



Verificadores de sostenibilidad en inventarios forestales del bosque amazónico en el estado de Mato Grosso (Brasil)

Sustainability verifiers of forest inventories of the tropical forest of the *Mato Grosso* State, Brazil

José Imaña Encinas^{1*}, Marcos Antônio Camargo Ferreira², Guillermo Riesco Muñoz³, Alberto Rojo Alboreca³

Fecha de recepción/Reception date: 6 de julio de 2021

Fecha de aceptación/Acceptance date: 27 de mayo del 2022

¹Unidad de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo, España.

²Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Mato Grosso, Brasil.

³Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Santiago de Compostela. Lugo, España.

*Autor para correspondencia; correo-e: jose.imana@usc.es

*Corresponding author; e-mail: jose.imana@usc.es

Resumen

De acuerdo con lo establecido en las normas oficiales de Brasil, los planes de manejo sostenible para los bosques tropicales en los que se pretende ejecutar extracciones madereras, deben basarse en inventarios forestales realizados en 100 % de la superficie sujeta al aprovechamiento. Para evaluar los trabajos forestales realizados en 20 sitios gestionados con planes de manejo forestal sostenible localizados en el estado de *Mato Grosso*, Brasil, se analizaron 17 verificadores tropicales de sostenibilidad de un total de 140, relativos a los inventarios forestales concluidos y en curso. Los resultados mostraron que 65 % de ellos requieren acciones de corrección en el plazo máximo de un año, 18 % en 60 días, 5 % tenían solo carácter de recomendación, y 12 % proponían la suspensión de los programas forestales de manejo. Se contrastó sobre el terreno la información textual y cartográfica procedente de los inventarios, lo cual permitió conocer la localización geográfica de los árboles derribados y de los aprovechables. Las normas oficiales de verificación son suficientemente objetivas como para dejar poco margen a la subjetividad de los evaluadores de la calidad de los inventarios. El sistema de evaluación fue eficiente. La identificación botánica evidenció una enorme carencia de conocimientos dendrológicos por parte de los responsables de los inventarios.

Palabras clave: Certificación forestal, evaluación de sostenibilidad, indicador, inventario forestal, ordenación forestal, plan de manejo forestal sostenible.

Abstract

Sustainable management plans for tropical forests including wood harvesting should be based on 100 % forest inventories, according to official Brazilian standards. To evaluate the forestry work carried out in 20 sites managed under sustainable forest management plans, located in *Mato Grosso* state, Brazil, 140 tropical sustainability forest verifiers were analyzed, 17 of them only to monitor the details of the forest inventories, completed and ongoing. 65 % of the 17 verifiers received the annotation to carry out corrective actions within one year, 18 % urged to perform corrective actions in 60 days, 5 % had the annotation of recommended, and 12 % were subject to suspension in the execution of the respective sustainable management forest plans. The

textual and cartographic information collected in the technical reports and thematic maps had field verification, allowing to know the position of the felled trees and the location of the usable trees. Official verification standards were objective enough to leave little room for the subjectivity of inventory quality assessors. The evaluation system was efficient. The inventory workers shrew an enormous lack of dendrological knowledge in relation to botanical identification.

Key words: Forest certification, sustainability evaluation, indicator, forest survey, forest management, sustainable forest management plan.

Introducción

El manejo forestal en el régimen de rendimiento sostenido considera que en la gestión de un rodal será extraído solo aquello que el bosque sea capaz de producir en un determinado período, sin comprometer su estructura natural. La legislación brasileña (Brasil, 2007) establece que el bosque amazónico debe ser explotado bajo ese principio. Sin embargo, las normas referentes a las intensidades de aprovechamiento maderero sostenible, se establecieron en 2004 por los órganos forestales del gobierno: Instituto Brasileño de los Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente y el Consejo Nacional del Medio Ambiente. Estas intensidades pretenden ser económicamente viables y ecológicamente aceptables, además de que son susceptibles de modificarse de acuerdo con el ritmo de crecimiento de cada especie y con la dinámica del desarrollo del propio rodal.

DeFries *et al.* (2006), UNEP (2012) y Kleinn (2015), consideran necesario llevar a cabo un rígido monitoreo del bosque, sobre todo en áreas de concesiones forestales bajo un eficiente control activo de la administración institucional, lo que resultaría en una

coherente ejecución de inventarios forestales realizados en un porcentaje de 100.

Entiéndase el inventario forestal como la base de una planificación forestal eficiente, en el cual se considera que un levantamiento consistente de información cualitativa y cuantitativa se podrá obtener por medio de un proceso de inventario bien estructurado (Imaña-Encinas, 2021). Para los planes de manejo sostenible de los bosques tropicales con fines de aprovechamiento maderero, el inventario ofrecerá la determinación o estimación de las variables dasométricas y el correspondiente potencial de crecimiento (Imaña-Encinas, 2011; 2021), además de mostrar su relación con elementos ecológicos y del medio natural, así como el estado fitosanitario del arbolado.

