

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas



Editorial

Información útil, fidedigna y compatible para mejor administrar nuestros recursos naturales

Presentación del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)
Carlos Mammel Rodríguez

Desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)
Rafael Monge Vargas, Carla Ramírez Zea, Randy Hamilton, Marilyn Calvo Méndez, Ximía Soto Solano, Heiner Acevedo Mairena, Ana Jimena Vargas Cullell

Institucionalidad y gobernanza del SIMOCUTE
Ximía Soto Solano, Rafael Monge Vargas, Heiner Acevedo Mairena, Carla Ramírez Zea

Descripción del Sistema de Clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra propuesto para el SIMOCUTE
CENICA

Propuesta de una herramienta para apoyar la implementación de la clasificación del uso de la tierra en el marco de SIMOCUTE

Mauricio Vega-Araya, Rodolfo Méndez Chinchilla, Alberto Méndez Rodríguez

Propuesta de homologación de la clasificación de ecosistemas para el SIMOCUTE: Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica por medio de un enfoque ecosistémico
Heiner Acevedo Mairena, Jorge Fallas Gamboa, Sonia Lobo Valverde

La evaluación visual multi-temporal: innovación para el monitoreo de la cobertura y uso de la tierra
Marilyn Calvo Méndez, Randy Hamilton

Segundo Inventario Forestal Nacional de Costa Rica: Construyendo nuevas experiencias a partir del IFN 2012-2015
Adriana Aguilar Porras, Jorge Fallas Gamboa

Monitoreo de cobertura y uso de la tierra en zonas agropecuarias: SIMOCUTE como sistema oficial

Marilyn Calvo Méndez, Mauricio Chacón Navarro
Mesa de mapeo: Estado actual del mapeo sobre cobertura y uso de la tierra y ecosistemas a partir de los actores del SIMOCUTE
Christian Núñez Solís, Sandra Vargas Muñoz, Sara Mora Medina

Diseño y funcionamiento de la plataforma tecnológica del SIMOCUTE
Daniel Flores, Christian Vargas, Heiner Acevedo Mairena, Rafael Monge Vargas

Importancia del SIMOCUTE en el contexto internacional
Carla Ramírez Zea, Randy Hamilton, Rafael Monge Vargas, Heiner Acevedo Mairena

SECCIÓN ACTUALIDAD LEGAL

Reforma al artículo 39 de la Ley de Biodiversidad sobre concesiones y contratos de servicios no esenciales

Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas



Editor en Jefe: Sergio A. Molina-Murillo
Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Luis Poveda
Asistencia y administración: Nancy Centeno Espinoza.
Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA
Fotografía de portada: CENIGA (2020)
Apartado postal: 86-3000, Costa Rica
Correo electrónico: ambientico@una.ac.cr
Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

Ambientico, revista trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense, nació en 1992 como revista impresa, pero desde hace varios años también es accesible en internet. Si bien cada volumen tiene un tema central, sobre el que escriben especialistas invitados, en todos ellos se trata también otros temas. *Ambientico* se especializa en la publicación de análisis de la problemática ambiental costarricense -y de propuestas sobre cómo enfrentarla- sustentados en información primaria y secundaria, aunque asimismo se le da cabida a ejercicios meramente especulativos. Algunos abordajes de temas que trascienden la realidad costarricense también tienen lugar.



Sumario

Editorial Información útil, fidedigna y compatible para mejor administrar nuestros recursos naturales	2
Presentación del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) Carlos Manuel Rodríguez	4
Desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) Rafael Monge Vargas, Carla Ramírez Zea, Randy Hamilton, Marilyn Calvo Méndez, Xinia Soto Solano, Heiner Acevedo Mairena, Ana Jimena Vargas Cullell	6
Institucionalidad y gobernanza del SIMOCUTE Xinia Soto Solano, Rafael Monge Vargas, Heiner Acevedo Mairena, Carla Ramírez Zea	16
Descripción del Sistema de Clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra propuesto para el SIMOCUTE Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA)	23
Propuesta de una herramienta para apoyar la implementación de la clasificación del uso de la tierra en el marco de SIMOCUTE Mauricio Vega-Araya, Rodolfo Méndez Chinchilla, Alberto Méndez Rodríguez	35
Propuesta de homologación de la clasificación de ecosistemas para el SIMOCUTE: Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica por medio de un enfoque ecosistémico Heiner Acevedo Mairena, Jorge Fallas Gamboa, Sonia Lobo Valverde	42
La evaluación visual multi-temporal: innovación para el monitoreo de la cobertura y uso de la tierra Marilyn Calvo Méndez, Randy Hamilton	51
Segundo Inventario Forestal Nacional de Costa Rica: Construyendo nuevas experiencias a partir del IFN 2012-2015 Adriana Aguilar Porras, Jorge Fallas Gamboa	57
Monitoreo de cobertura y uso de la tierra en zonas agropecuarias: SIMOCUTE como sistema oficial Marilyn Calvo Méndez, Mauricio Chacón Navarro	67
Mesa de mapeo: Estado actual del mapeo sobre cobertura y uso de la tierra y ecosistemas a partir de los actores del SIMOCUTE Christian Núñez Solís, Sandra Vargas Muñoz, Sara Mora Medina	73
Diseño y funcionamiento de la plataforma tecnológica del SIMOCUTE Daniel Flores, Christian Vargas, Heiner Acevedo Mairena, Rafael Monge Vargas	79
Importancia del SIMOCUTE en el contexto internacional Carla Ramírez Zea, Randy Hamilton, Rafael Monge Vargas, Heiner Acevedo Mairena	85
SECCIÓN ACTUALIDAD LEGAL Reforma al artículo 39 de la Ley de Biodiversidad sobre concesiones y contratos de servicios no esenciales María Virginia Cajiao	92
Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico	94

Información útil, fidedigna y compatible para mejor administrar nuestros recursos naturales

La tierra es un recurso natural esencial tanto para nuestra sobrevivencia como para el desarrollo de nuestra gente y los demás seres vivos. En las últimas décadas nos hemos convertido en personas expertas en su explotación para satisfacer nuestras necesidades y deseos, insaciables e irracionales en muchos casos. Dicha presión sobre los recursos naturales provoca una producción ineficiente e insostenible debido a su disminución en cantidad y degradación en calidad. Por tanto, ahora nos toca administrarlos responsablemente antes de sufrir consecuencias irreversibles.

El físico y matemático británico William Thomson Kelvin dijo: “lo que no se define no se puede medir; lo que no se mide, no se puede mejorar; lo que no se mejora, se degrada siempre”. Esto implica entonces, que para lograr dicha administración, es crucial tener a mano información actualizada, confiable y usable sobre la cobertura y uso del suelo y los ecosistemas en nuestro territorio.

Pero generar información no es un problema. Continuamente diferentes instituciones y proyectos la generan con la intencionalidad de mejor entender el estado de la situación y así tomar decisiones más eficaces para proteger y recuperar la cobertura boscosa, para mejorar la administración de tierras productivas tanto forestales como agropecuarias, y para definir los espacios más adecuados de uso industrial y urbano. Por ejemplo, conocer la ubicación y el estado de los humedales del país permite crear estrategias óptimas para su protección, manejo o recuperación. Otro ejemplo sería el aporte de la información climática en

términos geoespaciales, los cuales ayudan a blindar las infraestructuras o implementar medidas de adaptación. Así también, información sobre el uso de los suelos agrícolas y forestales permite asesorar cambios según las condiciones más productivas y menos degradantes.

Sin embargo, la generación de dicha información carece de criterios que limita su estandarización, su calidad o su compatibilidad. No es de extrañar entonces que una proporción significativa de ella sea de un solo uso o para un solo tipo de usuario. Desafortunadamente esto ocasiona que el avance en términos de conocimiento se vuelve más lento, y consecuentemente más costoso. Es inexplicable como en múltiples ocasiones la información generada en una institución no es de acceso de todos sus colaboradores, no por criterios de discrecionalidad, sino por incompatibilidad de equipos, software o simplemente porque no tenían conocimiento de la misma; esto ni se diga entre instituciones del mismo Estado. Igualmente, es inaudito como personas de otros países, que poco tienen que ver con la toma de decisiones locales tienen información que los mismos funcionarios costarricenses no tienen, ya sea porque la información se colocó en internet y no se divulgó o porque solo se reportó por el requerimiento ante un compromiso internacional.

Entonces, el desafío por delante no es menor: desarrollar información útil, fidedigna, compatible y preferiblemente en un solo lugar de acceso común. Pues así lo enfrentan las personas e instituciones

involucradas en el desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). En este número de la Revista Ambientico explicamos cómo se está avanzando en este sistema, el cual requiere del compromiso, dedicación y *expertise* de un gran equipo de personas de múltiples sectores productivos, de instituciones, organizaciones empresariales y la cooperación internacional. Como sistema dinámico que es, requerirá un constante desarrollo y actualización; por tanto, esperamos que el apoyo y motivación se mantengan para que así las personas que requieran de su uso, puedan administrar de mejor manera los recursos naturales de nuestro frágil país.



Ministro de Ambiente y
Energía de Costa Rica

Presentación del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)

..... || Carlos Manuel Rodríguez ||



“Juntarse es el principio, mantenerse juntos el progreso, trabajar en equipo es el éxito” (Henry Ford)

El Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) ha sido una de las principales iniciativas desarrolladas por Costa Rica para fomentar el uso y la generación de información de alta calidad técnica y confiable para la toma de decisiones en la política de desarrollo y en particular en cuanto al uso del suelo. La clave de su avance se debe al trabajo colaborativo de más de 40 instituciones vinculadas con el desarrollo de este sistema en el país.

El SIMOCUTE inició su etapa de diseño en el año 2015, por medio de una directriz ministerial emitida por el entonces Ministro de Ambiente, Dr. Edgar Gutiérrez Espelleta, en su calidad de rector del Sector de Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial.

En el año 2020, el SIMOCUTE, se prepara para pasar a una etapa de implementación, la cual estará marcada por la promulgación de un decreto ejecutivo para su

oficialización, el lanzamiento de nuevos módulos en su plataforma tecnológica y la consolidación del trabajo de las mesas técnicas temáticas.

La construcción de sistemas de monitoreo como el SIMOCUTE, es una tarea compleja y costosa, porque tiene una visión multipropósito, multitemporal y multidisciplinaria. Además, debe estar construida bajo marcos comunes que puedan satisfacer las necesidades de información de múltiples actores a nivel nacional, cantonal y distrital. Es de carácter permanente, por lo que debe ser técnicamente robusto, confiable y flexible para facilitar la integración de los requerimientos de información actuales y futuros y con esto evitar el conflicto de uso de suelo y una mejor planificación del territorio. Implica un buen diseño para la recolecta de datos en campo, con tecnologías que faciliten la logística y la transferencia ágil de los datos con los más altos estándares de calidad. Además, se recolectarán datos sobre cambios en el uso y cobertura de la tierra con imágenes satelitales de muy alta resolución, a través de métodos innovadores y precisos.

La información recolectada se trasladará a sistemas de información, donde serán procesados y combinados con datos geoespaciales para producir estadísticas, mapas y gráficos que serán facilitados a actores y la ciudadanía a través de informes que desarrollarán las instituciones participantes. También serán trasladados a otros sistemas de información que

requieran datos sobre el estado y cambio de los recursos, en todos los usos de la tierra y ecosistemas del país.

Para lograr los alcances del SIMOCUTE es preciso continuar con el fortalecimiento de las instituciones participantes en sus capacidades técnicas, logísticas y financieras. Además, se tiene que lograr la consolidación del sistema a nivel normativo, de manera que se le añada una garantía jurídica a la continuidad del proceso. Pero sobre todo, se requerirá continuar con el trabajo colaborativo entre las personas que representan a las instituciones del SIMOCUTE.

Los esfuerzos realizados hasta la fecha, se ven reflejados en los artículos presentados en este número de la Revista Ambientalico, los cuales han sido preparados por los mismos profesionales que han estado a cargo de liderar los diferentes procesos.

Se agradecen los valiosos aportes brindados por estas personas en la preparación de este número, así como en el proceso de desarrollo del SIMOCUTE.

Finalmente, se le agradece a la Revista Ambientalico de la Universidad Nacional (UNA), por dedicar esta edición para la divulgación de esta información de interés público.

Desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)



Director del Centro Nacional de Información Geoambiental – CENIGA (rmonge@minae.go.cr)



Asesora técnica, Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (carla.ramirez@fao.go.cr)



Asesor técnico de monitoreo forestal del Programa SilvaCarbon, Servicio Forestal de Estados Unidos – USFS (rhamilton.usfs@gmail.com)



Geógrafa del Instituto Meteorológico Nacional - IMN (mcalvo@imn.go.cr)

Rafael Monge Vargas
Carla Ramírez Zea
Randy Hamilton
Marilyn Calvo Méndez
Xinia Soto Solano
Heiner Acevedo Mairena
Ana Jimena Vargas Cullell



Asesora técnica del SIMOCUTE (xiniasoto@yahoo.com)



Asesor y consultor para el SIMOCUTE (heiner.acevedo@agathos.cr)



Consultora independiente para el SIMOCUTE (vargasjimena@gmail.com)

En las últimas décadas, Costa Rica ha realizado múltiples esfuerzos para la conservación y recuperación de su biodiversidad. No obstante, el país no contaba con un sistema de monitoreo integrado que permitiera dar seguimiento a la evolución de sus recursos naturales de manera holística. Para cubrir esta necesidad, se ha desarrollado el *Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y los Ecosistemas (SIMOCUTE)*.

