

BASES DE DATOS Y CONOCIMIENTO ASOCIADO A LA IMPLEMENTACIÓN DE REDD EN CHIAPAS

DATA AND KNOWLEDGE BASE ASSOCIATED TO THE IMPLEMENTATION OF REDD IN CHIAPAS

Sara Covaleda Ocón^{1*} y Marcos Casiano Domínguez²

¹Kibeltik Clima y Medio Ambiente, A.C. Calle Ejército Nacional 31, Colonia Guadalupe, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

²Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8, Col. Lomas de Cristo, CP 56230, Texcoco, Estado de México, México.

*Autor para correspondencia: scovaleda@gmail.com

RESUMEN

El proyecto “Una REDD para Chiapas” se planteó como un piloto a nivel subnacional para evaluar la operatividad de una implementación de REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal) bajo un esquema nacional-subnacional, analizando sus ventajas y desventajas, además de establecer los costos y beneficios de una implementación de REDD de “abajo hacia arriba”. En este sentido, los retos metodológicos y de monitoreo, reporte y verificación (MRV) se consideraron críticos para la viabilidad de REDD. El presente documento expone el proceso de identificación de fuentes de información, obtención, depuración, estandarización e integración de datos con las que se contaron para la implementación del proyecto “Una REDD para Chiapas”, con el objeto de reducir las incertidumbres asociadas a la generación de escenarios de referencia para REDD a nivel subnacional. El trabajo recopiló toda la información disponible sobre los almacenes y flujos de carbono en ecosistemas terrestres en el estado de Chiapas (hasta el 2009) y clasificó y estandarizó la información con el fin de reprocesar los datos de manera homogénea. En total se identificaron 27 trabajos y 1232 parcelas con información de campo sobre los almacenes y flujos de carbono, los cuales se localizaron principalmente en ecosistemas forestales (63%) y se centraron mayoritariamente en el estudio de árboles adultos. En cuanto a la localización de las parcelas de muestreo, el 40.1% se concentraron en la región Selva Lacandona. Las bases de datos recopiladas presentaron una gran heterogeneidad y métodos no estandarizados, por lo que resulta difícil integrarlas para su uso a escala de Chiapas. Por ello, es altamente recomendable la estandarización de las metodologías de muestreo, análisis de laboratorio y campo, además de los procesos de estimación del carbono en los diferentes almacenes. Todo ello permitiría la inclusión de la información generada localmente en la construcción de los escenarios de referencia estatales para REDD, reduciendo las incertidumbres asociadas a las estimaciones de carbono en distintos tipos de vegetación y usos del suelo.

Palabras clave: carbono; escenario de referencia; esquema nacional-subnacional; estandarización; investigación colaborativa.

ABSTRACT

The project “A REDD for Chiapas” was proposed as a pilot at the subnational level to evaluate the effectiveness of implementing REDD (Reduction of Emissions from Deforestation and forest Degradation) under a national-subnational scheme, analyzing its advantages and disadvantages, and establishing the costs and benefits of a “bottom-up” REDD implementation. Under this perspective, the methodological challenges of monitoring, reporting and verification (MRV) were considered critical for the viability of REDD. This paper presents the

process followed to identify, obtain, clean up, standardize and integrate the data and information used for the implementation of the project “A REDD for Chiapas”, with the aim of reducing uncertainties associated with the generation of reference scenarios for REDD at the subnational level. The work compiled all available information on carbon stocks and flows in terrestrial ecosystems in the state of Chiapas (until 2009) and classified and standardized all the information in order to reprocess the data in a homogeneous way. In total, 27 studies and 1232 plots were identified with field information on carbon stocks and flows. The plots were located mainly in forest ecosystems (63%) and studies focused mainly on adult trees. Regarding the location of the sampling plots, 40.1% were concentrated in the Selva Lacandona region. The databases collected showed great heterogeneity and non-standardized methods, making it difficult to integrate them for use at the Chiapas scale. Therefore, standardization of sampling methodologies, laboratory and field analysis, as well as carbon estimation processes in the different reservoirs is highly recommended. All of this would allow the inclusion of locally generated information in the construction of the state reference scenarios for REDD, reducing the uncertainties associated with carbon estimates in different types of vegetation and land uses.

Index words: carbon; reference scenario; national-subnational scheme; standardization; collaborative research.

INTRODUCCIÓN

En 2008 el término de REDD o Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal, comenzó a cobrar relevancia en México, en el marco del incipiente desarrollo de las políticas de cambio climático del país tras la publicación en 2007 de la “Estrategia Nacional de Cambio Climático” (ENACC) (CICC, 2007).

Este término, acuñado en el transcurso de las negociaciones internacionales sobre la amenaza global del cambio climático en el seno de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), surgió por primera vez en la Conferencia de las Partes (COP) 11 del 2005 en Montreal, Canadá. En esta reunión, a instancias de Costa Rica y Papúa Nueva Guinea se planteó la propuesta de considerar las contribuciones de las emisiones evitadas de gases de efecto invernadero (GEI) por la deforestación, que se denominaron RED (Reducción de Emisiones por Deforestación evitada). Posteriormente, se reconoció la importancia de las emisiones debidas a la degradación forestal, ampliándose el término a (REDD) y del papel de la conservación, el incremento de los almacenes de carbono forestales y el manejo forestal sustentable en la mitigación de emisiones forestales, que quedaron representados como un “+” en el término más amplio de REDD+, de tal manera que actualmente REDD+ está fundamentado en múltiples acuerdos de la CMNUCC (CMNUCC, 2016).

México, como país con retos a abordar en relación con la deforestación y degradación forestal (ver CONAFOR, 2016), se interesó tempranamente por este

mecanismo, que presentaba diferencias sustanciales con los proyectos de carbono implementados previamente en ecosistemas forestales (*i.e.* proyectos de forestación/reforestación del Mecanismo para un Desarrollo Limpio). El nuevo enfoque propuesto para REDD+ implicaba, sin embargo, asumir grandes desafíos, como la necesidad de llevar una contabilidad nacional y contar con un sistema de monitoreo, reporte y verificación.

Desde el 2008, México presentó su nota de idea de proyecto (R-PIN, por sus siglas en inglés) al Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, solicitando apoyo para la fase de preparación del país. La CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), punto focal de México para REDD, con el apoyo del Grupo Coordinador de Trabajo REDD en México (GCT-REDD, actualmente CTC-REDD) compuesto por instituciones de gobierno, organizaciones de la sociedad civil (OSC) y el sector académico, trabajaron en los términos de referencia de este proyecto. El planteamiento inicial que el grupo de trabajo propuso establecía el uso de una estrategia de contabilidad nacional de las reducciones de emisiones, sin limitar un enfoque de implementación a nivel subnacional y de proyectos. De esta forma, se planteó la posibilidad de vincular las acciones que se realicen a nivel local (comunitario o predios), con los escenarios de referencia a nivel regional (estado, grupo de estados) y nacional. Los retos metodológicos y de monitoreo, reporte y verificación (MRV) se consideraron como críticos para la viabilidad de REDD. Asimismo, en el marco más amplio de las políticas climáticas, los

inventarios nacionales de gases efecto invernadero requieren información local armonizada a la nacional (de Jong *et al.*, 2006 y 2009), además de los inventarios estatales (de Jong *et al.*, 2010), para reducir la incertidumbre de las estimaciones en los almacenes de carbono y sus flujos.

En este contexto, en el 2009, a iniciativa del Programa Mexicano del Carbono (PMC) y a través de sus socios, El Colegio de Postgraduados (COLPOS) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), se planteó la estructuración de un piloto en el estado de Chiapas, el proyecto “Una REDD para Chiapas” (http://pmccarbono.org/pmc/proyectos/Una_REDD_para_Chiapas.php) (Paz, 2009; Covalada, 2010), para incluirse en las actividades del proyecto nacional. Esta propuesta fue presentada a las instituciones locales en Chiapas, sector OSCs y académico, para definir una estrategia conjunta que permitiera vincular las acciones nacionales con las locales. De estas reuniones y discusiones, se formó un grupo de trabajo conformado por ECOSUR, COLPOS, PMC, Pronatura Sur, Ambio y Conservación Internacional México; para iniciar los trabajos relacionados con la implementación de REDD en Chiapas.

