

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -
MADS

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios
Ambientales – IDEAM

ANEXO TÉCNICO DE CONFORMIDAD CON LO
ESTABLECIDO EN LA DECISIÓN 14 / CP.19
VERSIÓN MODIFICADA.

Resultados alcanzados por Colombia en la Reducción
de Emisiones por Deforestación en el bioma
amazónico para los pagos basados en los resultados de
REDD+

Bogotá, Octubre 2016

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS

LUIS GILBERTO MURILLO - MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

CARLOS ALBERTO BOTERO - VICEMINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TITO GERARDO CALVO - DIRECTOR DE BOSQUES, BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

NÉSTOR GARZÓN - DIRECTOR (E) DE CAMBIO CLIMÁTICO

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

OMAR FRANCO TORRES - DIRECTOR GENERAL

MARÍA SARALUX VALBUENA - SUBDIRECTORA DE ECOSISTEMAS E INFORMACIÓN AMBIENTAL

EQUIPO TÉCNICO

MADS

DIANA MARCELA VARGAS

ASTRID EUGENIA CRUZ

MARTÍN CAMILO PÉREZ

DAVID FERNANDO URREGO

JUAN FERNANDO PHILLIPS

IDEAM

EDERSSON CABRERA

GUSTAVO GALINDO

JOSÉ JULIÁN GONZÁLEZ

ESTEFANÍA ARDILA

PROGRAMA ONU REDD COLOMBIA

ADRIANA PATRICIA YEPES

Tabla de contenido

Introducción	4
Resumen del informe definitivo del nivel de referencia de las emisiones derivadas de la deforestación en el bioma amazónico.....	2
Resultados en toneladas de CO ₂ e al año, consistente con el NREF para el bioma amazónico evaluado técnicamente.....	6
Consistencia de las metodologías utilizadas para producir los resultados con las utilizadas en el NREF evaluado	9
Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia -SMByC	9
Monitoreo de la deforestación	10
Biomasa y carbono.....	12
Descripción de los roles y responsabilidades para el monitoreo, reporte y verificación (MRV)	14
Bases de datos e información base para la reconstrucción de los resultados.....	17
Descripción del cumplimiento de la Decisión 4 / CP.15, párrafo 1 (c) y (d)	19
Uso de las Orientaciones y directrices del IPCC	19
Establecimiento del Sistema Nacional de monitoreo de bosques, de acuerdo a las circunstancias y capacidades nacionales.....	19
Glosario	21
Literatura Citada	22

Listado de Figuras

Figura 1 Características generales del Bioma Amazónico.	3
Figura 2 NREF para el bioma amazónico colombiano (2000-2012).....	5
Figura 3 Resultados estimados para los años 2013 y 2014 basados en el NREF remitido por Colombia a la CMNUCC en diciembre de 2014.	7
Figura 4 Esquema de MRV propuesto en Colombia	20

Listado de Tablas

Tabla 1 Resultados calculados para los años 2013 y 2014 basados en el NREF remitido por Colombia a la CMNUCC en diciembre de 2014	8
Tabla 2 Roles y responsabilidades para el Monitoreo, Reporte y Verificación de resultados	14

Introducción

Colombia presenta el Anexo Técnico del Informe Bienal de Actualización (IBA) en el contexto de los resultados base para el pago por resultados de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal, la conservación de los stocks de carbono, manejo sustentable del bosque y la mejora de los contenidos de carbono de los países en desarrollo (REDD+) bajo el marco de referencia de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Este reporte fue desarrollado por el Gobierno de Colombia y su equipo técnico, conformado por miembros del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El presente Anexo Técnico es voluntario, tiene como propósito exclusivo acceder a pagos por las acciones de REDD+ basado en los resultados de reducción de emisiones por deforestación bruta para el bioma amazónico de Colombia para los años 2013 y 2014, respecto al Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) presentado por Colombia ante CMNUCC en diciembre de 2014. Se desarrolla bajo las directrices sobre REDD+ del Marco de Varsovia, de conformidad con las decisiones 9/CP.19, 13/CP.19 (párrafo 2) y 14/CP.19 (párrafos 7 y 8).

La presentación de este Anexo Técnico no modifica, revisa o ajusta de ninguna forma la Contribución Nacionalmente Determinada por Colombia (INDC, por su sigla en inglés), o algún instrumento legal de carácter nacional o acuerdo vinculante bajo la CMNUCC.

El NREF presentado por Colombia el 15 de diciembre de 2014 fue sometido al proceso de evaluación técnica de la CMNUCC, cuyo reporte final fue publicado el 20 de octubre de 2015. El nivel de referencia subnacional del bioma amazónico colombiano (vínculo [aquí](#)) y el reporte de la evaluación técnica del mismo (vínculo [aquí](#)) pueden ser consultados en la plataforma web de la CMNUCC REDD¹.