En ese contexto, se justifica que los planes de manejo forestal sostenible sujetos a normas oficiales deberían estructurarse sobre la ejecución de inventarios forestales al 100 %. De ese modo, sus resultados evidenciarían parámetros dasométricos representativos de la población arbórea que permitan la planificación de la extracción maderera eficientemente, y la implementación del propio sistema del manejo forestal sostenible.

Mallén y Guerra de la Cruz (2008) indican que los criterios e indicadores (C&I) de sostenibilidad del manejo forestal, deben atender el presupuesto de las leyes sociales, económicas y ecológicas, garantizado por la cantidad de bienes y servicios comunales, que son cada vez más empleados por los organismos de control estatal (Narváez *et al.*, 2003; FAO, 2015; Ross, 2015; Reygadas y Franco, 2016; Martín y Lafuente, 2017). Así, los C&I se presentan como conceptos claves para el desarrollo de sistemas efectivos de información y comunicación, y como marco referencial para definir, monitorear y evaluar el manejo forestal a través de sus correspondientes resultados (Prabhu *et al.*, 1998; Pokorny y Adams, 2003;

González, 2012; Magrama, 2012).

En la definición de C&I, los conceptos de primer orden están formados por verdades fundamentales o evaluación estratégica (Luján *et al.*, 2003), y que son las leyes que se denominan Principios. Los criterios, en un segundo nivel, son los patrones que juzgan los principios, y para el caso del manejo forestal sostenible, deben expresar el estado real o condición del bosque que se pretende ordenar. Los indicadores son usualmente acciones, informaciones o prescripciones específicas que pueden evaluarse como indicadores de los criterios respectivos; y los verificadores, en un cuarto nivel, expresan información pertinente para la valoración de los indicadores (Magrama, 2012).

Los C&I para el manejo forestal sostenible, de acuerdo con Barthod (1998), comenzaron a formar parte del debate político, por iniciativa de la delegación canadiense, en el proceso preparatorio para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992. La propuesta dio origen a la conocida Agenda 21 (Brasil, 2007). A partir de los C&I, es posible establecer los límites de sostenibilidad de los recursos naturales, ya que forman la base del monitoreo de la calidad ambiental de esos recursos, además de condicionar el levantamiento y sistematización de las variables de medida, lo cual permite su transformación en indicadores sintéticos (Morán *et al.*, 2006; FAO, 2015).

Los principios de los C&I ofrecen una estructura primaria que se considera primordial para el manejo forestal sostenible (Prabhu *et al.*, 1998; FSC Brasil, 2002; Forest Management Division, 2003; Nobre da Silva, 2012; FAO, 2015), además de que justifican la aplicación de los correspondientes criterios, indicadores y verificadores. De acuerdo con Lammerts van Bueren y Blom (1997), representan las reglas para el

razonamiento y los definen como el marco jerárquico de referencia para la evaluación de la calidad de la gestión forestal. Su objetivo es supervisar, evaluar e informar acerca del estado de la ordenación forestal sostenible a nivel local, regional o nacional (Meza *et al.*, 2003; Magrama, 2012; FAO, 2015).

Los criterios son, por tanto, el rasgo característico de un proceso fundamentado en las prácticas de la ordenación forestal sostenible que pueden ser consideradas, interpretadas y evaluadas.

Un indicador es un parámetro cuantitativo o cualitativo susceptibles de valorarse en relación con un determinado criterio (Poschen, 2000; Mendoza y Prabhu, 2002). Los criterios se establecen como puntos intermediarios de la información proporcionada por los indicadores. Estos se estructuran como un atributo descriptivo, cuantitativo y cualitativo que, cuándo se mide o monitorea periódicamente, indica el correspondiente nivel del manejo forestal que está en ejecución.

Verificador es el conjunto de datos o información que se destaca para evaluar un indicador (Brasil, 2007; González, 2012). Consecuentemente, en el cuarto nivel de especificidad, los verificadores deben proveer detalles intrínsecos que indiquen o reflejen una condición específica de un indicador (Lammerts van Bueren y Blom, 1997; Reygadas y Franco, 2016).

La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), el Centro para la Investigación Forestal Internacional (Cifor), las administraciones forestales brasileñas (Ibama) y el Servicio Forestal Brasileño (SFB, a partir de 2006), han desarrollado los C&I para evaluar la adopción del manejo forestal sostenible de los bosques amazónicos (Brasil, 2007).