El caso del proyecto “Una REDD para Chiapas” se planteó como un primer ejercicio para hacer operativo el esquema Nacional-Subnacional y analizar los problemas asociados para definir rutas de desarrollo en función del aprendizaje. Así, este proyecto fue planteado para definir la factibilidad del enfoque, analizar sus ventajas y desventajas, además de establecer en forma clara los costos y beneficios de una implementación de REDD de “abajo hacia arriba”. Un punto que resulta clave para el desarrollo exitoso de este esquema es la disponibilidad de información detallada a nivel local. El nivel de detalle que se consiga en la ejecución de REDD dependerá de la cantidad y calidad de la información disponible con relación a los almacenes de carbono de los ecosistemas forestales (inventarios forestales y de suelos básicamente), lo que permitirá disminuir la incertidumbre asociada a los escenarios de referencia calculados para escalas subnacionales.

El presente trabajo tiene como objetivo exponer el proceso de identificación de fuentes de información, obtención, depuración, estandarización e integración de datos con las que se contaron para la implementación del proyecto de REDD en Chiapas, con el objetivo de reducir las incertidumbres asociadas a la generación de escenarios de referencia para REDD+ a nivel subnacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bases de datos

Gracias al trabajo y al diálogo iniciado con los actores locales para implementación del proyecto “Una REDD para Chiapas” se acordó compartir la información y bases de datos de cada organización con relación a la cuantificación de almacenes de carbono forestal y de suelos en el estado de Chiapas. La apertura de la información generada por investigadores y técnicos en el marco de proyectos e iniciativas colaborativas puede facilitar la elaboración de estudios más integrales y completos sobre temas diversos.

Información de interés

La información que se buscó es toda aquella que pudiera servir para caracterizar y cuantificar los distintos almacenes de carbono de los ecosistemas forestales y agrícolas presentes en el estado, así como toda la información relativa a las tasas de cambio (flujos) entre almacenes de carbono. Es decir, se buscaron: a) inventarios forestales; b) estudios de otros estratos de la vegetación o de plantaciones (biomasa de arbustos, palmas, herbáceas, etc.); c) inventarios de suelos; d) trabajos sobre dinámica de descomposición de la hojarasca y mantillo; e) trabajos sobre cuantificación de raíces en ecosistemas forestales y agrícolas; y, f) trabajos sobre flujos (respiración edáfica, respiración del ecosistema). A partir de este listado de temas se elaboró una lista de palabras clave a utilizar en buscadores digitales.

Dada la esperada diversidad de objetivos de trabajo y metodologías empleadas, la búsqueda se centró no sólo en la identificación de documentos, sino en la consecución de las bases de datos originales de los trabajos para, de esta forma, realizar los cálculos asociados a la cuantificación de los almacenes de carbono de una forma más homogénea y estructurada, en la medida de lo posible.

Identificación de fuentes de información

Para realizar la búsqueda se identificaron todas las posibles fuentes de información locales: a) Instituciones académicas: Universidades y Tecnológicos, b) Centros de investigación, c) Órganos de gobierno estatal; d) Organizaciones de la Sociedad Civil; e) Prestadores de servicios técnicos forestales (PSTF).

Utilizando las palabras clave seleccionadas se realizaron búsquedas en las bibliotecas o catálogos de información digital de las instituciones que las tenían y, cuando fue necesario, se realizaron visitas con el fin de recabar información no disponible en línea.

Clasificación de la información

La información que se encontró en el proceso de

búsqueda fue muy heterogénea, por lo que se realizó una primera clasificación, en función del conjunto de datos asociado a cada trabajo encontrado o proporcionado por las organizaciones locales.

En Chiapas se decidió, inicialmente, clasificar los trabajos encontrados en tres niveles que se relacionan con las características de la información asociada a los mismos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de la información utilizada.

Clasificación	Descripción
Nivel 1	Trabajos o proyectos ubicados a nivel comunidad, que cuentan únicamente con información general, pero representan áreas de importancia para las instituciones locales. En estos lugares podría, eventualmente, plantearse el establecer parcelas de muestreo y la población local podría colaborar en el proceso de muestreo, especialmente porque existen monitores campesinos o técnicos comunitarios formados por OSCs.
Nivel 2	Trabajos que cuentan con información georreferenciada, con datos generales o precisos de la zona y resultados medios o resumidos sin base de datos asociada. En los trabajos incluidos en este nivel puede faltar información sobre la ubicación de las parcelas y/o no se ha tenido acceso a las bases de datos de información bruta por la dificultad de contactar a los autores o por otras causas. En este caso, el objetivo sería que los trabajos clasificados en este nivel pasen a Nivel 3 una vez se consiga la información faltante.
Nivel 3	Trabajos que cuentan con información georreferenciada, datos precisos de la zona y base de datos asociada a inventarios de vegetación y/o muestreo de otros almacenes de carbono (mantillo, materia muerta, suelo a diferentes profundidades, etc.). En estos casos con la información proporcionada es posible hacer los cálculos del carbono asociado a cada almacén de carbono muestreado.

Estructuración de la información en bases de datos

La información recopilada se organizó en bases de datos y documentos: a) base de datos bibliográfica; b) base de datos de ubicación-metodología, c) bases de datos estandarizadas y d) documento con las metodologías de los trabajos en extenso.

Base de datos bibliográfica: en esta base se incluyó información de trabajos clasificados en los tres niveles de información, donde se especificó la información básica sobre los trabajos encontrados: tipo de documento, autores, título, datos de publicación, biblioteca o página web donde se localiza el documento, temática o problema de estudio, área de estudio, indicación de si se tiene copia digital o impresos en físico del trabajo. Cuando se consideró que alguno de los

documentos de la base de datos bibliográfica contenía información relevante, se contactó a los autores para solicitarles la base de datos asociada al trabajo. En esta base se estableció una diferenciación según el tipo de documento asociado a la información: tesis, artículo científico u otros trabajos. En el caso de las tesis se incluyó como mínimo la siguiente información: autor, título, universidad, grado académico, fecha y nivel de información contenida (1, 2, 3). En los artículos la información mínima asociada fue: autores, título, nombre de la revista, volumen, fecha, páginas y nivel de información contenida (1, 2, 3). Los trabajos que no fueron tesis ni artículos se enlistaron aparte, incluyéndose la siguiente información básica: tipo de trabajo (e.g. plan de manejo, informe técnico, entre otros), autores, título, institución, fecha y nivel de

información contenida (1, 2, 3). Los archivos digitales asociados a los trabajos fueron concentrados con el fin de facilitar el acceso a la información.

Base de datos de ubicación-metodología: esta base fue elaborada únicamente para los trabajos de Nivel 2 y 3, ya que los trabajos de Nivel 1 no cuentan con información concreta y suficiente para rellenar los campos requeridos. La utilidad de esta base es disponer de la información básica sobre la ubicación, tipo de vegetación, manejo, fechas de muestreo y metodologías empleadas en la medición de los distintos componentes

del ecosistema relacionados con el ciclo del carbono: biomasa aérea (muestreo de árboles, muestreo del repoblado, muestreo de arbustos, muestreo de plántulas, muestreo de herbáceas), materia muerta, mantillo, biomasa subterránea y suelo. Además del monitoreo de los flujos de carbono entre compartimentos: producción de hojarasca, velocidad de descomposición del mantillo, respiración del ecosistema y respiración edáfica. Cada parcela de muestreo de cada trabajo fue ubicada con un identificador único, construido a partir de unas claves similares para todos los trabajos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Construcción del identificador de cada parcela en Chiapas.

Componentes del identificador	Clave
Región de Chiapas	01-09
Tipo de ecosistema	01-20
Autor	01-27
Parcela	001-320

A continuación, se ejemplifica la asignación de un indicador a una parcela de muestreo situada en la región Altos (Clave: 02), en un bosque de pino-encino (Clave: 07), levantada por Conservation International (Clave: 06). El identificador que le correspondería sería: 020706001 (si el trabajo estuviera compuesto por varias parcelas se continuaría la sucesión: 020706002, 020706003, etc.). Para cada tipo de muestreo identificado en cada trabajo fue necesario indicar el tipo de parcela de medición que se utilizó, sus dimensiones, el tipo de variables que se midieron, si se llevaron a cabo determinaciones de carbono y de qué tipo, entre otras cosas.