¹ <http://redd.unfccc.int/submissions.html?country=col>

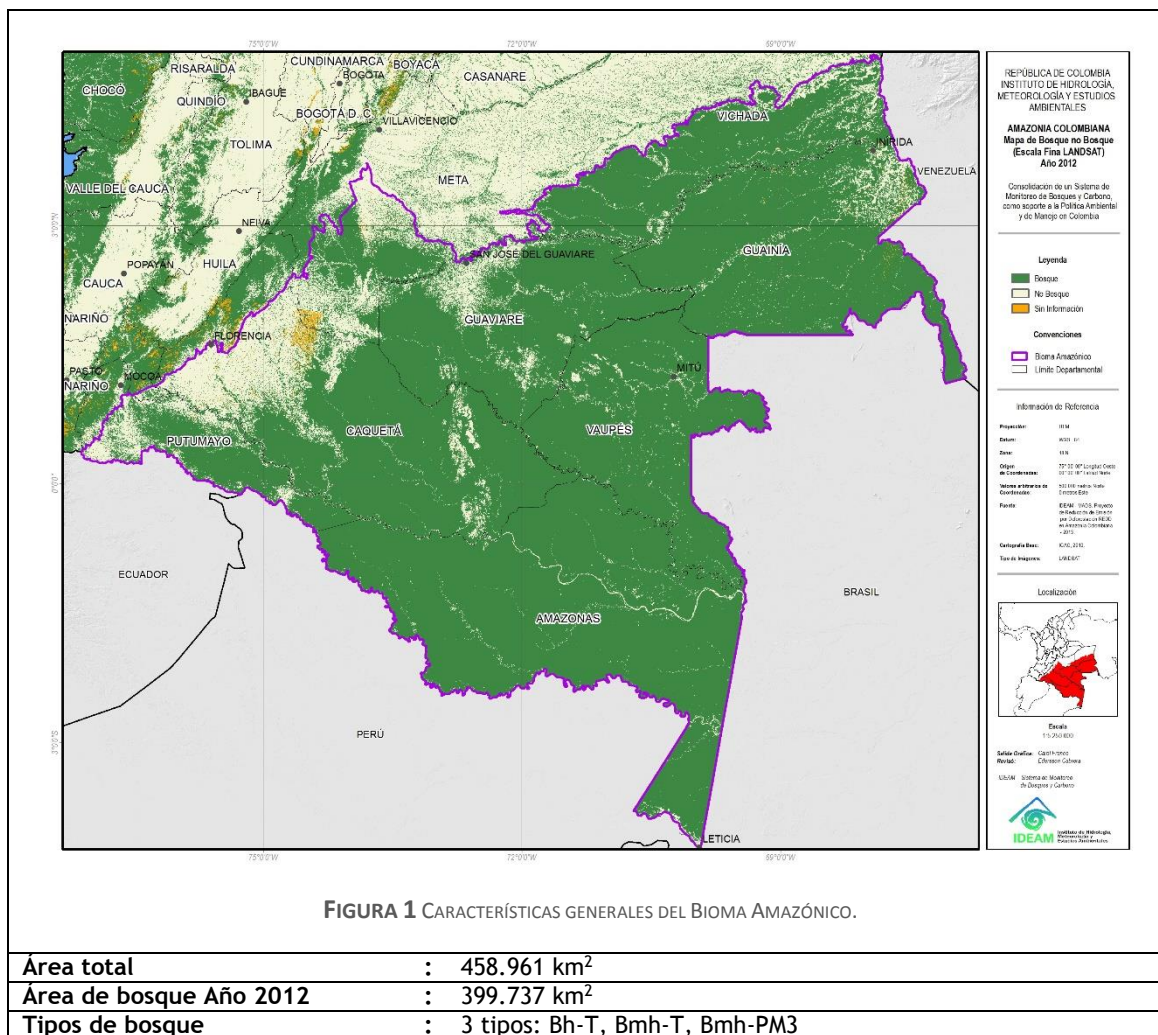
Resumen del informe definitivo del nivel de referencia de las emisiones derivadas de la deforestación en el bioma amazónico

Colombia presentó de manera voluntaria su NREF del bioma amazónico, como parte de la adopción de las medidas mencionadas en el párrafo 70 de la decisión 1/CP.16. El NREF cubre las actividades de **reducción de emisiones por deforestación**, teniendo en cuenta que los avances del país en otras actividades incluidas en el párrafo 70 de la decisión 1/CP16 aún no permiten realizar reportes con bajos niveles de incertidumbre.

Colombia aplica un enfoque paso a paso para el desarrollo del NREF en concordancia con la decisión 12/CP17 (párrafo 10), presentando un primer nivel de referencia subnacional con el objetivo de efectuar a futuro, la transición hacia un NREF para todo el territorio nacional que además incorpore mejor información, mejores metodologías y, cuando sea apropiado, nuevos reservorios de carbono y actividades.

Colombia resaltó que la presentación del NREF fue voluntaria y tiene como propósito exclusivo medir el desempeño de la implementación de las actividades señaladas en el párrafo 70 de la Decisión 1/CP.16 y obtener pagos por las acciones REDD+ basado en resultados bajo las directrices del Marco de Varsovia sobre REDD+, de conformidad con las decisiones 9/CP.19, 13/CP.19 (párrafo 2) y 14/CP.19 (párrafos 7 y 8).

El área que cubre el NREF corresponde al Bioma Amazónico, delimitada con base en criterios biogeográficos, principalmente asociados a presencia de bosque amazónico, geomorfología y rangos altitudinales. (Ver Figura 1).



La construcción del NREF de la actividad de *reducción de emisiones por deforestación* (bruta) en el bioma amazónico de Colombia se basa en la información generada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), liderado por el IDEAM bajo las directrices del MADS. El SMByC ha generado una evaluación bienal de la deforestación bruta en la Amazonía colombiana para el periodo 2000-2012, utilizando principalmente imágenes del programa satelital LANDSAT, con una unidad mínima de mapeo de 1 hectárea. Los datos sobre deforestación están disponibles en formato digital (<ftp.ideam.gov.co>).

El NREF incluye los sumideros de biomasa aérea (BA) y biomasa subterránea (BS), mientras no fueron incluidas la hojarasca, los detritos de madera muerta y el carbono orgánico en suelos, dado que actualmente no se cuenta con información suficiente para ello.

El *factor de emisión* integra el contenido de dióxido de carbono por hectárea (t CO₂e/ha) en la BA y BS (raíces) estimados para la región del NREF. En este sentido, la BA del componente arbóreo (DAP≥10cm) se estimó utilizando ecuaciones alométricas desarrolladas por Álvarez *et al.* (2012) y la BS empleando la ecuación propuesta por Cairns *et al.* (1997). Los datos compilados por el SMByC, provienen de 721 parcelas de área variable, que fueron establecidas en bosque húmedo tropical amazónico en el periodo 1990-2014.

Las emisiones brutas por deforestación del NREF se estimaron para el periodo 2000-2012, teniendo en cuenta los datos de actividad y el factor de emisión (desarrollado siguiendo la clasificación bioclimática de Holdridge *et al.* 1971).

