

## Resumen del estado del monitoreo forestal en Latinoamérica y el Caribe Tipos de iniciativas y uso de tecnologías

Mario Chacón León (mario.chacon@catie.ac.cr), Freddy Argotty, Emily Fung, Pablo Imbach, Claudia Medellín<sup>1</sup>  
Oswaldo Carrillo, Eder Larios, Gloria Islas, David López, Vanesa Maldonado, Miguel Muñoz<sup>2</sup>

### I. Resumen Ejecutivo

Este informe forma parte de una serie de reportes que buscan sistematizar las experiencias en monitoreo forestal y las tecnologías utilizadas para este fin en Latinoamérica y el Caribe. Se espera que los resultados sean publicados en el segundo semestre 2019, a través del proyecto “Mecanismos y redes de transferencia de tecnología relacionada con el cambio climático en América Latina y el Caribe”. El proyecto es implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de su Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, lidera las acciones del proyecto dirigidas a la transferencia de tecnologías que mejoren sistemas de monitoreo de recursos forestales.

La información aportada en este documento es una muestra de los avances en monitoreo forestal de los países de Latinoamérica y el Caribe. Fue preparado por los autores a cargo, a partir de información proveniente de fuentes pública y de entrevistas con expertos nacionales que tuvieron la gentileza de colaborar. Aun así, es posible contar con vacíos de información, dada la amplia gama de experiencias generadas en la región.

Ante los embates del cambio climático, el monitoreo de los bosques y de los servicios y bienes ecosistémicos que estos proveen, contribuye no solo a generar información actualizada sino también a dar seguimiento al alcance de las metas propuestas por las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. En este contexto, este documento brinda información que ayuda a entender los avances del monitoreo forestal y del tipo de tecnologías que estas iniciativas están utilizando en la región de Latinoamérica y el Caribe.

### II. Generalidades

El monitoreo forestal es un instrumento que permite a los países generar información actualizada para evaluar la extensión y salud de sus bosques, así como de los bienes y servicios ecosistémicos que esos bosques proporcionan (p.e. carbono, agua, biodiversidad, madera). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define el monitoreo forestal como “un proceso integral que incluye la recopilación, análisis y divulgación de los datos relacionados con los bosques, y la producción de información y conocimiento a intervalos regulares, que permitan la evaluación de los cambios en el curso del tiempo” (FAO 2012, FAO 2017).

Para asegurar su permanencia en el tiempo y su utilidad, un sistema nacional de monitoreo forestal (SNMF) debe estar debidamente institucionalizado. Un SNMF incluye, en primera instancia, al menos un sistema satelital de monitoreo terrestre (SSMT), el cual permite analizar cambios de uso de las tierras o cambios en la estructura del bosque, ataques de plagas o presencia de incendios. En segunda instancia, un inventario forestal nacional (IFN) que permite caracterizar los bosques según su estructura y composición (ONU-REDD 2013). AL 2016, en Latinoamérica, la mayoría de los países no han logrado establecer un SNMF sólido y permanente; incluso en donde se han logrado avances significativos, todavía se requiere aumentar la exactitud y reducir la incertidumbre de la información obtenida (Romijn *et al.* 2015). Aún los países que más han avanzado en la creación de programas nacionales de reducción de emisiones por deforestación (REDD+) necesitan mejorar en temas de monitoreo (Fischer *et al.* 2016).

Para mejorar los SNMF es de vital importancia que estos sean capaces de hacer uso de un rango amplio de las tecnologías de monitoreo forestal disponibles en la actualidad (Baldauf y Galo 2016, Jiménez 2016). El uso de tecnologías puede ayudar a los países a mejorar la transparencia y la gobernanza en el sector forestal (Fuller 2006) y, a la vez, mejorar las mediciones de los bienes y servicios ecosistémicos (FAO

---

<sup>1</sup> Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, CATIE

<sup>2</sup> Consultores externos.

2012, Goetz y Dubayah 2011) y entender el rol que desempeñan en la mitigación del cambio climático. El MF contribuye a dar seguimiento a los compromisos adquiridos por los países en el marco de instrumentos como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Instrumento de las Naciones Unidas sobre los bosques (del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FAO 2017, Schneider y Neupane 2016). En la práctica, el brinda información fundamental en la implementación de programas o estrategias nacionales de reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+) (Angelsen 2008, Angelsen *et al.* 2009, Avilés *et al.* 2014).

En este contexto, el presente estudio busca apoyar a los países para que mejoren la gestión de sus recursos forestales. Se ofrece información sobre el estado de avance en el establecimiento de sistemas de monitoreo y uso de tecnologías en países de Latinoamérica y el Caribe (LAC).

### **III. Métodos**

Para buscar consistencia en la información presentada entre países, se han seguido las directrices voluntarias sobre monitoreo forestal nacional de la FAO (2012). Además, se consultó el libro sobre orientaciones en manejo forestal sostenible publicado por el Banco Mundial (WB 2008), así como literatura científica especializada en el tema.