El objetivo general del SIMOCUTE es conocer el estado actual y los cambios de la cobertura y uso de la tierra y de los ecosistemas de Costa Rica, para proporcionar información periódica de alta calidad, con el fin de evaluar el estado de los recursos naturales, tomar decisiones informadas sobre el manejo de la tierra, mantener la calidad e integridad del ambiente y sus ecosistemas para las generaciones futuras, y responder a los múltiples compromisos nacionales e internacionales de información.





Figura 1. Logo oficial del SIMOCUTE.

El SIMOCUTE está concebido como un sistema descentralizado, donde diferentes instituciones e iniciativas aportan datos e información según sus mandatos y roles, con base en requerimientos y estándares previamente establecidos. Las instituciones que generan la información mantienen el control sobre la misma y la harán disponible bajo estándares que permitan acceder a ella o depositarla en un repositorio común para su compilación. Los datos integrados en esta plataforma común permitirán realizar análisis y generar reportes periódicos para atender diversas necesidades, así como distribuir datos e información con diferentes niveles de agregación, tanto entre las mismas instituciones como para el público en general.

El SIMOCUTE forma parte de la Red Nacional de Información Ambiental (RENIA) del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Además, el SINIA, y por ende el SIMOCUTE, están

integrados al Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), que es la plataforma oficial del país para publicar y consultar información geoespacial, producida por las diferentes instituciones, entidades y empresas con injerencia en la administración territorial a escala nacional, regional o local.

Costa Rica inició formalmente el diseño del SIMOCUTE en el 2015, bajo la coordinación del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA, 2019), en seguimiento a la Directriz Ministerial DM-417-2015, del Ministro de Ambiente y Energía (MINAE), emitida en su calidad de rector del Sector de Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial¹.

¹ El sector fue posteriormente modificado mediante el nuevo Reglamento Orgánico del Poder Ejecutivo, Decreto No. 41187-MP-MIDEPLAN de noviembre de 2018, que en su artículo 11 traslada la rectoría del subsector de ordenamiento territorial al Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.

Actualmente, el país se está preparando para avanzar su implementación.

El diseño del SIMOCUTE es producto de un proceso participativo que ha incorporado a las instituciones nacionales vinculadas con la administración, el monitoreo y el uso sostenible de los recursos

naturales. Además, ha contado con el apoyo técnico y financiero de iniciativas internacionales relacionadas con el tema. De esta manera, se ha logrado mapear una amplia cantidad de actores, que han apoyado al proceso de desarrollo del SIMOCUTE, los cuales se mencionan en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Mapeo de actores clave del SIMOCUTE, según sector institucional (Acrónimos y abreviaturas se especifican en el **Anexo 1**).

<p>Instituciones del sector agropecuario</p> <ul style="list-style-type: none"> -INDER -MAG -SFE -SENASA -INTA -SEPSA - SENARA 	<p>Sector productivo agropecuario</p> <ul style="list-style-type: none"> -CNAA -CNPL -CANAPALMA -CONARROZ -Corp. Hortícola Nal. - CORFOGA - ICAFE -LAICA - CANAPEP - CORBANA 	<p>Academia</p> <ul style="list-style-type: none"> -CATIE -PRIAS - UCR - UNED - UTN - TEC -CENAT -EARTH -UNA
<p>Instituciones del sector ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> -AFE -CONAGEBIO -Dirección de Agua -FONAFIFO -MINAE -REDD+ -CENIGA -DCC -DIGECA -IMN -SEPLASA -SINAC 	<p>Otras instituciones gubernamentales</p> <ul style="list-style-type: none"> -BCCR -CNE -IGN -CADETI - ICE -INEC 	<p>Organizaciones no gubernamentales y otras organizaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> -ACCS -CI -FPN -FUNDECOR - IICA - ONF - UICN
<p>Cooperación internacional</p> <ul style="list-style-type: none"> -GIZ -BID -FMAM -Programa SilvaCarbon -Programa Climate Fellow - PNUD - FCPF - FAO 		

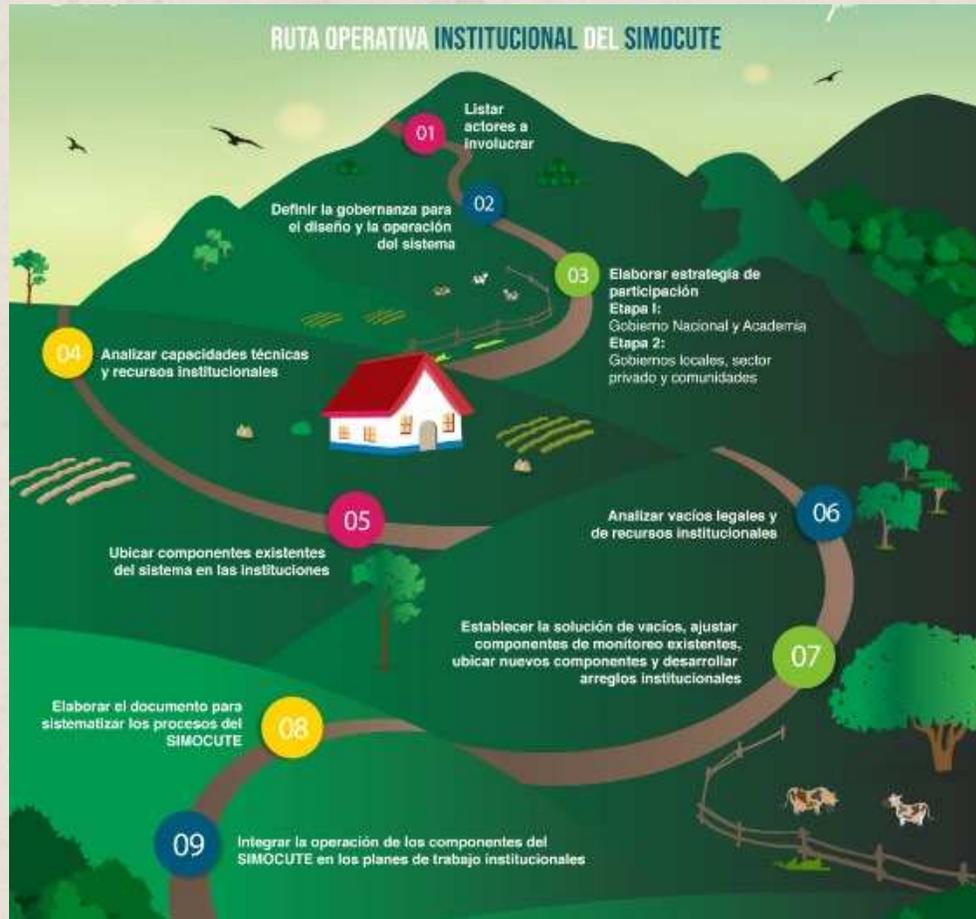


Figura 2. Ruta operativa-institucional para el diseño del SIMOCUTE (énfasis en cobertura y uso de la tierra).

Por la complejidad del SIMOCUTE, su diseño se divide en dos ramas: 1) cobertura y uso de la tierra y 2) ecosistemas. Esto obedece a que, si bien existe una estrecha relación entre ambas, las necesidades y metodologías de cada una pueden ser muy específicas, por lo que el diseño se realiza de forma separada, previendo la coordinación y los vínculos que serán necesarios para su integración. Debido al financiamiento y cooperación técnica disponible, se ha tenido más desarrollo en

el diseño del monitoreo de la cobertura y uso de la tierra, previéndose la posterior agregación de los elementos para el monitoreo de los ecosistemas del país.

Para el diseño del SIMOCUTE se requirió trabajar en elementos tanto técnicos, como de carácter operativo e institucional. Ambos son necesarios para generar un diseño robusto, participativo e integral, y su desarrollo discurre de forma paralela. En la **Figura 2** se describe

la hoja de ruta establecida para desarrollar los elementos de carácter operativo.

Los elementos técnicos identificados para la construcción del SIMOCUTE se esquematizan en la **Figura 3**. Se debe notar que la construcción se visualiza en el desarrollo de ciclos, ya que se prevé una mejora continua de los componentes y los procesos del sistema.

El marco conceptual acordado para el SIMOCUTE, esquematizado en la **Figura 4**, abarca los elementos del sistema, integrados en tres procesos interrelacionados que generan la información necesaria para el monitoreo del estado y los cambios de la cobertura de la tierra, del uso de la tierra y de los ecosistemas del país. Los tres procesos están coordinados e integrados para producir información consistente entre ellos. Dicha integración es esencial para aumentar el valor y la

calidad del contenido de la información del sistema en su conjunto.

Los procesos responden a tres preguntas clave: ¿Qué hay?, ¿Cuánto hay? y ¿Dónde está? (Brewer, Goetz, Lister, Megown, Riley y Maus, 2015).

¿Qué hay? Se responde a través de la clasificación del territorio en entidades, grupos o clases similares que tienen características comunes. Este proceso genera los sistemas de clasificación de la cobertura de la tierra, el uso de la tierra y los ecosistemas, junto con las definiciones y claves asociadas.

¿Cuánto hay? Se responde a través de la cuantificación de los recursos naturales en el territorio, por medio de inventarios y registros relacionados. Los inventarios implican la recolecta de datos por medio de métodos de muestreo estadístico que permiten medir la cantidad,



Figura 3. Principales elementos técnicos para la construcción del SIMOCUTE (énfasis en uso y cobertura de la tierra).



Figura 4. Marco conceptual del SIMOCUTE.

composición y cambios en los usos de la tierra de una forma confiable (p.ej., para medir deforestación para reportar emisiones de gases de efecto invernadero) y la biodiversidad, entre otros. En este grupo se incluye el Inventario Forestal Nacional, la Evaluación Visual Multitemporal de los usos y coberturas de la tierra, así como otros inventarios que están en etapa de diseño; por ejemplo el inventario de tierras agropecuarias. También pueden incluirse otros tipos de inventarios como los de flora y fauna silvestre. Por otra parte, los registros espaciales y tabulares, se refieren a la información administrativa y de control que recolectan las distintas entidades que integran el SIMOCUTE, como por ejemplo los permisos para el aprovechamiento de madera,

la implementación de planes de manejo, las cadenas de custodia, los registros de incendios forestales controlados, la superficie bajo pago por servicios ambientales y la actividad productiva agropecuaria, entre otros.

¿Dónde está? Se refiere a la ubicación y distribución geográfica de los recursos naturales, representada por medio de mapas, cuyo objetivo principal es apoyar la planificación estratégica para el ordenamiento del territorio y para el análisis de los patrones de paisaje de las diferentes coberturas y usos de la tierra, y de los ecosistemas. La respuesta a esta pregunta requiere el desarrollo de análisis espaciales para producir datos y productos representados en mapas, sobre las necesidades de monitoreo que requieren

información espacialmente explícita del territorio a nivel nacional y subnacional.

La información generada en el marco del SIMOCUTE estará accesible mediante un mecanismo de divulgación a las partes interesadas y al público en general. Los datos serán integrados en una plataforma tecnológica común, procesados, y analizados para producir información que brinde un soporte sólido al desarrollo y seguimiento de las políticas y la toma de decisiones para la gestión de los recursos y el territorio. Para ello, se están desarrollando los protocolos, mecanismos y estándares que las instituciones generadoras de información deberán considerar para compartir, controlar y asegurar la calidad de los datos.

Los reportes y la divulgación de información permitirán al SIMOCUTE vincularse con otros sistemas de monitoreo existentes para asegurar consistencia, coherencia y transparencia en los datos y los procesos que los generan. Esto permitirá optimizar los recursos humanos, técnicos y financieros disponibles en el país, así como favorecer la gobernanza de los sectores involucrados y la adopción y seguimiento de políticas. Entre los sistemas de monitoreo vinculados se encuentran: el Sistema de Información en Recursos Forestales (SIREFOR), el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC), el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), el Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático (SINAMECC) y el Sistema Nacional

de Monitoreo Forestal (para el proceso REDD+), entre otros.

Uno de los elementos técnicos más importantes que se ha desarrollado durante la etapa de diseño, ha sido la identificación de las necesidades de reporte e información del país, que pueden ser atendidas por medio del SIMOCUTE. Para esto, se ha realizado una identificación de las políticas e iniciativas, tanto nacionales y globales, a las cuales el SIMOCUTE

En el ámbito nacional, se han identificado metas clave, cuyo cumplimiento debe ser reportado con datos e información mejorada y generada por las instituciones que integran el SIMOCUTE. Estas son:

- Plan Nacional de Descarbonización (Gobierno de Costa Rica, 2018):
 - Mantener la cobertura boscosa y aumentarla al 60 %, al tiempo que la misma no compita con el sector agropecuario.
- Plan Nacional de Desarrollo (Gobierno de Costa Rica, 2019):
 - Al 2022, reducir 4 000 000 de toneladas de CO₂ equivalente.
 - Mantener 115 000 000 toneladas de CO₂ equivalente, contenido en los bosques, bajo contratos de Pago por Servicios Ambientales (PSA).
- Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción (MINAE, CONAGEBIO y SINAC, 2016):
 - Al 2020, aumentar la conectividad ecológica del país en un 0.15 %, por medio de la creación

puede proveer información para monitorear el estado de cumplimiento de las metas y compromisos relacionados, las cuales se presentan en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Necesidades de información y reporte para el SIMOCUTE

Ámbito del requerimiento	Políticas e iniciativas que requieren información
Acciones nacionales	Plan Nacional de Desarrollo Plan Nacional de Desarrollo Forestal Plan Nacional de Descarbonización Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Degradación de la Tierra en Costa Rica Estrategia Nacional REDD+ Estrategia Nacional de Biodiversidad Estrategia Nacional de Cambio Climático Informe del Estado del Ambiente Sistema Nacional de Cuentas Ambientales Planes de ordenamiento territorial Entre otras
Acciones globales	Agenda 2030 / Objetivos de Desarrollo Sostenible Convenio sobre la Diversidad Biológica Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Evaluación de los Recursos Forestales (FRA) de la FAO Grupo de Observaciones de la Tierra (GEO) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Entre otras

de corredores biológicos terrestres que consideren los escenarios climáticos (Meta 5).