La estimación anual de emisiones por deforestación bruta del NREF tiene un periodo de proyección de cinco años (2013-2017) y corresponde al producto entre la deforestación bruta bienal promedio del periodo 2000-2012 (82.883 ha/año) y el factor de emisión estimado (566,1 t CO₂e/ha).

$$EA = 566.1t \frac{CO_2e}{ha} \cdot 82.883ha = 46.920.066,3 tCO_2eq/año$$

El nivel de referencia incorpora un ajuste por las circunstancias nacionales, según los lineamientos de la CMNUCC. Colombia ajustó un +10% sobre el valor de la deforestación promedio 2000-2012; este ajuste está fundamentado en el escenario sociopolítico de finalización del conflicto armado en Colombia que permite el ingreso a zonas inaccesibles por el conflicto y estimularía la deforestación (Anexo al NREF). En consecuencia se espera un aumento en las emisiones derivadas de la deforestación en un período de transición de cinco (5) años.

$$NREF = 566.1t \frac{CO_2e}{ha} \cdot 82.883ha \cdot 1,1 = 51.612.072,9 tCO_2eq/año$$

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores el NREF para el bioma amazónico de Colombia es de 51.612.072,9 t CO₂e/año (Figura 2).

La evaluación técnica por parte de la convención fue publicada el pasado 20 de octubre de 2015 ([link aquí](#)) y el equipo de evaluación señaló que los datos y la información utilizados por Colombia en la construcción de su NREF son transparentes y completos, y están de acuerdo con las directrices que figuran en el anexo de la decisión 12 / CP.17.

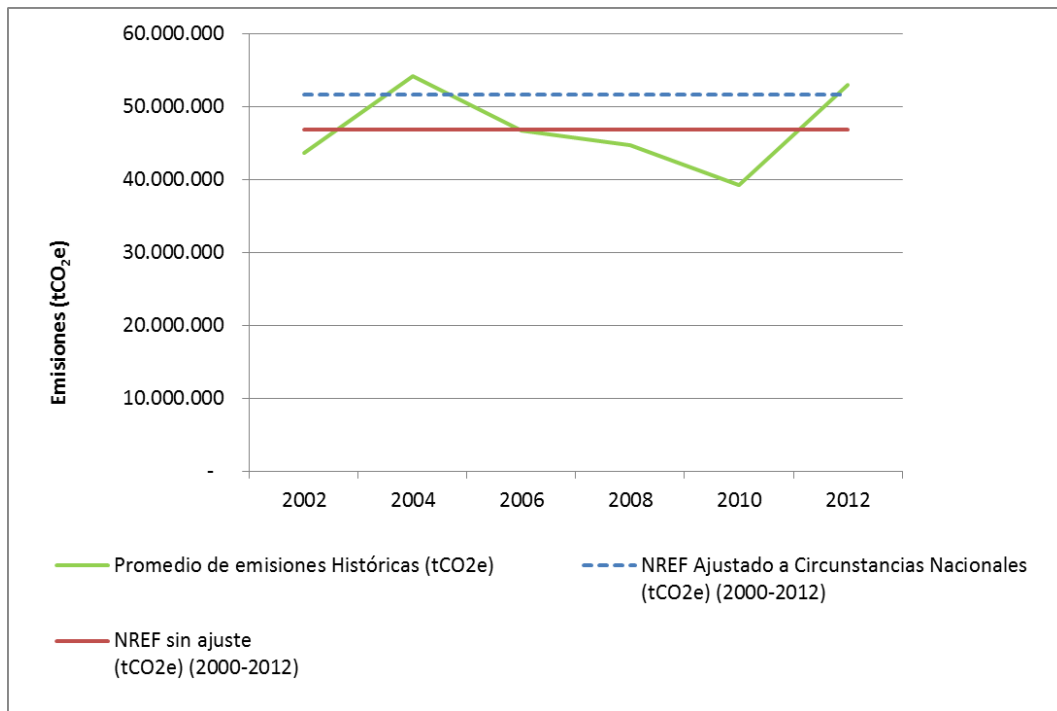


FIGURA 2 NREF PARA EL BIOMA AMAZÓNICO COLOMBIANO (2000-2012).

Resultados en toneladas de CO₂e al año, consistente con el NREF para el bioma amazónico evaluado técnicamente.

La decisión 14/CP.19 párrafo 3 establece que *“los datos y la información utilizados por las Partes para estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros relacionadas con los bosques, las reservas forestales de carbono y las variaciones del carbono almacenado en los bosques y los cambios en la superficie forestal, según corresponda a las medidas mencionadas en la decisión 1/CP.16, párrafo 70, que emprendan las Partes, deben ser transparentes y coherentes, tanto a lo largo del tiempo como con los niveles de referencia de las emisiones forestales y/o niveles de referencia forestal establecidos de conformidad con las decisiones 1/CP.16, párrafo 71 b) y c), y 12/CP.17”*.

Las emisiones de carbono derivadas de la deforestación bruta en el bioma amazónico de Colombia para el periodo 2000-2012 fueron calculadas en el NREF usando la metodología cuya síntesis se presentó en el NREF y se describe de manera detallada en los anexos A, B y C².

~~A continuación se reportan los~~ En el presente Anexo Técnico se reportan los resultados obtenidos por reducción de emisiones por deforestación bruta en el bioma amazónico de Colombia para los años 2013 y 2014.

El anexo A del NREF explica la aplicación de un ajuste del +10% al promedio histórico deforestación 2000-2012, frente a las emisiones estimadas para el periodo 2013-2017, fundamentado en los efectos del *“Acuerdo General para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera”* firmado el 26 de agosto de 2012~~firmado~~ entre el Gobierno de Colombia y las FARC-EP (vínculo [aquí](#)). Estas circunstancias nacionales reflejan el efecto del inicio, desarrollo, conclusión e implementación de los acuerdos de paz. Dadas estas consideraciones, Colombia enfatiza que como consecuencia de algunos puntos del acuerdo, en el bioma amazónico de Colombia ya se han presentado efectos sociales y ambientales basados en las expectativas de los actores involucrados en el proceso de paz, tal como se había mencionado en el NREF presentado por Colombia.

