

## Bibliografía

- Arino, O., Blicheron, P., Achard, F., Latham, J., Witt, R. & Weber, J.L. 2008. The most detailed portrait of Earth. *ESA Bulletin* (European Space Agency), 136: 24–31.
- Asner, G. P. 2001. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. *Environmental Studies*, 22(18), 3855–3862. DOI:10.1080/01431160010006926.
- Avissar, R. & Werth, D. 2005. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation. *J. Hydrometeorology*, 6(2): 134–145. DOI: 10.1175/JHM406.1.
- Baatz, M. & Schape, A. 2000. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In J. Strobl, T. Blaschke & G. Griesebner, eds. *Angewandte geographische informations-verarbeitung XII*. Karlsruhe, Germany, Wichmann Verlag, pp. 12– 23.
- Bartolev, S. 2012. Unpublished data on accuracy of FRA RSS land cover classification compared to high spatial resolution satellite imagery.
- Beuchle, R., Eva, H.D., Stibig, H.-J., Bodart, C., Brink, A., Mayaux, P., Johansson, D., Achard, F. & Belward, A. 2011. A satellite data set for tropical forest change assessment, *Int. J. Remote Sens.* DOI: 10.1080/01431161.2011.611186.
- Bodart, C., Eva, H.D., Beuchle, R., Raši, R., Simonetti, D., Stibig, H.-J., Brink, A., Lindquist, E. & Achard, F. 2011. Pre-processing of a sample of multi-scene and multi-date Landsat imagery used to monitor forest cover changes over the tropics. *ISPRS J. Photogram. Remote Sens.* 66: 555–563.
- Broich, M., Hansen, M.C., Potapov, P., Adusei, B., Lindquist, E. & Stehman, S.V. 2011. Time-series analysis of multi-resolution optical imagery for quantifying forest cover loss in Sumatra and Kalimantan, Indonesia. *Int. J. Appl. Earth Obs. and Geoinformation*, 13(2): 277–291. DOI: 10.1016/j.jag.2010.11.004.
- Broich, M., Stehman, S.V., Hansen, M.C., Potapov, P. & Shimabukuro, Y.E. 2009. A comparison of sampling designs for estimating deforestation from Landsat imagery: a case study of the Brazilian Legal Amazon. *Remote Sens. Environment*, 113(11): 2448–2454. DOI: 10.1016/j.rse.2009.07.011.
- Carroll, M.L., Townshend, J.R., DiMiceli, C.M., Noojipady, P. & Sohlberg, R. 2009. A new global raster water mask at 250 m resolution. *Int. J. Digital Earth*, 2(4): 291–308. DOI: 10.1080/17538940902951401.
- Czaplewski, R. 2002. *FRA 2000: On sampling for estimating global tropical deforestation*. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 60, Rome, FAO.
- Desclée, B., Bogaert, P., Defourny, P. 2006. Forest change detection by statistical object-based method. *Remote Sens. Environment*, 102: 1–11.
- Duveiller, G., Defourny, P., Desclée, B. & Mayaux, P. 2008. Deforestation in Central Africa – estimates at regional national and landscape levels by advanced processing of systematically distributed Landsat extracts. *Remote Sens. Environment*, 112: 1969–1981.
- Eva H., Carboni S., Achard F., Stach N., Durieux L., Faure J-F. & Mollicone D. 2010. Monitoring forest areas from continental to territorial levels using a sample of medium spatial resolution satellite imagery. *ISPRS J. Photogram. Remote Sens.*, 65: 191–197.
- FAO. 2001. *Global forest resources assessment 2000*, Main report, FAO Forestry Paper 140. Rome.
- FAO. 2010. *Global forest resources assessment 2010*, Main report, FAO Forestry Paper 163. Rome.
- FAO. 2012. Global ecological zones for FAO forest reporting: 2010 Update. FRA working paper 179. Rome.

