente, la red ha ayudado a formar al más alto nivel a un centenar de estudiantes de los países tropicales. Otros logros incluyen la publicación de decenas de artículos científicos en las revistas con más alto factor de impacto, la consecución de fondos de investigación con donantes de todo el mundo, el apoyo al diseño y la aplicación de políticas para la conservación de los bosques tropicales, la adaptación al cambio climático y la conformación de alianzas interinstitucionales que han fortalecido a muchas entidades académicas de países en desarrollo. En pocas palabras, el OPB se puede considerar como un esfuerzo exitoso de educación a distancia, a pesar de no tener esta denominación. Entre las razones del éxito de la OPB, se pueden mencionar: 1) preguntas de investigación concretas que solo se podrían responder mediante un trabajo conjunto y coordinado de muchos investigadores e instituciones. 2) Una plataforma para el manejo de la información accesible y abierta a todos los participantes. 3) Políticas claras para el manejo y uso de la información. 4) Actitud de respeto y de reconocimiento por la labor de todas las instituciones e investigadores participantes. Finalmente, discutimos la importancia de la OPB para las actividades de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en Colombia.

## Introducción

Los avances en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) proporcionan nuevas oportunidades de conectividad para investigadores y formadores, transformando la naturaleza y la forma en que se genera y transmite el conocimiento; e incluso modificando la estructura de las instituciones que normalmente han sido responsables de estos procesos (Harden, 2013). Las actuales TIC permiten crear redes que integran iniciativas locales o regionales, y que alcanzan, en muchos casos, a tener un interés global dependiendo del tema que abordan y de las soluciones que proponen (Vargas-Hernández, 2009). En particular, la crisis ambiental ha sido el foco de la formación de redes de conocimiento que mejoran notablemente la comunicación entre los científicos y la comprensión de los tomadores de decisiones en todas las escalas (Feldman, 2013; Rennkamp et al., 2015). Redes que atienden problemáticas como el acceso al agua potable ([www.thewaternetwork.com](http://www.thewaternetwork.com)) o el cambio climático (Climate Action Network, [www.climatenetwork.org](http://www.climatenetwork.org)) son ejemplos de cómo se puede trabajar desde lo local a lo global.

Si bien se han hecho esfuerzos conceptuales para diferenciar los tipos de redes que se pueden crear a través de las TIC (de conocimiento, de información, etc.), en este trabajo adoptamos la definición de red de conocimiento (RC) como un “grupo interdisciplinario de personas e instituciones que investigan para mejorar la calidad del trabajo científico y académico, mediante el libre flujo y uso

conjunto de la información, con el objetivo de proponer soluciones a problemas que afectan a la sociedad” (Bruun et al., 2005).

Nuestro interés es presentar una descripción del Observatorio Pantropical de Bosques (OPB), una red global de investigación que empezó a comienzos del siglo XXI, enfocada en la Amazonia, y que actualmente agrupa a cientos de investigadores de cinco continentes interesados en el futuro de los bosques tropicales a escala global, en las personas que los habitan y en su importante papel para la adaptación y mitigación al cambio climático. El OPB desarrolla actividades en Colombia desde 2002 mediante la colaboración con diferentes instituciones, incluyendo a la UNAD.

### ¿Por qué es importante un Observatorio Pantropical de Bosques?

Los bosques tropicales (BT) son los ecosistemas con mayor biodiversidad del planeta que juegan además un papel clave en su biogeoquímica. Por ejemplo, su importancia en el ciclo global del carbono y el agua los convierte tanto en parte del problema como de la solución a los impactos del cambio climático global (Lewis, 2006; Aragao et al., 2014). La deforestación de los BT contribuye de manera significativa a las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) (ca. 20 %), pero los que se conservan secuestran inmensas cantidades de CO<sub>2</sub> atmosférico; en el caso particular de los bosques de la cuenca del río Amazonia (5.3 millones de km<sup>2</sup>), se estima que funcionan como un sumidero de

carbono equivalente a las emisiones de toda la comunidad económica europea (Phillips et al., 1998).