² <http://redd.unfccc.int/submissions.html?country=col>

Los resultados de emisiones reducidas (ER) para los años 2013 y 2014 corresponden a la diferencia entre el NREF y las emisiones estimadas para cada año. Las metodologías para el cálculo se describen en la siguiente sección sobre el SMBYC. Así las ER para 2013 han sido estimadas en 13.544.112,3 t CO₂e y para el año 2014 en 15.439.415,1 t CO₂e.

$$ER_{2013} = NREF_{2000-2012} - EA_{2013}$$

$$ER_{2013} = 51.612.072,9 \text{ t CO}_2\text{e/año} - 38.067.960,6 \text{ t CO}_2\text{e/año}$$

$$ER_{2013} = 13.544.112,3 \text{ t CO}_2\text{e/año}$$

$$ER_{2014} = NREF_{2000-2012} - EA_{2014}$$

$$ER_{2014} = 51.612.072,9 \text{ t CO}_2\text{e/año} - 36.172.657,8 \text{ t CO}_2\text{e/año}$$

$$ER_{2014} = 15.439.415,1 \text{ t CO}_2\text{e/año}$$

El total de reducciones en los dos años se han estimado en 28.983.527,5 t CO₂e (Figura 3 y Tabla 1).

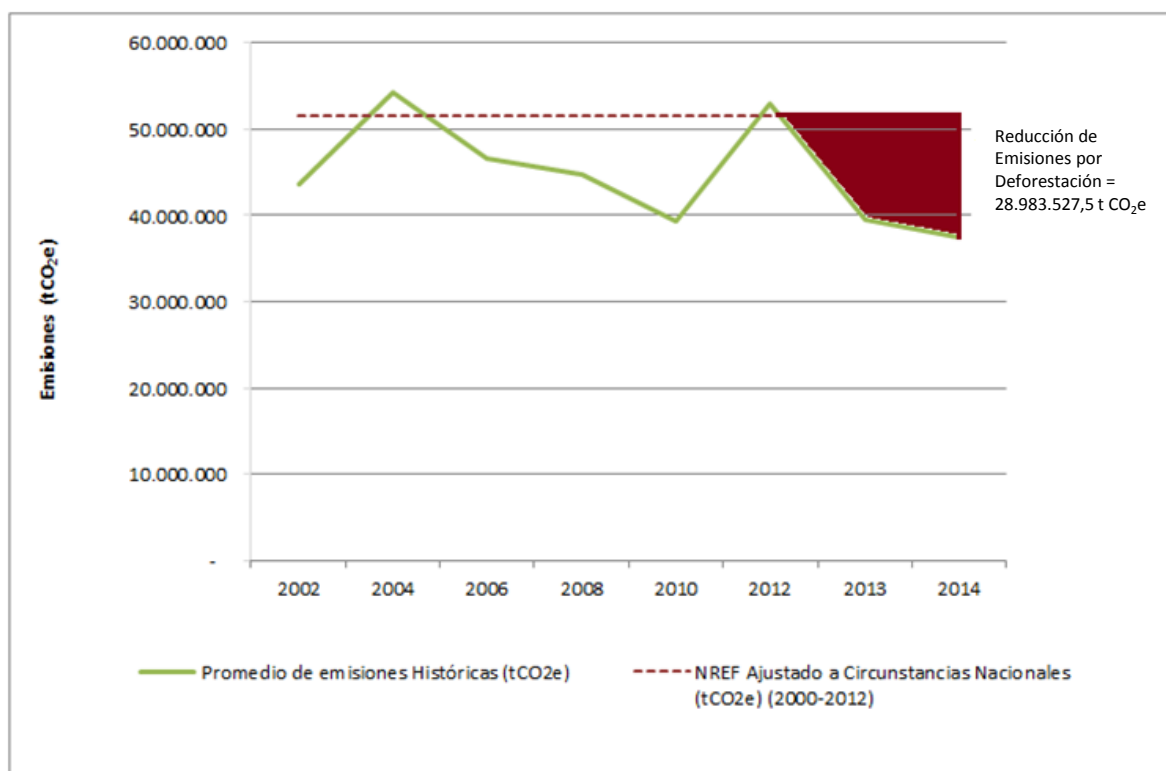


FIGURA 3 RESULTADOS ESTIMADOS PARA LOS AÑOS 2013 Y 2014 BASADOS EN EL NREF REMITIDO POR COLOMBIA A LA CMNUCC EN DICIEMBRE DE 2014.

TABLA 1 RESULTADOS CALCULADOS PARA LOS AÑOS 2013 Y 2014 BASADOS EN EL NREF REMITIDO POR COLOMBIA A LA CMNUCC EN DICIEMBRE DE 2014

Año	Deforestación (ha/año)	Ajuste Circunstancias Nacionales (CN)	CO₂e (t/ha)	Emisiones (t CO₂e/año)	Reducción Neta (t CO₂e)
NREF (2000-2012)	82.883	1,1	566,1	51.612.072,9	N.A
2013	67.246 ³		566,1	38.067.960,6	13.544.112,3
2014	63.898 ⁴		566,1	36.172.657,8	15.439.415,1
Total					28.983.527,5

³ Este valor es diferente al originalmente remitido por Colombia. Durante el exitoso proceso de evaluación técnica con los expertos LULUCF se identificaron puntos de mejoramiento del proceso de control de calidad para la generación de datos de actividad que han sido ya implementados, que explican estas diferencias.

⁴ La revisión del proceso de control de calidad permitió identificar que los datos originalmente remitidos no habían sido re-proyectados al sistema oficial de coordenadas de Colombia, razón por la cual los valores ahora reportados son diferentes. Como se presenta en el protocolo de procesamiento digital de imágenes implementado por el IDEAM, las imágenes y los datos generados son usados en el sistema de coordenadas UTM, para luego al final del proceso ser re-proyectados al sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS Bogotá que es el oficialmente utilizado en el país. Así entonces, las diferencias entre los datos presentados se explican con esta re-proyección, y ajuste del tamaño de pixel para ser consistente con lo reportado en el NREF. Para facilitar el análisis de estos cambios, y con el ánimo de continuar con el principio de transparencia, Colombia ha incluido la información geográfica de las dos versiones, pero recomendamos emplear la aquí presentada.

Consistencia de las metodologías utilizadas para producir los resultados con las utilizadas en el NREF evaluado

La estimación de los resultados del presente Anexo Técnico, empleó las mismas superficie, definición de bosque, sumideros de Carbono, metodologías y el mismo conjunto de datos e información usada para la construcción del NREF del bioma amazónico colombiano que fueron objeto de evaluación técnica según lo establecido bajo la CMNUCC. Estas metodologías se describen en la siguiente sección sobre el SMByC.