- Feddema, J.J., Oleson, K.W., Bonan, G.B., Mearns, L.O., Buja, L.E., Meehl, G.A. & Washington, W.M. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754): 1674–8. DOI: 10.1126/science.1118160.
- Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M., Holmgren, P., Ramankutty, N. & Foley J.A. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 107: 16732–16737.
- Gillis, M.D., Omule, A.Y. & Brierley, T. 2005. Monitoring Canada's forests: the national forest inventory. *Forestry*, 81.
- Gutman, G., Byrnes, R., Masek, J., Covington, S., Justice, C., Franks, S. & Kurtz, R. 2008. Towards monitoring land cover and land use changes at a global scale: the global land survey 2005. *Photogram. Eng. and Remote Sens.*, 74: 6–10.
- Hansen, M.C., DeFries, R.S., Townshend, J.R.G., Carroll, M., Dimiceli, C. & Sohlberg, R.A. 2003. Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: first results of the MODIS Vegetation Continuous Fields algorithm. *Earth Interactions*, 7(10).
- Hansen, M.C., Roy, D., Lindquist, E., Adusei, B., Justice, C. & Altstatt, A. 2008. A method for integrating MODIS and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo Basin. *Remote Sens. of Environment*, 112: 2495–2513.
- Hoffhine, E. & Sader, S.A. 2002. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sens. Env.*, 80, 385–396.
- Homer, C., Huang, C., Yang, L., Wylie, B. & Coan, M. 2004. Development of a 2001 national land-cover database for the United States. *Photogram. Eng. and Remote Sens.*, 70(7): 829–840.
- Horler, D.N.H., & Ahern, F.J. 1986. Forestry information content of Thematic Mapper data. *Int. J. Remote Sens.*, 7(3): 405–428. DOI: 10.1080/01431168608954695.
- JRC. 2010. P. Kennedy, ed., *Science for the environment*, Luxembourg, Joint Research Centre (available at <http://ies.jrc.ec.europa.eu/>).
- Ju, J. & Roy D.P. 2008. The availability of cloud-free Landsat ETM+ data over the conterminous United States and globally. *Remote Sens. Env.*, 112(3): 1196–1211. DOI: 10.1016/j.rse.2007.08.011.
- Kuemmerle, T., Olofsson, P., Chaskovskyy, O., Baumann, M., Ostapowicz, K., Woodcock, C.E., Houghton, R.A., Hostert, P., Keeton, W.S. & Radeloff, V.C. 2011. Post-Soviet farmland abandonment, forest recovery, and carbon sequestration in western Ukraine. *Global Change Biology*, 17(3), 1335–1349. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02333.x.
- Kurz, W.A. 2010. An ecosystem context for global gross forest cover loss estimates. *Proc. Nat. Acad. Sc. USA*, 107(20): 9025–6. DOI:10.1073/pnas.1004508107.
- Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G. & Folke, C. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Env. Change*, 11(4): 261–269. DOI: 10.1016/S0959-3780(01)00007-3.
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3465–72. DOI: 10.1073/pnas.1100480108.
- Lindquist, E.J., D'Annunzio, R., MacDicken, K., Hansen, M.C., Bodart, C., Raši, R., Achard, F. & Gerrand, A. Submitted. Object-based land cover and land use classification for a global systematic sample of Landsat from 1990–2000–2005: the FAO methods for the FRA-2010 Remote Sensing Survey. Submitted to IEEE JSTARS, 2012.
- Liu, M., & Tian, H. 2010. China's land cover and land use change from 1700 to 2005: Estimations from high-resolution satellite data and historical archives. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(3). DOI:10.1029/2009GB003687.
- Matthews, E. 2001. *Understanding the FRA 2000*, World Resources Institute Forest Briefing No. 1 (available at <http://pdf.wri.org/fra2000.pdf>).
- Mayaux P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H.D., Stibig, H.-J. & Branthomme, A. 2005. Tropical forest cover change in the 1990's and options for future monitoring. *Phil. Trans. B*, 360: 373–384.

- Pan Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S. & Hayes, D. 2011. Large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333: 988–993.
- Paustian, K., Ravindranath, N.H. & van Amstel, A. 2006. Forest land. In H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe, eds. *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*, Volume 4. Hayama, Japan, Institute for Global Environmental Strategies (also available at [www.ipcc-nggip.iges.or.jp](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp)).
- Picquelle, S.J. & Mier, K.L. 2011. A practical guide to statistical methods for comparing means from two-stage sampling. *Fisheries Research* 107(1–3): 1–13. DOI: 10.1016/j.fishres.2010.09.009.
- Potapov, P., Hansen, M., Stehman, S., Loveland, T., & Pittman, K. 2008. Combining MODIS and Landsat imagery to estimate and map boreal forest cover loss. *Remote Sens. Env.*, 112(9): 3708–3719. DOI:10.1016/j.rse.2008.05.006.
- Potapov, P., Hansen, M.C., Gerrand, A.M., Lindquist, E.J., Pittman, K., Turubanova, S. & Loyche-Wilkie, M. 2010. The global Landsat imagery database for the FAO FRA remote sensing survey. *Int. J. Digital Earth*, 4(1): 2–21.
- Potapov, P., Turubanova, S., & Hansen, M.C. 2011. Regional-scale boreal forest cover and change mapping using Landsat data composites for European Russia. *Remote Sens. Env.*, 115(2): 548–561. Doi: 10.1016/j.rse.2010.10.001.
- Raši, R., Bodart, C., Stibig, H.-J., Eva, H.D., Beuchle, R., Carboni, S., Simonetti, D. & Achard, F. 2011. An automated approach for segmenting and classifying a large sample of multi-date Landsat-type imagery for pan-tropical forest monitoring. *Remote Sens. Env.*, 115 (12):3659–3669. DOI: 10.1016/j.rse.2011.09.004.
- Ridder, R. 2007. *Global Forest Resources Assessment 2010: options and recommendations for a global remote sensing survey of forests*. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 141, Rome, FAO, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai074e/ai074e00.pdf>.
- Sala, O.E. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459): 1770–1774. DOI:10.1126/science.287.5459.1770.
- Seebach, L., Strobl, P., Vogt, P., San-Miguel-Ayanz, J., Kempeneers, P., Sedano, F. & Gerrand, A. 2010. *Pilot study in Europe for the Global Forest Remote Sensing Survey*, JRC Technical Reports, EUR 24488 EN. Luxembourg, Publications Office of the European Union(also available at <http://forest.jrc.ec.europa.eu/publications>).
- Simonetti, D., Beuchle, R. & Eva, H.D. 2011. *User manual for the JRC land cover/ use change validation tool*, p 21. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Publications Office of the European Union. DOI: 10.2788/18205.
- Stehman, S.V., Sohl, T.L., & Loveland, T.R. 2005. An evaluation of sampling strategies to improve precision of estimates of gross change in land use and land cover. *Int. J. Remote Sens.*, 26: 4941–4957.
- Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L. & Skinner, W.R. 2002. Large forest fires in Canada, 1959–1997. *J. Geophys. Res.* 108(D1): 5/1–5/12. Doi: 10.1029/2001JD000484.
- Toivonen, T., Kalliola, R., Ruokolainen, K., & Naseem Malik, R. 2006. Across-path DN gradient in Landsat TM imagery of Amazonian forests: a challenge for image interpretation and mosaicking. *Remote Sens. Environment*, 100(4): 550–562. DOI: 10.1016/j.rse.2005.11.006.
- Vogelmann, J., Howard, S., Limin, Y., Larson, C., Wylie, B., & Van Driel, N. 2001. Completion of the 1990s National Land Cover Data Set for the conterminous United States from Landsat Thematic Mapper data and ancillary data sources. *Photogram. Eng. & Remote Sens.*, 650–662.
- Williams, D.L., Goward, S., & Arvidson, T. 2006. Landsat: yesterday, today, and tomorrow. *Photogram. Eng. & Remote Sens.*, 72(10): 1171–1178.