A pesar de la importancia de este bioma, hasta hace unas décadas no existían esfuerzos por entender el papel de los bosques tropicales a escala global. No obstante, las investigaciones realizadas a finales del siglo pasado mostraron que los BT aparentemente no perturbados, alejados de áreas de deforestación u otras influencias humanas significativas, estaban experimentando cambios inesperados. El monitoreo a largo plazo con base en parcelas permanentes de vegetación indicaba que las poblaciones de árboles experimentaron mayores tasas de mortalidad y reclutamiento en la última parte del siglo pasado (Phillips y Gentry, 1994). Estas parcelas también mostraron que el área basal y la biomasa de los bosques maduros aumentaron durante el mismo periodo secuestrando cantidades significativas a escala global de CO<sub>2</sub> atmosférico, como se mencionó antes (Phillips et al., 1998). Estos resultados llamaron la atención de la comunidad científica y generaron un gran debate tanto a nivel académico como político; por un lado, dichos resultados contradecían la visión científica que se tenía sobre los bosques tropicales, mientras que, por otro, insinuaban la necesidad de detener la deforestación como una contribución significativa para reducir las emisiones de gases efecto invernadero y mitigar el cambio climático global. Este debate mostró la necesidad de adelantar esfuerzos de monitorear los bosques tropicales para precisar su papel en la crisis ambiental global.

## Los inicios del Observatorio Pantropical de Bosques

El OPB empezó en 2001, como la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor), que se estableció como parte de Carbonsink —una contribución europea al experimento de gran escala de la atmósfera en el Amazonas (The Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia, LBA) (Malhi et al., 2002). El experimento LBA fue una iniciativa de investigación internacional realizada entre 1995 y 2005 y dirigida por Brasil que abarcaba varias disciplinas científicas, incluyendo dinámica del carbono, química de la atmósfera, cambios en la cobertura y los usos del suelo, así como en las dimensiones humanas de estos cambios. Uno de los componentes del experimento (LBA-ECO) se centraba en la pregunta (Avisar et al., 2002): “¿Cómo influyen la deforestación, regeneración y la tala selectiva en el almacenamiento de carbono, la dinámica de nutrientes y las emisiones de gases efecto invernadero en el usos sostenible de la Amazonia?”.

El LBA fue el programa científico internacional más grande jamás enfocado en el Amazonas. Su objetivo era aumentar la comprensión del papel de la Amazonia en el cambio ambiental global. Las actividades científicas de LBA tuvieron su apogeo en los años 1998-2005. Durante esta primera e intensa fase de su existencia, el LBA fue un programa internacional cofinanciado principalmente por el gobierno brasileño, la Administración Nacional del Espacio Aeronáutico de Estados Unidos (NASA) y la Unión Europea. Sus actividades científicas re-

quirieron la construcción de una extensa infraestructura en numerosos lugares a lo largo del Amazonas, incluyendo torres altas, laboratorios y campamentos. Después de 2004, el LBA continuó como un programa nacional controlado por el gobierno, en el cual los científicos no brasileños participaron en una forma más limitada y solo en una invitación formal e individualizada (<http://lba.cptec.inpe.br/lba/>).

En este contexto, investigadores del Reino Unido, en asocio con investigadores e instituciones de Latinoamérica, conformaron Rainfor como una contribución al monitoreo de los bosques amazónicos en el contexto del cambio climático. El esfuerzo inicial de Rainfor se centró en juntar los esfuerzos de ecólogos forestales amazónicos que venían trabajando de manera aislada en la recolección de información a partir de “parcelas permanentes para el monitoreo de la vegetación”. Estas parcelas son porciones de selva (generalmente de una hectárea) donde se marcan los árboles grandes (con diámetro  $\geq 10$  cm) para hacer un seguimiento de su ciclo de vida recolectando datos de crecimiento, supervivencia y mortalidad. Las características de Rainfor fueron presentadas en un artículo escrito por Malhi et al. (2002), que incluía: (1) los objetivos de la red; (2) una descripción del ambiente de la Amazonia; (3) aspectos relacionados con la protección de los derechos de los recopiladores de datos de campo; (4) descripción de los protocolos de muestreo de campo; (5) problemas metodológicos potenciales en la selección de sitios y muestreos de campo; (6) enfoques para cuantificar la cobertura espacial y ambiental de los sitios de campo, y (7) pre-

sentación de algunos resultados preliminares. Fundamentalmente, Rainfor tenía una gran pregunta para responder: “A escala global, ¿los bosques tropicales son sumidero o fuentes de CO<sub>2</sub>?”, esta pregunta dirigió todas las actividades de la red desde sus inicios.