La definición de 'sistema de monitoreo forestal' (SMF) propuesta en este estudio se basa en las propuestas de FAO y del Programa ONU-REDD. La FAO (2012) hace énfasis en la recopilación de datos en campo a intervalos frecuentes de tiempo para la producción de conocimiento; la de ONU-REDD (2013) se orienta hacia el establecimiento de políticas nacionales de apoyo al desarrollo de SMF. Este estudio define al SMF como "El conjunto de arreglos institucionales que permiten la colección y registro de observaciones, en forma periódica y ordenada, para proveer un punto de referencia y medir los cambios en el sector forestal y sus recursos a través de variables (indicadores) a lo largo del tiempo. Para que cumpla con el monitoreo, tal conjunto debe ser sostenible en el tiempo; por ello, debe tener el respaldo de un marco político, financiero e institucional que permita proveer información confiable a los usuarios para la toma de decisiones relacionadas con los bosques a nivel regional, nacional o local".

La recolecta de información se realizó en una muestra de 21 país, mediante búsquedas en la red informática mundial vía internet. También se recopilaron experiencias documentadas en distintas memorias de talleres sobre monitoreo forestal realizadas en la región, así como informes y artículos sobre el estado del monitoreo forestal en países tropicales (Florián *et al.* 2015, CCAD *et al.* 2015, Romijn *et al.* 2012). Con la revisión en internet se identificaron organizaciones y personas clave involucradas en el desarrollo de SMF en los países muestreados. Con el fin de complementar y validar la información recopilada, se realizaron entrevistas con personal nacional en los países muestreados.

### **IV. Resultados**

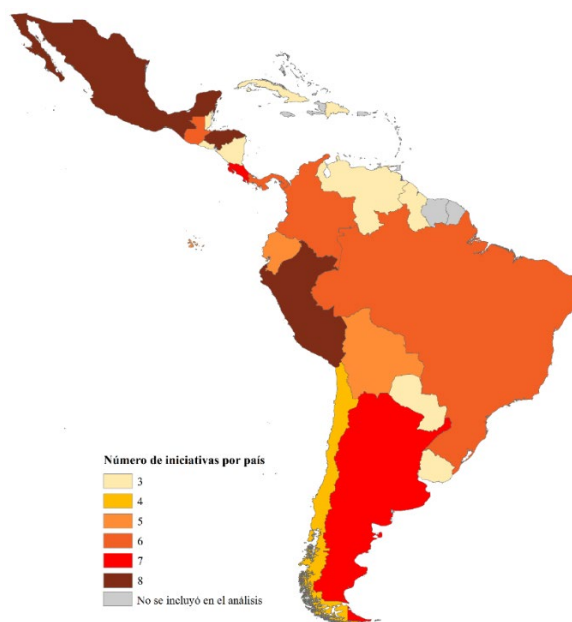
#### **4.1. Iniciativas de monitoreo forestal en LAC**

Se identificaron 121 iniciativas de monitoreo forestal presentes en 21 países de LAC. Tales iniciativas fueron de diversos tipos, entre los que se destacan aquellas enfocadas en el monitoreo de la extensión de los bosques con uso de sensores remotos, IFN, INGEI, sistemas de alerta temprana de deforestación e incendios y proyectos de monitoreo mediante PPM. Los países que contaron con mayor variedad de iniciativas de monitoreo forestal en la región fueron México, Honduras y Perú, seguidos por Costa Rica y Argentina (Figura 1). En todos los países muestreados se encontraron varios SNMF; si bien en la mayoría de los casos estos sistemas no forman un solo sistema nacional común, sí aportan datos para la toma de decisiones y para la implementación de medidas en campo. El estudio también determinó una gran variedad de sistemas de monitoreo relacionados con ecosistemas no forestales, biodiversidad y otros servicios de los ecosistemas, como el agua.

De los 21 países analizados, se encontró que 13 contaban con un SNMF establecido o en proceso de implementación, todos estos países habían generado y analizado datos a partir de imágenes satelitales o de sus IFN en al menos una ocasión. Muchos de estos países, distribuyen sus datos a través de páginas de visualización en internet, donde muestran informes de inventarios, mapas de cobertura forestal y

herramientas de trabajo para ser utilizadas por manejadores de los recursos forestales. Asimismo, esos países –excepto Colombia y Bolivia– tienen a disposición la información de manera accesible y gratuita para ser descargada por el usuario.