- Woodcock, C.E., Allen, R., Anderson, M., Belward, A., Bindshadler, R., Cohen, W., Gao, F., Goward, S.N., Helder, D.L., Helmer, E.H., Nemani, R., Oreopoulos, L., Schott, J.R., Thenkabail, P.S., Vermote, E.F., Vogelmann, J.E., Wulder, M.A. & Wynne, R. 2008. Free access to Landsat imagery. *Science*, 320(May).
- Wulder, M.A., Dechka, J.A., Gillis, M.D., Luther, J.E., Hall, R.J., Beaudoin, A. & Franklin, S.E. 2006. Operational mapping of the land cover of the forested area of Canada with Landsat data: EOSD land cover program. *The Forestry Chronicle*, 79(6): 1075–1083.

## Anexo 1

# Metodologías de examen y revisión específicas del país

Se realizaron esfuerzos para producir resultados coherentes en una escala mundial. Sin embargo, algunos países utilizaron métodos únicos para examinar y revisar las clasificaciones de cubierta de la tierra y de uso de la tierra. Dichos métodos se describen a continuación.

### CANADÁ

Los datos de Canadá se produjeron utilizando la metodología de clasificación descrita en la parte principal de este informe pero fueron aplicadas en todo el sistema de cuadrícula foto-parcela del Inventario Forestal Nacional (IFN) (Gillis, Omule y Brierley, 2005). El IFN utiliza parcelas de 2 km × 2 km con espaciamentos horizontales y verticales de 20 km (es decir una cuadrícula sistemática de 20 km), produciendo más de 18 000 parcelas individuales. Para los propósitos de la Encuesta de Teledetección 2010, un 25 por ciento de las parcelas de muestreo (es decir cada cuatro parcelas) fue seleccionado para efectuar un análisis inicial (Figura 1). En total se analizaron 4 052 parcelas de 2 km × 2 km en todo Canadá.

En cada ubicación de parcela, se asignaron etiquetas de cubierta de la tierra a los segmentos de imágenes de nivel 1 captadas en 2000 de conformidad con los conjuntos de datos de la Observación Canadiense de la Tierra para el Desarrollo Sostenible de los Bosques (EOSD) (Wulder *et al.*, 2006). El conjunto de datos de la EOSD es una resolución espacial de 25 m, basado en la clasificación de la cubierta de la tierra de 23 clases de Landsat para las zonas boscosas de Canadá. Las 23 clases de EOSD fueron agregadas en una nomenclatura simple de 5 clases, y a los segmentos de nivel 1 del año 2000 se les asignó un valor basado en la mayoría de la cubierta de la tierra presente en las capas subyacentes, según los datos EOSD. Toda la metodología, según se describe en la parte principal de este informe, fue utilizada en donde no existían datos EOSD (por ej. en porciones con poca presencia de árboles en Canadá) así como para clasificar segmentos de 1990 y de 2000.

La conversión inicial de la cubierta de la tierra a uso de la tierra fue completada conforme a las reglas de conversión de la encuesta, según se describe en la parte principal de este informe. Sucesivamente, se implementó una serie de procedimientos de recodificación automatizada durante las fases de examen y revisión de la validación del uso de la tierra. Estos procedimientos implicaban la recodificación de los polígonos a uso de las tierras forestales en casos en los cuales la actividad de aprovechamiento comercial de madera había sido señalada por los datos de foto-parcela del IFN, en los casos en que un incendio forestal había ocurrido durante el período en análisis (según lo señala la Base Nacional de Datos de Incendios de Canadá; Stocks *et al.*, 2002), o cuando no se sabía de ninguna deforestación (de conformidad con la información sobre uso de la tierra y deforestación del IFN). Los sitios restantes fueron examinados por parte de intérpretes de imágenes para garantizar la precisión de la clasificación final de uso de la tierra.

Las estimaciones de los parámetros se calcularon por separado para Canadá y fueron integradas en los análisis de las regiones de FRA y en los ámbitos climáticos de la FAO.

### FEDERACIÓN RUSA

La Federación Rusa utilizó una muestra estratificada de 300 sitios de muestreo de teledetección para estimar la superficie de bosques y el cambio en la superficie de bosques durante los tres períodos de la encuesta. Un total de 1 961 sitios de muestreo de teledetección fueron incluidos dentro de la Federación Rusa. Se dispuso de datos Landsat en 1 219 de ellos durante los tres

períodos de tiempo; esta cobertura incompleta se debe a la falta de datos satelitales de la parte oriental de la Federación Rusa en 1990. Aunque todos los 1 961 sitios de muestreo fueron procesados utilizando, en la medida de lo posible, los métodos descritos en la parte principal de este informe, el examen y revisión de todos los sitios de muestreo de la Federación Rusa no fue posible en el marco de tiempo del estudio.

Datos estacionales, libres de nubes de una resolución espacial de 250 m provenientes de MODIS fueron utilizados, junto con índices de cambio de vegetación, a fin de crear 23 estratos de acuerdo al porcentaje de cubierta de bosques y a la cifra de cambio indicada en materia de cubierta de bosques. Un proceso de selección basado en cálculo de probabilidades fue implementado para seleccionar las parcelas finales destinadas al examen y la revisión, de conformidad con una distancia mínima de separación (es decir, se prefirió que las parcelas estuvieran más separadas dentro de cada estrato individual) y con una cantidad mínima (diez) por estrato. Un total de 282 sitios de teledetección fueron interpretados por expertos para establecer las clasificaciones de cubierta de la tierra y uso de la tierra.