Desde 2001, Rainfor tuvo el apoyo de instituciones, como el Instituto Max-Planck de Biogeoquímica de Alemania (coordinación y trabajo de campo 2002-2004), la National Geographic Society (US) y la Royal Society (Reino Unido) (Perú 2001-2003). En 2008, Rainfor recibió un apoyo importante de la iniciativa Andes/Amazonia de la Fundación Gordon y Betty Moore, también ha recibido financiamiento de agencias en el Reino Unido (NERC: el consorcio Amazonica), la Unión Europea y América del Sur. La Unión Europea apoyó el entrenamiento en 2004-2006 (Pan-Amazonia) y el trabajo de campo de 2011-2014 (GeoCarbon), e incluso el apoyo en Colombia de Colciencias (2011-2013) (<http://www.rainfor.org/es/proyecto/sobre-rainfor>).

Posteriormente, Rainfor se unió a otras redes de monitoreo, por ejemplo en África (AfriTRON), y a nivel mundial (ForestPlots.net, TROBIT, GEM) para estandarizar protocolos y avanzar en el entendimiento de las respuestas del bosque a los cambios globales, conformando lo que actualmente se conoce como el OPB. De aquí en adelante OPB se refiere básicamente a las actividades de Rainfor extendidas a escala pantropical (figura 1A).

## La plataforma informática del Observatorio Pantropical de Bosques

El OPB se soporta en una base de datos ([www.forestplots.net](http://www.forestplots.net)) desarrollada para proporcionar un entorno en línea seguro para los datos de las parcelas forestales de monitoreo a largo plazo de investigadores de todo el mundo que trabajan en redes internacionales como RAINFOR, AFRITRON y TROBIT. *Forestplots.net* fue desarrollada principalmente para almacenar información sobre bosques tropicales prístinos. Sin embargo, actualmente se encuentran datos de otros ecosistemas como sabanas y bosques secundarios. Los objetivos de la base de datos son: a) permitir a los participantes de la red acceder y gestionar sus datos en línea en un entorno seguro, b) integrar y estandarizar los datos de las parcelas forestales, c) promover el intercambio de datos entre la comunidad científica y d) Acceso a datos de inventarios forestales disponibles públi-

camente. Características detalladas de la plataforma se pueden encontrar en López-Gonzales et al. (2011, 2012).

ForestPlots.net incorpora una biblioteca de consultas para producir resultados de la biomasa, área basal y productividad de cada parcela, y proporciona a los investigadores información instantánea sobre el estado de sus parcelas (López-Gonzales et al., 2012). La base de datos ha demostrado ser una herramienta útil para comprender el papel de los bosques tropicales en la dinámica del ciclo global del carbono y su respuesta a los diversos cambios ambientales que afectan a los bosques tropicales (Malhi y Phillips, 2004). Las publicaciones de la década pasada que usaron datos de las parcelas a largo plazo mostraron un incremento importante a escala global en el almacenamiento de carbono por los bosques pantropicales (Lewis et al., 2009), pero que era altamente vulnerable al cambio climático (Phillips et al., 2009).

**Figura 1.** (A) Los íconos rojos y amarillos muestran la localización de las parcelas permanentes de monitoreo de la vegetación que se administran en el Observatorio Pantropical de Bosques. (B) Ejemplo de la entrada a los datos almacenados, para el caso de Colombia



**FORESTPLOTS.NET** Esteban Álvarez Logout **B**

**PLOTS**

Filter  Continent  Country  FILTER

My Plots  NO. OF ROWS

Plot Code	Plot Name	Country	Continent	No. of Plot Censuses
AMA-02	El Amargal 2	COLOMBIA	South America	3
BES-01	Besoles-01	COLOMBIA	South America	4
BET-01	Betulia	COLOMBIA	South America	2
BET-02	Betulia 02	COLOMBIA	South America	2
DIV-01	El Diviso	COLOMBIA	South America	2
ECE-01	El Ceibal	COLOMBIA	South America	5
ECE-02	El Ceibal II	COLOMBIA	South America	5
ELM-01	El Amargal	COLOMBIA	South America	1