– Al 2020, intervenir 1 000 000 de hectáreas de cobertura boscosa-paisajes (privilegiando conectividad, refugios climáticos, remanentes naturales, restauración bosque seco etc.), para evitar degradación de la tierra y favorecer la biodiversidad (Meta 9).

En resumen, el desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) permite fortalecer la manera en que los diferentes sectores que integran el Estado costarricense administran los recursos naturales del país, por medio de la generación de datos, información y reportes de alta calidad, construidos desde un proceso participativo, que ha integrado a actores clave de instituciones públicas y privadas. La implementación del marco conceptual de SIMOCUTE permitirá

la construcción de un sistema altamente confiable y accesible, que servirá para tomar mejores decisiones dirigidas al desarrollo sostenible del país y responder transparentemente a los compromisos internacionales. Costa Rica aspira a que el SIMOCUTE se convierta en un referente mundial en un futuro cercano.

Referencias

- Brewer, C., Goetz, W., Lister, A., Megown, K., Riley, M., & Maus, P. (2015). Section 3: *Existing vegetation mapping*. En M. Nelson, C. Brewer, & S. Solem, Existing vegetation classification, mapping, and inventory technical guide, Version 2.0. Gen. Tech. Rep. WO-90. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Ecosystem Management Coordination Staff.
- CENIGA. (2019, 05 de octubre). Acerca. Obtenido de Página oficial de SIMOCUTE: <https://simocute.go.cr/acerca/>
- Gobierno de Costa Rica. (2018, 05 de diciembre). Plan de Descarbonización. Obtenido de Dirección de Cambio Climático: Disponible en: <https://cambio-climatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf>
- Gobierno de Costa Rica. (2019). Planificación y Evaluación: Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019 – 2022. Obtenido de Ministerio de Planificación Nacional y Política Pública: Disponible en: <https://www.mideplan.go.cr/plan-nacional-desarrollo>
- MINAE, CONAGEBIO y SINAC. (2016). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025, Costa Rica. San José, Costa Rica: FMAM-PNUD, Fundación de Parques Nacionales-Asociación Costa Rica por Siempre.
- Anexo 1.** Lista de actores clave mapeados para el SIMOCUTE.
- Instituciones del Sector Agropecuario**
- Instituto de Desarrollo Rural (INDER)
 - Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)
 - Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
 - Servicio Fitosanitario del Estado (SFE)
 - Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)
 - Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA)
 - Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA)
- Sector productivo agropecuario**
- Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA)
 - Cámara Nacional de Productores de Leche (CNPL)
 - Cámara Nacional de Productores de Palma (CANAPALMA)
 - Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP)
 - Corporación Arrocería Nacional (CONARROZ)
 - Corporación Bananera Nacional (CORBANA)
 - Corporación Ganadera (CORFOGA)
 - Corporación Hortícola Nacional
 - Instituto del Café de Costa Rica (ICAFÉ)
 - Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)
- Academia**
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
 - Laboratorio PRIAS del Centro Nacional de Alta Tecnología (PRIAS)

- Tecnológico de Costa Rica (TEC)
- Universidad de Costa Rica (UCR)
- Universidad EARTH
- Universidad Estatal a Distancia (UNED)
- Universidad Nacional (UNA)
- Universidad Técnica Nacional (UTN)

Instituciones del Sector Ambiente

- Administración Forestal del Estado (AFE)
- Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO)
- Dirección de Agua
- Dirección de Cambio Climático (DCC)
- Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA)
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO)
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN)
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)
- Secretaría de Planificación Sectorial de Ambiente (SEPLASA)
- Secretaría Ejecutiva REDD+
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Otras instituciones gubernamentales

- Banco Central de Costa Rica (BCCR)
- Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI)
- Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Organizaciones no gubernamentales y otras organizaciones

- Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS)
- Conservación Internacional (CI)
- Fundación de Parques Nacionales (FPN)
- Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR)
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
- Oficina Nacional Forestal (ONF)
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

Cooperación Internacional

- Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GIZ, siglas en alemán)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, siglas en inglés)
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
- Programa Climate Fellow del Gobierno de los Estados Unidos
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Programa SilvaCarbon del Gobierno de los Estados Unidos



Asesora técnica del SIMOCUTE (xiniasoto@yahoo.com)



Director del Centro Nacional de Información Geoambiental – CENIGA (rmonge@minae.go.cr)



Asesor y consultor para el SIMOCUTE (heiner.acevedo@agathos.cr)



Asesora técnica de la FAO en REDD+ monitoreo e inventarios forestales nacionales para Latinoamérica y el Caribe (carla.ramirez@fao.org)

Institucionalidad y gobernanza del SIMOCUTE

Xinia Soto Solano
Rafael Monge Vargas
Heiner Acevedo Mairena
Carla Ramírez Zea



El monitoreo de los bosques, usos de la tierra y ecosistemas es un proceso complejo que ha requerido la integración de varias instituciones nacionales del sector ambiente y agropecuario, y del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Por una iniciativa del ministro de Ambiente y Energía (Directriz DM-417-2015), en mayo de 2015 se instruyó al Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) para coordinar el diseño y desarrollo de lo que se convirtió en el Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE).

El SIMOCUTE actualmente integra cerca de 40 instituciones, y el éxito de su diseño y desarrollo consiste en que, desde su creación, se enfatizaron la institucionalidad, la participación, la inclusión, el respeto a iniciativas previas, y la construcción de un mecanismo de gobernanza para la toma de decisiones sobre las metodologías y tecnologías apropiadas para cubrir las necesidades y circunstancias nacionales. La institucionalidad se ha logrado mediante la apropiación del sistema por parte de las instituciones a través de la participación activa en mesas técnicas de trabajo y





Figura 1. Reunión estratégica de alto nivel del Sistema Nacional de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas, efectuada el 27 de marzo de 2019. Fuente: CENIGA.

otras instancias de coordinación, como en la reunión estratégica de alto nivel efectuada el 27 de marzo de 2019 (**Figura 1**). Adicionalmente, se elaboró un borrador de decreto ejecutivo que formaliza el SIMOCUTE, con aportes de funcionarios de las áreas técnicas y legales de las instituciones (SIMOCUTE, 2019). Actualmente el borrador del decreto avanza con el debido proceso de aprobación legal y firma entre el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), y el Ministerio de Justicia y Paz, al cual pertenece el IGN.

En la construcción del SIMOCUTE han participado instituciones públicas, organizaciones nacionales, la academia, algunos técnicos interesados y la cooperación internacional, vinculadas al monitoreo de bosques, coberturas y usos de la tierra. En una etapa posterior estaba prevista la inclusión de instancias subnacionales, y representantes del sector privado y la sociedad civil, consolidando una participación amplia respecto al

territorio nacional y los sectores involucrados. El proceso se amplió en 2019 con la integración de algunas corporaciones y cámaras de productores interesadas en el tema y que, además, generan y utilizan la información del SIMOCUTE.

El desarrollo del sistema inició con el establecimiento de un marco conceptual (SIMOCUTE, 2019) amplio que abarca el monitoreo de todos los usos y coberturas de la tierra en el territorio nacional, así como de los ecosistemas. El SIMOCUTE considera los sistemas e iniciativas de monitoreo existentes en el país, para integrarlos y armonizarlos en un sistema más robusto, desarrollado a partir del trabajo conjunto y consistente entre los sectores responsables, y que permite la generación de información que apoye la gestión integral del territorio y responder a los compromisos internacionales.

Una vez acordado el marco conceptual del SIMOCUTE, se desarrolló una propuesta de lineamientos y metodologías para los diferentes componentes del

sistema, a partir de la revisión y ajuste de guías y métodos disponibles, utilizados tanto nacional como internacionalmente. Para llevar a cabo este proceso se instauraron grupos de trabajo para temas específicos, insertados en un mecanismo de gobernanza con diferentes niveles para la discusión y toma de decisiones. Este mecanismo, en su mayoría operativo durante la etapa de diseño, ha sido la base para la propuesta de gobernanza del SIMOCUTE.

El mecanismo de gobernanza para la operación del SIMOCUTE —esquemático en la **Figura 2**— posee cuatro niveles:

- *Comité Ejecutivo*: integrado por representantes de alto nivel del MINAE, MAG e IGN, quienes brindan recomendaciones estratégicas para la operación del SIMOCUTE y aprueban sus planes anuales de trabajo; servirá de enlace y establecerá los mecanismos de coordinación y comunicación con las instituciones integrantes del Comité; revisará, retroalimentará y aprobará metodologías, protocolos y herramientas preparadas por las diferentes Mesas Técnicas Temáticas; conocerá, evaluará, validará y aprobará la información y reportes generados por el SIMOCUTE; recomendará la emisión de directrices ministeriales u otros actos necesarios para aplicar las decisiones tomadas por el Comité; impulsará la operación del SIMOCUTE dentro de sus competencias y disponibilidad de recursos; coadyuvará en la búsqueda de financiamiento.
- *Unidad Coordinadora*: la asumirá el CENIGA y será responsable de la operación del SIMOCUTE, apoyado por instituciones, organizaciones y la cooperación nacional e internacional. El CENIGA también será responsable de facilitar el desarrollo de capacidades para la implementación del sistema. Esta Unidad actuará como Secretaría Técnica del Comité Ejecutivo, facilitando la coordinación y accionar entre las instancias participantes del SIMOCUTE para definir los productos, procesos, insumos y la normalización metodológica del mismo; apoyará al Comité Ejecutivo en su operación y ejecución de lineamientos; reportará a los despachos ministeriales los aspectos relevantes del accionar del SIMOCUTE; apoyará el desarrollo de las actividades de las instancias operativas del sistema (Grupo Consultivo de Mesas Técnicas Temáticas, Mesas Técnicas Temáticas y Grupos *ad hoc*); coordinará la operación de la plataforma tecnológica del sistema e incorporará la información relevante en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA); coordinará la publicación de información geoespacial importante sobre cobertura y uso de la tierra y ecosistemas en el Sistema Nacional de Información Territorial

(SNIT), así como los datos oficiales que resulten del SIMOCUTE en el Sistema Estadístico Nacional, con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

- *Grupo consultivo de Mesas Técnicas Temáticas:* constituido por los coordinadores de las Mesas Técnicas Temáticas y la Unidad Coordinadora, consolidará e integrará los aportes de estas Mesas, y apoyará la toma de decisiones y generación de productos del SIMOCUTE. Sus funciones son: consolidar e integrar los aportes de las Mesas Técnicas Temáticas; revisar las metodologías, protocolos y uso de herramientas para la implementación del sistema; verificar los productos generados en las Mesas Técnicas Temáticas y realizar las recomendaciones correspondientes; integrar y coordinar los planes de trabajo de las Mesas para su posterior presentación al Comité Ejecutivo.
- *Mesas Técnicas Temáticas:* integradas personal técnico de las instituciones y organizaciones vinculadas con el monitoreo en materia de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas. Tienen un rol consultivo y sus funciones principales son: elaborar, proponer, revisar y ajustar las metodologías, indicadores, protocolos, estándares y otras herramientas de generación de datos y monitoreo, así como metodologías y herramientas para homologar procesos, asegurar

la calidad, analizar y reportar los datos y productos del SIMOCUTE (la información geoespacial seguirá los protocolos, estándares y normas técnicas de información geográfica establecidos por el IGN en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales - IDECORI); apoyar el diseño de la plataforma tecnológica del SIMOCUTE, considerando la infraestructura, sistemas y capacidades técnicas institucionales existentes en tecnologías de la información, proponer actualizaciones tecnológicas y de equipamiento; proponer mejoras a los mecanismos de colaboración y divulgación; establecer grupos técnicos de trabajo para temas específicos; velar por el mejoramiento continuo de procesos y productos del SIMOCUTE. Las actividades serán coordinadas por esta Unidad, a quien enviarán los productos generados para ser revisados en conjunto con el Grupo Consultivo de Mesas Técnicas Temáticas y posteriormente, las remita al Comité Ejecutivo para su conocimiento y decisión.