A partir del 2 de enero de 2019, el SFB se integró al organigrama del Ministerio de Agricultura, Pecuario y Abastecimiento, creado en el año 2006 por el Ministerio del

Medio Ambiente (SFB, 2019). En 2007, se establecieron las normas básicas para la elaboración de los procedimientos de campo orientados a la evaluación de los planes de manejo forestal sostenible y la emisión de los correspondientes informes (Brasil, 2007; SFB, 2019). Para ello, se definieron 140 verificadores para las etapas y aspectos de la cadena del manejo forestal (Embrapa e Ibama, 2006). Para cada verificador, se determinó su método de evaluación, los cuales consideran los correspondientes límites cuantitativos, para facilitar la interpretación de la información contenida en las operaciones pertinentes.

En este contexto, México tiene una guía con 10 principios, 25 criterios, 40 identificadores y 69 verificadores (Reygadas y Franco, 2016). Ecuador, en cambio, considera otro concepto sobre la calidad de vida y la equidad para lograr la inserción en los mercados de bienes y servicios ambientales, el cual busca conciliar el crecimiento poblacional con el aprovechamiento de los productos y servicios forestales (Santamaría, 2019, Almeida-Guzmán y Díaz-Guevara, 2020): la biodiversidad, los bosques, recursos bioacuáticos, el suelo, los recursos hídricos marinos, insulares y continentales, las playas y bahías, el turismo de naturaleza y la energía. Chauchard *et al.* (2016) presentan 30 casos ejemplares de éxito en el manejo forestal sostenible.

El objetivo del presente estudio fue evaluar los trabajos forestales realizados en 20 sitios gestionados con planes de manejo forestal sostenible, localizados en el estado de *Mato Grosso*, Brasil, en función de 17 verificadores tropicales de sostenibilidad de un total de 140, relativos a los inventarios forestales concluidos y en curso.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 20 sitios gestionados con planes de manejo forestal (SMF) aprobados por el Ibama, que se localizan en el norte del estado *Mato Grosso* (Figura 1). De entre los 140 verificadores incluidos en la normativa de la Administración Forestal de Brasil, se aplicaron los 17 relativos y exclusivos para la evaluación de los inventarios forestales ejecutados (Cuadro 1). Para ello, se utilizaron los métodos establecidos en las normas federales (Embrapa e Ibama, 2006; Brasil, 2007) que evalúan la calidad del inventario forestal realizado.