Fuente. <http://www.forestplots.net/>

Esta vulnerabilidad fue evidenciada en otras publicaciones recientes que muestran cómo, por efecto de las sequías cada vez más intensas y frecuentes en los trópicos, pero particularmente en Suramérica, el sumidero de carbono se viene reduciendo (Brienen et al., 2015; Feldpausch et al., 2016). Otro descubrimiento clave sobre la base de Forestplot.net que muestra el inmenso valor de conservar los bosques tropicales es que la absorción neta de carbono por los bosques maduros de la Amazonia supera actualmente las emisiones de combustibles fósiles de todas las naciones de Sudamérica (Phillips y Brienen, 2017); estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la implementación de las políticas climáticas globales que promueven la conservación del bosque tropical y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que lo habitan.

## Cooperación interinstitucional y productos de formación del OPB

La red tiene como uno de sus objetivos importantes la formación de nuevas generaciones de investigadores que pueden contribuir al conocimiento y la conservación de los bosques tropicales. Se hace un especial énfasis en la formación de jóvenes investigadores, botánicos y técnicos de campo en los países en vías de desarrollo donde trabajan, que ofrecen interacciones y oportunidades que, de modo contrario, estarían fuera de su alcance (<http://www.rainfor.org/es/proyecto/formacion>).

Actualmente, el OPB tiene relaciones de cooperación con cerca de 200 investigadores en 97 instituciones de todo el mundo. Estas instituciones se encuentran localizadas en África (instituciones en 7 países), Asia (14 en 4 países), Australia (1), Europa continental (15 en 4 países), Reino Unido (10 en 3 países), Norteamé-

rica (14 en 2 países) y Suramérica (36 en 9 países). Esta participación masiva ha propiciado la formación de investigadores al más alto nivel y, aunque no se tienen cifras completas, el ejemplo del esfuerzo de formación desplegado por la Universidad de Leeds en el Reino Unido es diciente; allí se han formado 21 doctorados, 9 posdoctorados, 3 magíster. Como otro de los productos importantes de la red, se han publicado cerca de 225 artículos científicos, la mayor parte de ellos en revistas de alto impacto. Un 25 % de estos artículos han sido liderados por investigadores de Latinoamérica y en un 80 % han participado como coautores (<http://www.rainfor.org>).

En Colombia, Rainfor trabaja desde 2004 con investigadores que actualmente se encuentran en instituciones como la Universidad Nacional, la Universidad Tecnológica del Chocó, la Universidad del Tolima, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, la Fundación Convida de Medellín y la Corporación ColTree, entre otras. A través principalmente de la Red de Monitoreo del Bosques en Colombia (Red ColTree) (Álvarez et al., 2006, 2012a, 2017), el OPB ha contribuido a la formación de estudiantes a nivel de pregrado (50), maestría (10) y doctorado (5) (Álvarez, 2015). Otro aspecto importante del OPB es que ha contribuido a que los países tropicales cumplan con los compromisos consignados en los acuerdos internacionales para mitigar el cambio climático y en la implementación de los programas REDD+ nacionales (Álvarez et al., 2012b).

## Conclusiones y recomendaciones: importancia para los procesos de educación a distancia en Colombia

La experiencia del OPB es un ejemplo exitoso de cómo las RC permiten que cientos de investigadores e instituciones ampliamente distanciadas geográficamente trabajen conjuntamente para generar conocimiento, capacitar y fomentar la gobernanza ambiental en un área temática donde existía previamente un gran vacío a nivel nacional, regional y global. Previo a los inicios de LBA, y en particular de las actividades de Rainfor, la importancia de los bosques de Amazonia en el contexto del cambio climático global era relativamente desconocida. A finales del siglo pasado, la mayor parte del conocimiento que se tenía de los bosques tropicales provenía de Asia y de África. Actualmente, a pesar de que existen todavía muchos vacíos, es posible afirmar que gracias al esfuerzo de redes como el OPB, hemos avanzado significativamente en el conocimiento de la estructura y el funcionamiento de los bosques tropicales, especialmente los de Suramérica.