**Figura 1. Número de iniciativas de monitoreo forestal identificadas en LAC, 2016**

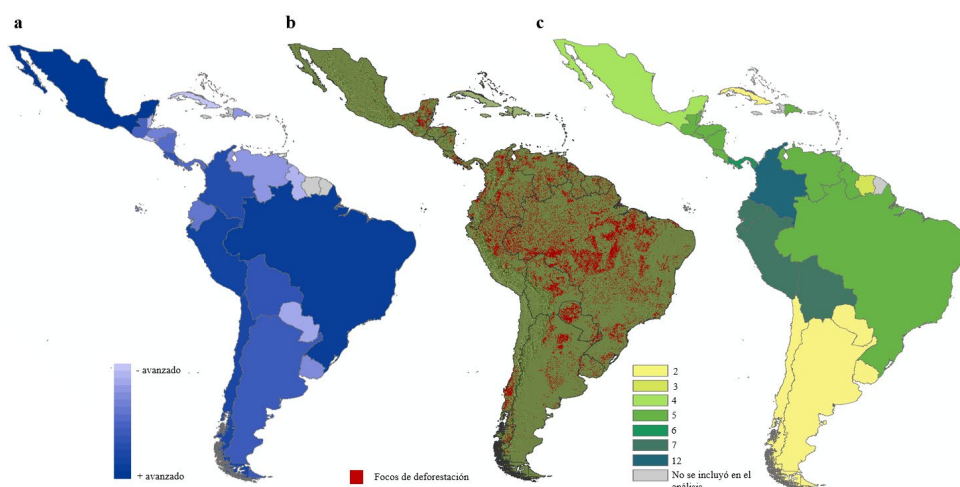


Los resultados muestran que todos los sistemas de monitoreo forestal recolectan información de cobertura forestal; la mayoría de ellos también recuperan datos de carbono y biodiversidad. No obstante, pocos incorporan el componente social dentro de sus análisis. Este estudio determinó que en 18 países se analiza el carbono en los bosques, 16 incluyen información de biodiversidad y únicamente nueve (México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Chile, Brasil y Ecuador) incorporan datos sociales en sus análisis (p.e. usos del bosque, dinámica poblacional, actividades productivas, desarrollo de capacidades).

#### **4.2. Avances de los países en la implementación de sistemas de monitoreo forestal y MRV para REDD+**

Los gobiernos nacionales y la cooperación internacional han hecho grandes esfuerzos para apoyar los preparativos para REDD+ en los países evaluados. Tales esfuerzos se reflejan en los avances que los países han realizado para establecer sus SNMF y sus sistemas de MRV. De los 21 países evaluados, México, Brasil, Perú, Chile y Colombia muestran los mayores avances (Figura 2). Los países con menor avance son Paraguay, Belice, El Salvador y Cuba, en parte por la falta de recursos y débil institucionalidad.

Si bien es difícil establecer una relación estrecha entre el avance de los sistemas de MF con el grado de deforestación, a modo de ejercicio, en la figura 2 se da una idea de cómo puede influir la deforestación en el establecimiento de los sistemas de MF. En Paraguay, por ejemplo, se presentan grandes focos de deforestación en la mayor parte del territorio; además, sus SMF son poco avanzados y hay poca presencia de iniciativas regionales, lo cual puede estar limitando la posibilidad del país de controlar su deforestación. Los países con avances significativos en sus SNMF (México, Perú, Brasil y Chile) y buena presencia de iniciativas regionales (Perú cuenta con el apoyo de siete iniciativas) tienen una mayor capacidad para atraer fondos y orientar acciones de control del recurso forestal (p.e. a través de sistemas de alerta temprana y monitoreo). No obstante, algunos de esos países siguen teniendo muchos focos de deforestación.



**Figura 2. Relación entre países con altos focos de deforestación y desarrollo de iniciativas de MF**

- Nivel de desarrollo del SNMF (basado en el análisis de avances de MF por país, Anexo 2)
- Focos de deforestación en la región (Reymodin et al. 2012)
- Número de iniciativas regionales de MF por país

#### 4.3. Resumen de avances según elementos clave en el funcionamiento de SMF

- Avances en el proceso de recolecta y análisis de datos:** De los 21 países analizados, se encontró que 13 contaban con un SNMF establecido o en proceso de implementación; todos estos países habían generado y analizado datos a partir de imágenes satelitales o de sus IFN en al menos una ocasión.
- Avances en la generación de productos e informes:** Todos los países muestreados habían generado productos e informes en forma de mapas de cobertura de bosque. Con excepción de Belice, El Salvador, Cuba, República Dominicana y Guyana, los demás países tenían bases de datos disponibles a partir de información generada por los IFN, los INGEI y las PPM en bosques. A pesar de que 13 países de la región tenían un SNMF ya establecido o en proceso de implementación, mediante las entrevistas se evidenció que las instituciones a cargo de estos sistemas carecen de capacidades para la generación de reportes. Los países que mostraron mayores avances en este tema fueron México, Nicaragua, Colombia, Perú, Brasil y Ecuador.
- Avances en la distribución de datos e información proveniente del monitoreo forestal**  
En cuanto a la distribución de datos e información al público, se determinó que solo el 71% de los países evaluados contaba con un sistema nacional de información forestal (SNIF) para la consolidación, análisis y distribución periódica de información y estadísticas oficiales. México, Honduras y Colombia cuentan con un SNIF que forma parte del SNMF, mientras que en el resto de los países no se encontró evidencia de que los SNIF estén vinculados a los SMF del país.
- Existencia de políticas que incentivan o aseguran el uso de la información generada por el SMF, la toma de decisiones y la planificación nacional:** Según los documentos consultados, en el 67% de los 21 países analizados, las iniciativas forestales están sustentadas por leyes o decretos forestales, lo que crea una base potencial para realizar acciones concretas de planificación. Sin embargo, las iniciativas de monitoreo forestal de solo diez países emplean la información obtenida en el diseño y mejoramiento de políticas y planes de gestión forestal; Brasil es uno de estos países