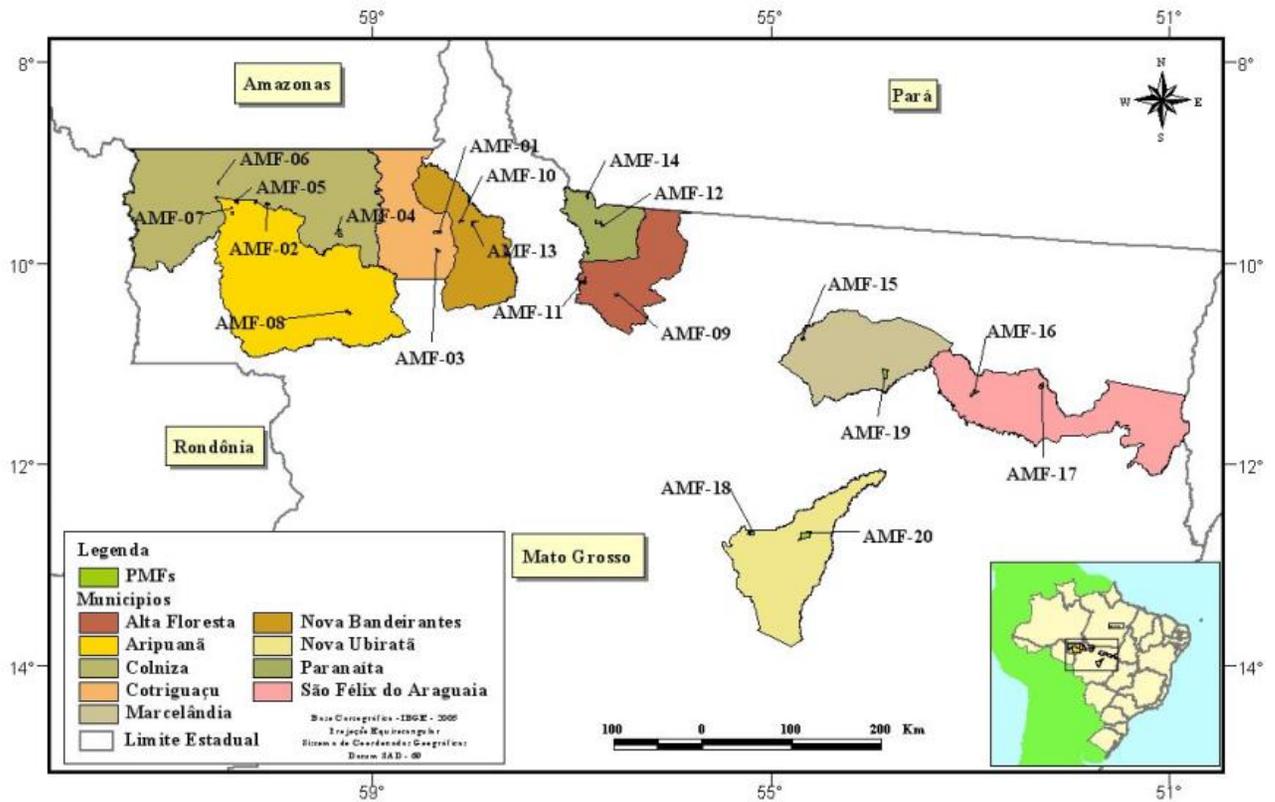


Figura 1. Localización de los 20 sitios con planes de manejo forestal sostenido (AMF).

Cuadro 1. Verificadores para la evaluación de los inventarios forestales.

Verificador	Asunto de la verificación
V-8	Distancias entre accesos del aprovechamiento y del plan de manejo
V-9	Enumeración sistemática de los accesos
V-10	Marcaciones y orientación de los accesos

V-11	Orientación del azimut
V-12	Diámetro normal (<i>dn</i>) mínimo de las especies comerciales inventariadas
V-13	Calidad de la troza
V-14	Identificación de las tres principales especies comerciales inventariadas
V-15	Identificación de otras especies comerciales
V-16	Existencia de árboles derribados con diámetro menor al de corta
V-17	Circunferencias de los árboles inventariados
V-18	Estimación de las alturas
V-19	Etiquetado de los árboles inventariados
V-20	Permanencia de los datos en las etiquetas
V-21	Calidad de los datos de la microzonificación
V-22A	Localización de los árboles inventariados
V-22B	Coincidencia de localización de los árboles inventariados con los mapas
V-23	Otros datos de la microzonificación de las unidades de trabajo

Para el verificador V-8, la norma indica considerar dos accesos aleatorios localizados en el borde de la unidad de trabajo (UT), y comprobar su coincidencia con el Plano Operacional Anual (POA) que se basa en el resultado del inventario al 100 %. Se utilizó una cinta métrica de 50 m (cinta métrica abierta de dos escalas métrica y pulgadas, modelo *Startools*) y los mapas tanto de cada unidad de producción anual (UPA), como de la UT. Para el V-9 se emplearon los mapas de la UPA y UT. En los 20 sitios se seleccionaron dos accesos para su verificación en el campo. El V-10 se comprobó en 100 m de un acceso escogido al azar en los mapas de las UT. Con una brújula *Suunto* (modelo típico con 360 grados, escala horizontal) se registró el

azimut del verificador V-11.

Para el verificador V-12, fueron seleccionados aleatoriamente en los mapas de la UPA y del UT, grupos de 25 árboles. La clase de calidad de las trozas del verificador V-13 se evaluó en un conjunto de 10 árboles inventariados, aún en pie. La verificación de V-14 y V-15 la realizó un técnico de campo participante en el inventario correspondiente, quien seleccionó los mismos árboles relativos a los verificadores V-13, V-17 y V-20.

El verificador V-16 se obtuvo, eligiendo en dos mapas UT por sitio, cinco árboles preseleccionados para el corte. La coincidencia de las circunferencias del verificador V-17 se hizo en grupos de 10 árboles inventariados, con una cinta diamétrica o cinta pi (*Forestry Suppliers Inc.*, cinta diamétrica de 5 m). En 10 árboles seleccionados, por medio de un hipsómetro *Haga*, se midió la altura total del árbol (verificador V-18). En el mismo conjunto de árboles, se verificó la existencia de las etiquetas correspondientes (V-19) y la información (V-20) registrada en ellas.

Se escogieron dos mapas UT por sitio, los cuales contenían información de la microzonificación. En ellos, se analizó el verificador V-21. Para los verificadores V-22A y V-22B se seleccionaron grupos de 10 árboles en los mapas UT, para su posterior comprobación en el campo. El verificador V-23 se obtuvo por análisis subjetivo mediante la comparación de la información de los mapas con la observación visual.

Resultados y Discusión

Para cada uno de los 17 verificadores por sitio, se estableció uno de los siguientes valores: AC/PS acción correctiva (AC) para efectuarse en un plazo inferior a un año (antes de la próxima evaluación [PS], que sería en un año); AC/60 acción correctiva para cumplirla en 60 días; CR con recomendación, que identifica la aplicación voluntaria de una recomendación para el plan de manejo forestal sostenible (PMFS) y que no supone acción correctiva o sanción administrativa; o SS sujeto a suspensión en relación con el PMFS. La anotación final asignada fue la que aparecía un mayor número de veces en el análisis de conjunto de los 20 sitios analizados.