Además, la Unidad Coordinadora, en consulta con el Comité Ejecutivo y el Grupo Consultivo de Mesas Técnicas Temáticas, podrá establecer grupos *ad hoc* sobre temas específicos relacionados con el desarrollo y operación del SIMOCUTE, como la identificación de opciones de

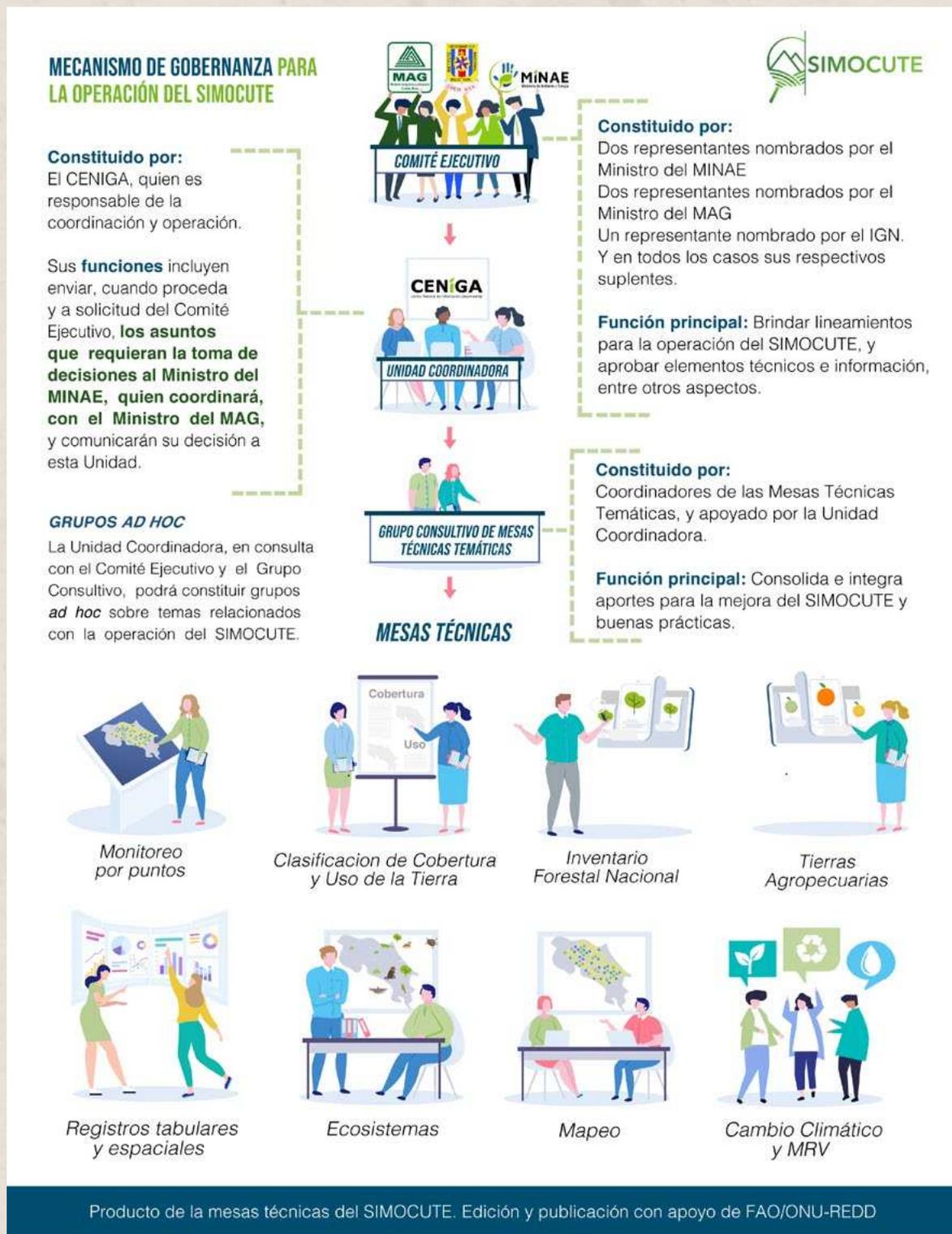


Figura 2. Mecanismo de gobernanza para la operación del SIMOCUTE. Fuente: SIMOCUTE.

financiamiento o vínculos con políticas y metas nacionales de desarrollo.

Las Mesas Técnicas Temáticas tienen un rol decisivo en la estructura del SIMOCUTE, ya que definen las metodologías y procesos para la generación y disposición de la información. Su integración por instituciones, la academia, el sector privado y la cooperación internacional, permite que se conviertan en foros de discusión y trabajo conjunto entre sectores para lograr consensos, respetando los mandatos y competencias institucionales, incorporando aportes científicos y tecnológicos, y considerando las diversas necesidades de información. Las Mesas Técnicas están organizadas para trabajar en los siguientes temas específicos:

1. Mesa de Clasificación de Cobertura y Uso de la Tierra. Su objetivo es proponer y validar un sistema de clasificación con dos claves: una de cobertura de la tierra y otra de uso de la tierra. Ambas claves deberán contar con clases jerárquicas, exhaustivas y mutuamente excluyentes; con definiciones detalladas para cada clase, sin ambigüedades y parámetros claramente establecidos (atributos medibles); ser aplicables a una variedad de escalas, tanto en el campo como en las imágenes obtenidas con sensores remotos y otras fuentes de información. El sistema de clasificación deberá ser compatible y armonizado entre todos los componentes del SIMOCUTE (mapeo, e inventarios y registros relacionados) y con otros

sistemas de clasificación nacionales o internacionales (si se requiere).

2. Mesa de Estimación de Cambios en la Superficie de la Tierra (cobertura y uso) por Puntos utilizando imágenes – Monitoreo por Puntos. Definirá un proceso que apoye a las instituciones en el conocimiento del estado actual y los cambios en la cobertura y uso de la tierra, mediante un sistema de monitoreo visual de puntos utilizando imágenes de alta resolución, que permita disponer de datos frecuentes para la toma de decisiones y compromisos institucionales.

3. Mesa de Mapeo. Integrará los procesos de generación de mapas de cobertura y uso de la tierra, y ecosistemas, mediante el análisis para la toma de decisiones y su vinculación con otros componentes técnicos del SIMOCUTE.

4. Mesa de Tierras Agropecuarias. Definirá metodologías e indicadores del Sector Agropecuario que permitan informar al SIMOCUTE sobre cambios en la cobertura y usos de la tierra y ecosistemas. Específicamente: i) articular espacios de diálogo técnico entre el sector agropecuario, ambiental y privado, para los temas de cobertura y uso de la tierra y ecosistema; ii) difundir o divulgar conceptos y contribuir en la integración de las fuentes de información del sector forestal y agropecuario a los informes de las convenciones internacionales; iii) integrar las plataformas de información para la gestión (incluye prevención y evaluación de impactos) del riesgo del sector

agropecuario derivados de la variabilidad climática y el cambio climático.

5. *Mesa del Inventario Forestal Nacional (IFN)*. Establecida para analizar los diferentes aspectos técnicos necesarios y hacer recomendaciones al SINAC sobre ajustes metodológicos al IFN para transformarlo en un inventario permanente e integrado como componente de monitoreo del SIMOCUTE. Apoyar al SINAC para el desarrollo e institucionalización del IFN, así como su integración con otros elementos del monitoreo y el reporte nacionales.

6. *Mesa de Ecosistemas*. Desarrollará la propuesta para el diseño de los componentes relacionados con el monitoreo de los ecosistemas. Aunque el inicio de actividades de esta mesa se postergó debido a que no se disponía de fondos específicos, se ha avanzado en un proceso interno con el SINAC para la oficialización de un sistema de clasificación institucional, que será la base para el trabajo y las discusiones de la Mesa.

7. *Mesa de Registros Tabulares y Espaciales*. Analizará los registros (tabulares y espaciales) que actualmente se recopilan en las instituciones y el sector privado, y que aportan información para responder a algunas preguntas de monitoreo del SIMOCUTE. Definirá cómo se incorporan dichos registros al SIMOCUTE y los ajustes requeridos, a cuáles indicadores aportan y cómo se integran en los mismos. Identificará registros faltantes y ruta general para su desarrollo.

8. *Mesa Cambio Climático, y Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)*. Apoyará la coordinación e integración de las

diferentes iniciativas vinculadas con el SIMOCUTE en temas de MRV con énfasis en el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés). Favorecerá el diálogo técnico y acuerdos institucionales que permitan generar las acciones para el monitoreo y el reporte según los roles, mandatos e intereses de las partes involucradas.

En el 2017, inició el trabajo de las Mesas Técnicas Temáticas del SIMOCUTE, con la conformación de la Mesa de Monitoreo por Puntos. Desde entonces se ha desarrollado una trayectoria de trabajo en la cual se ha mejorado la capacidad técnica institucional, promoviendo la discusión, y el desarrollo y puesta en práctica de metodologías y técnicas novedosas en el ámbito nacional, a la vez que se ha fomentado el trabajo entre instituciones, sectores y disciplinas. En otros artículos de esta revista se describen algunos de estos procesos. El reto próximo será la conformación de las Mesas Técnicas Temáticas: Ecosistemas, Cambio Climático y MRV, y Registros Tabulares y Espaciales, además de retomar el trabajo de la Mesa del IFN y eventualmente, ampliar su participación.

Referencias

- SIMOCUTE. (2019, setiembre 11). Borrador v3.1 Decreto Ejecutivo "Creación y operación del Sistema Nacional de Monitoreo y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). San José, Costa Rica: Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA).
- SIMOCUTE. (2019). Marco Conceptual del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas v1.0. San José, Costa Rica: Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA).

CENIGA

Centro Nacional de Información Geoambiental

Centro Nacional de Información Geo-Ambiental (CENIGA) (ceniga@minae.go.cr)

Descripción del Sistema de Clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra propuesto para el SIMOCUTE

CENIGA
Centro Nacional de Información Geoambiental

 El Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) es la plataforma oficial de coordinación, vinculación e integración institucional y sectorial del Estado costarricense para facilitar la gestión y distribución del conocimiento e información en materia de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas. Su objetivo general es dar a conocer el estado actual y los cambios de la cobertura y uso de la tierra, así como de los ecosistemas, mediante el monitoreo (SIMOCUTE, 2019).

En Costa Rica hay varias instituciones que tienen el mandato, la competencia y el rol para elaborar información para conocer el estado y manejo sobre el uso y cobertura de la tierra y ecosistemas. Sin embargo, por décadas cada institución ha generado desde su propio interés la información de forma independiente y específica en respuesta a solicitudes para informes nacionales e internacionales. Esto ha generado que la información no se pueda comparar y con frecuencia, no permita acciones de monitoreo, al usar diferentes

métodos, técnicas, sistemas de clasificación del territorio y no tener continuidad en el tiempo.

Para tratar de resolver este problema, un primer intento fue realizado por el INTA en el año 2015, cuando se logró desarrollar la Leyenda Corine Land Cover - CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica, donde participaron representantes de 40 instituciones de los sectores agrícola y ambiental, así como el Instituto Geográfico Nacional (INTA, 2015). Este documen-

disponible bajo estándares que permitan su acceso (interoperabilidad de sistemas compartidos) o depositándola en un repositorio común para su compilación y uso que se está construyendo en una plataforma tecnológica¹ (SIMOCUTE, 2019).

El SIMOCUTE está diseñado para responder a tres preguntas (SIMOCUTE, 2019):

1. ¿Qué hay? Implica identificar el territorio en categorías que se definen a través de los tres sistemas de clasificación (**Figura 1**), junto con las

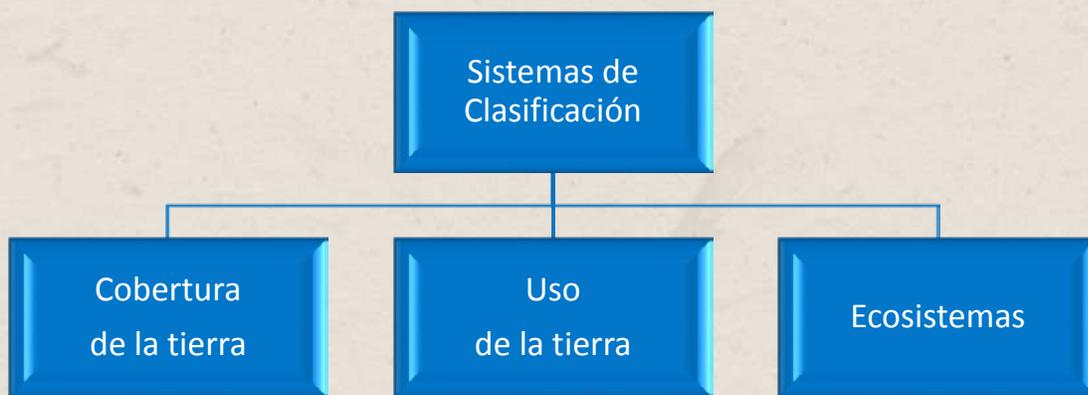


Figura 1. El SIMOCUTE propone tres sistemas de clasificación para el país.

to fue cedido por el INTA para que sirva como línea de base para el desarrollo del sistema de clasificación del uso y cobertura de la tierra del SIMOCUTE.

El SIMOCUTE es un sistema descentralizado, estandarizado y que propone tres sistemas de clasificación: cobertura de la tierra, uso de la tierra y ecosistemas (**Figura 1**). Las instituciones que generan la información mantienen el control sobre la misma y la harán

definiciones y claves asociadas (p. ej.: **Cuadro 1**).

- B) ¿Dónde está? Se refiere a ubicar geográficamente las categorías según se definieron en los tres sistemas de clasificación, para representar los patrones de paisaje de las diferentes

¹ Para mayor información, leer el artículo “Diseño y funcionamiento de la plataforma tecnológica del SIMOCUTE”.



Figura 2. Taller de presentación del sistema de clasificación del uso y la cobertura y la tierra para Costa Rica, 31 de agosto de 2016. Fuente: Archivo CENIGA.

coberturas y usos de la tierra o los ecosistemas.

- C) ¿Cuánto hay? A través de inventarios y registros espaciales y tabulares se cuantifican los recursos según su composición en cada una de las categorías de uso y cobertura de la tierra, y ecosistemas.