Tal como se presenta en la sección anterior, las emisiones reducidas fueron estimadas como las emisiones brutas en los años 2013 y 2014, menos las emisiones promedias anuales de CO₂e de la deforestación bruta en el bioma amazónico entre 2000 y 2012, es decir 51.612.072,9 t CO₂e.

Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia -SMByC

El SMByC es un instrumento que permite contar con información sobre la deforestación en Colombia, incluyendo la identificación de superficies en áreas de Bosque (B) y No Bosque (NB), la cuantificación de la deforestación bruta/neta, y las áreas que se regeneran durante el período de análisis (cambio de no bosque a bosque), así como los cambios en la cantidad de carbono almacenado en diferentes coberturas y/o compartimientos, que se desprenden de este proceso.

El objetivo básico del SMByC es recopilar datos e información, que permitan realizar los cálculos necesarios para estimar (i) las reservas de carbono almacenadas en los bosques naturales, (ii) las emisiones asociadas con la deforestación y/o degradación de los bosques, (iii) el aumento de las reservas de carbono, y (iv) el reporte de las incertidumbres asociadas con cada una de ellas.

De acuerdo con lo dispuesto en las decisiones relevantes de la CMNUCC y el IPCC en su guía de las buenas prácticas, el SMByC opera bajo los siguientes principios: transparencia, completitud, comparabilidad, consistencia y precisión.

Los principales componentes del SMyC son i) monitoreo de la deforestación, ii) monitoreo de biomasa y carbono en bosques naturales, y iii) causas y agentes de deforestación. Toda la información generada por el SMyC se encuentra disponible en la página web del sistema, a excepción de aquella que tiene restricciones de uso (vínculo [aquí](#)).

Monitoreo de la deforestación

El SMyC implementa una metodología que integra herramientas de pre-procesamiento y procesamiento semi-automatizado de imágenes de satélite para detectar y cuantificar los cambios en la extensión de la cobertura de bosques a nivel nacional a escala 1:100.000, de manera que sea posible identificar las pérdidas de área de esta cobertura por deforestación (Galindo *et al.* 2014).

Esta metodología de monitoreo está concebida en cuatro fases:

1. Pre-procesamiento digital de imágenes de satélite. Incluye las tareas de apilamiento de bandas, corrección geométrica, calibración radiométrica, enmascaramiento de nubes y cuerpos de agua, y normalización radiométrica.
2. Procesamiento digital de imágenes. Involucra la detección automatizada de cambios en la superficie de bosque utilizando varios algoritmos, verificación visual de los cambios detectados y control de calidad del proceso.
3. Validación de los datos. Implementa un diseño de muestreo aleatorio y estratificado.
4. Reporte de los datos de actividad. Corresponde al cálculo y reporte de la superficie de bosque natural y cambio en la superficie de bosque natural.

La generación de los datos de actividad se realiza utilizando imágenes del programa Satelital LANDSAT (USGS 2014), dada la disponibilidad histórica, la resolución temporal y espacial para el monitoreo de la cobertura boscosa, facilidad de acceso a los datos y posibilidades de permanencia de este programa satelital.

Se aplican correcciones, calibraciones y normalizaciones radiométricas, asegurando el co-registro exacto y la reducción de efectos atmosféricos, permitiendo así que las imágenes sean realmente comparables y los cambios detectados no se deban a este tipo de factores (Olthof *et al.* 2005, Potapov *et al.* 2012).

Una segunda fase involucra inicialmente la detección automatizada de cambios en la superficie de bosque, permitiendo la detección directa de cambios en la respuesta espectral que puedan corresponder a una pérdida o ganancia de la cobertura del bosque. Luego, incorpora el trabajo de expertos para la verificación visual directa de los cambios sobre las imágenes, permitiendo minimizar las falsas detecciones debidas a errores en la interpretación de la cobertura de bosque de fechas anteriores. Igualmente disminuye los errores debidos a procesos cartográficos que generan falsas detecciones al momento de superponer y cruzar la información. Después de generado cada periodo de monitoreo de deforestación, se aplica un procedimiento denominado “análisis de la consistencia de la serie de tiempo” para verificar que un área marcada como deforestada en un determinado periodo no haya sido marcada previamente también como deforestada (seis periodos). Si esta situación llegara a presentarse, el análisis implementado corrige la serie de tiempo con el dato más reciente.

Finalmente, se ejecuta un protocolo de control de calidad que evalúa constantemente los productos intermedios generados, con el fin de detectar errores e inconsistencias y verificar su ajuste. El resultado final de esta fase es la identificación semi-automatizada de las clases Bosque Estable, No Bosque Estable, Deforestación, Regeneración y Sin Información (correspondiente a los datos enmascarados).

En la tercera fase se realiza la validación temática de los datos de actividad del periodo de monitoreo a través de una evaluación de exactitud estadísticamente robusta que incluye el cálculo de la incertidumbre de los estimadores. La validación temática ha sido realizada para el periodo 2010-2012, por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), entidad que no está involucrada en la producción de los datos de actividad.

Finalmente, para calcular la superficie deforestada entre dos fechas se tienen en cuenta únicamente las áreas para las cuales se detecta bosque en la primera fecha y no bosque en la segunda, de manera que exista la certeza de que el evento ocurrió en el periodo de tiempo analizado. Las pérdidas de bosque detectadas luego de una o varias fechas sin información no serán incluidas en el cálculo con el fin de evitar tasas sobrestimadas en periodos en los que aumentan las áreas sin información por diferentes factores, como por ejemplo épocas climáticas de alta nubosidad o fallas en los sensores de los programas satelitales que toman las imágenes.

La implementación de esta metodología permitió identificar los cambios en la cobertura de Bosque (medidos en hectáreas) para los periodos 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010 y 2010-2012, y más recientemente, realizar los reportes anuales para los años 2013 (2012-2013) y 2014 (2013-2014).

La superficie cubierta por bosque se refiere a la superficie cubierta por bosque observada en un periodo a partir de las imágenes de satélite. Para el cálculo de esta cifra en cada periodo se excluyen la superficie sin información (debido a la presencia de nubes y otros factores que impiden su interpretación).