La anotación AC/PS se registró en 11 verificadores (65 %) que corresponden a V-8, V-10, V-11, V-12, V-13, V-15, V-17, V-18, V-19, V-20 y V-23; la anotación AC/60 en tres (18 %) de los verificadores: V-16, V-21 y V-22B; un verificador (5 %) obtuvo la anotación CR para el verificador V-9; y dos verificadores (12 %) recibieron la anotación SS (V-14 y V-22A), conforme se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de la anotación general.

Verificador	Nota			
	AC/PC	AC/60	CR	SS
V-8	X			
V-9			X	
V-10	X			
V-11	X			
V-12	X			
V-13	X			

V-14				X
V-15	X			
V-16		X		
V-17	X			
V-18	X			
V-19	X			
V-20	X			
V-21		X		
V-22A				X
V-22B		X		
V-23	X			

AC/PC = Acción correctiva en un plazo menor a un año; AC/60 = Acción correctiva en 60 días; CR = Con recomendación de acción voluntaria; SS = Sujeto a suspensión.

Los resultados de los 17 verificadores se agruparon en una escala porcentual de cuatro grupos de aplicabilidad del verificador: 1) No aplicable (NA), cuando el verificador no sobrepasaba 25 %; 2) Poco aplicable (PA), si pertenecía a un intervalo entre 26 y 50 % de aplicabilidad; 3) Aplicable (AP), cuando el verificador estaba entre 52 y 75 %; y 4) Aplicable sin restricción (AsR), a partir de 76 %. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados finales de los verificadores relativos a los inventarios forestales.

Verificador	Nota final			
	NA	PA	AP	AsR

V-8		X	
V-9			X
V-10			X
V-11		X	
V-12		X	
V-13	X		
V-14	X		
V-15	X		
V-16		X	
V-17	X		
V-18	X		
V-19			X
V-20			X
V-21		X	
V-22A		X	
V-22B		X	
V-23		X	

NA = No aplicable; PA = Poco aplicable; AP = Aplicable; ArS = Aplicable sin restricción.

Los verificadores V-8, V-9, V-10 y V-11 referentes a las distancias entre los senderos de orientación y de acceso al inventario, evidenciaron alta precisión de acuerdo con lo establecido en las normas para los planes de manejo forestal sostenible y los planes de operación anual. Se determinó que 100 % de los senderos estaban numerados de forma sistemática y en orden creciente conforme lo establece la Norma de Ejecución Núm. 1 del Ibama (18 de diciembre de 2006) (Brasil, 2007).

Las marcaciones se verificaron a lo largo de 100 m en los senderos seleccionados para evaluar el ancho del sendero y la distancia entre las estacas. En esos senderos

se constató una alta precisión de la dirección del azimut, el cual se verificó entre el punto de observación y una estaca a 25 m de distancia. En solo cuatro oportunidades se registró una pequeña alteración inferior a 10 grados respecto al rumbo indicado.

En la extensa revisión bibliográfica en relación con Brasil y los países latinoamericanos realizada para los efectos del presente estudio, no se encontraron verificadores de inventarios forestales, razón por la cual se compararon los conceptos de las metodologías aplicadas en Chile, Colombia, México y Perú (Melero y Steinmetz, 2017). Mientras que el uso de verificadores ambientales se ha documentado en Argentina (Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación Argentina, 2006; Gándara y Guerrero, 2013; Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015), Chile (SEA, 2013; Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2019), Ecuador (Grubb *et al.*, 1963; Santamaría-Arinas, 2019; Almeida-Guzmán y Díaz-Guevara, 2020), Colombia (Bárcena y Gurria, 2014), México (Pérez-Calderón, 2010) y Perú (Tacusi-Oblitas *et al.*, 2012; Chappuis, 2019).

Todos los árboles con diámetro normal (dn) constante en las listas e informes fueron asignados. El diámetro normal (dn) mínimo y la calidad de la troza (V-12 y V-13), se verificaron en grupos de 25 árboles de cada especie comercial incluida en los PMFS. Para el V-14 (confirmación de la identificación de las tres especies comerciales más comunes), se utilizaron los mismos árboles que se destinaron a la verificación de la calidad del fuste.

Los nombres botánicos de los árboles seleccionados se compararon con los consignados en las listas de los planes de manejo forestal sostenible. Esa verificación fue de gran importancia, ya que resultados negativos (nota SS) podrían

concluir con la suspensión de las actividades comerciales establecidas en el plan de manejo sostenible. Se aceptó como margen de error solamente una identificación incorrecta. El resultado final del verificador V-14 fue desastroso, ya que en ninguno de los sitios se obtuvieron altas coincidencias entre los nombres botánicos de las especies y la identificación *in situ*.