#### 4.4. Iniciativas regionales

En el ámbito regional e internacional se determinó que existen abundantes iniciativas para abordar y fortalecer el monitoreo forestal en la región LAC. Algunas iniciativas se enfocan en la coordinación entre instituciones en materia de planificación, ordenación y gestión forestal; otras se enfocan en el apoyo a la recopilación y análisis de datos, y otras más orientan sus esfuerzos al desarrollo de capacidades y/o financiamiento. Cualquiera sea el tipo, las iniciativas regionales buscan favorecer el intercambio de conocimiento y lecciones aprendidas en cuanto al monitoreo forestal entre países, lo que ayuda a reducir o evitar errores frecuentes. La búsqueda de información permitió identificar 22 iniciativas regionales de MF

(Cuadro 1). De estas, nueve trabajan a nivel mundial y brindan capacitación en aplicación de metodologías de monitoreo, análisis del estado de la cobertura forestal en el país y mejoramiento de políticas forestales; algunas de ellas ofrecen, además, apoyo al establecimiento de estrategias nacionales REDD+.

**Cuadro 1. Resumen de las iniciativas regionales en monitoreo forestal en los países LAC, 2016**

Iniciativas regionales	Enfoque geográfico					
	México y Centroamérica	América del Sur	Amazonia	LAC	Caribe	Global
Monitoreo de desmontes del Chaco seco sudamericano		x				
Monitoreo de los bosques nacionales y sistema de información para una transparente y confiable REDD+		x				
Red global de parcelas forestales	X	x				x
SilvaCarbon						x
Centro de Excelencia Virtual en Monitoreo Forestal	X				x	
Global Forest Watch						x
Global Forest Observation Initiative						x
GlobalAllomeTree						x
Terra-i				x		
Red amazónica de información socio-ambiental georreferenciada			x			
Programa REDD-CAD-GIZ	X				x	
Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental	X				x	
Programa ONU-REDD						x
Global Forest Survey						x
Proyecto de Monitoreo de la Amazonia Andina			x			
Tropical Managed Forests Observatory						
Red amazónica de inventarios forestales			x			
Salas de observación y monitoreo forestal de la OTCA			x			
Proyecto de Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur Sur	X				x	
Proyecto ReCaREDD		x				x
Fondo cooperativo para el carbono de los bosques						x
Programa regional cambio climático, USAID	X					

#### 4.5. Otros sistemas de monitoreo aptos para el sector forestal y el uso de tecnologías

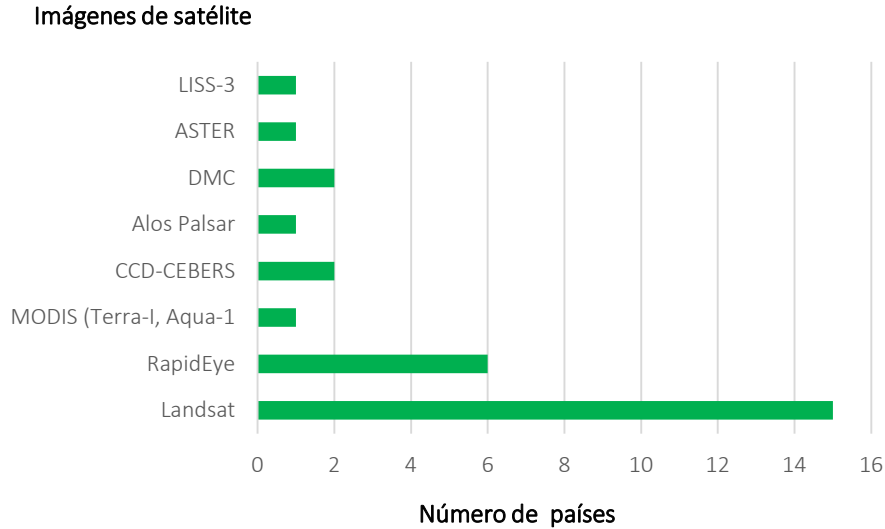
Este estudio determinó que, además de los sistemas de monitoreo enfocados en el control de los cambios en la cobertura forestal, existen otros sistemas de monitoreo que ofrecen un gran potencial para el sector forestal de los países. Estos sistemas se enfocan en las alertas tempranas para detectar focos de deforestación e incendios (p.e. Brasil, Perú y México), el impacto de la minería (Guyana, Surinam y Brasil), los cambios en otros ecosistemas (p.e. los manglares en México, Colombia), o el monitoreo de esquemas de pago por servicios de los ecosistemas (p.e. Costa Rica) y monitoreo forestal comunitario.