Bases de datos estandarizadas: estas bases se crearon únicamente para los trabajos de Nivel 3, ya que son los únicos que cuentan con una base de datos asociada. Cada base de datos de cada trabajo al ser recibida tenía un formato propio, elegido por los autores de acuerdo con sus propósitos, por lo que, para poder trabajar con el conjunto de datos, hubo que estandarizar la información, tanto en contenido como en unidades de medición. La información relativa a cada almacén de carbono fue tratada por separado, ya

que los cálculos necesarios en cada caso son diferentes. Las bases de datos estandarizadas fueron divididas en: a) árboles, b) repoblado o juveniles, c) plántulas, d) arbustos, e) herbáceas, f) materia muerta, g) mantillo y, h) suelo.

Documento de metodologías: además de las bases de datos es importante contar con información detallada para cada caso sobre la forma de las parcelas de muestreo, la metodología de toma de datos en campo y todas las metodologías utilizadas en procesos de laboratorio o de cálculo, todo ello con fines de consulta. Este documento fue elaborado considerando únicamente los trabajos clasificados en el Nivel 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fuentes de información sobre los almacenes y flujos de carbono en ecosistemas terrestres en el estado de Chiapas

En la búsqueda de información se inspeccionaron las bibliotecas de las instituciones académicas y de investigación que se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Instituciones inspeccionadas en busca de trabajos sobre inventarios de vegetación y suelos en Chiapas.

Estado/País	Bibliotecas revisadas
México D. F.	UNAM INIFAP
Edo. de México	UNACH Colegio de Postgraduados
Chiapas	ECOSUR UNICACH MCDRR-Universidad Autónoma Chapingo
Costa Rica	CATIE

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México; INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; UNACH: Universidad Autónoma de Chiapas; ECOSUR: El Colegio de la Frontera Sur; MCDRR: Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional; UNICACH: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

En las universidades y centros de educación de postgrado fue posible encontrar trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado en los que se han tomado datos con el fin de caracterizar los distintos almacenes de carbono de un ecosistema, además de otros tipos de estudios que incluyen el levantamiento de datos de vegetación y/o suelos en parcelas de campo que, aunque no se hayan centrado en el carbono, contienen la información básica necesaria para realizar los cálculos en relación con los almacenes de carbono, por lo que se definió la estrategia de buscar en tesis y trabajos en las bibliotecas universitarias e identificar a los investigadores cuyas líneas de trabajo fueran afines a la búsqueda.

Muchos estados, al margen de los inventarios forestales llevados a cabo por las agencias nacionales, han desarrollado sus propios inventarios forestales estatales que constituyen una información muy valiosa para el desarrollo del escenario de referencia de REDD. En este caso fue necesario identificar cuál órgano se encargó de llevar a cabo el inventario y solicitarle los permisos pertinentes para tener acceso a la información. De igual forma, existen también inventarios regionales llevados a cabo por agencias estatales que pueden constituir una valiosa fuente de información para los objetivos planteados. En el caso de Chiapas se identificó un inventario forestal estatal que fue publicado en el año 1976. Las tablas de

cubicación y ecuaciones volumétricas utilizadas en la actualidad provienen de esta época. La información del inventario estatal de Chiapas de 1976 no se consideró en este proceso debido a la dificultad de ubicar los lugares donde se levantaron parcelas experimentales en campo hace más de 40 años. Por otra parte, no se consiguió encontrar la información relativa a este trabajo en un nivel desagregado. Con posterioridad al periodo de búsqueda abarcado en este estudio se han llevado a cabo inventarios forestales a nivel regional y estatal, implementados por el PMC (Paz *et al.*, 2012a y c) y, desde las agencias federales (SEMARNAT-CONAFOR, 2014). La información generada podría mejorar las estimaciones de carbono para los ecosistemas forestales estatales, bajo esquemas como los propuestos por Paz *et al.* (2012b) o el propuesto por Line *et al.* (2016) sobre el flujo de información y retroalimentación entre las tres escalas involucradas (local-estatal-federal) en el monitoreo de los bosques.

Las OSCs locales o con sede local que trabajan en el medio rural sobre conservación de los recursos naturales, manejo sustentable de bosques o sistemas agroforestales, poseen también información interesante, ya que en muchas ocasiones llevan a cabo inventarios de los recursos naturales como parte de su actividad. El contacto con OSCs reconocidas es también importante ya que sus relaciones con las comunidades locales pueden ser de gran utilidad

en las propuestas de desarrollo consensuado y en la aceptación de las estrategias REDD por parte de las comunidades rurales. En Chiapas, entre las OSCs que tienen una trayectoria de trabajo sólida y reconocida en el tema de conservación del medio natural y en el desarrollo sustentable de comunidades rurales se encuentran: Ambio, Conservación Internacional-México y Pronatura Sur. Estas organizaciones aportaron la información de sus inventarios y trabajos de campo al proceso de construcción del escenario de referencia de REDD en Chiapas. Las organizaciones de productores, a su vez, son otra fuente de información relevante a considerar, por su gran experiencia en sus sectores, por la importancia que tiene para ellos los efectos del cambio climático y las ventajas de apoyarlos a través de mecanismos como REDD+ (en el caso de productores del ámbito forestal) u otros esquemas con enfoque más amplio, como el desarrollo rural sustentable de bajas emisiones. La importancia de incluir a las organizaciones de productores en el desarrollo de esquemas REDD+ ha sido resaltada por Trench *et al.* (2017).

Por otra parte, los prestadores de servicios técnicos forestales (PSTF) encargados de elaborar y gestionar planes de manejo forestal o unidades de manejo de vida silvestre (UMA) para ejidos y comunidades rurales, también pueden aportar al proceso la información generada al levantar los inventarios forestales correspondientes. La información recabada en este caso incluyó: documento de plan de manejo forestal, de la UMA o documento técnico elaborado y base de datos del inventario forestal, de palma (*Chamaedorea elegans*, generalmente) o del recurso natural inventariado, tal y como se tomó en campo.

Información relativa a los almacenes de carbono disponible en Chiapas

La heterogeneidad de la información incluida en los documentos consultados generó algunas dificultades al tratar de uniformizar los contenidos bajo una estructura común. A continuación, se describen las características básicas de la información recopilada y los principales problemas encontrados.

Base de datos de ubicación-metodología

Asignación de identificadores: los tipos de vegetación reportados por los distintos autores para sus parcelas de muestreo son heterogéneos por lo que

fue necesario revisar los datos brutos de vegetación de muchas parcelas con el fin de asignarles un tipo de ecosistema “estándar”. Por ejemplo, en el caso de los cafetales los autores reportaron los sistemas muestreados bajo clasificaciones diferentes lo que dificultó establecer una clasificación estándar. Por ello únicamente se pudieron diferenciar dos sistemas genéricos: cafetales con sombra diversificada o con sombra de chalum (más de un 50% de *Inga* sp. entre los árboles de la parcela).

Otro problema encontrado fueron los errores en la asignación de los nombres de las parcelas de muestreo en las bases de datos originales, encontrándose con frecuencia dos parcelas diferentes con un mismo nombre, en este caso el criterio que se adoptó fue el de asignar el identificador de la manera descrita previamente a la primera parcela (*e.g.* 40708001) y a la siguiente parcela con nombre similar se le añadió el mismo identificador seguido de un guion y el número de repetición de la parcela (*e.g.* 40718001-2).

Datos de ubicación: un problema importante encontrado fue que no todas las parcelas estaban georreferenciadas. En el caso de información de Nivel 3 se admitieron trabajos no georreferenciados, pero en los que los autores tomaron mediciones y dejaron marcas en el terreno de tal manera que aseguran que podrían regresar exactamente a las mismas parcelas. Por otra parte, es frecuente que falten datos de ubicación en cuanto a la altitud, pendiente, orientación, entre otros.