La verificación de la identificación de las especies forestales (V-15) registradas en las listas del inventario durante los trabajos de campo, se realizó en los grupos de árboles utilizados para los verificadores V-13 y V-17 a V-20. Se usaron 10 árboles inventariados por especie. El verificador V-15 evidenció una enorme discrepancia e información insuficiente en todos los casos analizados. En ninguno de los sitios, el personal de campo anotó el nombre científico correcto en más de 80 % de los árboles, como lo exige el método correspondiente. El error en la identificación botánica fue superior a lo aceptable por la metodología, lo que incidió de manera importante en los verificadores V-14 y V-15. Estos resultados evidencian un conocimiento dendrológico insuficiente de la gran riqueza de especies arbóreas forestales existentes en la zona de estudio, situación que demerita la calidad de los inventarios correspondientes.

La comprobación del verificador V-16 se hizo visualmente cuando se accedía a las áreas de corte. V-17 y V-18 se verificaron con una nueva remediación de circunferencias y alturas en dos sitios previamente inventariados, además del marcaje de 50 árboles que serían derribados.

Las etiquetas de información (V-19, V-20) estaban confeccionadas en material resistente a la intemperie, manteniendo información del número de la UPA, UT y árbol. El resultado de su verificación fue satisfactorio, ya que tan solo en un sitio no se atendieron las normas establecidas.

La norma exige identificar todos los árboles inventariados por medio de su localización en los mapas del Plan de Manejo Operacional (V-22A, V-22B). En 51 % de los mapas no fue posible localizar todos los individuos inventariados. Los mapas de las UT mostraban los datos de la microzonificación: variaciones topográficas, cursos de agua, manantiales o áreas de conservación permanente. Se observó alta coincidencia con las leyendas de los mapas (verificadores V-21, V-23), y solamente en un mapa se verificó la necesidad de una acción correctiva.

En una exhaustiva revisión de literatura sobre Argentina (Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación Argentina, 2006; Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2015), Chile (SEA, 2013; Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2019), Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), Ecuador (Santamaría-Arinas, 2019; Almeida-Guzmán y Díaz-Guevara, 2020), México (Reygadas y Franco, 2016) y Perú (Dancé y Sáenz, 2013) se constató el uso de verificadores ambientales para identificar y calificar el pago por servicios ambientales. En el presente estudio, en ninguno de los sitios, se registró un verificador no aplicable (NA). Cuatro verificadores (V-9, V-10, V-19, V-20) se consideraron como aplicables sin restricciones (AsR), en contraposición a otros cinco (V-13, V-14, V-15, V-17 y V-18) que precisan ser reestructurados (PA). De estos últimos, los verificadores V-14 y V-15, referentes a la identificación de las especies, fueron los más sensibles y críticos en su evaluación, si se considera que en ellos se fundamentan el detalle de cualquier inventario.

Conclusiones

Las normas oficiales de verificación están bien descritas y con métodos claros, lo que reduce considerablemente la subjetividad de los evaluadores de la calidad cuando se asignan la nota correspondiente al inventario realizado.

El mapa de producción operacional anual (POA), es el principal producto de los inventarios forestales realizados.

El procedimiento no permitió localizar con precisión los árboles inventariados que aparecen indicados en los mapas de las unidades de trabajo.

Cuatro áreas atendieron mínimamente los verificadores, lo que representaría la inmediata cancelación del derecho de aprovechamiento forestal por parte de la entidad gubernamental que otorga las licencias de aplicación de los planes de manejo forestal sostenible.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de la CAPES por la concesión de una beca de doctorado para el segundo autor, y al CNPq por la ayuda financiera que permitió las visitas a las empresas respectivas.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no tienen conflictos de intereses que declarar.

Contribución por autor

Los autores manifiestan que contribuyeron equitativamente en la redacción, revisión y comentarios pertinentes.

Referencias

Almeida-Guzmán, M. y C. Díaz-Guevara. 2020. Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión, Revista Internacional de Administración 8:35-67. Doi: 10.32719/25506641.2020.8.10.

Bárcena, A. y A. Gurria. 2014. Evaluaciones de desempeño ambiental de Colombia Highlights. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Bogotá, D. C., Colombia. 16 p.

Barthod, C. 1998. Criterios e indicadores de la ordenación sostenible de los bosques templados: el período 1992-1996. Unasylva 49(192):53-56. <https://www.fao.org/3/w7126s/w7126s00.htm>. (12 de diciembre de 2021).