#### 4.6. El uso de tecnologías en monitoreo forestal

Las principales tecnologías en MF que los países muestreados en este estudio han utilizado para determinar cobertura y cambios en el uso de la tierra han sido las imágenes satelitales, sensores remotos, programas de cómputo y distintos protocolos para el procesamiento de imágenes y corrección de datos. El estudio identificó que las principales imágenes utilizadas en la región han sido las imágenes satelitales Landsat y RapidEye, aunque en la región amazónica también se emplean imágenes DCM3 para el monitoreo forestal (imágenes de satélite multispectrales con una resolución de 22 m) y CCD-CEBERS4 (imágenes multitemporales del satélite chino-brasileño CBERS con cinco bandas y una resolución de 20x20 m) (Figura 3).

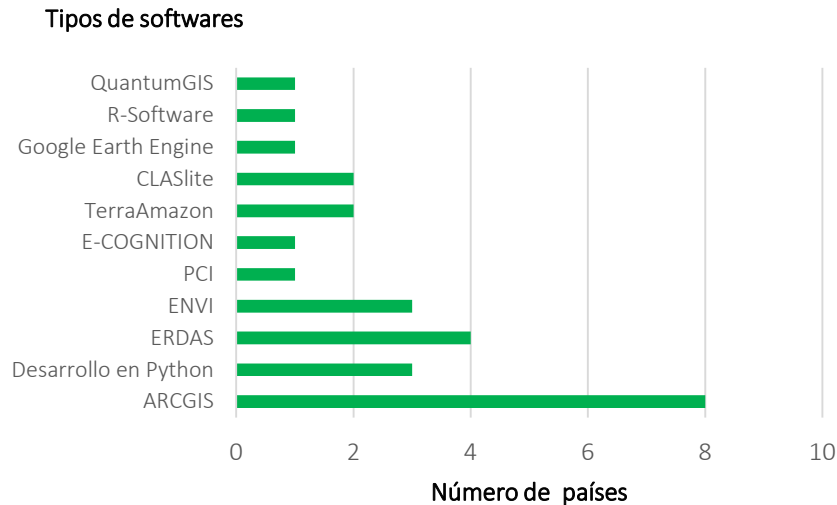
<sup>3</sup> DCM International Imaging. Consultado oct. 2016. <http://www.dmcii.com/>

<sup>4</sup> Satélite CBERS. Consultado oct. 2016. <http://www.cbbers.inpe.br/>



**Figura 3. Imágenes satelitales más utilizadas en por los países de LAC**

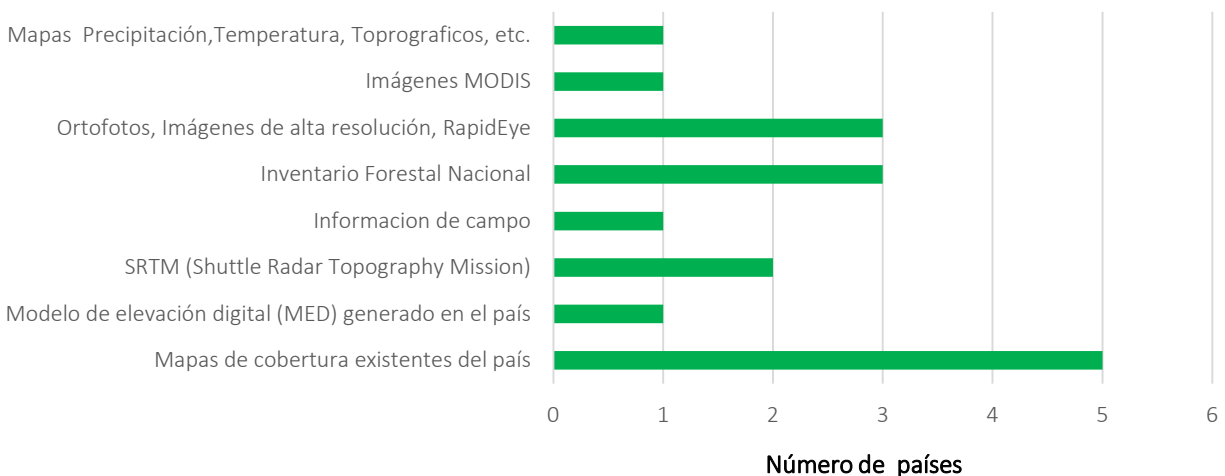
Para el procesamiento de imágenes y la preparación de mapas, los *softwares* más comúnmente usados han sido ARGIS, ERDAS y ENVI. Algunos países ya han empezado a explorar el uso de plataformas tecnológicas globales como *Google Earth Engine*, o han creado sus propias plataformas, como *Terra Amazon* (4).



**Figura 4. Softwares utilizados para el procesamiento de imágenes y análisis de cambios de uso de la tierra en LAC**

Por otra parte, se determinaron diferentes tipos de tecnologías utilizadas para la calibración de imágenes satelitales, conocidas como datos auxiliares. Los datos auxiliares se usan para validar información y corregir errores durante el procesamiento de imágenes satelitales (Chuvienco 2016). Los más utilizados en LAC han sido mapas de cobertura, ortofotos, imágenes de alta resolución y datos de inventarios forestales (Figura 5).