Estimaciones de parámetro y de varianza estadística de la muestra estratificada fueron incorporadas a aquellas de la muestra sistemática de Europa y fueron utilizadas en los análisis del ámbito climático boreal.

### ESTADOS UNIDOS

Los resultados de teledetección de los Estados Unidos provinieron del Conjunto de Datos Nacionales de la Cubierta de la Tierra (NLCD) (Vogelmann *et al.*, 2001; Homer *et al.*, 2004). El NLCD es un producto de 21 clases de cubierta de la tierra para el territorio de los Estados Unidos contenido dentro de un mismo límite, de acuerdo a los datos satelitales de Landsat. Las 21 clases se redujeron a una nomenclatura simple de cinco clases de cubierta de la tierra necesarias para la encuesta de teledetección 2010. A los segmentos de nivel 2 de 1990, 2000 y 2005 se les asignaron etiquetas de cubierta de la tierra provenientes directamente del Conjunto de datos NLCD para cada período de la encuesta. Las etiquetas de cubierta de la tierra fueron ajustadas al uso de la tierra por medio de reglas de conversión automatizada descritas en la parte principal de este informe. Una muestra de sitios basada en cálculo de probabilidades, enmarcada en el ámbito climático de la FAO, fue seleccionada para realizar el examen y la revisión de los Estados Unidos continentales y Alaska. En cada sitio examinado y revisado, la precisión de la clasificación de uso de la tierra fue evaluada con respecto al NLCD y a fotografías aéreas de alta resolución. Los resultados de la evaluación de precisión fueron utilizados para ajustar la superficie en general de la categoría de uso de la tierra para los Estados Unidos en su totalidad y para cada ámbito climático de la FAO.

## Anexo 2

# Sitios de la encuesta procesados con respecto a los analizados

La siguiente tabla comprende una lista por región o agrupación específica de países, la cantidad (total) de sitios de muestreo procesados, analizados y no analizados. La principal razón por la cual algunos sitios de la encuesta no fueron analizados se debe a la carencia de datos en uno o más períodos de tiempo debido a una cubierta de nubes, carencia de imágenes satelitales, u otra anomalía en los datos.

Región/país	Analizados	No analizados	Total
África	2 322	196	2 518
Asia	2 863	184	3 047
Canadá	3 737	315	4 052
Europa	625	55	680
Oceanía	769	29	798
Federación Rusa	282	1 679	1 961
América del Sur	1 372	129	1 501
América del Norte y América Central	1 096	126	1 222
Total	13 066	2 713	15 779



## Anexo 3

# Colaboradores en el examen y revisión

**África Central:** M. André, A. Bararwandika, G. Begoto, L. Dimanche, F. Esono Mba, N. Gideon, M. Ibara, A. Kondjo Shoko, H. Koy Kondjo, S. Makak, F. Mande, J. Mendofo Biang, C. Musampa, R. Ncogo Motogo, B. Nkoumakali, C. Ouissika

**África Oriental:** B. Abdelbagi Elsiddig Yousif, H. Abdelraheem Eltigani, S. Abdelrahman Edrees Alim, F. Anouar Haroon Turbo, S. Bakheit Mando, M. Balla Elfadel, N. Chamuya, J. Eltayeb Ahmed Adam, A. Eman Ibrahim Ahmed, A. Hanady Ibrahim Abdelgabbar, S. Ishraga Yousif Ali, A. Jeylani, E. Maina, I. Manal Ali Yassin, M. Mohamed Ahmed, M. Mohamed Rakhi, J. Muchichwa, B. Mutasim Fadlseed, A. Mvududu, K. Mwaura Wamichwe, J. Otieno, M. Ranin Mahdi Elfadel, M. Salah Yousif, O. Saria Mohamed Abd Alsattar, M. Shaie Alim, S. Sibuh, E. Ssenyonjo, T. Taddesse, M. Yousif Modwi Ali

**África del Sur:** M. Yousif Modwi Ali, L. Basalumi, K. Chirambo, D. Cunhete, M. Dhliwayo, L. Dobson, J. Kamwi, J. Leroux, M. Lotter, J. Macuacua, J. Makinta, J. Mukosha, M. Pande, V. Rahanitriniaina, M. Rutherford, S. Syampungani

**África Septentrional y Occidental:** A. Abimbola Abayomi, G. Akouehou, M. Barry, R. Bayala, O. Biodun Freeman, A. Djimramadji, O. Faye, A. Garba, A. Goudiaby, B. Jobo Samba, Y. Kombate, A. Lefhaili, A. Mariko, A. Nouhou, E. Ould Boubacar, C. Ould Sidi Mohamed, N. Tangara, M. Yakubu, T. Yantay

**América Central:** F. Antonio Girón Gonzáles, M. Castillo, I. de la Caridad Diago Urfé, A. Degracia, Y. González Rivera, A. Granja, T. Hernandez Contreras, E. Mejias Sedeño, J. Rodriguez Rubí, C. Velasco, A. Yolanda Duarte Noriega, A. Yovany Murillo

**América del Norte:** M. Gillis, S. Healey, C. Meneses-Tovar

**América del Sur:** G. Bayma, E. Bolfe, A. Garçon, D. Gomez, W. Holler, P. Martinho, B. Oliveira, C. Spadotto, R. Torlay, S. Trajano, D. Victoria, C. Bahamondez, R. Benítez, L. Boragno, R. de la Cruz Paiva, R. Echeverría, R. Gosalvez, J. Marquina, P. Melgarejo, C. Montenegro, M. Ormeno, O. Peña, A. Rodríguez Montellano, E. Rojas, M. Uribe

**Asia del Este:** M. Bayasgalan, Z. Changgui, X. Chaozong, H. Cho, X. Dengpin, Y. Hirata, M. Kexi, S. Kim, W. Liuru, Z. Min, Z. Narangerel, L. Shiyong, E. Sumiyasuren, Z. Wei, L. Xiaonong, C. Xinyun, W. Xuejun