Brasil. 2007. Normas florestais federais para a Amazônia. Ministério do Meio

Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Brasília, D. F., Brasil. 176 p.

Chappuis, M. 2019. Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Núm. 168. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Santiago de Chile, Chile. 50 p.

Chauchard, L., C. Estrada, F. Irisity, G. Hernández, J. Torres y J. Casaza. 2016. Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay. Proyecto TCP/RLA/3404 (D). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Santiago de Chile, Chile. 246 p.

Dancé C., J. J. y D. F. Sáenz Y. 2013. Estado de la situación y gestión ambiental en Perú, (primera versión). Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras, y Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú. 179 p.

DeFries, R., F. Achard, S. Brown, M. Herold, D. Murdiyarso, B. Schalamadinger and C. de Souza Jr. 2006. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries: Considerations for monitoring and measuring. Global Terrestrial Observing System. Rome, Italy. 30 p. https://gofcgold.umd.edu/sites/default/files/docs/ReportSeries/GOLD_26.pdf. (13 de junio de 2022).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). 2006. Manual de vistoria de campo para planos de manejo florestal madeireiro na Amazônia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, D. F., Brasil. 107 p.

Forest Management Division. 2003. Informe Conferencia Internacional sobre la contribución de los Criterios e Indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible: El

camino a seguir (CICI-2003). Instituto Nacional de Bosques (Inab), FAO, Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO) y Ministerio de Agricultura y Bosques de Finlandia. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 48 p.

Forest Stewardship Council Brasil (FSC). 2002. Padrões de certificação do FSC–Forest Stewardship Council para manejo florestal em terra firme na Amazônia Brasileira. Documento Final. CBMF–Conselho Brasileiro de Manejo Florestal Brasília, D. F., Brasil. 19 p. <https://www.coursehero.com/file/79252591/Brazil-Upland-Amazon-Forest-Port-2-1-05doc/>. (15 de noviembre de 2021).

Gándara, M. P. y E. M. Guerrero. 2013. Indicadores ambientales para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en Rosario, Argentina. *Revista Desarrollo Local Sostenible DELOS* 6(16):1-18. <https://www.eumed.net/rev/delos/16/indicadores-ambientales-gestion-residuos-solidos.pdf>. (15 de noviembre de 2021).

González S., D. 2012. Criterios e indicadores para medir la sustentabilidad del manejo forestal bajo el principio de bienestar económico: el caso del ejido “El Madroño”. *Debate Económico* 1(1):61-85. <https://biblat.unam.mx/hevila/DebateeconomicoMexicoDF/2012/vol1/no1/4.pdf>. (10 de noviembre de 2021).

Grubb, P. J., J. R. Lloyd, T. D. Pennington and T. C. Whitmore. 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador; the forest structure, physiognomy and floristics. *Journal of Ecology* 51(3):567-60. Doi: 10.2307/2257748.

Imaña-Encinas, J. 2011. *Mensura dasométrica*. Universidad de Brasília, Departamento de Ingeniería Forestal. Brasília, D. F., Brasil. 124 p.

Imaña-Encinas, J. 2021. Parcelas terrestres de muestreo en los inventarios forestales. Universidad de Brasíia, Departamento de Ingeniería Forestal. Brasíia, D. F., Brasil. 180 p.

Kleinn, C. 2015. Lecture notes for the module Monitoring of Forest Resources. Chair of Forest Inventory and Remote Sensing Unit. Georg-August University. Göttingen, Germany. 199 p.

Lammerts van Bueren, E. M. and E. M Blom. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards, principles criteria indicators. The Tropenbos Foundation. Leiden, Netherlands. 82 p.

Luján Á., C., J. M. Olivas G. y J. E. Magaña M. 2003. Desarrollo forestal sostenible en México: sistema jerárquico de criterios e indicadores. Revista Unasyva 54(214/215):30-36. <https://www.fao.org/3/y5189s/y5189s05.pdf>. (14 de enero de 2022).

Mallén R., C. y V. Guerra de la Cruz. 2008. Tlaxcala y sus recursos forestales: conservación, aprovechamiento y bases para su manejo sustentable. Libro técnico 4. INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. México, D. F., México. 278 p.

Martín, S. G. y V. Lafuente. 2017. Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. Investigación Bibliotecológica 31(71):151-180. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v31n71/2448-8321-ib-31-71-00151.pdf>. (12 de febrero de 2022).

Melero, J. M. y Steinmetz, A. 2017. Propuesta regional de criterios sostenibles para Chile, Colombia, México y Perú, reporte n° 2 (parte 2/2): metodología de implantación para los cuatro países. Ciclo Ambiente, Santiago de Chile, 24 p.

https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/filesap_03_-_20170327_metodologia_de_implementacion_final.pdf. (13 de marzo de 2022).