Datos de metodología: con relación a la superficie de las parcelas de muestreo se encontró que, aunque en general se reportaba el dato de superficie, no siempre se especificaba el dato de dimensión mayor y menor de las parcelas rectangulares. Otro problema importante fue la diversidad de interpretación en cuanto a lo que los autores denominan árboles adultos, árboles juveniles o repoblado. Los diámetros mínimos utilizados para definir el arbolado adulto variaron de unos trabajos a otros y para discriminar el repoblado se utilizaron diámetros mínimos, máximos, alturas mínimas y máximas, a criterio de cada autor. Con relación a la materia muerta, en muchas bases de datos de biomasa arbórea se mezcló la información sobre tocones y árboles muertos en pie, lo que puede causar confusión y ralentizar los cálculos, al necesitarse procesos y ecuaciones del cálculo diferentes según el estado del árbol (PMC, 2011). En cuanto a los suelos se utilizó diferente número de muestras simples para crear una muestra compuesta, distintas profundidades de muestreo (casi todos los trabajos llegan a 30 cm

de profundidad) y, en cuanto a la densidad aparente, se utilizaron diferentes métodos que arrojan diferente precisión a los datos obtenidos. Todo esto es importante en términos de la interoperabilidad de los esfuerzos realizados por diferentes instituciones e investigadores (Vargas *et al.*, 2017).

Bases de datos estandarizadas

Árboles. La información incluida en la base de datos de árboles adultos incluyó: superficie de la parcela de medición, datos de especie (nombre científico) y/o género (no siempre se cuenta con una identificación de los árboles a nivel de especie), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total del árbol (cuando se estimó este dato). También se incluyó la clave de la especie y el género de cada árbol en función de la clasificación de especies de CONAFOR.

Uno de los principales problemas encontrados en el proceso de estandarización de la información fue que en muchos trabajos las especies se identificaron únicamente por sus nombres comunes y la búsqueda de los nombres científicos correspondientes puede ser problemática. En estos casos, se acudió a la fuente original de los datos en busca de los nombres científicos, ya que el utilizar otras fuentes puede ser arriesgado dada la variabilidad de los nombres comunes de las plantas en distintas regiones (Rojas *et al.*, 2014). Además, se encontraron numerosos errores en la escritura de los nombres científicos de las especies, lo que retrasa el proceso de estandarización.

Para futuros trabajos se recomienda invertir los esfuerzos necesarios para contar con los nombres científicos de los árboles muestreados, lo que evitará errores posteriores de cálculo e interpretación de los resultados. Para solucionar este tipo de problemas en iniciativas asociadas al monitoreo de bosques a nivel nacional, Line *et al.* (2016) proponen un esquema operativo que podría servir como base en las discusiones sobre la integración de niveles en el componente de monitoreo, reporte y verificación de REDD+.

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de estandarizar esta información es la consideración de sub-parcelas dentro de parcelas mayores, cada una con distintos fines de medición. En estas sub-parcelas se utilizan criterios específicos de diámetro (*e.g.* una parcela circular de 1000 m² en la que en una sub-parcela de 100 m² se miden todos los árboles con DAP > 5 cm y en el resto de la parcela se miden todos los árboles con DAP > 20 cm), lo cual, se debe tener en

cuenta a la hora de asignar las superficies de medición a los distintos tipos de datos.

Repoblado. La construcción de la base de datos estandarizada fue similar a la descrita para los árboles adultos, en caso de contar con la información necesaria. Muchos estudios, sin embargo, únicamente incluyeron un conteo del repoblado dentro de una sub-parcela experimental. En este caso, para estandarizar la información fue necesario incluir el nombre científico de las especies encontradas, la dimensión de la parcela de muestreo y el número de individuos.

Plántulas. En general, las plántulas fueron contadas dentro de parcelas de reducidas dimensiones, por lo que la base de datos estandarizada para este compartimento fue similar a la del conteo del repoblado. En caso de contarse con datos de diámetro y/o altura se construyó una base similar a la descrita para adultos.

Arbustos. En el caso de Chiapas se encontraron pocos estudios que incluyeran un muestreo de plantas arbustivas y éstos se centraron en cafetos y palmas (*Chamaedorea elegans*). En el caso del café, la información requerida para el cálculo de biomasa es similar a la descrita para los árboles.

Los estudios de palma incluyeron muestreos en sub-parcelas dentro de inventarios forestales e inventarios específicos de poblaciones de palma silvestre y en plantaciones. En el primer caso, la información proporcionada fue: nombre de la especie, altura, número de hojas y dimensión de la parcela. Los inventarios de palma proporcionaron más información, en el caso de palmas silvestres: nombre de la especie, dimensión de la parcela, número de varas, categoría de altura de las varas, número de hojas, su clasificación comercial por tamaño y número de anillos. Los inventarios de palmas plantadas cuentan el número de varas de cada planta de la parcela de plantación y se clasifican en función de su altura por categorías.

Herbáceas. Los muestreos que incluyeron la extracción de la biomasa de herbáceas se estandarizaron, considerando la siguiente información: peso seco en estufa, superficie de la parcela de muestreo y, si se determinó, la concentración de carbono.

Además, se encontraron algunos estudios donde se estimaba la biomasa de herbáceas a partir de algunos datos relacionados con la altura del estrato herbáceo, según una metodología rápida de estimación de carbono en distintos compartimentos, desarrollada por miembros de ECOSUR (Rendón-Carmona y Soto-Pinto, 2007). En este caso la información utilizada fue: altura máxima, altura dominante y altura promedio del

estrato herbáceo, porcentaje de cobertura y dimensión de la parcela.

Materia muerta. En este apartado fue posible encontrar información de varios tipos, relativa a tocones, árboles muertos en pie o ramas caídas. La base de datos sobre tocones y árboles muertos incluyó: nombre científico (o de género, al menos), clave de la especie según CONAFOR; diámetro y su altura total, así como la dimensión de la parcela de muestreo. El problema más común encontrado con este tipo de datos fue la dificultad de identificación de la especie o género en tocones y árboles muertos.

En el caso de las ramas caídas, la base de datos estandarizada incluyó la longitud de la rama, el o los diámetros de las ramas medidas, la densidad de la madera y la longitud del transecto utilizado para la medición. Los resultados de análisis de laboratorio se incluyeron como información adicional (peso seco de las ramas y determinaciones de carbono).

Mantillo: El tipo de información encontrada procedió de muestreos con extracción de la capa de mantillo del suelo forestal y de mediciones de profundidad del mantillo en parcelas experimentales. En el primer caso, la información que incluyó la base de datos estandarizada es el peso seco en estufa del mantillo extraído, la superficie de la parcela de extracción y la concentración de carbono determinada en laboratorio. En los casos en que se diferenciaron capas con diferente grado de descomposición, éstas se consideraron por separado. Para el segundo caso (mediciones de la profundidad del mantillo) se consideró la información sobre la profundidad del mantillo en cada parcela de muestreo, así como la superficie de la misma. En este caso la limitación fue la escasez de información encontrada relativa a este compartimento de carbono.

Suelo. Los datos considerados en la base de suelos fueron: profundidades de muestreo de suelos, espesor de los horizontes muestreados, datos de materia orgánica edáfica (MOS, en porcentaje) y/o carbono orgánico edáfico (COS, en porcentaje), densidad aparente, porcentaje de arcilla (en caso de que no se cuente con datos de densidad aparente) y dato de fragmentos gruesos. Aunque, en relación con los datos encontrados, se destaca que la densidad aparente fue determinada siguiendo distintos métodos, lo que arroja incertidumbre a la hora de utilizar la información. Por otra parte, no se contó con el dato de fragmentos gruesos ni de arcilla para ninguna de las bases.

Raíces finas. Únicamente se encontró una base de datos con información sobre contenido de raíces finas

en el suelo. Los datos disponibles son el peso seco de las raíces extraídas en varios niveles de profundidad y las determinaciones de carbono efectuadas.

Documento de metodologías

Un problema importante fue que algunos trabajos sólo se encontraron impresos en físico, lo que implicó un gran esfuerzo a la hora de procesar la información en el documento. Por otra parte, la diversidad de las fuentes de información hace difícil que se pueda disponer de las mismas categorías de información para todos los documentos.