Cambio en la superficie cubierta por bosque (CSB): Hace referencia a la diferencia entre la superficie de bosque detectada en el periodo inicial y la superficie de bosque detectada en el periodo final dividido por el número de años del periodo. Se tiene en cuenta solamente las áreas comunes en ambos periodos de análisis que pueden ser interpretadas excluyendo del análisis las áreas sin información en cualquiera de los dos periodos.

Los datos de CSB (anualizados) constituyen los datos de actividad necesarios para la construcción del NREF, los insumos cartográficos para la obtención de la deforestación por periodo son consultables en (www.ideam.gov.co).

Biomasa y carbono

Los factores de emisión usados para realizar la estimación de las reservas potenciales de carbono y la estimación de emisiones reducidas para los años 2013 y 2014 en los bosques naturales del bioma amazónico son los mismos utilizados para la construcción del NREF del bioma amazónico que fueron estimados por el IDEAM usando datos de 721 parcelas temporales y permanentes establecidas entre 1990 y 2014 en el bioma amazónico colombiano. Aunque este conjunto de parcelas no fue establecido utilizando un único diseño de muestreo, estadísticamente es posible utilizarlo para estimar los contenidos de carbono en bosques de la amazonia colombiana. Otros autores han estimado también densidades de carbono utilizando pequeños conjuntos de datos de campo (Rutishauser *et al.* 2015; Mitchard *et al.* 2014).

Compilación y preparación de los datos: la compilación de los datos se sigue siguiendo los lineamientos consignados en Phillips *et al.* IDEAM (2011, 2014) y conforme a lo descrito en el NREF del bioma amazónico (vínculo [aquí](#)).

Para las estimaciones, la BA (expresada en kg) de cada árbol se estima utilizando la ecuación alométrica desarrollada por Álvarez *et al.* (2012), en donde la BA se expresa en función del diámetro (D) y la densidad de la madera (ρ). Una vez calculada la BA de cada árbol se estima su BS, empleando la ecuación propuesta por Cairns *et al.* (1997), en donde la BS se expresa en función de la BA. Posteriormente, la biomasa total (BT) para cada individuo se obtiene al sumar su BA y su BS. La BT de cada parcela se obtiene de la sumatoria de la BT de los individuos registrados en ella, excluyendo palmas, lianas y helechos (i.e. hábitos no-arbóreos); de manera posterior, el valor se escala a toneladas por hectárea (t/ha).

Estimación de la biomasa total por tipo de bosque: las variaciones en el tamaño de la parcela y el tamaño de la muestra pueden conducir a diferentes niveles de incertidumbre en la estimación de la biomasa (Chambers *et al.* 2001, Chave *et al.* 2004). Teniendo en cuenta lo anterior, la BT para cada tipo de bosque se estimó empleando un ponderador por el inverso de la varianza (Thomas & Rennie 1987) (ver metodología detallada el reporte del NREF para el Bioma Amazónico y su Anexo A [vínculo [aquí](#)]).

Para calcular los contenidos de carbono del bosque, se utiliza el factor de 0,47 con relación a la BT, mientras que para evaluar la cantidad de CO₂e almacenado en la BT, se multiplica la cantidad de carbono por un factor de 3,67 (IPCC 2003, 2006).

Es importante mencionar que actualmente Colombia está desarrollando el primer ciclo de medición del Inventario Forestal Nacional, con el cual se espera actualizar los factores de emisión y mejorar la precisión de los estimados de carbono, valores que se espera sean implementados para la primera actualización del NREF.

Descripción de los roles y responsabilidades para el monitoreo, reporte y verificación (MRV⁵)

Los componentes del sistema MRV se están diseñando y construyendo para que permitan estandarizar procesos de medición, monitoreo, recolección, gestión de datos y reporte de resultados, los cuales son necesarios para demostrar el cumplimiento de metas y compromisos nacionales e internacionales, así como asegurar la calidad y coherencia de los datos reportados. En la Tabla 2 se presenta el esquema de MRV para el NREF.

El SMByC descrito anteriormente es uno de los componentes del sistema MRV y además de proporcionar la información para el MRV de REDD es fuente de información y metodologías para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero específicamente del sector AFOLU, lo que garantiza la consistencia de los reportes.

TABLA 2 ROLES Y RESPONSABILIDADES PARA EL MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

MRV	Instrumento/ proyecto	Institución responsable	Roles	Información adicional
Monitoreo	Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación MRV para Colombia	MADS	Dar seguimiento al avance e impactos alcanzados con la implementación de las iniciativas del país relacionadas con la reducción de emisiones de GEI, así como contribuir a la consolidación de información, monitoreo, y análisis de las emisiones y absorciones de GEI. El sistema MRV para Colombia contempla el diseño e implementación del Registro Nacional de Reducción de Emisiones como componente esencial para conseguir ingresar la información relativa a las iniciativas de reducción de emisiones que tengan lugar en el país, dentro de las que se contemplan los proyectos y programas REDD+. Se recomienda consultar la versión más reciente del documento MRV Nacional, el	

⁵ El monitoreo, reporte y verificación de las reducciones de emisiones consiste en el proceso de seguimiento continuo al avance y los impactos generados por la implementación de medidas de mitigación.

MRV	Instrumento/ proyecto	Institución responsable	Roles	Información adicional
			cual es responsabilidad de la DCC en el MADS.	
	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC)	IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	Realizar seguimiento de la cobertura de bosque natural a nivel nacional y regional, a través de tres componentes: Alertas tempranas de deforestación; ii) monitoreo de carbono y iii) cuantificación de la superficie de bosque y deforestación. Además, es el responsable de realizar la estimación de emisiones por reducción de la deforestación a nivel nacional y regional.	Vinculo aquí
	Inventario Forestal Nacional (IFN)	MADS IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	Recoger datos que permitan realizar una estimación de las variables (y su error asociado) definidas para caracterizar las coberturas boscosas del país. Proveer información periódica y con un concepto multipropósito sobre la estructura, composición florística, diversidad, biomasa área, carbono almacenado en los detritos de madera muerta y en los suelos, y volumen de madera del bosque, la calidad y condiciones de la masa forestal, y la dinámica del recurso forestal.	
Reporte	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC)	IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	Nivel Nacional: • Boletín semestral de Alertas Tempranas por Deforestación. • Protocolos nacionales. • Mapas deforestación y contenido de carbono. • Reportes Anuales de deforestación nacional. Nivel regional: • Boletín trimestral de Alertas Tempranas por	