En respuesta a la primera pregunta, se ha propuesto la versión 1.2 del sistema de clasificación de cobertura y uso de la tierra para Costa Rica. Elaborado por un grupo de trabajo conformado durante el *Taller sobre el Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra (LCCS v.3 GL-NC-FAO)*, efectuado en agosto de 2016 (**Figura 2**). El grupo estuvo constituido por, Albán Rosales Ibarra del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Alberto Méndez Rodríguez del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), Edgar Ortiz Malavasi del Instituto

Tecnológico de Costa Rica (TEC), María Isabel Chavarría del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ana Rita Chacón Araya del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y Mauricio Vega Araya de la Universidad Nacional (UNA). Una vez presentado el primer borrador de la propuesta, otras instituciones como el Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Laboratorio PRIAS, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Universidad de Costa Rica (UCR), Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) entre otras, también colaboraron con su revisión y mejoras (CENIGA, 2018).

Los sistemas de clasificación propuestos para el SIMOCUTE tienen las siguientes características:

- *Exhaustivos*: todos los posibles usos y coberturas de la tierra existentes pueden clasificarse.
- *Mutualmente excluyentes*: cada uso o cobertura de la tierra observado se puede clasificar solo de una forma.
- *Jerárquicos*: incluyen diferentes niveles de clasificación, de lo general o lo específico; permite desagregar o agregar clases, de forma que las clases de uso y cobertura a utilizar puedan interpretar a mayor o menor detalle, manteniendo consistencia en las categorías.
- *Robusto*: se refiere a que las bases estructurales de la clasificación perduren y permitan el funcionamiento conforme se identifiquen nuevas necesidades de clasificar el territorio.
- *Transparente*: todos los elementos del sistema están bien documentados y los datos están levantados según una metodología que permite verificación; desde una perspectiva de gobernanza se refiere a que es abierto y honesto.
- *Dinámico*: se actualizan las clases de cada sistema de acuerdo con la experiencia generada, el conocimiento de campo y la disponibilidad de imágenes de satélite (resolución espacial y espectral).

El tercer sistema de clasificación referente a ecosistemas no es objeto de

este artículo. Sobre este se puede obtener información adicional en la *Propuesta de homologación de la clasificación de ecosistemas para el SIMOCUTE: Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica*.

Para comprender el contexto de los sistemas de clasificación de cobertura y uso de la tierra, es importante tener claridad sobre los siguientes términos (SIMOCUTE, 2019):

- *Monitoreo*: mediciones u observaciones periódicas y sistemáticas para evaluar el cambio de un indicador.
- *Clasificación*: es la agrupación de elementos similares en grupos o clases basadas en características comunes para la cobertura de la tierra, uso de la tierra y ecosistemas, con las definiciones clave asociadas.
- *Cobertura de la tierra*: cubierta de elementos bióticos y abióticos presente en un sitio (p. ej.: árboles, arbustos, agua, pavimento, techos, entre otras).
- *Uso de la tierra*: corresponde al uso funcional de un sitio (elementos biofísicos y culturales), que requiere del análisis de contexto o inferencia del entorno desde una perspectiva humana y la interpretación de las actividades realizadas sobre la cobertura de la tierra en un sitio determinado; está asociada a un área mínima (p.ej.: forestal, agropecuario, infraestructura, entre otros).

El sistema de clasificación de cobertura de la tierra tiene cinco clases de

cobertura en el nivel I, 14 clases en el nivel II y 12 clases en el nivel III. Estas clases se observan de forma jerárquica y anidada en el **Cuadro 1**. Es importante indicar que cada clase de cobertura de la tierra tiene una definición y un código numérico (CENIGA, 2018).

Cuadro 1. Sistema de clasificación (clave) de cobertura de la tierra. Fuente: CENIGA (2018).

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
Vegetación (1000) *	Árboles (1100)	
	Arbustos (1200)	
	Herbáceas (1300)	Gramíneas (1310)
		Musáceas (1320)
		Otras herbáceas (1330)
	Palmas (1400)	
	Vegetación bajo Sarán (1500)	
Sin Vegetación (2000)	Vegetación bajo Plástico (1600)	
	Otra vegetación (1700)	
		Suelo desnudo (2110)
		Afloramiento rocoso (2120)
	Terreno descubierto (2100)	Arena (2130)
		Zonas quemadas (2140)
		Ceniza volcánica (2150)
Agua (3000)		Techo (2210)
		Superficie pavimentada (2220)
		Superficie no pavimentada (2230)
Nubes y sombras (4000)	Infraestructura (2200)	Otras superficies (2240)
	Aguas continentales (3100)	
Sin Información (5000)	Aguas marítimas (3200)	
	Nubes (4100)	
	Sombras de nubes (4200)	
	Otras Sombras (4300)	

* *1000. Vegetación:* Área de la superficie terrestre o del suelo cubierta por un determinado tipo de cobertura vegetal; *2000. Sin Vegetación:* Área de la superficie terrestre sin cobertura vegetal de ningún tipo; *3000. Agua:* Superficie cubierta con un espejo de agua; *4000. Nubes y sombras:* Áreas en las que no es posible determinar la cobertura por efecto de la presencia de nubes, sombras de nubes u otras sombras del terreno en la imagen satelital o fotografía aérea; *5000. Sin información:* Áreas de la superficie terrestre de las cuáles no se posee información disponible.

Por otra parte, el sistema de clasificación de uso de la tierra tiene siete clases en el nivel I, 26 clases en el nivel II y

38 clases en el nivel III y 33 de nivel IV. Estas clases se observan de forma jerárquica y anidada en la **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Sistema de clasificación (clave) de uso de la tierra.

Fuente: CENIGA (2018).

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	
Manejo y conservación de bosques (1000)	Bosque maduro (1100)			
	Bosque intervenido (1200)			
			Bosque secundario temprano (1310)	
	Bosque secundario (1300)		Bosque secundario medio (1320)	
			Bosque secundario tardío (1330)	
		Manglares (1400)		
		Yolillales (1500)		
		Plantaciones forestales (1600)		

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV
Agricultura (2000)	Cultivos anuales (2100)	Arroz (2110)	
		Tierra en barbecho o quemadas (2120)	
		Hortalizas (2130)	
		Melón y Sandía (2140)	
		Raíces y tubérculos (2150)	
		Otros (2160)	
		Caña (2210)	
		Piña (2220)	
		Bambú (2230)	
		Palmas (2240)	Palmito (2241)
			Palma aceitera (2242)
			Cocotero (2243)
		Pejibaye (2244)	
		Banano (2251)	
		Plátano (2252)	
		Ornamentales (2260)	
	Cultivos permanentes (2200)	Café (2270)	Con Sombra (2271)
			Sin Sombra (2272)
			Cítricos (2281)
			Papaya (2282)
			Mango (2283)
			Cacao (2284)
			Mamón (2285)
			Aguacate (2286)
		Otros Frutales (2287)	
		Almácigo de café (2291)	
		Almácigo Palma aceitera (2292)	
		Otros almácigos o viveros (2293)	
	Áreas agrícolas heterogéneas (2300)		
	Cultivos confinados (2400)		

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	
Ganadería y Pastos (3000)	Pastos Naturales (3100)	Pastos con árboles o arbustos (3110)		
		Pastos sin árboles o arbustos (limpios) (3120)		
	Pastos Cultivado (3200)	Pastos cultivados con árboles (3210)		
		Pastos cultivados sin árboles (limpios) (3220)		
Zonas Húmedas (4000)	Tierras húmedas (4100)		Turbera (4111)	
		Tierras húmedas con vegetación asociada (4110)	Pantano (4112)	
			Con otro tipo de vegetación (4113)	
		Salitral (4120)		
	Cuerpos de agua (4200)	Aguas continentales (4210)		Embalses (4211)
				Ríos (4212)
				Canales (4213)
		Aguas marítimas (4220)		Estanques para acuicultura (4214)
				Lagos y lagunas (4215)
				Maricultura (4221)
	Océanos y mares (4222)			
	Esteros (4223)			
		Lagunas costeras (4224)		

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV
	Zonas Urbanizadas (5100)	Zona urbana continua (5110) Zona urbana discontinua (5120)	
	Zonas Industriales o comerciales (5200)		
			Caminos de tierra (5311)
		Red vial (5310)	Caminos de lastre (5312)
Infraestructura (5000)	Vías de transporte (5300)		Caminos de asfalto ó concreto (5313)
		Red ferroviaria (5320)	
		Zonas portuarias (5330)	
		Aeropuertos y pistas de aterrizaje (5340)	
	Zonas de extracción minera y escombreras (5400)	Zonas de extracción minera (5410) Escombreras y vertederas (5420) Salinas (5430)	
	Zonas recreativas (5500)	Zonas verdes urbanas (5510) Instalaciones recreativas (5520)	
Otras Tierras (6000)	Playa y arenales (6100) Otro terreno descubierto o roca (6200) Páramo (6300) Otros terrenos (6400)		
No clasificable (7000)	Sombras (7100) Nubes (7200) Sin información (7300)		

También, para cada clase de uso de la tierra hay una definición y un código numérico. A continuación, un ejemplo con las definiciones y códigos en forma jerárquica (CENIGA, 2018):

2000. Agricultura: Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, flores, follaje, fibras y otras materias primas agroindustriales.

2100. Cultivos anuales: Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo puede ser de un año o menos, llegando incluso a ser de unos pocos meses; tiene como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar para seguir produciendo.

2110. Arroz: Comprende las áreas cultivadas de la especie *Oryza sativa* de la familia *Poaceae*, la cual se siembra preferiblemente en superficies planas o ligeramente onduladas, su producción se realiza mediante los sistemas de secano y bajo riego. Coberturas terrestres compuestas por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas de hojas largas y flores blanquecinas en espiga, que se cultiva, por lo general, en terrenos muy húmedos.

En la **Figura 3** se presentan seis ejemplos de cómo se aplican los dos sistemas de clasificación, mostrados en la **Cuadro 3**: en la primera columna se clasifican las clases de cobertura de la tierra y en la segunda, el uso de la tierra. Para el primer caso no se requiere análisis de contexto o inferencia del entorno y no tiene un área mínima asociada a ella. En el segundo sistema de clasificación sí se requiere una perspectiva humana y la interpretación de las actividades socioeconómicas realizadas sobre un sitio determinado; además, está asociado a un área mínima. La interpretación de ambos sistemas se realiza hasta donde lo permitan la resolución espacial de la imagen de satélite y la experiencia del intérprete.

Cuadro 3. Clases de cobertura y uso de la tierra identificados en la **Figura 3**.

Número	Cobertura de la tierra	Uso de la tierra
1	Árboles (1100)	Pasto con árboles (3110)
2	Herbáceas (1300)	Pasto con árboles (3110)
3	Herbáceas (1300)	Plantación forestal (1600)
4	Árboles (1100)	Plantación forestal (1600)
5	Superficie pavimentada (2220)	Red vial (5310)
6	Aguas continentales (3100)	Embalse (4211)



Figura 3. Ejemplos de diferentes combinaciones de cobertura y uso de la tierra. Fuente: SIMOCUTE (2019).

Durante el 2019, la versión 1.2 del “Sistema de clasificación del uso y la cobertura y la tierra para Costa Rica” fue presentada ante las instituciones involucradas, con el objetivo de revisar y mejorar las clases (**Figura 4**). Además, con

esta versión se han realizado proyectos pilotos que han puesto en práctica los sistemas y han permitido la identificación de oportunidades de mejora. Durante el 2020, en el marco del SIMOCUTE se trabajará en la versión 2.0 del sistema para su oficialización.



Figura 4. Taller de análisis del “Sistema de clasificación del uso y la cobertura y la tierra para Costa Rica” por parte del sector agro, 30 de abril de 2019. Fuente: Archivo CENIGA.

Finalmente, se le agradece al grupo que desarrolló la propuesta del Sistema de Clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra versión 1.2, que fue utilizada para la redacción de este artículo; constituido por Albán Rosales Ibarra del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Alberto Méndez Rodríguez del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), Edgar Ortiz Malavasi del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), María Isabel Chavarría del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ana Rita Chacón Araya del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y Mauricio Vega Araya de la Universidad Nacional (UNA); así como a todas las personas e instituciones que han colaborado en la revisión, validación e implementación de esta versión del sistema.

Referencias

- CENIGA. (2018). *Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica v1.2*. Centro Nacional de Información Geoambiental, Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), San José, Costa Rica.
- SIMOCUTE. (11 de setiembre de 2019). Borrador v3.1 Decreto Ejecutivo “Creación y operación del Sistema Nacional de Monitoreo y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). San José, Costa Rica: Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA).
- SIMOCUTE. (2019). *Marco Conceptual del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas v1.0*. San José, Costa Rica: Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA).
- INTA. (2015). *Leyenda CLC-CR para la generación de mapas de uso y cobertura de la tierra de Costa Rica*. (Leyenda Corine Land Cover Costa Rica V1.0), San José, Costa Rica.