**Asia del Sudeste:** L. Anh Hung, N. Bantayan, C. Bigol, B. Budiharto, L. Chivin, P. Edirisinghe, K. Homsysavath, P. Htut, J.A.F. Ignazio, Y. Jantakat, P. Kandel, B. Luangphaseuth, J. Pokana, S. Preap, S. Pungkul, M. Rahman, E. Sambale, D. San San Aye, R. Sari, R. Singh Bondwal, M. Srivastava, K. Tshering, M. Van Tinh, L. Wong

**Asia Occidental:** S. Chukumbaev, H. Samadi, M. Shojalilov

**Europa:** S. Bartalev, A. Bastrup-Birk, C. Bauerhansl, S. Bauwens, J. Boureau, C. Dos Santos, G. Fernández Centeno, I. Gitas, M. Kendüzler, M. Lawrence, H. Mäkelä, G. Mozgeris, K. Olschofsky, P. Olsson, A. Seletkovic, D. Uebersax, K. Arnt, F. Baiocco, F. Barrett, N. Bonora, T. Bucha, M. Buksha, V. Gancz, F. Hajek, M. Ilyuchyk, T. Kochneva, D. Krasouski, Z. Magyar, I. Marinosci, L. Mezei, E. Rune, V. Sambucini, V. Storozhuk, F. Stytsenko, S. Todorov, B. Tubic, R. Visentin, J. Zarins

**Oceanía:** C. Howell, P. Lane, M. Mutendeudzi



## Resumen de los talleres de examen y revisión nacionales y regionales

Área de interés	Lugar	Fecha	No. de países	No. de expertos	Mujeres	Hombres
Brasil	São José dos Campos	Septiembre 2009	1	2	0	2
África Central	Brazzaville	Febrero 2010	8	16	1	15
América del Norte	Salt Lake City	Marzo 2010	3	3	1	2
Sudáfrica	Ciudad del Cabo	Marzo 2010	8	16	3	13
Europa Occidental	Roma	Marzo 2010	14	14	3	11
América Central	Ciudad de Panamá	Julio 2010	7	12	5	7
Asia del Sudeste	Bangkok	Agosto 2010	14	23	5	18
Asia del Este	Beijing	Septiembre 2010	3	16	3	13
América del Sur	Valdivia	Noviembre 2010	7	14	2	12
Francia	Nogent	Noviembre 2010	1	1	0	1
África Oriental	Nairobi	Diciembre 2010	6	11	1	10
África Occidental	Dakar	Marzo 2011	13	18	1	17
Nueva Zelandia	Roma	Marzo 2011	1	1	0	1
Australia	Canberra	Abril 2011	1	2	1	1
Europa del Este	Budapest	Mayo 2011	9	14	1	13
Irlanda/Letonia	Teleconferencia	Mayo 2011	2	2	0	2
Sudán	Jartum	Mayo 2011	1	18	5	13
Brasil	Campinas	Junio 2011	1	9	3	6
Italia	Roma	Junio 2011	1	5	1	4
Asia Occidental, África del Norte	Roma	Julio 2011	5	5	0	5
Federación Rusa	Moscú	Septiembre 2011	1	2	0	2
<b>Total</b>			<b>107</b>	<b>204</b>	<b>36</b>	<b>168</b>

## Anexo 4

# Detalles de los cálculos

1. Para cada sitio de muestreo, se extrajeron las siguientes variables de la base de datos PostGreSQL:

- Identificación única del sitio (*rss\_id*)
- latitud (*lat*) y longitud (*lon*) del centro del sitio
- ámbito climático (*domain*)
- región (*continent*)
- superficie total del sitio (*total*)
- superficie del agua (*water*)
- superficie sin dato (*nodata*)
- superficie de bosques en 1990, 2000 y 2005 (*forest90*, *forest00*, *forest05*)
- superficie de incrementos y pérdidas de bosque en 1990-2000 y 2000-2005 (*gain9000*, *loss9000*, *gain0005*, *loss0005*)
- fecha juliana de adquisición de la imagen en 1990, 2000, 2005 (*jdate90*, *jdate00*, *jdate05*)

2. Luego se calcularon las siguientes variables:

- Superficie de tierra dentro del sitio (*gla*)

$$\text{Ec. 1} \quad gla = total - water - nodata$$

- Factor de corrección de latitud (*corrlat*)

$$\text{Ec. 2} \quad \begin{cases} \text{si } lat \leq 60^\circ \text{ entonces } corrlat = \cos(lat) \\ \text{si } lat > 60^\circ \text{ entonces } corrlat = 2 * \cos(lat) \end{cases}$$

Nota: La cantidad de muestras se redujo para incluir sólo los grados pares de longitud superiores a 60 grados de latitud (La Figura 1 muestra el estrechamiento de las muestras en las latitudes norte más altas).

- Peso de la muestra *i* ( $w_i$ )

$$\text{Ec. 3} \quad w_i = \frac{gla_i * corrlat_i}{\sum_j gla_j * corrlat_j}$$

- Proporción de bosques en 1990, 2000 y 2005 (*pfor90*, *pfor00*, *pfor05*)

$$\text{Ec. 4} \quad \begin{cases} pfor90 = \frac{forest90}{gla} \\ pfor00 = \frac{forest00}{gla} \\ pfor05 = \frac{forest05}{gla} \end{cases}$$

- Proporción anual de incrementos, pérdidas y cambio neto en 1990–2000 ( $pagain9000$ ,  $paloss9000$ ,  $panet9000$ )

$$\text{Ec. 5} \quad \left\{ \begin{array}{l} pagain9000 = \frac{gain9000}{gla * (jdate00 - jdate90)} \\ paloss9000 = \frac{loss9000}{gla * (jdate00 - jdate90)} \\ panet9000 = pagain9000 - paloss9000 \end{array} \right.$$