Adicionalmente, el OPB es un ejemplo de cómo el éxito de una RC requiere una comunicación continua entre sus integrantes por medio de plataformas informáticas que permiten integrar, depurar y usar los datos de manera continua; disponibles adicionalmente para la comunicación entre múltiples sectores (Sarewitz y Pielke, 2006). En relación con el cambio ambiental global, una pregunta clave es de qué manera las redes pue-



den promover activamente la gobernanza ambiental a escala local; la respuesta se encuentra posiblemente en el mejoramiento de la capacidad de las redes para formar nuevas generaciones de investigadores y capacitar a las comunidades locales (McNie et al., 2007). En este sentido, las entidades que se dedican a la educación a distancia tienen un papel preponderante a escala mundial, pero especialmente en los países tropicales en desarrollo. El caso de Colombia es interesante; la mayor parte de los bosques del país se encuentran en territorios colectivos de minorías étnicas, cuya población se encuentra alejada de los centros urbanos donde se encuentran las instituciones de formación que requieren la presencia de los usuarios. En este caso, los productos del OPB son una evidencia de una RC que puede funcionar como una herramienta eficiente de educación a distancia. Considerando la cobertura geográfica de la UNAD en Colombia, que abarca gran parte de los territorios colectivos y de las áreas boscosas del país, se espera que la coordinación de actividades con el OPB produzca resultados significativos a corto plazo en términos de la generación de conocimiento, de la formación de investigadores locales y, finalmente, en la gobernanza forestal de las comunidades.

## Referencias bibliográficas

- Aragão LEOC, Poulter B, Barlow JB, Anderson LO, Malhi Y, Saatchi S, Phillips OL & Gloor E. 2014. Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. *Biological Reviews* 89 (14647931):913–931. doi: 10.1111/brv.12088.
- Álvarez, E., A. Cogollo, O. Melo, E. Rojas, D. Sánchez, O. Velásquez, E. Jiménez, D. Benítez, C. Velásquez, M. Serna, J. Pérez, W. Devia. 2007. Monitoreo de los Andes Colombianos (2.000-3.000 msnm) a través del establecimiento de parcelas permanentes. En: Armenteras, D.A. & Rodríguez, N. (eds): *Monitoreo de los ecosistemas andino 1985-2005: síntesis y perspectivas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá DC, Colombia. 174 p. ISBN 978-958-8343-12-9.
- Álvarez, E., Mendoza, I., Pacheco, M., Restrepo, Z., Benítez, D., Gutiérrez, T. D., ... & Zarza, E. 2012a. ¿ Por qué implementar estudios de largo plazo en el bosque seco tropical del Caribe colombiano?. *Intropica*, 7, 97-113.
- Alvarez, E., Duque, A., Saldarriaga, J., Cabrera, K., de Las Salas, G., del Valle, I., ... & Rodríguez, L. 2012b. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*, 267, 297-308.
- Alvarez-Dávila, E. 2015. *Informe final para Colciencias del proyecto "Dinámica del bosque tropical en un gradiente ambiental complejo en Colombia"*. Convenio entre la Universidad de Leeds, Colciencias y Jardín Botánico de Medellín. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Esteban\\_Alvarez\\_Davila](https://www.researchgate.net/profile/Esteban_Alvarez_Davila)
- Álvarez-Dávila E, Cayuela L, González-Caro S, Aldana AM, Stevenson PR, Phillips O, et al. 2017. Forest biomass density across large climate gradients in northern South America is related to water availability but not with temperature. *PLOS ONE* 12 (3):e0171072. doi:10.1371/journal.pone.0171072.
- Avissar, R., Silva Dias, P. L., Silva Dias, M. A., & Nobre, C. (2002). *The Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA): Insights and future research needs*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 107(D20).
- Brienen RJW, Phillips OL, Feldpausch TR, Gloor E, Baker TR, Lloyd J, Lopez-Gonzalez G, Monteagudo-Mendoza A, Malhi Y, Lewis SL, Vásquez Martínez R, Alexiades M, Álvarez