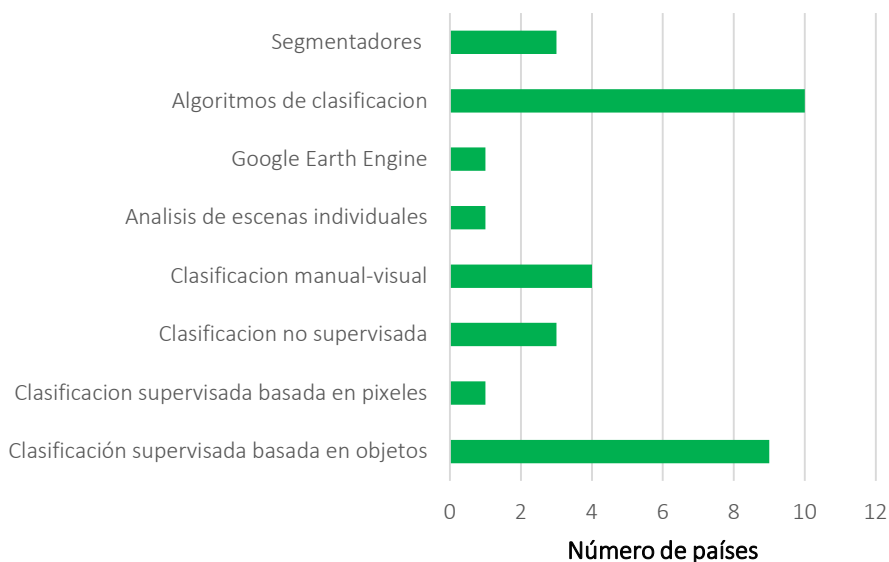
### Datos auxiliares para el procesamiento de imágenes



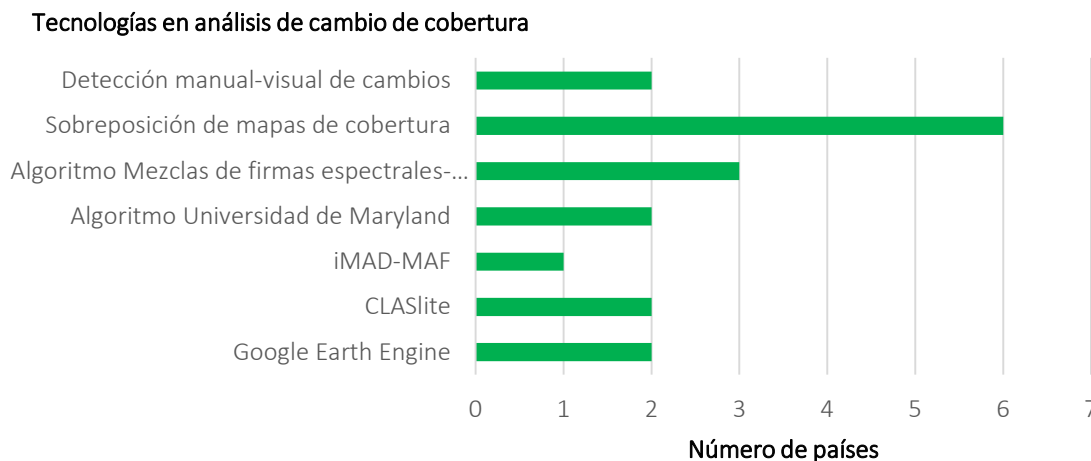
**Figura 5. Datos auxiliares utilizados para el procesamiento de imágenes en LAC**

En los análisis de cobertura se encontró que los países utilizan frecuentemente algoritmos de clasificación y clasificación supervisada (Figura 8), mientras que el análisis de cambio de cobertura se realiza principalmente con la superposición de mapas de cobertura y algoritmos de mezcla de firmas espectrales TerraAmazon (Figura 9). Muchas de las tecnologías mencionadas también se utilizan para realizar correcciones geométricas, radiométricas y atmosféricas (p.e. ERDAS, CLASlite), para enmarcar nubes (p.e. TerraAmazon) y para evaluaciones de los resultados de la interpretación de las imágenes (p.e. mapas de deforestación).

### Tecnologías en análisis de cobertura



**Figura 6. Tecnologías más usadas para el análisis de cobertura forestal en LAC**



**Figura 9. Tecnologías más usadas para el análisis en cambios de cobertura forestal en LAC**

#### 4.7. Evaluación del desempeño y áreas por mejorar

En opinión de las personas entrevistadas durante la realización de este estudio, el desempeño de las tecnologías satelitales para el monitoreo forestal ha sido considerado como “excelente” o “adecuado”. Sin embargo, el desempeño de las tecnologías utilizadas como datos auxiliares y para el enmascaramiento de nubes, análisis de cobertura y análisis de cambio de cobertura se calificó con “regular”. En cuadro 2, se resumen una serie de aspectos identificados por las personas entrevistadas para mejorar el desempeño de las tecnologías satelitales en MF.