Distribución geográfica de las bases de datos

La Figura 1 muestra los municipios en los que se encontró la información de Nivel 1, que consistió en 757 datos, sin georreferenciar, ubicados a nivel de comunidad.

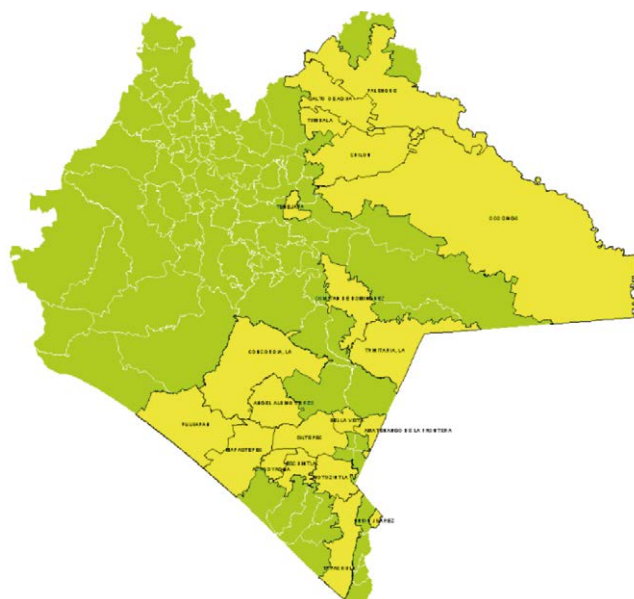


Figura 1. Ejemplo de información de Nivel 1, para el estado de Chiapas.

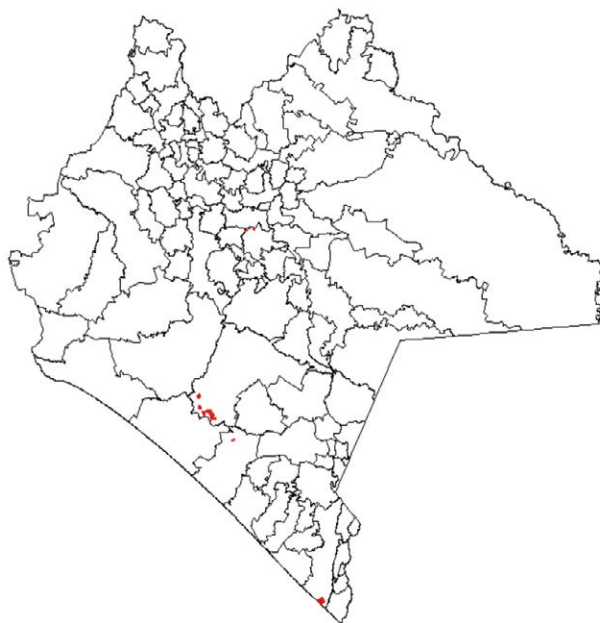


Figura 2. Ejemplo de información de Nivel 2, para el estado de Chiapas.

En el caso de la información de Nivel 3, como resultado de la búsqueda efectuada se identificaron 27 trabajos con bases de datos asociadas, que en conjunto abarcaron 1232 parcelas de muestreo. La información

asociada a este nivel procede de diferentes fuentes. En las Figuras 3, 4 y 5 se muestran algunos ejemplos de las bases de datos.

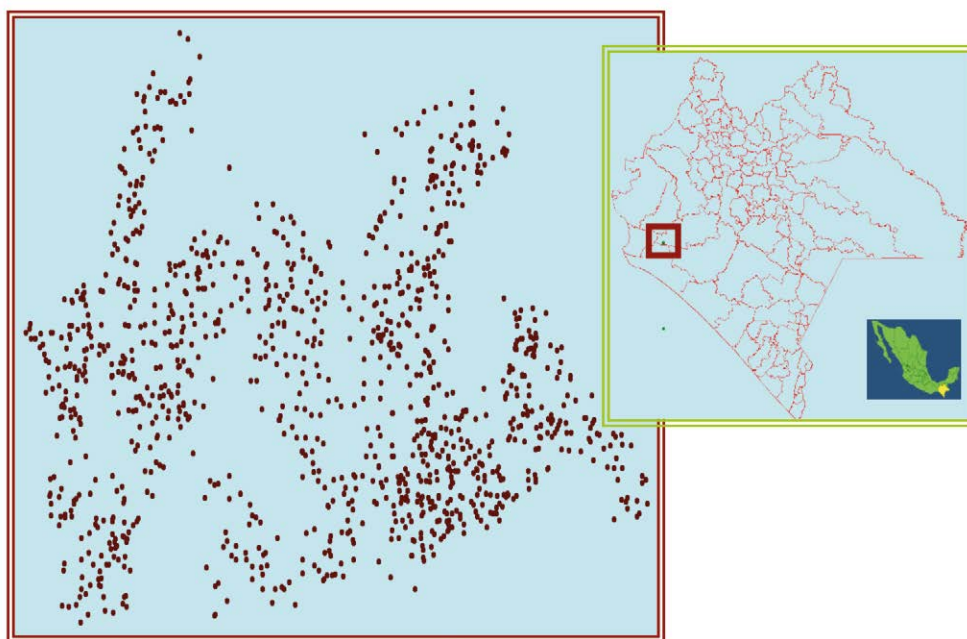


Figura 3. Localización de mediciones de volúmenes de pinos en cuatro parcelas de muestreo.

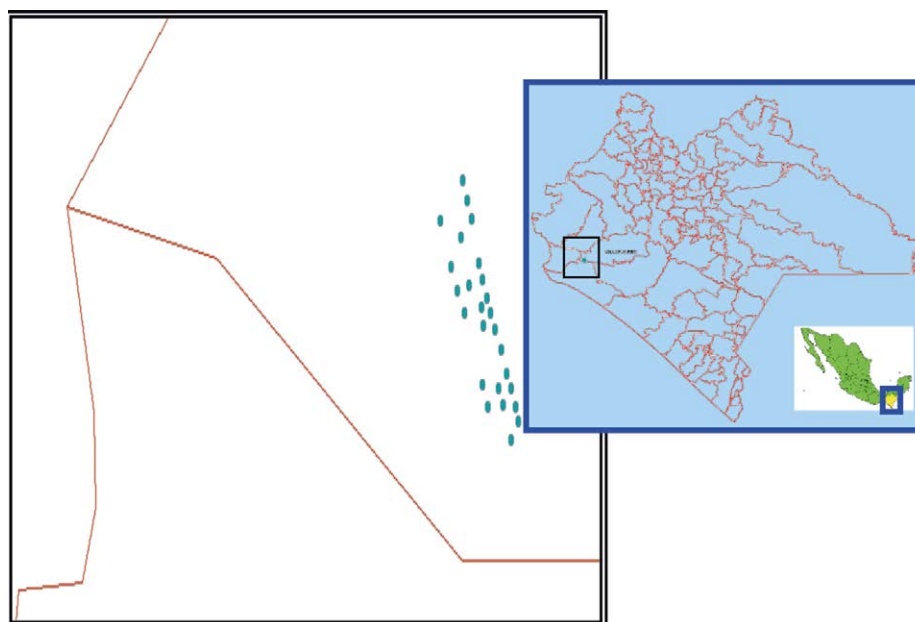


Figura 4. Localización de mediciones de biomasa forestal e incrementos en el municipio de Villaflores, Chiapas.