- Dávila E, et al. 2015. Long-term decline of the Amazon carbon sink. *Nature* 519 (7543): 344-348. doi:10.1038/nature14283
- Bruun, H., Langlais, R., & Janasik, N. (2005). Knowledge networking: A conceptual framework and typology. *VEST*, 18(3-4), 73-104.
- Feldman, D. L. 2013 *Environmental knowledge networks as governance innovation: Global-local interaction and performance. Departments of Planning, Policy, and Design and Political Science*, University of California, Irvine. De internet: <https://www.pdx.edu/cps/sites/www.pdx.edu.cps/files/Feldman,%20David.pdf>
- Feldpausch TR, Phillips OL, Brien RJW, Gloor E, Lloyd J, Lopez-Gonzalez G, Monteagudo-Mendoza A, Malhi Y, Alarcón A, Álvarez Dávila E, et al. 2016. *Amazon forest response to repeated droughts. Global Biogeochemical Cycles*. doi:10.1002/2015gb005133
- Harden, N. 2013. The end of the university as we know it. *The American Interest*, 8(3), 54-62.
- Jacobs, Katherine. 2006. *Connecting Science, Policy, and Decision-Making – A Handbook for Researchers and Science Agencies*. Boulder, CO: Office of Global Programs, NOAA. Local Action for Biodiversity - An ICLEI Initiative. <http://www.iclei.org/index.php?id=6238>
- Lewis, S.L. 2006) Tropical forests and the changing earth system. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 361:195–210.
- Lopez-Gonzalez, G., Burkitt, M., Lewis, S. L., & Phillips, O. L. (2012). Forest-Plots. net—managing permanent plot information across the tropics. Dengler, J., et al. (Eds.): *Vegetation databases for the 21st century.— Biodiversity & Ecology*, 4, 95-103.
- Lopez-Gonzalez, G., Lewis, S. L., Burkitt, M., & Phillips, O. L. (2011). ForestPlots. net: a web application and research tool to manage and analyse tropical forest plot data. *Journal of Vegetation Science*, 22(4), 610-613.
- Malhi, Y., Phillips, O. L., Lloyd, J., Baker, T., Wright, J., Almeida, S., ... & Killeen, T. 2002. An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *Journal of Vegetation Science*, 13(3), 439-450.
- Malhi Y & Phillips OL. 2004. Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 359 (1443):549-555. doi:10.1098/rstb.2003.1449.
- McNie, E., R. Pielke Jr., and D. Sarewitz, 2007: *Climate Science Policy: Lessons from the RISAs*, 2005 SPARC Reconciling Supply and Demand Workshop, August 15-17, 2005, EastWest Center Honolulu, Hawaii. *SPARC, Boulder, CO*, 110 pp. [http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/risa/workshop\\_report.html](http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/risa/workshop_report.html)
- Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brien R. 2009b. *RAINFOR field manual for plot establishment and remeasurement*. Disponible en: [http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/manuals/RAINFOR\\_field\\_manual\\_version\\_June\\_2009\\_ENG.pdf](http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/manuals/RAINFOR_field_manual_version_June_2009_ENG.pdf)
- Phillips, O.L., Gentry, A.H. 1994. *Increasing turnover through time in tropical forests. Science* 263:954–58
- Phillips, O.L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W.F., Nunez, P.V., Vasquez, R.M, Laurance, S.G., Ferreira, L.V., Stern, M., et al. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plots. *Science* 282:439-442.
- Phillips OL, Aragão LEOC, Lewis SL, Fisher JB, Lloyd J, López-González G, Malhi Y, Monteagudo A, .....Alvarez Dávila E., et al. 2009. Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science* 323 (5919):1344-1347. doi:10.1126/science.1164033.
- Phillips OL & Brien RJW. 2017. Carbon uptake by mature Amazon forests has mitigated Amazon nations' carbon emissions. *Carbon Balance and Management* 12 (1). doi:10.1186/s13021-016-0069-2
- Rennkamp, B and Boule, M. 2015. Novel shapes of South-South collaboration: Emerging knowledge networks on co-benefits of climate

and development policies. *MAPS Working Paper* No.30. Cape Town: MAPS Programme

Sarewitz, Daniel and R. A. Pielke, Jr. 2007.  
—The Neglected Heart of Science Policy:  
Reconciling Supply of and Demand for  
Science, *Environmental Science & Policy* 10  
(1): 5-16.

Vargas-Hernández, J. G. 2009. Redes globales  
emergentes. *Redes*, 13(2), 199-221.

M E M O R I A S



DESAFÍOS DE  
LA UNIVERSIDAD  
EN LA GLOBALIDAD