**Cuadro 2. Aspectos que deben mejorarse en las tecnologías empleadas para el monitoreo forestal en LAC**

Tipo de tecnología	Mejoras
Sensores utilizados	Monitoreo integral (ampliar el monitoreo, no solo la parte forestal)
	Cambio en el enfoque de monitoreo (inventario forestal)
	Mejora en la capacidad de manejo y procesamiento de datos de alta resolución
	Contar con imágenes de alta resolución de forma constante
Softwares	Ninguna
	Desarrollo de una plataforma en línea
	Desarrollo de una plataforma interna del país
	Generación de capacidades en manejo de bases de datos
Corrección geométrica	Generación de capacidades en programación
	Desarrollo de un sistema de gestión de calidad de imágenes e información cartográfica
Corrección radiométrica y atmosférica	Algoritmos para corrección atmosférica automática en RapidEye
Datos auxiliares	Biblioteca de datos por región y país
	Biblioteca de firmas espectrales
	Información de terreno para entrenamiento
	Información adecuada para entrenamiento (resolución, escala, etc.)
Enmascaramiento de nubes	Desarrollo de algoritmos automatizados para enmascarar nubes y sombras
Análisis de cobertura	Mejora en los procesos de clasificación del país



Tipo de tecnología	Mejoras
Análisis de cambios	Mejora en la segmentación de imágenes
	Estandarización y definición de protocolos
	Adecuación de algoritmos y procedimientos de clasificación a nivel LAC
	Desarrollo/mejora en algoritmos de detección de cambios
	Desarrollo en algoritmos para medir degradación
Datos de referencia para evaluar exactitud	Acceso a nuevas imágenes de alta resolución
Métodos de evaluación	Uso de métodos para evaluar exactitud

## V. Conclusiones

Todos los países de Latinoamérica y el Caribe han avanzado en el establecimiento de sus sistemas nacionales de monitoreo forestal; algunos de ellos han alcanzado avances muy significativos, mientras que otros apenas dan sus primeros pasos institucionales y técnicos, pero aun requieren apoyo para consolidar sus sistemas.

En los países muestreados se identificaron varios sistemas nacionales de monitoreo forestal que, si bien no se encuentran relacionados y armonizados en un solo sistema nacional común, en cierto modo actúan como un sistema en el sentido de que comparten información útil para la toma de decisiones. Sin embargo, para asegurar la sostenibilidad en el tiempo, es necesario que los marcos actuales de colaboración sean oficializados (p.e. mediante leyes o acuerdos de entendimiento de mediano a largo plazo) y aseguren el respaldo institucional necesario para la planificación futura. La consolidación de un solo sistema nacional común en los países más avanzados les ayudará no solo a desarrollar planes concretos de profesionalización del personal nacional y regional, sino también a asegurar el personal actualizado y capacitado a largo plazo.

Si bien este estudio encontró que existe una amplia gama de tecnologías apropiadas, algunas de ellas no han sido probadas, y si lo fueron, no necesariamente se adaptan a las condiciones del país. Los países que cuentan con sistemas de monitoreo satelital han utilizado principalmente imágenes Landsat y han considerado el uso de otros tipos de sensores remotos como Radar, RapidEye y Lidar. No obstante, aún falta mejorar su uso (p.e. eliminación del efecto de nubes y sombras, estimación de altura del dosel del bosque y biomasa aérea). En este sentido, uno de los principales retos identificados en este estudio es la ausencia de un análisis que permita entender qué tan costo-efectiva resulta la implementación de nuevas tecnologías de monitoreo forestal.

Parte de los hallazgos de este estudio indican, también, que los países ven cada vez más como una necesidad el contar con SNMF que den seguimiento integral a los cambios del recurso forestal (p.e. madera y carbono), así como a otros bienes y servicios que los bosques proveen (p.e. adaptación al cambio climático, polinización, biodiversidad).

Por ello, es importante que, a nivel nacional, las iniciativas de monitoreo forestal colaboren de manera sinérgica para lograr los objetivos de las distintas convenciones de las Naciones Unidas y de iniciativas globales paralelas de restauración (como la Iniciativa 20x20)<sup>5</sup> o de protección de zonas de manglar (iniciativas carbono azul)<sup>6</sup>. Estas iniciativas emergentes requieren de acciones de monitoreo a largo plazo para asegurar sus metas de aumento de cobertura forestal, conservación de la biodiversidad y reducción de emisiones. En consecuencia, tanto las nuevas tecnologías como el monitoreo participativo son de vital importancia (Evans y Guariguata 2008 y 2016).