MRV	Instrumento/ proyecto	Institución responsable	Roles	Información adicional
			Deforestación para el Bioma Amazónico Nivel Internacional: • Reporte requeridos por la CMNUCC relacionados principalmente con REDD+, como el NREF y el Anexo Técnico del BUR.	
	Inventario Forestal Nacional (IFN)	MADS IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	Proveer información que permita estimar los cambios de la biomasa aérea, el volumen de madera, el área basal, el número de individuos arbóreos y el carbono almacenado en el suelo y en los detritos de madera a lo largo del tiempo.	
Verificación	Consulta con expertos internacionales	UNFCCC	Verificación por las Partes, a través del nombramiento de expertos en LULUCF para evaluar el NREF y los Anexos Técnicos presentados.	http://unfccc.int/methods/redd/redd_web_platform/items/4531.php

Bases de datos e información base para la reconstrucción de los resultados

Se presenta información completa que permite la reconstrucción del NREF y del presente Anexo Técnico. Esta sección contiene una descripción de la información requerida para la reconstrucción de los resultados, a continuación se presentan vínculos a las base de datos e información geográfica que permite la reconstrucción de los resultados (vínculo [aquí](#)).

1. Imágenes de sensores remotos (programa satelital LANDSAT TM5, ETM+ 7 y OLI8) utilizadas para la cuantificación de la deforestación en el bioma amazónico colombiano para el periodo de referencia 2000-2012, y los años 2013 y 2014.
Nota: Todas las imágenes se proporcionan a 30m de resolución, formato geotiff.
2. Mapa digital base del bioma amazónico de Colombia.
Nota: Se proporciona en formato vectorial (shapefile), proyección oficial de Colombia.
3. Mapas temáticos de deforestación bienal para el período de 2000 a 2012, (seis mapas bienales).
Nota: Todos los mapas se proporcionan en formato Raster (geotiff), proyección oficial de Colombia.
4. Mapa temático de deforestación anual para el año 2013 (un mapa anual). Formato Raster, proyección oficial de Colombia.
Nota: Este mapa se proporciona en formato Raster (geotiff), proyección oficial de Colombia.
5. Mapa temático de deforestación anual para el año 2014 (un mapa anual). Formato Raster, proyección oficial de Colombia.
Nota: Este mapa se proporciona en formato Raster (geotiff), proyección oficial de Colombia.
6. Mapa digital de parcelas de inventario forestal y/o florístico disponibles para el bioma amazónico de Colombia en el periodo 1990-2014. Cada parcela tiene asociado el tipo de bosque al que pertenece y la ecuación alométrica utilizada para la estimación de biomasa aérea.
Nota: Se proporciona en formato vectorial (shapefile), proyección oficial de Colombia.

7. Ejemplo de la estructura de la base de datos implementada para la estimación de BA y BS.

Descripción del cumplimiento de la Decisión 4 / CP.15, párrafo 1 (c) y (d)

Uso de las Orientaciones y directrices del IPCC

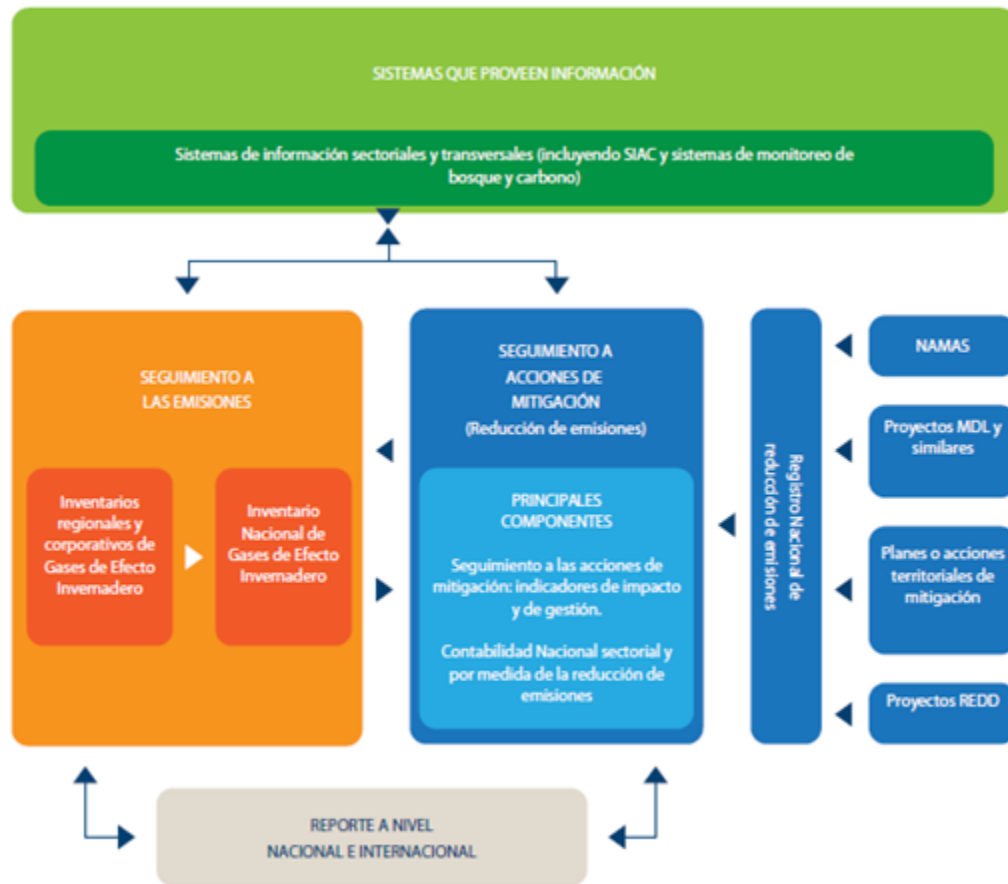
El método usado para la estimación de emisiones por deforestación en el presente Anexo Técnico y en el NREF de la Amazonía de Colombia es consistente con, las directrices 2006 del IPCC y las orientaciones de buenas prácticas para la estimación de los “*cambios en los contenidos de carbono de las tierras forestales convertidos a otras categorías de uso de las tierras*”, descritas en GPG-LULUCF (IPCC 2003).