Mendoza, G. A. and R. Prabhu. 2002. Multidimensional measurements and approaches to forest sustainability assessments. In: Pukkala, T. (eds.). Multi-objective forest planning. Managing Forest Ecosystems, vol 6. Springer. Kluwer. Dordrecht, Netherlands. pp. 71-98. Doi: 10.1007/978-94-015-9906-1_4.

Meza A., A., R. Navarro G., R. Torres P., C. Droppelmann H., C. Noton R. y V. Valverde S. 2003. El proceso de Montreal en Chile: Criterios e indicadores para el manejo forestal sustentable a nivel local. Gobierno de Chile y Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile, Chile. 23 p.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Magrama). 2012. Criterios e indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España. 79 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Reporte de reducción de emisiones bajo el acuerdo REDD Early Movers (REM). Gobierno de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., Colombia. 66 p.

Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación Argentina. 2006. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el desarrollo sostenible: indicadores de seguimiento: Argentina 2006 Indicadores. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 72 p.

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. 2019. Instructivo de aplicación de criterios

sustentables. Ministerio del Medio Ambiente de Chile, Cicloambiente y PNUMA. Santiago de Chile, Chile. 29 p.

Morán M., M., J. J. Campos A. y B. Louman (eds.). 2006. Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 73 p.

Narváez F., R., P. Wright, M. Martínez S., S. Alvidrez V., ... y L. Iglesias G. 2003. Criterios e indicadores, una herramienta para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal en bosques templados y tropicales. INIFAP-CIRNOC Campo Experimental La Campana-Madera. Chihuahua, Chih., México. 56 p.

Nobre da Silva, A. C. 2012. Os requisitos sociais do padrão FSC para manejo florestal em terra firme na Amazônia brasileira. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora). Piracicaba, SP, Brasil. 60 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Taller regional latinoamericano sobre criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible, informe final. FAO, Ministerio de Agricultura y Riego de Perú y Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú: 40 p.

Pérez C., J. 2010. La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. *El Cotidiano* 162:91-97. <https://www.redalyc.org/pdf/325/32513882011.pdf>. (10 de enero de 2021).

Pokorny, B. y M. Adams. 2003. Compatibilidade de conjuntos de critérios e indicadores para avaliar a sustentabilidade do manejo florestal na Amazônia brasileira. CIFOR. Bogor, Java, Indonesia. 143 p.

Poschen, P. 2000. Criterios e indicadores sociales para el manejo forestal sostenible, una guía para los textos de la OIT. Documento de trabajo Núm. 3. Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y GTZ-Oficina del programa de estándares sociales y ecológicos. Eschborn, Alemania. 100 p.

Prabhu, R., C. Colfer y G. Shepherd. 1998. Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible: nuevos hallazgos de la investigación realizada por CIFOR al nivel de la unidad de manejo forestal. Red Forestal para el Desarrollo Rural. Londres, Inglaterra. 24 p.

Reygadas P., G. F. y C. A. Franco C. 2016. Lista de criterios e indicadores (C&I) para bosques tropicales de México. Proyecto PD351/05 Rev. (F). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Organización Internacional de las Maderas Tropicales y Comisión Nacional Forestal. Coyoacán, México D. F., México. 54 p.

Ross, K. 2015. Measuring sustainable forest management: A report on on-going and emerging global initiatives to develop results frameworks and performance indicators for sustainable development, agriculture and natural resources management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy. 10 p.

Santamaría A., R. J. 2019. Economía circular: líneas maestras de un concepto jurídico en construcción. Revista Catalana de Dret Ambiental 10(1):1-37. Doi: 10.17345/rcda2569.

Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2015. Sistema de indicadores de desarrollo sostenible Argentina. Dirección de Impacto Ambiental y

Social, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Jefatura de Gabinete de Ministros. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 130 p.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2013. Medidas destacadas en el sistema de evaluación de impacto ambiental. Servicio de Evaluación Ambiental. Santiago de Chile, Chile. 109 p.

Serviço Florestal Brasileiro (SFB). 2019. Florestas do Brasil em resumo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, D. F., Brasil. 207 p.

Tacusi-Oblitas Z., C., H. Che P. y J. Martínez. 2012, Políticas climáticas: implementación de proyectos REDD+ en el Perú. Derecho, Ambiente y Recursos Naturales-DAR. 16 p. <https://alacip.org/cong13/787-zevallos-7c.pdf>. (15 de febrero de 2022).

United Nations Environment Programme (UNEP). 2012. Sustainable public procurement implementation guidelines. Introducing UNEP's Approach. United Nations Environment Programme. Paris, France. 80 p. https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/sustainable_public_procurement_implementation_guidelines.pdf. (20 de enero del 2022).



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.