N.B.  $pagain0005$ ,  $paloss0005$  y  $panet0005$  se calculan de la misma manera

3. En cada subconjunto S de muestras (por ej. un ámbito climático), el valor promedio ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $std$ ) de  $pfor90$ ,  $pfor00$ ,  $pfor05$ ,  $pagain9000$ ,  $paloss9000$ ,  $panet9000$ ,  $pagain0005$ ,  $paloss0005$  y  $panet0005$  fueron calculados por medio del paquete de encuesta de R<sup>3</sup> utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ec. 6} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i \in S} W_i * x_i}{\sum_{i \in S} W_i}$$

$$\text{Ec. 7} \quad std = \sqrt{\frac{\sum_{i \in S} W_i * (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i \in S} W_i}}$$

4. Valores finales (por ej. la pérdida anual en la superficie de bosques entre 1990 y 2000 en un ámbito climático dado) fue obtenida al multiplicar el promedio y la desviación estándar por la superficie de la región (A):

$$\text{Ec. 8} \quad loss = \overline{paloss9000} * A \pm 1.96 * \frac{std(paloss9000)}{\sqrt{N}} * A$$

<sup>3</sup> <http://cran.fhrc.org/web/packages/survey/index.html>.

## CUADERNOS TÉCNICOS DE LA FAO

### ESTUDIOS FAO: MONTES

1	Manual sobre contratos de aprovechamiento de bosques en tierras públicas, 1977 (E F I)		rendimiento – Vol. 1. Estimación del volumen, 1980 (C E F I)
2	Planificación de carreteras forestales y sistemas de aprovechamiento, 1978 (E F I)	22/2	Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento – Vol. 2. Predicción del rendimiento, 1980 (C E F I)
3	Lista mundial de escuelas forestales, 1977 (E/F/I)		
3 Rev.	1. Lista mundial de escuelas forestales, 1981 (E/F/I)	23	Precios de productos forestales 1961-1980, 1981 (E/F/I)
3 Rev.	2. Lista mundial de escuelas forestales, 1986 (E/F/I)		
4/1	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo – Vol. 1, 1977 (E F I)	24	Cable logging systems, 1981 (C I)
4/2	La demanda, la oferta y el comercio de pasta y papel en el mundo – Vol. 2, 1978 (E F I)	25	Public forestry administrations in Latin America, 1981 (I)
5	La comercialización de las maderas tropicales, 1977 (E I)	26	La silvicultura y el desarrollo rural, 1981 (E F I)
6	National parks planning, 1976 (E F I)	27	Manual of forest inventory, 1981 (F I)
7	Actividades forestales en el desarrollo de comunidades locales, 1984 (Ar E F I)	28	Aserraderos pequeños y medianos en los países en desarrollo, 1982 (E I)
8	Técnica de establecimiento de plantaciones forestales, 1978 (Ar C E F I*)	29	Productos forestales: oferta y demanda mundial 1990 y 2000, 1982 (E F I)
9	Las astillas de madera: su producción y transporte, 1978 (C E I)	30	Los recursos forestales tropicales, 1982 (E F I)
10/1	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos – 1. Principios y metodología, 1978 (E F I)	31	Appropriate technology in forestry, 1982 (I)
10/2	Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos – 2. Recolección de datos y cálculos, 1978 (E F I)	32	Clasificación y definiciones de los productos forestales, 1982 (Ar/E/F/I)
11	Savanna afforestation in Africa, 1977 (F I)	33	La explotación maderera de bosques de montaña, 1984 (E F I)
12	China: forestry support for agriculture, 1978 (I)	34	Especies frutales forestales, 1982 (E F I)
13	Precios de productos forestales 1960-1977, 1979 (E/F/I)	35	Forestry in China, 1982 (C I)
14	Mountain forest roads and harvesting, 1979 (I)	36	Tecnología básica en operaciones forestales, 1983 (E F I)
14 Rev.	1. Logging and transport in steep terrain, 1985 (I)	37	Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales, 1983 (E F I)
15	AGRIS forestal: catálogo mundial de los servicios de información y documentación, 1979 (E/F/I)	38	Precios de productos forestales 1962-1981, 1982 (E/F/I)
16	China: industrias integradas de elaboración de la madera, 1979 (E F I)	39	Frame saw manual, 1982 (I)
17	Análisis económico de proyectos forestales, 1980 (E F I)	40	Circular saw manual, 1983 (I)
17 Sup.	1. Análisis económico de proyectos forestales: estudios monográficos, 1982 (E I)	41	Métodos simples para fabricar carbón vegetal, 1983 (E F I)
17 Sup.	2. Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (C I)	42	Disponibilidades de leña en los países en desarrollo, 1983 (Ar E F I)
18	Precios de productos forestales 1960-1978, 1980 (E/F/I)	43	Ingresos fiscales procedentes de los montes en los países en desarrollo, 1987 (E F I)
19/1	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 1, 1980 (I)	44/1	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 1. Ejemplos de África oriental, 1984 (E F I)
19/2	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 2, 1980 (I)	44/2	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 2. Ejemplos del Asia sudoriental, 1985 (E F I)
20	Mejora genética de árboles forestales, 1980 (C E F I)	44/3	Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos – 3. Ejemplos de América Latina, 1987 (E I)
20/2	Guía para la manipulación de semillas forestales, 1991 (E I)	45	Establishing pulp and paper mills, 1983 (I)
21	Suelos de las regiones tropicales húmedas de tierras bajas – Efectos causados por las especies de crecimiento rápido, 1984 (E F I)	46	Precios de productos forestales 1963-1982, 1983 (E/F/I)
22/1	Estimación del volumen forestal y predicción del	47	La enseñanza técnica forestal, 1991 (E F I)
		48	Evaluación de tierras con fines forestales, 1985 (C E F I)
		49	Extracción de trozas mediante bueyes y tractores agrícolas, 1984 (E F I)
		50	Changes in shifting cultivation in Africa, 1984 (F I)
		50/1	Changes in shifting cultivation in Africa – seven case-studies, 1985 (I)