Los datos de actividad corresponden a las áreas de deforestación (ha) cuantificadas anualmente y el factor de emisión integra el contenido de carbono por hectárea (t CO₂e/ha) en la BA y BS estimados por el SMByC, lo que conforma el conjunto de los datos necesarios para una estimación *Tier 2* como lo sugiere IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry (GPG LULUCF) (IPCC 2003).

Establecimiento del Sistema Nacional de monitoreo de bosques, de acuerdo a las circunstancias y capacidades nacionales

En Colombia actualmente se está trabajando en el diseño y estructuración de los diferentes componentes del Sistema de MRV de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en diferentes niveles. El sistema MRV en Colombia estará basado en tres principales enfoques: emisiones, reducción de emisiones, y financiamiento.

En la Figura 4 se observa que la información para el seguimiento de las emisiones y de las reducciones de GEI, no solo será proporcionada por los proponentes de acciones de mitigación, sino también se obtendrán de la conexión con diferentes sistemas de información sectoriales y transversales, como el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y otros en los que se encuentra el SMByC cuyo principal objetivo es realizar el seguimiento de la cobertura de bosque natural a nivel nacional y regional.



Fuente: MADS, GIZ, WRI (2015).

Figura 4 Esquema de MRV propuesto en Colombia

De acuerdo con el párrafo 1d decisión 4 CP16, Colombia ha establecido el SMCByC como componente del MRV, como un sistema robusto, basado en las capacidades nacionales, que ha implementado operativamente la integración de datos de sensores remotos (imágenes de satélite), para la generación de datos de actividad (cuantificación de la deforestación). Y estimación de contenidos de carbono en bosques naturales tal como se describe en la sección del sistema de monitoreo arriba.

Los métodos y datos e información utilizada en la estimación de las emisiones por deforestación proveen información transparente, consistente y precisa, lo que se evidencia en las conclusiones del reporte de evaluación técnica del NREF.

Glosario

CLC: CORINE Land Cover.

CMNUCC: Convención Marco de la Naciones Unidas Contra el Cambio Climático.

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

COP: Conferencia de las Partes.

ENREDD+: Estrategia Nacional REDD+.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IIRSA: Iniciativa para la integración de la infraestructura regional sudamericana

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por su traducción del inglés: Intergovernmental Panel on Climate Change).

LULC: Uso del Suelo y cambio de uso (por su traducción del inglés: Land Use Land Change).

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

NREF: Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.

REDD+: Reducción de emisiones por Deforestación y Degradación y la conservación, manejo forestal sostenible y mejora de los contenidos de carbono en los países en desarrollo.

RPP: Documento Propuesta para la Preparación (por su traducción del inglés: Readiness Preparation Proposal)

SMBYC: Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.

USCUSS: Uso del suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura.

Literatura Citada

- Álvarez, E., Duque, A., Saldarriaga, J. G., Cabrera, K., De las Salas, G., Del Valle, J. I., Moreno, F., 792 Orrego, S. A & Rodríguez, L. (2012). Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management* 267, 297-308.
- Cairns M A, Brown S, Helmer E H and Baumgardner G A 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111, 1-11.
- CMNUCC. 2010. Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su sexto período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010: Decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto. <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cmp6/spa/12a01s.pdf>. Accedido el 12 de agosto de 2012.
- CHAMBERS, J.Q., DOS SANTOS, J., RIBEIRO, R.J. & HIGUCHI, N. 2001. Tree damage, allometric relationships, and aboveground net primary production in a central Amazon forest. *Forest Ecology and Management* 152: 73-84.
- CHAVE, J., CONDIT, R., AGUILAR, S., HERNANDEZ, A., LAO, S. & PEREZ, R. 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions Royal Society B* 359: 830 409-420.
- GALINDO G., Espejo O. J., Rubiano J. C., Vergara L. K., Cabrera E. 2014. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Bogotá D.C. Colombia., 52 pág. ISBN:978-958-8067-66-7. Distribución Gratuita.
- HOLDRIDGE, L.R., GRENKE, W., HATHEWAY, W.H., LIANG, T. & TOSI, J.A. 1971. *Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study*. Pergamon Press, Oxford.
- IPCC 2003. Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe and Fabian Wagner. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
- MITCHARD et al. 2014. *Global Ecology and Biogeography*, DOI: 10.1111/geb.12168.
- Olthof, I., Pouliot, D., Fernandes, R., & Latifovic, R. (2005). Landsat-7 ETM+ radiometric normalization comparison for northern mapping applications. *Remote Sensing of Environment*, 1007 95(3), 388-398.
- PHILLIPS J.F., DUQUE A.J., YEPES A.P., CABRERA K.R., GARCÍA M.C., NAVARRETE D.A., ÁLVAREZ E., CÁRDENAS 1001 D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea 1002 en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Instituto de 1003 Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.
- PHILLIPS, J.F., DUQUE, A.J., SCOTT, C., PEÑA, M.A., FRANCO, C.A., GALINDO, G., CABRERA, E., ÁLVAREZ, E. & CÁRDENAS, D. 2014. Aportes técnicos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono a la propuesta de preparación de Colombia para REDD+: datos de actividad y factores de emisión. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá D.C., Colombia. 70 pp. ISBN: 978-958-8067-67-4 - Distribución Gratuita.
- RUTISHAUSER ET AL. 2015. *CURRENT BIOLOGY*, VOL. 25, ISSUE 20, p2738.
- THOMAS, C.E. & RENNIE, J.C. 1987. Combining Inventory Data for Improved Estimates of Forest Resources. *Southern Journal of Applied Forestry* 11(3): 168-171. 1045-1046
- UNFCCC. 2009. Advance unedited version Decision -/CP.15 The Conference of the Parties, takes note of the Copenhagen Accord of 18 December 2009. http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/application/pdf/cop15_cph_auv.pdf. Accedido el 14 de agosto de 2012.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE. 2014. USGS Landsat Project. Disponible en línea en: 1047
<http://landsat.usgs.gov/>.