Investigador del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (mauricio.vega.araya@una.cr)



Pensionado del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) -MAG (rodomendez56@gmail.com)



Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), MINAE (amendez@fonafifo.go.cr)

Propuesta de una herramienta para apoyar la implementación de la clasificación del uso de la tierra en el marco de SIMOCUTE

Mauricio Vega-Araya
Rodolfo Méndez Chinchilla
Alberto Méndez Rodríguez



El cambio de uso de la tierra para la producción agropecuaria, la urbanización, la industrialización y otras actividades de carácter extensivo e intensivo, son los principales contribuyentes al proceso de deforestación, a la pérdida de la biodiversidad y al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, relacionados directa o indirectamente con la realidad del cambio climático que experimentamos actualmente. Con millones de especies amenazadas o en peligro de extinción, es indispensable identificar y cuantificar los diferentes usos a los que está sometida la tierra, si se quiere reordenar el paisaje, potenciando el aprovechamiento sostenible y el uso adecuado de los recursos, en especial de aquellos relacionados con la seguridad alimentaria. Así pues, independientemente de que seamos consumidores de alimentos o productores, contribuyentes o formuladores de políticas, todos debemos mantener un interés constante en el monitoreo de los usos que se le da a la tierra y muy especialmente en el campo de la agricultura.

A partir de la Directriz Ministerial (DM-047-2015), se inició un trabajo conjunto para el establecimiento de metodologías mejoradas que ha involucrado diversas instituciones y organizaciones relacionadas con el monitoreo de la cobertura y el uso de la tierra en Costa Rica. A partir de esta iniciativa, se estableció el Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), que está integrado por representantes de las instituciones que trabajan con temas interrelacionados entre sí. Actores clave en este proceso, han sido el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), que lleva a cargo la iniciativa de Costa Rica de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+), y el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y su responsabilidad en el inventario de gases con efecto invernadero de Costa Rica ante el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

Otro actor fundamental es el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que tiene entre sus compromisos el reporte internacional relacionado con las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés). Además, a nivel nacional, el MAG es el ente encargado de velar por la producción agropecuaria en los diferentes territorios rurales. Finalmente, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), quien tiene a su cargo la iniciativa del Inventario Forestal Nacional y evaluar los recursos forestales del país.

Parte de los productos del SIMOCUTE ha sido la conceptualización de sistemas de clasificación de cobertura y uso de la tierra armonizados para Costa Rica, que integren en un todo, las diferentes iniciativas y necesidades de cada una las instituciones representantes de los sectores forestal y agropecuario. Este esfuerzo, llevado a cabo con gran responsabilidad y disciplina, culminó con el documento denominado “Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica (Versión 1.2)” (CENIGA, 2018), el cual ha procurado establecer de forma exhaustiva las clases de uso y cobertura de la tierra.

Como complemento a dicho sistema de clasificación, y más específicamente para la implementación de estudios de Evaluación Visual Multitemporal (Sistema de Monitoreo por Puntos), el cual utiliza imágenes satelitales o fotografías aéreas de alta resolución espacial, se presenta una herramienta que facilita la definición de usos de la tierra refinados, especialmente para áreas de usos mixtos. Esta herramienta está basada en el porcentaje de cubrimiento o de dominancia espacial de los elementos que están presentes en la superficie del terreno y tiene el propósito de facilitar al intérprete la toma de decisiones y reducir la subjetividad en las estimaciones en la asignación de una clase refinada de uso de la tierra. Para lograr esto, establece umbrales en los cuales los tipos de uso de la tierra quedan definidos. Además, la herramienta incorpora una serie de clases



Figura 1. Esquema general de la herramienta para el refinamiento de la clasificación del uso de la tierra en el marco de SIMOCUTE.

en un solo nivel jerárquico que puede incorporarse, sin dificultad, en cualquier sistema de clasificación y enriquecer así su conceptualización.

La herramienta está diseñada para identificar el uso de la tierra, definido en términos del uso funcional de un sitio. Esta definición conlleva intrínsecamente elementos biofísicos y culturales, por lo que su inferencia e interpretación requiere el

capturar la intencionalidad de utilidad para el ser humano. Lo anterior, a su vez, plantea la necesidad de establecer elementos tales como área mínima, y dominancia de los elementos biofísicos o culturales. Asimismo, el *uso de la tierra* es una abstracción de elementos que componen el espacio y esta abstracción la debe realizar un intérprete siguiendo ciertos criterios. En este sentido, se diferencia sustancialmente de *la cobertura de la tierra*, siendo

esta última sencillamente lo que cubre la superficie terrestre, es decir los elementos bióticos y abióticos presentes en un sitio, por lo que no requiere análisis ni abstracción alguna.

Uno de los aspectos relevantes de la herramienta para la clasificación es la consistencia, es decir, las definiciones deben ser lo suficientemente claras para que permitan su uso, indistintamente del intérprete. Además, en la actualidad, los análisis de uso de la tierra tienen el objetivo de mostrar los cambios que se dan entre al menos dos periodos de tiempo definidos, es decir, deben apuntar a establecer las transiciones ocurridas de un tiempo a otro tiempo en el paisaje. Por lo tanto, el proceso de colecta de datos debe estar libre de subjetividades. En la **Figura 1** se presenta el esquema general para la definición del uso de la tierra.

La herramienta propuesta en el esquema de clasificación para uso de la tierra mostrado en la **Figura 1**, se basa en la combinación del porcentaje de los elementos de silvicultura, pasticultura y agricultura que configuran el paisaje. Para utilizar el triángulo y obtener el tipo de uso de la tierra, se determinan tres porcentajes de cobertura. Primeramente, se determina el porcentaje de la cobertura de copas de árboles y se ubica en forma horizontal según los porcentajes de la escala de cobertura de copa de árboles, seguidamente se lee de forma inclinada de arriba hacia abajo la proporción de pastos. Finalmente, se establece el porcentaje de

presencia de cultivos, leyendo de forma inclinada de abajo hacia arriba el porcentaje respectivo.

El porcentaje de cobertura de copa de árboles o de dominancia para diferenciar el uso de la tierra bosques de agricultura y ganadería/pastos es de 70 %. Este valor se ha establecido basado en la definición de la Ley Forestal No. 7575 (Leyes Costa Rica, 1996), en su inciso *d* del artículo 3. Así pues, el 70 % establece el umbral de dominancia de cobertura de árboles en el caso del bosque, coberturas de cultivos en el caso agricultura, y gramíneas en el caso de la ganadería/pastos. El diseño de la herramienta permite que sobre el umbral del 70 %, en el caso de bosque, pueden coexistir otras coberturas en proporciones que no sumarían más del 30 %. En cuanto a pasticultura o agricultura, la clase dominante de entre 70 % y 90 % establece la clase de uso (p.ej., cultivos [C-7000] o pasturas [P-13000]). Sin embargo, si la dominancia está superior a 90 %, se definen como clases puras. Es necesario aclarar que el umbral del 70 % de cobertura de copas no determina completamente si un área se debe clasificar como bosque, porque desde la perspectiva legal definida en la Ley Forestal, se debe considerar que tiene un área mínima de 2 hectáreas, así como otras características de la masa forestal que solo se pueden determinar con mediciones en campo.

Las siguientes clases se definen según la dominancia de cobertura de árboles, coberturas de cultivos o pastos (gramíneas) que dominan con porcentajes

entre 50 % a <70 %. Así pues, un área que tenga entre 50 % y 70 % de cobertura de copa de árboles se denomina silvicultura, en la cual se puede inferir que el propietario o propietaria combina los árboles con otras coberturas, como cultivos (C) o pasto (gramíneas) (P). Ahora bien, dependiendo de la dominancia de las coberturas de cultivos o pastos (gramíneas), se establecen las clases silvo-pasturas (SP-2000), silvo-cultivo-pasturas (SCP-4000) o silvo-cultivos (SC-3000).

Un aspecto a considerar, es que la influencia en este rango de 50 % y 70 %, no siempre está dada por la combinación de árboles, cobertura de pastos (gramíneas) o coberturas de cultivos. Para solucionar esto, se estableció una clase que depende de la dominancia de árboles, pastos (gramíneas) o coberturas de cultivos, en combinación con otras coberturas que determinan otros usos como agua, otras tierras e infraestructura. En este caso, las clases se denominaron silvicultura heterogénea (SH-5000), cultivos heterogéneos (CH-11000) y pasturas heterogéneas (PH-17000), según corresponda.

Las clases de uso definidas en el triángulo (bosque, pastos/ganadería y agricultura) inferiores al umbral del 50 %, definen dos situaciones cuando están presentes en el paisaje. La primera es si ninguna de las coberturas definidas en el esquema sobrepasa el 50 %; en cuyo caso, la categoría se denomina usos mixtos (UM-18000). Por ejemplo, el punto celeste en la **Figura 1**, se toma de forma horizontal de la cobertura de copas de árboles

(45 %). Posteriormente, la cobertura de pastos (gramíneas) sería un 35 % y finalmente la cobertura de cultivos tiene un 20 %. Como vemos en este ejemplo ninguna cobertura sobrepasa el 50 % quedando definido así el uso de la tierra como Usos Mixtos (UM-18000). La segunda situación, se da cuando alguna cobertura que no sean estas tres, sobrepasa el 50 %, la categoría entonces quedaría definida por un uso diferente. Por ejemplo, si lo que se encuentra en un área es agua en más de un 50 %, la clase se denominaría zonas húmedas (ZH-19000).

La herramienta pretende establecer definiciones claras y refinadas para la determinación del uso de la tierra, especialmente en áreas mixtas, y ser un complemento para el sistema creado por el grupo de trabajo correspondiente, en el marco del SIMOCUTE (CENIGA, 2018). De tal forma es posible, por ejemplo, utilizando la herramienta acá presentada, establecer que un uso de la tierra es cultivos (C-7000) y posteriormente utilizar el sistema definido en CENIGA (2018) para asignarlo a la clase agricultura (nivel 1), cultivos anuales (nivel 2) y arroz (nivel 3). En un futuro próximo se deben validar algunos términos, por ejemplo, Dixon *et al.*, (2014), usa el concepto de sabana arbolada (para Suramérica); puede ser que sea más conveniente usar pasturas arboladas en lugar de pasturas silvícolas. Por otro lado, es necesario anotar para algunos casos los elementos que se incluyen o

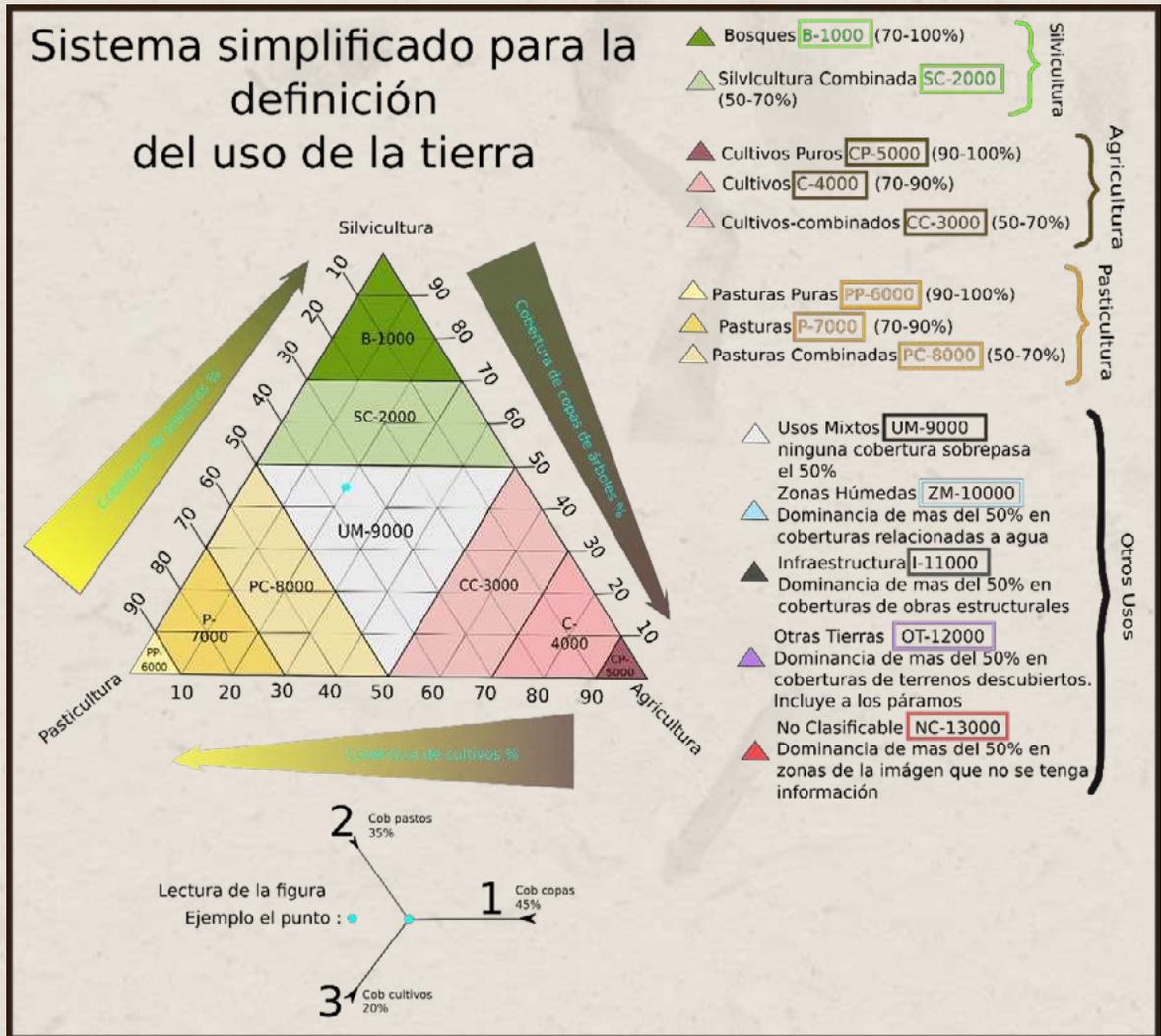


Figura 2. Esquema simplificado para la de determinación del uso de la tierra en el marco de SIMOCUTE

bien los elementos que no se incluyen en las definiciones.