51/1	Studies on the volume and yield of tropical forest stands – 1. Dry forest formations, 1989 (F I)	87	Explotación en pequeña escala de productos forestales madereros y no madereros con participación de la población rural, 1990 (E F I)
52/1	Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (I)	88	Management of tropical moist forests in Africa, 1989 (F I P)
52/2	Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (I)	89	Review of forest management systems of tropical Asia, 1989 (I)
53	Ordenación intensiva de montes para uso múltiple en Kerala, 1985 (E F I)	90	Silvicultura y seguridad alimentaria, 1991 (Ar E I)
54	Planificación del desarrollo forestal, 1984 (E)	91	Manual de tecnología básica para el aprovechamiento de la madera, 1990 (E F I) (Publicado solamente en la Colección FAO: Capacitación, N° 18)
55	Ordenación forestal de los trópicos para uso múltiple e intensivo, 1985 (E F I)	92	Forestry policies in Europe – An analysis, 1989 (I)
56	Breeding poplars for disease resistance, 1985 (I)	93	Conservación de energía en las industrias mecánicas forestales, 1991 (E I)
57	La madera de coco – Elaboración y aprovechamiento, 1986 (E I)	94	Manual on sawmill operational maintenance, 1990 (I)
58	Cuidado y mantenimiento de sierras, 1989 (E I)	95	Precios de productos forestales 1969-1988, 1990 (E/F/I)
59	Efectos ecológicos de los eucaliptos, 1987 (C E F I)	96	Planning and managing forestry research: guidelines for managers, 1990 (I)
60	Seguimiento y evaluación de proyectos forestales de participación, 1991 (E F I)	97	Productos forestales no madereros: posibilidades futuras, 1992 (E I)
61	Precios de productos forestales 1965-1984, 1985 (E/F/I)	98	Timber plantations in the humid tropics of Africa, 1993 (F I)
62	Lista mundial de instituciones que realizan investigaciones sobre bosques y productos forestales, 1985 (E/F/I)	99	Cost control in forest harvesting and road construction, 1992 (I)
63	Industrial charcoal making, 1985 (I)	100	Introducción a la ergonomía forestal para países en desarrollo, 1993 (E F I)
64	Cultivo de árboles por la población rural, 1988 (Ar E F I)	101	Ordenación y conservación de los bosques densos de América tropical, 1993 (E F I P)
65	Forest legislation in selected African countries, 1986 (F I)	102	El manejo de la investigación forestal, 1994 (E F I)
66	Organización de la extensión forestal, 1988 (C E I)	103	Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales, 1995 (E F I)
67	Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (I)	104	Precios de productos forestales 1971-1990, 1992 (E/F/I)
68	Appropriate forest industries, 1986 (I)	105	Compendium of pulp and paper training and research institutions, 1992 (I)
69	Management of forest industries, 1986 (I)	106	Evaluación económica de las repercusiones de los proyectos forestales, 1995 (E/F/I)
70	Terminología del control de incendios en tierras incultas, 1986 (E/F/I)	107	Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales – Principios y conceptos, 1993 (E/F/I)
71	Repertorio mundial de instituciones de investigación sobre bosques y productos forestales, 1986 (E/F/I)	108	A decade of wood energy activities within the Nairobi Programme of Action, 1993 (I)
72	El gas de madera como combustible para motores, 1993 (E I)	109	Directory of forestry research organizations, 1993 (I)
73	Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1985-2000, 1986 (E/F/I)	110	Deliberaciones de la reunión de expertos sobre investigación forestal, 1993 (E/F/I)
74	Guidelines for forestry information processing, 1986 (I)	111	Forestry policies in the Near East region: analysis and synthesis, 1993 (I)
75	An operational guide to the monitoring and evaluation of social forestry in India, 1986 (I)	112	Evaluación de los recursos forestales de los países tropicales – 1990, 1994 (E F I)
76	Wood preservation manual, 1986 (I)	113	<i>Ex situ</i> storage of seeds, pollen and <i>in vitro</i> cultures of perennial woody plant species, 1993 (I)
77	Databook on endangered tree and shrub species and provenances, 1986 (I)	114	Análisis de impactos de proyectos forestales: problemas y estrategias, 1995 (E F I)
78	Appropriate wood harvesting in plantation forests, 1987 (I)	115	Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific, 1993 (I)
79	Pequeñas empresas de elaboración de productos del bosque, 1990 (E F I)	116	Les panneaux à base de bois, 1993 (F)
80	Forestry extension methods, 1987 (I)	117	Mangrove forest management guidelines, 1993 (I)
81	Guidelines for forest policy formulation, 1987 (C I)	118	Biotechnology in forest tree improvement, 1994 (I)
82	Precios de productos forestales 1967-1986, 1988 (E/F/I)	119	Número sin atribuir
83	Trade in forest products: a study of the barriers faced by the developing countries, 1988 (I)	120	Decline and dieback of trees and forests – A global overview, 1994 (I)
84	Productos forestales: proyecciones de las perspectivas mundiales 1987-2000, 1988 (E/F/I)		
85	Programas de estudios para cursos de extensión forestal, 1988 (E/F/I)		
86	Forestry policies in Europe, 1988 (I)		