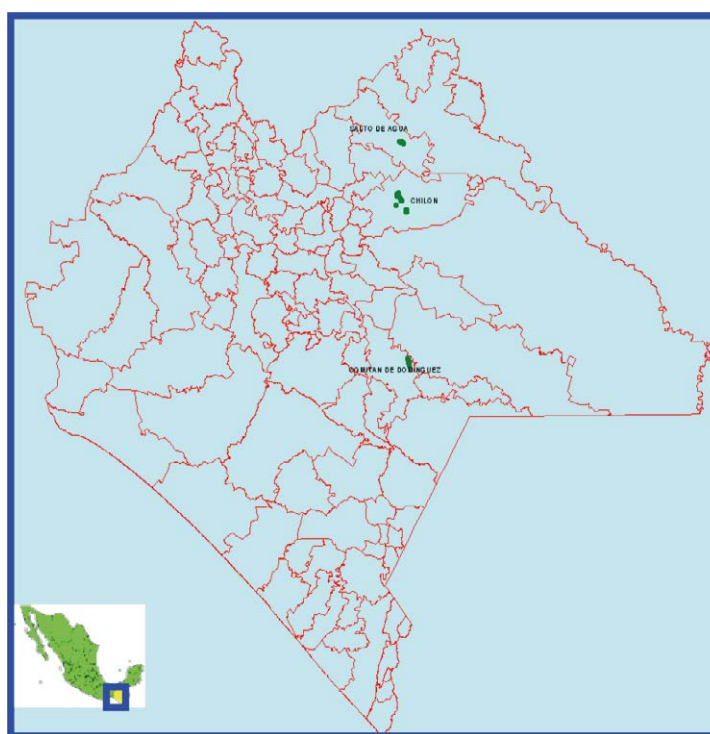


Figura 5. Localización de muestreos de biomasa forestal y cuantificación de carbono en los municipios de Chilón, Salto del Agua y Comitán, Chiapas.

La Figura 6 muestra el concentrado de información de los diferentes trabajos encontrados (Nivel 3) en Chiapas con mediciones de diferentes almacenes de carbono.

En la Figura 6 se puede observar que las áreas de muestreo se concentran en algunas regiones precisas, destacándose las regiones: Selva Lacandona, Sierra

Madre y Norte. Sin embargo, en la región de la Selva Lacandona se ubica el 40.1% de las parcelas identificadas.

Con relación al tipo de información encontrada en las bases de datos (información de Nivel 3), en la Figura 7 se presenta el porcentaje de parcelas encontrado para diferentes tipos de vegetación y usos del suelo.

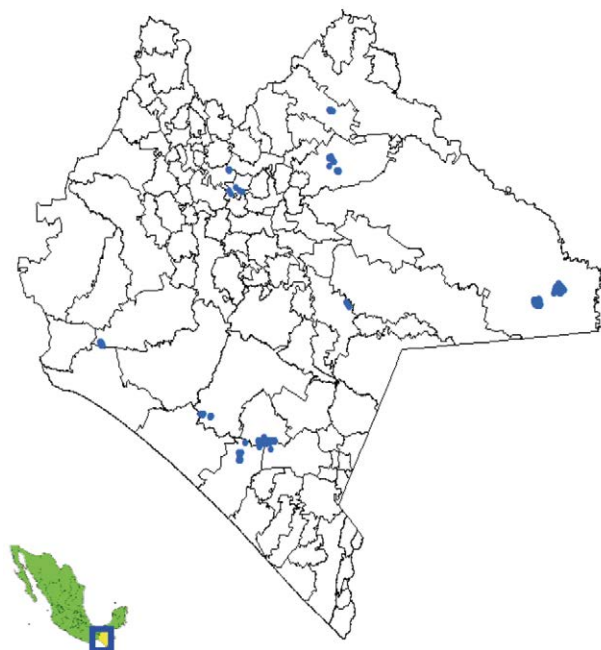


Figura 6. Localización los trabajos encontrados en Chiapas de muestreos de los diferentes almacenes de carbono (Nivel 3).

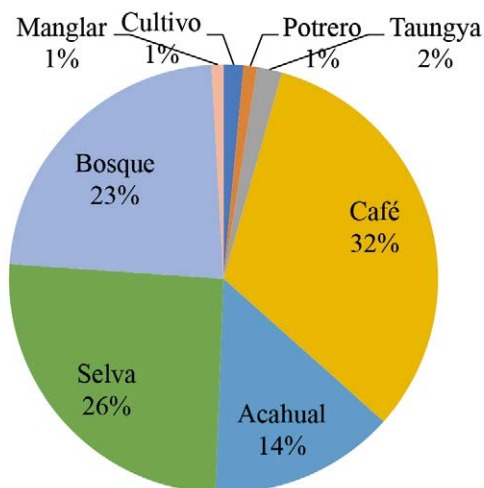


Figura 7. Distribución porcentual de las parcelas de muestreo identificadas según el tipo de vegetación o uso del suelo.

Como se observa en la Figura 7, el 49% de las parcelas se ubicó en bosques y selvas. Si se suman las parcelas ubicadas en acahual (bosque secundario), el total de parcelas en áreas forestales asciende al 63%, mientras que las parcelas ubicadas en potreros y tierras de cultivo fue de apenas el 1%. Entre los sistemas agroforestales destaca la cantidad de parcelas ubicadas en áreas cafetaleras.

Otro hallazgo importante con relación al tipo de

información contenida en las bases de datos es que de los 27 trabajos con información de Nivel 3, en 26 se tomaron datos de árboles adultos, mientras que únicamente uno se centró en la producción de hojarasca (Cuadro 4). Esta desigual distribución de la información hizo patente la necesidad de generar más estudios sobre la temática del carbono y con una perspectiva más amplia, incluyendo la toma de datos de otros componentes, más allá de los árboles adultos.

Cuadro 4. Distribución del número de trabajos en función de los almacenes de carbono que consideran.

Vegetación				Materia muerta	Mantillo	Hojarasca	Raíces	Suelo
Árboles	Repobl.	Arbust.	Herb.					
26	12	7	7	5	6	1	4	8

Trabajos evaluados: 27.

Información básica disponible a nivel federal

Una fuente de información básica y común para todos los estados es la generada a nivel federal en los distintos inventarios forestales y de suelos llevados a cabo. La información de partida incluyó, por lo tanto:

- a) Inventario forestal (INFORES) a nivel federal llevado a cabo por la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) en 1992-1994 (SARH, 1994);
- b) Inventario forestal y de suelos (INFyS) a nivel federal llevado a cabo por CONAFOR (2004-2009);
- c) Remuestreos del INFyS a partir del 2009;
- d) Perfiles de suelo levantados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en toda la república mexicana desde 1982.

Esta es la información mínima disponible para la elaboración de los escenarios de referencia para REDD a nivel sub-nacional, la cual es susceptible de ser enriquecida con información generada a nivel nacional o regional, como la reportada en apartados previos.

La Figura 8 muestra la distribución de conglomerados del INFORES de la extinta SARH. Los puntos mostrados en la Figura 8 corresponden a conglomerados (432) compuestos por tres sitios circulares de muestreo de 1000 m², en forma de L. La base de datos contiene información de altura, DAP y datos a nivel de árbol.

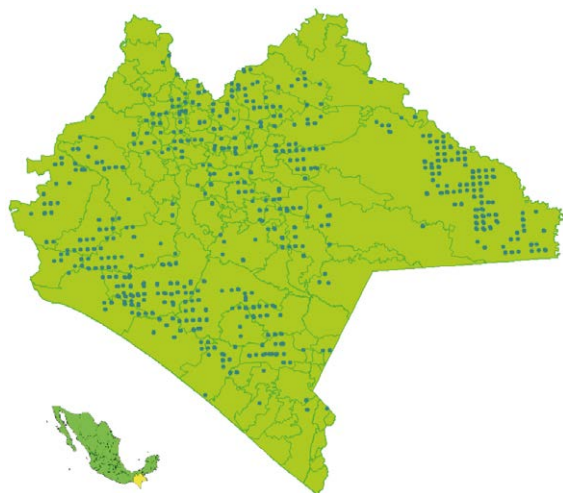


Figura 8. Distribución de los conglomerados del INFORES 1992-1994 (Fuente: SARH, 1994).

La Figura 9 muestra la distribución de los conglomerados del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de la CONAFOR, para el periodo 2004-2009. Cada conglomerado (893) tiene cuatro sitios de muestreo de 400 m², en forma de estrella de tres puntas, donde en cada sitio se toman mediciones de altura, DAP y otros datos a nivel de árbol.



Figura 9. Distribución de los conglomerados del INFyS 2004-2009 (Fuente: base de datos proporcionada por la CONAFOR, 2012).

La Figura 10 muestra los conglomerados (241) del remuestreo del INFyS en el año 2009 en Chiapas.