La herramienta propuesta plantea subdivisiones en el rango de 50 % a 70 % en pasturas silvícolas (*PS-14000*), pasturas cultivos y árboles (*PCS-16000*), pasturas cultivos (*PC-15000*) y pastura heterogénea (*SH-5000*). Es posible

agregar estas cuatro clases, respectivamente, en una sola. Si se hace esto mismo para las combinaciones de cultivos y usos silvícolas, el número de clases se reduciría de 26 clases a 13 clases (ver **Figura 2**). Esto simplificaría considerablemente el esquema de clasificación. Uno de los elementos tomados en cuenta para hacer las

subdivisiones en el rango de 50 % a 70 %, es el intentar cuantificar los factores de emisión o de reducción de gases con efecto invernadero. Sin embargo, los factores de emisión o de reducción de gases con efecto invernadero pueden, por ejemplo, ser cuantificados cuando para cada uso de la tierra en particular, se cuantifica el porcentaje de cobertura de copas. Como se ha mencionado anteriormente, uno de los aspectos novedosos a implementar en el marco de SIMOCUTE, es la separación del uso de la tierra de la cobertura de la tierra. En este aspecto, la metodología de interpretación visual de puntos, permite hacer esta separación y por ende cuantificar, por ejemplo, los cambios en el porcentaje de cobertura de copas de árboles por tipo de uso de la tierra.

Todas las modificaciones a la herramienta propuesta han de darse con el uso del sistema por los diferentes entes o instituciones involucradas, consensuadamente, enfocándose en las diferentes necesidades de información y sobre todo, planificando acciones que permitan el monitoreo, reporte y verificación, tanto para el ámbito nacional como para los reportes y compromisos internacionales.

Agradecimientos

El primer autor desea agradecer al apoyo financiero de concurso FIDA 2016 de la Universidad Nacional al proyecto: Impacto de la Escorrentía de Contaminantes, Variabilidad Climática y Cambios en el Uso de Suelo sobre la Biodiversidad en la Laguna Madre de Dios, Limón (SIA 0237-15). Por otra parte, los autores desean agradecer a la geógrafa Marilyn Calvo Méndez por los comentarios a este trabajo.

Referencias

- CENIGA (2018). Sistema de Definición de Clases de los Usos y Coberturas de la Tierra de Costa Rica. San José, Costa Rica. (Centro Nacional de Información Geoambiental). 130 pp.
- Dixon, A. P., Faber-Langendoen, D., Josse, C., Morrison, J., and Loucks, C. J. (2014). Distribution mapping of world grassland types. *Journal of Biogeography*, (41), 2003-2019. <https://doi.org/10.1111/jbi.12381>
- Leyes Costa Rica (1996). Ley Forestal No. 7575. 13 de febrero 1996. San José: Imprenta Nacional.



Asesor y consultor para el SIMOCUTE (heiner.acevedo@agathos.cr)



Consultor y miembro de la Mesa Técnica de Monitoreo por Puntos del SIMOCUTE (jfallas56@gmail.com)



Funcionaria del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (sonia.lobo@sinac.gov.cr)

Propuesta de homologación de la clasificación de ecosistemas para el SIMOCUTE: Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica por medio de un enfoque ecosistémico

Heiner Acevedo Mairena
Jorge Fallas Gamboa
Sonia Lobo Valverde



Según el artículo 51 de la Ley de Biodiversidad (No. 7788) del año 1996, el “Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), en colaboración con otros entes públicos y privados, dispondrá un sistema de parámetros que permitan la identificación de los ecosistemas y sus componentes para tomar las medidas apropiadas, incluso la mitigación, el control, la restauración, la recuperación y la rehabilitación (Asamblea Legislativa, 1998). Por su parte, el Reglamento a la Ley de Biodiversidad, mediante el decreto ejecutivo No. 34443 y en su artículo 62, menciona que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) “preparará los principios, criterios e indicadores para la identificación de ecosistemas y sus componentes” (Asamblea Legislativa, 2008). En cumplimiento con la normativa señalada, el SINAC estableció en el año 2011 el sistema denominado “Ecorregiones y Ecosistemas de Costa Rica, un enfoque ecosistémico” (SINAC, 2015).

El sistema propuesto por el SINAC, constituirá la base para homologar la clasificación de los ecosistemas del país, en el marco del Sistema Nacional de Monitoreo



Figura 1. Reunión preparatoria de acciones para el sistema de clasificación de ecosistemas, 17 de enero del 2019. Fuente: Archivos de CENIGA.

de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). El SIMOCUTE es la plataforma oficial de coordinación, vinculación e integración institucional y sectorial del Estado costarricense para facilitar la gestión del conocimiento e información en materia de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas.

En la actualidad, el SIMOCUTE ha avanzado en el diseño de los sistemas de clasificación para el monitoreo de cobertura y uso de la tierra¹, en ambos casos se tiene una propuesta con claves de clasificación robustas e independientes. Pero falta por desarrollar la clave de clasificación para los ecosistemas.

El SIMOCUTE ha diseñado un mecanismo de gobernanza² integrada por representantes de instituciones estatales y privadas, con diferentes niveles para el análisis de información y la toma de decisiones. El mecanismo tiene cuatro niveles: a) comité ejecutivo, b) unidad coordinadora, c) grupo consultivo, y d) mesas técnicas temáticas. Razón por la cual se hace necesario presentar, analizar y adaptar las ecorregiones y ecosistemas propuestos por el SINAC, dentro de la “mesa técnica” de ecosistemas. En enero del 2019 se realizó una reunión para preparar la hoja de ruta para la homologación del sistema de clasificación (**Figura 1**).

1 Para mayor información, leer el artículo “Sistema de Clasificación de la Cobertura y Uso de la Tierra para Costa Rica (versión 1.2)”.

2 Para mayor información, leer el artículo “Institucionalidad y gobernanza del SIMOCUTE”.

Cuadro 1. Atributos de composición, estructura y función del ecosistema. Basado en Noss (1990) y Zacharias & Roff (2000).

Composición	Estructura	Funcionamiento
Genes, especies, poblaciones.	Genética, poblacional.	Procesos genéticos, demográficos.
Comunidades, ecosistemas.	Fisionomía, estructura del hábitat.	Interacciones interespecíficas, procesos ecosistémicos, relaciones organismo-hábitat.
Paisajes.	Patrones de paisaje.	Procesos y alteraciones a nivel de paisaje, cambios en o cobertura/uso de la tierra.

Para comprender a fondo la propuesta elaborada por el SINAC, es relevante considerar antes la definición de ecosistema según la Ley de Biodiversidad, que su artículo 2 indica: “un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional”.

Los ecosistemas, al integrar elementos bióticos, abióticos, procesos e interacciones, constituyen el marco ideal para describir, planificar, evaluar y monitorear la gestión integral del territorio a diferentes escalas espaciales y temporales (MEA, 2005). Para ello, en los ecosistemas deben considerarse tres atributos básicos: composición, estructura y función (Frankklin et al., 1981). Estos tres atributos (**Cuadro 1**) permiten cuantificar y entender las diferentes expresiones de la biodiversidad de un área dada (Noss, 1990; Zacharias & Roff, 2000).

En el país se han realizado múltiples esfuerzos por más de 150 años en los que se han utilizado diversos enfoques y escalas espaciales para cartografiar la vegetación. La mayoría de los esfuerzos realizados hasta la fecha han utilizado como factores discriminantes aspectos fisionómico-estructurales (p.ej., bosque, arbustos, sabanas, páramo), climático-orográficos (p.ej., lluvia, temperatura y elevación) y fenológicos (p.ej., caducifolio, semicaducifolio, siempre verde). En los últimos 30 años, los sistemas más utilizados para la elaboración de cartografía han sido el sistema de Zonas de Vida de Holdridge (Bolaños & Watson, 1993), los macrotipos de vegetación de Gómez & Herrera (1986), las unidades bióticas (Herrera & Gómez, 1993), la cartografía de ecosistemas creada por Ecomapas para el 57 % del país (Kappelle, Castro, Acevedo, González, & Monge, 2002) y (Acevedo, Bustamante, Paniagua, & Chaves, 2002), las unidades de vegetación (Hammel, Grayum, Herrera, & Zamora, 2004)

y las regiones fitogeográficas creadas como parte del proyecto GRUAS II (SINAC, 2007).

En la propuesta elaborada por el SINAC (2015) utiliza el concepto de regionalización ecológica. Esta consiste en dividir un territorio o espacio geográfico en áreas con características o rasgos geoambientales homogéneos (Schultz, 1995). Su objetivo es considerar la heterogeneidad ecológica (natural y antrópica) característica de un determinado espacio geográfico con el fin de asegurar que las “unidades” delimitadas mantienen funciones ecológicas vitales requeridas para perpetuar las diferentes expresiones de la biodiversidad.

El proceso de regionalización ecológica abarcó las siguientes fases (**Figura 2**):

1. Revisión de las propuestas previas de regionalización climática, socioeconómica, fitogeográfica y faunística de Costa Rica.
2. Elaboración de un marco general de niveles de clasificación jerárquica de ecosistemas (propuesta de jerarquización de ecosistemas).
3. Determinación de los factores claves (p.ej., relieve, clima, geología, evolución) que controlan o regulan la organización, funcionamiento y dinámica del sistema ecológico actual de Costa Rica a diferentes escalas espaciales y temporales.
4. Selección de indicadores cartográficos que mejor representan el patrón espacial de los factores de control.
5. Elaboración de cartografía de indicadores y definición de límites

operativos entre ecorregiones y ecosistemas para una gestión sistémica de los ecosistemas a nivel nacional.

6. Descripción de cada ecorregión y ecosistema en términos de su extensión, factores bióticos y abióticos, bienes y servicios, amenazas e impulsores de cambio.

La delimitación de las ecorregiones y ecosistemas se realizó considerando cuatro criterios fundamentales:

1. El sistema de clasificación debe ser simple, intuitivo y comprensible por una amplia gama de actores que incluya científicos, políticos, gestores de recursos y público en general.
2. El sistema de clasificación debe estar sustentado en criterios ecológicos y socioeconómicos múltiples que reflejen las condiciones actuales de los ecosistemas y su capacidad para proveer bienes y servicios a largo plazo.
3. El mapa de ecorregiones y ecosistemas debe integrar la información cartográfica y documental disponible en el país.
4. El producto final debe entenderse como una primera versión de las ecorregiones/ecosistemas de Costa Rica y no como un producto acabado y, por tanto, sujeto a un proceso de revisiones sucesivas a medida que se avanza en los conocimientos científicos que los sustentan.

La propuesta de clasificación propone un sistema jerárquico flexible (**Figura 2**) que



Figura 2. Modelo conceptual del diseño de ecorregión y ecosistemas para Costa Rica (SI-NAC, 2015).

considera la organización espacial natural del territorio costarricense a partir de rasgos permanentes, distintivos y fácilmente reconocibles, tales como las vertientes, el macroclima, las formaciones geológicas y el relieve (lado izquierdo de la **Figura 2**) para delimitar las ecorregiones.

También considera los componentes locales como el relieve, elevación y cobertura de la tierra. Incluye otros rasgos más difusos tales como los gradientes de humedad y temperatura o la distribución de organismos que conforman comunidades

bióticas (lado derecho de la **Figura 2**). Estos son los ecosistemas, tales como los manglares, páramos, humedales herbáceos y el bosque nuboso (Olson *et al.*, 2001). El mapeo de ecosistemas combina capas temáticas (p.ej., relieve, clima, geología) que describen el patrón espacial de las variables consideradas como clave por su influencia en la dinámica y estructura del ecosistema (**Figura 2**). El enfoque jerárquico-funcional para la regionalización no es estricto en cuanto al número de subdivisiones a utilizar y, por tanto, cada país