- 121 Ecología y enseñanza rural – Manual para profesores rurales del área andina, 1994 (E I)
- 122 Sistemas de realización de la ordenación forestal sostenible, 1995 (E F I)
- 123 Enseñanza forestal – Nuevas tendencias y perspectivas, 1994 (E F I)
- 124 Forest resources assessment 1990, Global synthesis, 1995 (E F I)
- 125 Precios de productos forestales 1973-1992, 1995 (E/F/I)
- 126 Cambio climático, bosques y ordenación forestal – Una visión de conjunto, 1995 (E F I)
- 127 Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices, 1997 (E F I)
- 128 Forest resources assessment 1990 – Tropical forest plantation resources, 1995 (I)
- 129 Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry, 1996 (I)
- 130 Forest resources assessment 1990 – Survey of tropical forest cover and study of change processes, 1996 (I)
- 131 Ecología y enseñanza rural – Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas, 1996 (E)
- 132 Forestry policies of selected countries in Africa, 1996 (E/F)
- 133 Forest codes of practice – Contributing to environmentally sound forest operations, 1996 (E)
- 134 Estimating biomass and biomass change of tropical forests – A primer, 1997 (I)
- 135 Guidelines for the management of tropical forests – 1. The production of wood, 1998 (E I)
- 136 Managing forests as common property, 1998 (I)
- 137 Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (I)
- 137/1 Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (E)
- 137/2 Forestry policies in the Caribbean – Volume 2: Reports of 28 selected countries and territories, 1998 (I)
- 138 Reunión de la FAO sobre políticas públicas que afectan a los incendios forestales, 2001 (E F I)
- 139 Principios de administración pública para concesiones y contratos relativos a los bosques estatales, 2002 (E F I)
- 140 Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 – Informe principal, 2002 (E I)
- 141 Forestry outlook study for Africa – Regional report: opportunities and challenges towards 2020, 2003 (Ar F I)
- 142 Impactos intersectoriales de las políticas forestales y de otros sectores, 2005 (E F I)
- 143 Conservation et gestion durable des écosystèmes des forêts tropicales humides de l’Afrique centrale, 2003 (F)
- 144 Climate change and the forest sector – Possible national and subnational legislation, 2004 (I)
- 145 Las mejores prácticas para fomentar la observancia de la ley en el sector forestal, 2006 (E F I R)
- 146 Las microfinanzas y las pequeñas empresas forestales, 2005 (Ar E F I)
- 147 Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005 – Hacia la ordenación forestal sostenible, 2006 (E F I)
- 148 Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe, 2006 (E)
- 149 Mejorar las actividades forestales para reducir la pobreza – Guía para profesionales , 2006 (Ar E F I)
- 150 La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas, 2006 (E F I)
- 151 Fire management – Global assessment 2006, 2007 (I)
- 152 People, forests and trees in West and Central Asia – Outlook for 2020, 2007 (Ar I R)
- 153 The world’s mangroves 1980–2005, 2007 (I)
- 154 Bosques y energía – Cuestiones clave, 2008 (Ar C E F I R)
- 155 Los bosques y el agua, 2009 (E F I)
- 156 Global review of forest pests and diseases, 2009 (I)
- 157 Human-wildlife conflict in Africa – Causes, consequences and management strategies, 2009 (F I)
- 158 Fighting sand encroachment – Lessons from Mauritania (F I)
- 159 Impact of the global forest industry on atmospheric greenhouse gases, 2010 (I)
- 160 Criteria and indicators for sustainable woodfuels, 2010 (I)
- 161 Elaboración de una política forestal eficaz – Una guía, 2010 (E F I)
- 162 What woodfuels can do to mitigate climate change, 2010 (I)
- 163 Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 – Informe principal (Ar C E F I R)
- 164 Guide to implementation of phytosanitary standards in forestry, 2011 (E R)
- 165 Reforma de la tenencia forestal. (E F I) Cuestiones, principios y proceso, 2011 (E F I)
- 166 Community-based fire management – A review (I)
- 167 Wildlife in a changing climate (I)
- 168 Soil carbon monitoring using surveys and modelling – General description and application in the United Republic of Tanzania (I)

Disponibilidad: junio de 2011

Ar – Árabe	Multil – Multilingüe
C – Chino	* Agotado
E – Español	(E F I) = Ediciones separadas
F – Francés	(en español, francés
I – Inglés	e inglés)
P – Portugués	(E/F/I) = Edición trilingüe
R – Ruso	

*Los cuadernos técnicos de la FAO pueden obtenerse en los Puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente solicitándolos al Grupo de Ventas y Comercialización, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia.*

## Cambio de uso de las tierras forestales mundiales 1990–2005

Este informe presenta los principales resultados sobre el uso de las tierras forestales y el cambio de uso de la tierra entre 1990 y 2005 de la Encuesta por teledetección de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 de la FAO. Este es el primer informe de su género en presentar estimaciones sistemáticas sobre el uso y cambio de las tierras forestales mundiales.

La ambiciosa meta de la Encuesta de teledetección consistía en utilizar datos de teledetección para obtener estimaciones coherentes a nivel mundial de la superficie del bosque y de los cambios en la cubierta de árboles y el uso de las tierras forestales entre 1990 y 2005. En términos generales, se encontró que había una disminución neta de la superficie de bosques a nivel mundial entre 1990 y 2005, siendo la pérdida neta más alta en América del Sur. Mientras la superficie de bosques incrementó en las zonas climáticas boreal, templada y subtropical durante el periodo evaluado, en la zona tropical se disminuyó con un promedio de 6.8 millones de hectáreas anuales. La encuesta estimó que la superficie total de los bosques del mundo en 2005 era de 3.8 mil millones de hectáreas, es decir el 30 por ciento de la superficie mundial de la tierra.

Este informe es el resultado de muchos años de planificación y de tres años de trabajo minucioso por parte del personal de la FAO, del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, así como de los insumos aportados por expertos técnicos de más de 100 países. Muchos de estos colaboradores constituyen en la actualidad una valiosa red mundial de conocimiento sobre teledetección forestal y uso de la tierra.