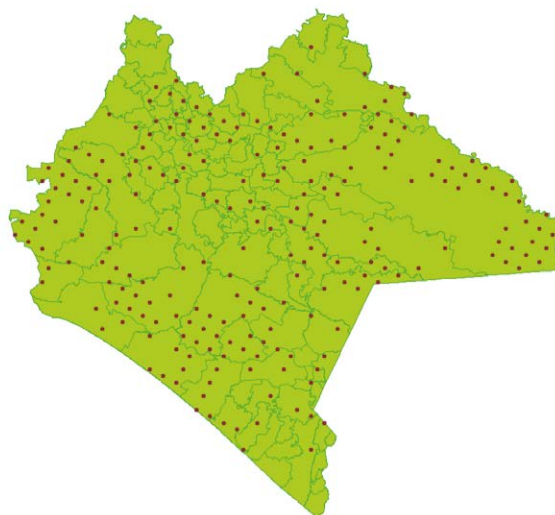


Figura 10. Distribución de los conglomerados del remuestreo 2009 del INFyS (Fuente: base de datos proporcionada por la CONAFOR).

Los datos de remuestreo mostrados en la Figura 10 corresponden al segundo ciclo del INFyS que se desarrolló entre 2009 y 2014. El tercer ciclo del INFyS está programado para el periodo 2015-2019 e incluye mejoras como el establecimiento de parcelas permanentes y módulos para monitorear todos los reservorios de carbono e información relativa a los incendios forestales (Morfin *et al.*, 2014).

La Figura 11 muestra la distribución geográfica de los sitios de muestreo de perfiles de suelos (245) realizados por el INEGI. De los 245 perfiles disponibles, 171 corresponden al periodo 1982-1999 y 74 al periodo 2000-2008 (Paz, 2010).

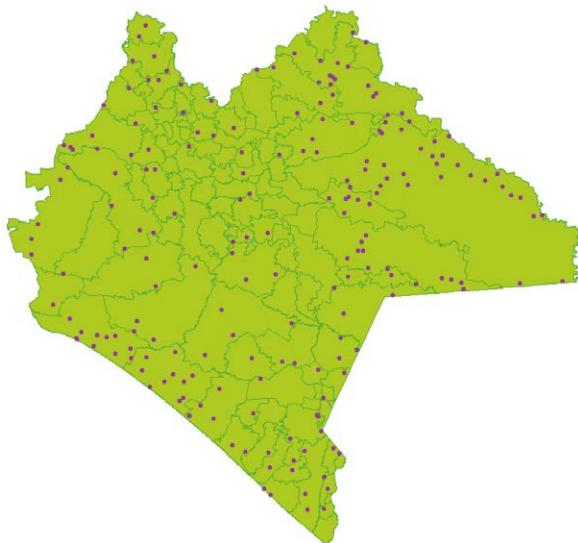


Figura 11. Distribución de los sitios de muestreo de perfiles de suelos del INEGI (Fuente: Paz *et al.*, 2010).

Finalmente, la Figura 12 muestra la localización geográfica de las bases de datos recopiladas en Chiapas (información federal y local), en función de los niveles de información.

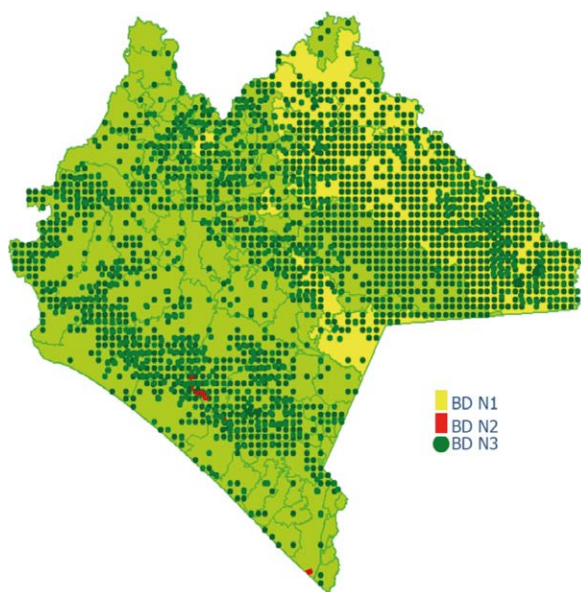


Figura 12. Distribución de las bases de datos (BD) recopiladas en Chiapas, en función de los niveles (N) de información.

La Figura 12 permite visualizar la distribución de la información generada en el estado en un amplio periodo temporal (1982-2009) y para diferentes niveles de detalle. La gran cantidad de información realizada por las distintas instituciones plantea el alto potencial que presenta la posibilidad de efectuar ejercicios integrados, con metodologías comparables y escalables (de lo local a lo estatal y federal) para reducir incertidumbres, cubrir huecos de información (tanto en relación con los almacenes de carbono como con los distintos tipos de vegetación y usos del suelo) y concebir estudios y análisis con una perspectiva más amplia bajo esquemas colaborativos, que pueden incluir desde actores y organizaciones locales, regionales, hasta instituciones estatales, federales e internacionales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo constituyó el primer esfuerzo del proyecto piloto “Una REDD+ para Chiapas”, ya que estableció cuál era el punto de partida para la implementación de REDD+ en Chiapas en cuanto a la información de base disponible, estableciendo las necesidades de información y técnicas para abordar en los siguientes pasos. El trabajo realizado mostró que la información y bases de datos generadas en el estado presentaban una amplia heterogeneidad y utilizaban diferentes métodos no estandarizados entre sí, lo que hacía difícil la integración para su uso a escala de Chiapas. No obstante lo anterior, las bases de datos fueron utilizadas para generar escenarios de mitigación, a escala municipal y estatal, asociadas al mecanismo REDD+ (Paz *et al.*, 2012b), que permitieron analizar el potencial de reducción de emisiones y secuestro de carbono de Chiapas.

Como consecuencia, se considera que es altamente recomendable y necesario llevar a cabo un proceso de estandarización de las metodologías de muestreo para los distintos almacenes y compartimientos de carbono, desde la escala local, de paisaje, regional, estatal, hasta la nacional. Así mismo es necesario consensuar protocolos conjuntos de preparación de muestras y análisis de laboratorio y posterior procesamiento de datos para la estimación de los contenidos de carbono y sus incertidumbres asociadas. En este sentido, a pesar de que a nivel nacional en el marco del proceso de preparación para REDD+ se han elaborado metodologías y protocolos nacionales, éstos no han considerado la inclusión de datos generados a otras escalas, los cuales, bajo un esquema armonizado,

enriquecerían la información nacional y se reducirían las incertidumbres. Para este esquema ya existen propuestas metodológicas específicas, generadas por el PMC y, de operación, desarrolladas por el grupo de trabajo de MRV de Chiapas, las cuales son contempladas en la estrategia estatal REDD+ (SEMAHN, 2017).

Adicionalmente, el análisis de la información recopilada permitió identificar los huecos de información a nivel estatal. El énfasis, en el pasado, se puso en los estudios asociados a la biomasa aérea, seguida por el carbono en el suelo. La inclusión de la toma de datos de los cinco almacenes de carbono reconocidos por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en los inventarios forestales nacionales ha conseguido mejorar la información disponible y el conocimiento sobre los mismos, aunque sigue faltando mucha información asociada a los flujos de carbono en los ecosistemas. En este sentido, estudios generados localmente bajo una visión amplia, incluyendo almacenes y flujos de carbono en distintos ecosistemas forestales y usos del suelo relevantes a nivel local y regional, deben ser apoyados para mejorar la información a nivel nacional, desde lo local. De manera particular, es necesario contar con mucha más información asociada a sistemas agrícolas y pecuarios, bajo usos convencionales y distintos usos mejorados, incluyendo los sistemas agroforestales.

Otro asunto de gran relevancia es la necesidad de implementar esquemas para compartir el uso de la información, favoreciendo la cooperación entre investigadores y técnicos con interés en el tema, ya que muchas personas e instituciones son celosas de su información y no la comparten tan fácilmente, sobre todo si se trata de proyectos aun en desarrollo. Por ello, se recomienda contar con convenios de confidencialidad donde se especifique el uso que se va a hacer de la información y donde se aseguren los derechos de autoría de la información. Este tipo de esquemas permitirían desarrollar estudios más ambiciosos y poder hacer evaluaciones más rápidamente, lo cual, como en el caso de los retos planteados por REDD+, facilitaría el poder dar respuestas más rápidas desde el mundo científico para el desarrollo de políticas, consolidando los enfoques de trabajo colaborativos.