<sup>5</sup> Iniciativa 20x20 liderada por el *World Resources Institute*. Consultado set. 2016. <http://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20>

<sup>6</sup> Iniciativa Carbono Azul. Consultado set. 2016. <http://thebluecarboninitiative.org/>

## Bibliografía

- Angelsen, A. (ed.). 2008. Moving ahead with REDD: issues, options and implications. Bogor, Indonesia, CIFOR. 156 p.
- Angelsen, A; Brown, S; Loisel, C; Peskett, L; Streck, C; Zarin, D. 2009. Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD): an options assessment report (en línea). Washington DC, Estados Unidos, Median Institute. Consultado 12 ago. 2016. Disponible en [http://www.redd-oar.org/links/REDD\\_OAR\\_es.pdf](http://www.redd-oar.org/links/REDD_OAR_es.pdf)
- Avilés, PE; Milla, F; Duarte, E; Jiménez, A. 2014. Evaluación y análisis de los niveles de referencia y sistemas de monitoreo forestal en el contexto de REDD+ en los países de la CCAD. La Libertad, El Salvador, Programa Regional REDD/CCAD-GIZ. (Nota Técnica, no. 03).
- Baldauf, T; Galo, AJJ. 2016. Fundamentals and applications of remote sensing in tropical forestry. *In* Pancel, L; Köhl, M. (eds.). Tropical Forestry Handbook. Berlin, Germany, Springer Nature. p. 545-569.
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, El Salvador); GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo, Alemania); WRI (World Resources Institute, Estados Unidos); GFW (Global Forest Watch, Estados Unidos). 2015. (Memoria). Taller sobre metodologías para el monitoreo de cambio forestal en Centroamérica y la República Dominicana (2015, San Salvador, El Salvador). Ciudad, País de Publicación, Publicador. 23 p.
- Chuvieco, E. 2016. Fundamentals of satellite remote sensing: an environmental approach. 2 ed. New York, Estados Unidos, CRC Press. 458 p.
- Evans, K; Guariguata, MR. 2008. Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Bogor, Indonesia, CIFOR. 50 p.
- Evans, K; Guariguata, MR. 2016. Success from the ground up: participatory monitoring and forest restoration. Bogor, Indonesia, CIFOR. (Occasional Paper, no. 159).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2012. Directrices voluntarias sobre monitoreo forestal nacional. Roma, Italia. 23 p. Borrador de secciones I y II para consideración.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2017. Voluntary Guidelines on National Forest Monitoring. Roma, Italia. 60 p.
- Fischer, R; Hargita, Y; Günter, S. 2016. Insights from the ground level? A content analysis review of multi-national REDD+ studies since 2010. *Forest Policy and Economics* 66:47-58.
- Florián, E; Fernández, J; Chacón, M; Louman, B. 2015. Taller Mecanismos y redes de transferencia de tecnología relacionada con el cambio climático en América Latina y el Caribe: Sector Forestal (Memoria, 2015, San José, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 21 p.
- Fuller, DO. 2006. Tropical forest monitoring and remote sensing: a new era of transparency in forest governance?. *Singapore Journal of Tropical Geography* 27(1):15-29.
- Goetz, S; Dubayah, R. 2011. Advances in remote sensing technology and implications for measuring and monitoring forest carbon stocks and change. *Carbon Management* 2(3):231-244.
- Jiménez, AJ. 2016. Acquisition, characteristics, and preprocessing of passive remote sensing images in tropical forestry. *In* Pancel, L; Köhl, M. (eds.). 2016. Tropical Forestry Handbook. Berlin, Germany, Springer Nature. p. 571-606.
- ONU-REDD (Programa Colaborativo de las Naciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo, Italia). 2013. Sistemas nacionales de monitoreo de los bosques: monitoreo y medición, reporte y verificación en el contexto de las actividades de REDD+. Ginebra, Suiza. 27 p.
- Proyecto Mesoamérica. 2016a. Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA). (en línea, sitio web). Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://www.proyectomesoamerica.org:8088/emsa/index.php>
- Proyecto Mesoamérica. 2016b. Avances en la Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA) (en línea, sitio web). Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://www.proyectomesoamerica.org:8088/emsa/index.php>
- Reymodin, L; Jarvis, A; Pérez-Urbe, A; Touval, J; Argote, K; Coca, A; Rebetz, J; Guevara, E; Mulligan, M. 2012. A methodology for near real-time monitoring of habitat change at continental scales using MODIS-NDVI and TRMM (en línea). s. l., Terra-i. Consultado # jun. 2016. Disponible en [www.terra-i.org/dam/jcr:508a0e27-3c91-4022-93dd-81cf3fe31f42/Terra-i%20Method.pdf](http://www.terra-i.org/dam/jcr:508a0e27-3c91-4022-93dd-81cf3fe31f42/Terra-i%20Method.pdf).

- Romijn, E; Herold, M; Kooistra, L; Murdiyarso, D; Verchot, L. 2012. Assessing capacities of non-Annex I countries for national forest monitoring in the context of REDD+. *Environmental Science & Policy* 19-20:33-48.
- Romijn, E; Lantican, CB; Herold, M; Lindquist, E; Ochieng, R; Wijaya, A; Murdiyarso, M; Verchot, L. 2015. Assessing change in national forest monitoring capacities of 99 tropical countries (en línea). *Forest Ecology and Management* 352:109-123. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.003>
- Schneider, T; Neupane, PR. 2016. International processes: framework conditions for tropical forestry. *In* Pancel, L; Köhl, M. (eds.). *Tropical Forestry Handbook*. Berlin, Germany, Springer Nature. p. 47-90.
- WB (The World Bank, Estados Unidos). 2008. *Forests sourcebook: practical guidance for sustaining forests in development cooperation*. Washington DC, Estados Unidos. 369 p.