En el caso de Chiapas, al no contar todavía con un formato de convenio de este tipo, se llegó a un acuerdo verbal con los autores de los trabajos en los siguientes términos: la información proporcionada es confidencial y será usada únicamente para los fines de elaboración del escenario de referencia de REDD en Chiapas; no se

presentarán datos de trabajos concretos, sino información en bloque y cualquier otro uso que se le quiera dar a la información deberá ser consultada con los autores.

Las bases de datos de todos los niveles están disponibles en: http://pmcarbono.org/pmc/bases_datos/generales.php, pero con la restricción de que la información Nivel 3 requiere de que los usuarios llenen una solicitud (carta compromiso) donde se obligan a su uso de acuerdo a lo establecido en los acuerdos con las personas que proporcionaron la información. El uso permitido de la información, por el momento, es para análisis integrados que presenten datos en forma agregada. En caso de solicitudes de una base de datos específica en un área específica, la solicitud se le hará llegar a los autores de la información para que definan las condiciones de uso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Programa Mexicano del Carbono el financiamiento de este trabajo, a todos los participantes de la iniciativa “Una REDD+ para Chiapas” por su colaboración y compromiso y, a todos los investigadores y técnicos que compartieron sus bases de datos, les agradecemos su confianza y espíritu colaborativo.

LITERATURA CITADA

- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2007. Estrategia nacional de cambio climático. México. D. F., México. 163 p.
- CMNUCC (Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2016. Key decisions relevant for reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries (REDD+). Decision booklet REDD+. http://unfccc.int/land_use_and_climate_change/lulucf/items/6917.php (Consulta: septiembre 13, 2017).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2012. Inventario nacional forestal y de suelos. Informe 2004–2009. http://www.ccms.org.mx/descargas/Inventario_nacional_forestal_y_de_suelos_informe_2004_-_2009_.pdf (Consulta: septiembre 11, 2017).
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2016. Documento de la iniciativa de reducción de emisiones. <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/iniciativa-de-reduccion-de-emisiones/> (Consulta: septiembre 11, 2017).
- Coaleda, S. 2010. Modelos de estados y transiciones para los almacenes de carbono de las principales regiones de Chiapas. Reporte de Postdoctorado COLPOS-ECOSUR. 62 p. http://pmcarbono.org/pmc/descargas/biblioteca/Reporte_Postdoctorado_METs.pdf (Consulta: septiembre 01, 2017).

- de Jong, B., O. Masera, J. Etchevers, R. Martínez, F. Paz, M. Olguín, C. Anaya, C., Balbontín, M. Motolinia y G. Guerrero. 2006. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1993 a 2002. Uso del suelo, cambio de uso de suelo y bosques. Reporte elaborado para el Instituto Nacional de Ecología. 78 p.
- de Jong, B., M. Olguín, F. Rojas, V. Maldonado, F. Paz, J. Etchevers, C. Cruz y J. Argumedo. 2009. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990 a 2006. Actualización del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990-2006 en la categoría de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Instituto Nacional de Ecología. 122 p.
- de Jong, B. H. J., F. Rojas, M. Olguín, V. de la Cruz, F. Paz, G. Jiménez y M. A. Castillo. 2010. Establecimiento de una línea base de las emisiones actuales y futuras de gases de efecto invernadero provenientes de agricultura, silvicultura y otros usos del suelo. Informe final de consultoría para Conservación Internacional México A. C. http://pmcarbono.org/pmc/descargas/biblioteca/IEGEI-Chiapas_AFOLU.pdf (Consulta: octubre 12, 2017).
- Line, F. M., J. A. Fong, L. Esparza, M. A. Castillo y S. López. 2016. Fortalecimiento de capacidades estatales para la estimación, análisis y reporte de las emisiones de GEI del sector forestal en los estados de Chiapas, Campeche, Tabasco, Yucatán y Quintana Roo. Informe final de resultados. Informe técnico preparado para el Governors' Climate and Forest Fund.
- Morfin, J. E., O. I. Carrillo y L. Rangel. 2014. Estimación de los factores de emisión y sus respectivas incertidumbres de la biomasa aérea viva y radicular para la actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero 1990-2010, del sector cambio de uso del suelo, uso del suelo y silvicultura (USCUSyS). Protocolo metodológico. Proyecto Fortalecimiento REDD+ y Cooperación Sur-Sur. Zapopan, Jalisco, México.
- Paz, F. 2009. Proyecto Piloto "Una REDD para Chiapas" (bases metodológicas y estrategias de implementación). Documento de discusión. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 39 p. http://pmcarbono.org/pmc/descargas/biblioteca/count.php?file=REDD_Chiapas_Metodologias-B0.5 (Consulta: noviembre 05, 2017).
- Paz, F., C. O. Cruz, J. Argumedo, M. I. Marín y J. D. Etchevers. 2010. Documento de referencia para la estimación del carbono orgánico en el suelo (COS) en el estado de Chiapas. Informe técnico preparado para Conservation International A. C.
- Paz, F., B. de Jong, S. Covalada, M. G. Morales, I. Amezcua, J. C. Gómez, M. M. Torres y A. Vargas. 2012a. Monitoreo forestal comunitario en la Sierra Madre de Chiapas. pp: 759-766. En: Paz, F. y R. Cuevas (eds.). Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2011. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de México y el Instituto Nacional de Ecología. Texcoco, Estado de México, México.
- Paz, F., S. Covalada, A. Ranero, X. Ugarte, E. Esquivel, M. I. Marín, B. de Jong y J. D. Etchevers. 2012b. Estudio de factibilidad para el mecanismo REDD+ en Chiapas. Informe final preparado para Conservation International México. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Paz, F., C. Cruz y B. de Jong. 2012c. Piloto REDD+ en Chiapas usando estrategias integrales de bajo costo de inventarios de carbono en ecosistemas terrestres. pp. 60-68. En: Paz, F. y R. Cuevas (eds.). Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2011. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de México y el Instituto Nacional de Ecología. Texcoco, Estado de México, México.
- PMC (Programa Mexicano del Carbono). 2011. Manual de campo para el inventario forestal estatal cuantitativo. <http://pmcarbono.org/pmc/publicaciones/manuales.php> (Consulta: septiembre 10, 2017).
- Rendón-Carmona, N. y L. Soto-Pinto. 2007. Manual de metodología rápida para la estimación y monitoreo de captura de carbono. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, México.
- Rojas, G. F., A. Wegier y M. Ponce. 2014. Evaluación cuantitativa de errores en la nomenclatura científica del inventario nacional forestal y de suelos 2004-2009. Terra Latinoamericana 32:325-331.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recurso Hidráulicos). 1994. Inventario nacional forestal periódico, 1992-1994. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. SARH, México. D. F., México.
- SEMAHN (Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas). 2017. Documento de la estrategia estatal REDD+ del estado de Chiapas. http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/cambio_climatico/eeredd_130317.pdf (Consulta: noviembre 15, 2017).
- SEMARNAT-CONAFOR (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal). 2014. Inventario estatal forestal y de suelos-Chiapas 2013. Colección de Inventarios Estatales Forestales y de Suelos 2013-2014. D. F., México.
- Trench, T., A. M. Larson y A. Libert. 2017. Multilevel governance and land use in Chiapas and Yucatan. Center of International Forest Research. InfoBrief 180. <http://www.cifor.org/library/6550/multilevel-governance-and-land-use-in-chiapas-and-yucatan-lessons-for-redd-in-mexico/> (Consulta: septiembre 4, 2017).
- Vargas, R., D. Alcaraz-Segura, R. Birdsey, N. A. Brunsell, C. O. Cruz-Gaistardo, B. de Jong, J. Etchevers, M. Guevara, D. J. Hayes, K. Johnson, H. W. Loescher, F. Paz, Y. Ryu, Z. Sánchez-Mejía and K. P. Toledo-Gutiérrez. 2017. Enhancing interoperability to facilitate implementation of REDD+: case study of Mexico. Carbon Management 8(1):57-65.