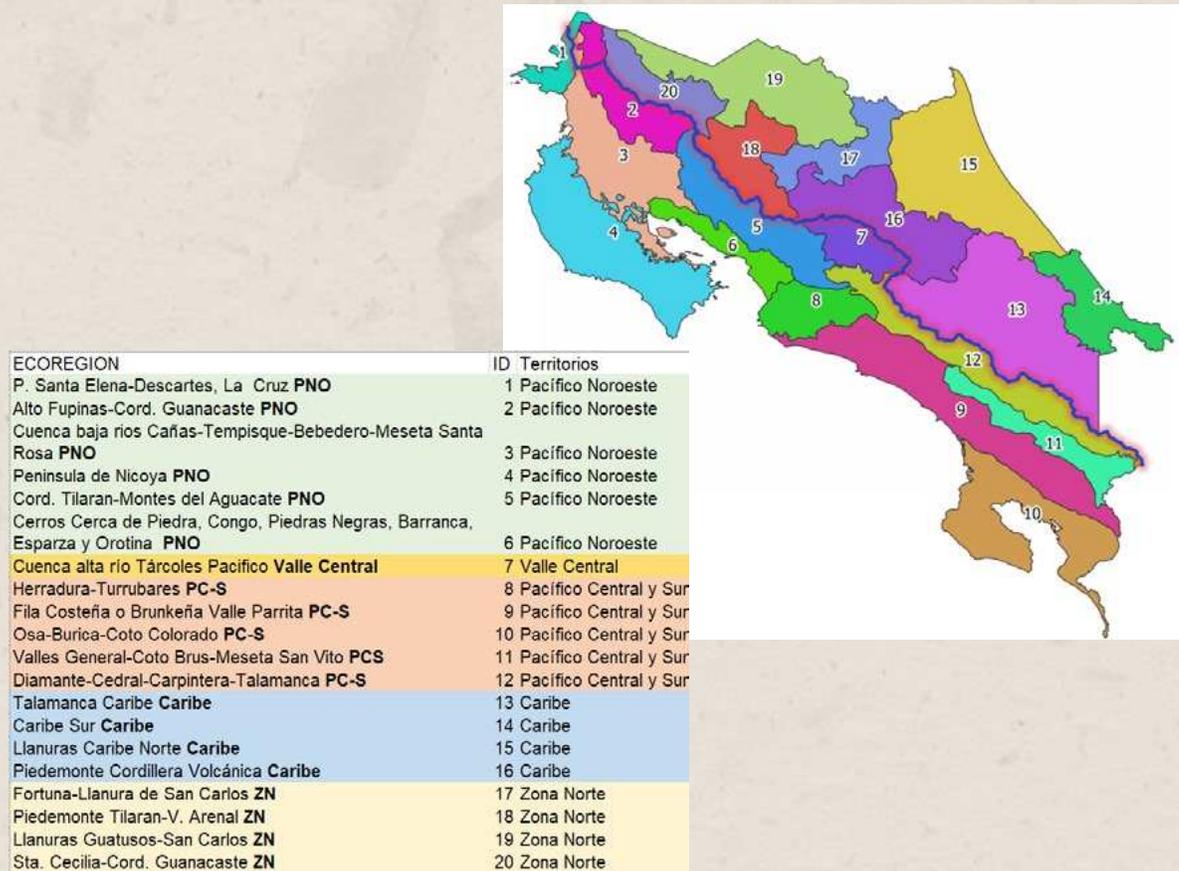


Figura 3. Ecorregiones de Costa Rica, para la escala regional.

o incluso cada región pueden optar por un sistema muy sencillo o muy detallado (Borja, Román, & Borja, 2005; Montes, Borja, Bravo, & Moreira, 1998).

Para Costa Rica se sugiere utilizar tres niveles de jerarquía: Ecorregiones, Ecosistemas y Ecolocalidad. A continuación se brinda la definición de cada uno de tales niveles.

Ecorregiones: Espacios geográficos del orden de cientos a miles de kilómetros cuadrados que han evolucionado durante miles de años bajo la influencia

de impulsores de cambio similares (p.ej., clima, geología, patrones de migración) y que, desde la perspectiva del gestor del ecosistema, representan condiciones “similares y estables” en cuando a composición, estructura y funcionamiento, así como de las contribuciones de la naturaleza para las personas (bienes y servicios del ecosistema), los cuales son percibidos en un ámbito nacional e incluso global (p.ej., regulación climática, agua, producción de carne y leche, etc.).

Cuadro 2. Ejemplo de ecosistemas, características, amenazas, estado y grado de alteración

Ecosistema	Área (ha)	Área (%)	Precipitación anual (mm)	D.E. de la precipitación anual (mm)	Meses secos	Amenazas	Estado	Grado de alteración
Bosque anegado en tierras muy calientes 25.0 a 27.4 C; 0 MS	92 572	1.82	4 463	622	0 MS	Cambio climático, tala ilegal, drenado	Natural	Bajo a moderado; fragmentación
Bosque en tierras calientes 22.5 a 25.0 C; 0 MS	238 452	4.70	3 994	876	0 MS	Cambio climático, tala ilegal	Natural	Bajo a moderado; fragmentación
Cultivo no permanente en ambiente nuboso del Caribe 8.7 a 19.7 C; 1-3 MS	2 296	0.045	2 314	694	1-3 MS	Sequía, erosión	Antrópico	Transformación total
Cultivo no permanente en tierras frescas 18.0 y 22.5 C; 4-5 MS	39 764	0.782	2 264	574	4-5 MS	Sequía, erosión	Antrópico	Transformación total
Eco-urbano sistema	29 844	0.587	2 363	797	4-5 MS	Contaminación, deslizamientos, inundaciones	Antrópico	Transformación total
Embalse en tierras calientes 22.5-25.0	9 012	0.177	2 656	560	1-3 MS	Sedimentación, terremotos, erupción volcánica, sequía	Antrópico	Transformación total

Fuente: Ecorregiones y Ecosistemas de Costa Rica (SINAC, 2015)

El sistema de clasificación propone 20 ecorregiones, de las cuales 12 están en la Vertiente Pacífica y 8 en la Vertiente Caribe (**Figura 3**).

Ecosistemas: Esta jerarquía (tres niveles) presupone la existencia de condiciones bióticas/abióticas similares y

trata de capturar aquellos elementos de la estructura, composición y dinámica del ecosistema a una escala subregional de cientos a miles de hectáreas y por periodos similares al ciclo de vida del organismo dominante en el ecosistema (p.ej., árboles, arbustos, herbazales). Los bienes

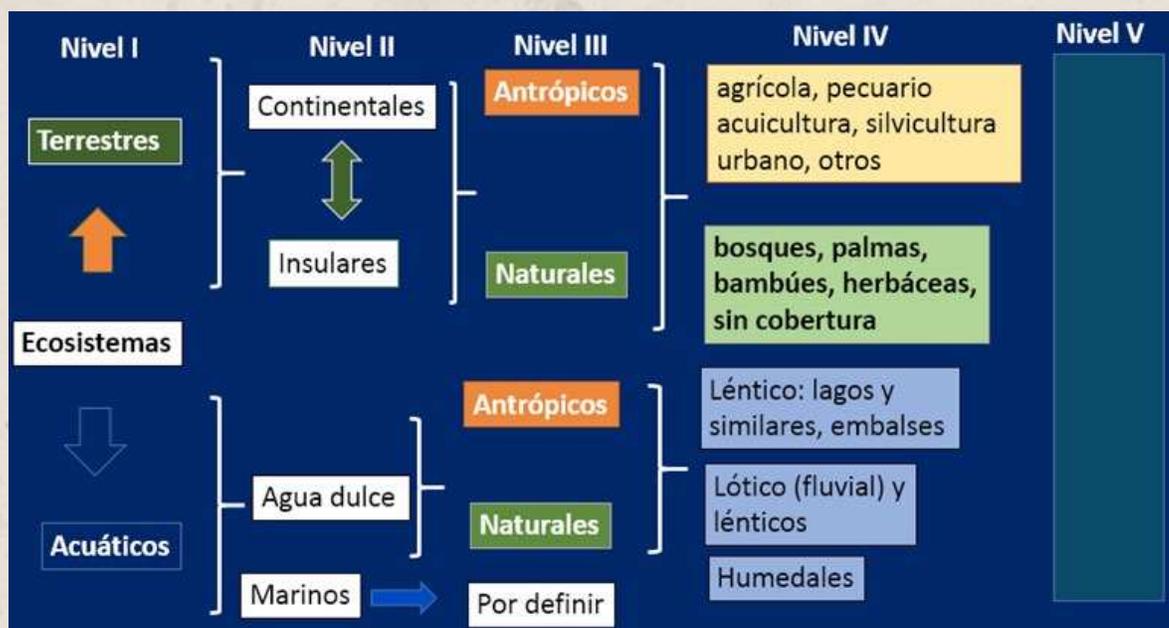


Figura 4. Sistema de clasificación (clave) de ecosistemas. Fuente: Ecorregiones y Ecosistemas de Costa Rica (SINAC, 2015).

y servicios que prestan son más particulares y con frecuencia son percibidos con mayor facilidad por los actores y usuarios locales (p.ej., agua, hábitats para fauna silvestre). La acción antrópica en este nivel de la jerarquía se expresa a escala local (p.ej., conversión parcial de un ecosistema natural en uno seminatural).

Para el 2011 se identificaron 246 tipos de ecosistemas, 93 naturales y 153 antrópicos. En el **Cuadro 2** se presenta un ejemplo con los nombres y las características principales del ecosistema.

Eclocalidad: Este nivel de la jerarquía trata de capturar variaciones locales prominentes en uno o más de los elementos bióticos/abióticos del sistema y que se expresan de una manera particular en la estructura, composición o funcionamiento

del ecosistema a escalas de decenas a cientos de hectáreas y por periodos iguales o inferiores al ciclo de vida de la forma de vida dominante del ecosistema. Los servicios que prestan son con frecuencia de alto valor económico para los actores y usuarios locales (p.ej., área de recarga, área endémica, asociación vegetal particular). La acción antrópica en este nivel de la jerarquía se expresa a escala local o de microescala (p.ej., explotación forestal).

La propuesta realizada por el SINAC determina al menos IV tipologías de clasificación de ecosistemas, las cuales se presentan en la **Figura 4**.

Durante el 2020 el reto será desarrollar la mesa técnica temática de los ecosistemas, con el fin de analizar el sistema de clasificación propuesto, sus

ventajas y desventajas, la adaptación al SIMOCUTE, el fortalecimiento de capacidades, entre otras tareas.

Referencias

- Acevedo, H., Bustamante, J., Paniagua, L., & Chaves, R. (2002). Ecosistemas de la Cuenca Hidrográfica del Río Savegre. Heredia, Costa Rica: Editorial INBio.
- Asamblea Legislativa. (30 de abril de 1998). Ley de Biodiversidad 7788. Diario Oficial La Gaceta.
- Asamblea Legislativa. (08 de abril de 2008). Reglamento a la Ley de Biodiversidad 34433. La Gaceta No. 68.
- Bolaños, R., & Watson, V. (1993). Mapa ecológico de Costa Rica, según el sistema de clasificación de Zonas de Vida del Mundo de L. R. Holdridge. Escala 1:200.000. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical.
- Borja, F., Román, J., & Borja, C. (2005). Regionalización ecológica de la vega y la marisma del Guadamar. Aproximación a la trama biofísica del corredor verde del Guadamar. pp.91-100. En Montes del Olmo Carlos y Carrascal Moreno Francisco (Coord.). (2005). La restauración ecológica del río Guadamar. Obtenido de Junta de Andalucía: Disponibles en http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Espacios_Protectidos/publicaciones_renpa/restauracion_ecologica_rio_guadamar/04_regionalizacion.pdf
- Gómez, L., & Herrera, W. (1986). Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 1. San José, Costa Rica: EUNED.
- Hammel, B., Grayum, M., Herrera, C., & Zamora, N. (2004). Manual de plantas de Costa Rica. Vol I: Introducción. San José, Costa Rica: Missouri Botanical Garden, INBio y Museo Nacional de Costa Rica.
- Herrera, W., & Gómez, L. (1993). Mapa de Unidades Bióticas de Costa Rica. Escala 1:685.000. San José, Costa Rica: US Fish and Wildlife Service – TNC – INCAFO – CBCCR - INBio – Fundación Gómez-Dueñas.
- Kappelle, M., Castro, M., Acevedo, H., González, L., & Monge, H. (2002). Ecosistemas del Área de Conservación Osa (ACOSA). Heredia, Costa Rica: Editorial INBio.
- MEA. (2005). Informes de Síntesis. Obtenido de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Disponible en: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Montes, C., Borja, F., Bravo, M., & Moreira, J. (1998). Reconocimiento biofísico de espacios naturales protegidos. Doñana: una aproximación ecosistémica. Andalucía, España: Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente.
- Noss, R. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- Odum, E. (1971). Fundamentals of ecology. New York, USA: Third edition, Saunders New York.
- Olson, D., Dinestein, E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G., D'Amico, J., . . . Kassem, K. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience*, 51(11), 933-938. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Schultz, J. (1995). The ecozones of the world: the ecological divisions of the geosphere. Obtenido de Heidelberg: Springer-Verlag: Disponible en <http://bookzz.org/dl/2140840/c2855a>
- SINAC. (2007). Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Obtenido de GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 1: Análisis de Vacíos en la Representativ: Disponible en <http://www.sinac.go.cr/documentacion/Planificacion/Plan%20Acci%C3%B3n%20SINAC%202013-2017.pdf>
- SINAC. (2015). Ecorregiones y Ecosistemas de Costa Rica, con una visión ecosistémica. San José, Costa Rica: Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
- Zacharias, M., & Roff, J. (2000). A Hierarchical Ecological Approach to Conserving Marine Biodiversity. *Conservation Biology*, 14(5), 1327-1334. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99191.x>



Geógrafa del Instituto Meteorológico Nacional - IMN (mcalvo@imn.go.cr)

La evaluación visual multi-temporal: innovación para el monitoreo de la cobertura y uso de la tierra

..... || **Marilyn Calvo Méndez
Randy Hamilton** ||



Asesor técnico de monitoreo forestal del Programa SilvaCarbon, Servicio Forestal de Estados Unidos – USFS (rhamilton.usfs@gmail.com)



El Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) es un sistema que consta de varios componentes de monitoreo coordinados e integrados, cuyo objetivo es proporcionar información periódica de alta calidad sobre el estado de los recursos del ambiente. Uno de los componentes clave del SIMOCUTE corresponde a la evaluación visual multitemporal (EVM), denominado Sistema de Monitoreo por Puntos (SMPP). Este componente pretende proporcionar información consistente y periódica acerca de la composición de la cobertura o uso de la tierra, tanto a nivel nacional como regional y local, así como los cambios ocurridos en ambas propiedades del paisaje, entre intervalos determinados de tiempo.

La metodología de EVM se presenta como un complemento o alternativa viable a la forma tradicional de realizar el cálculo de las áreas de cobertura y uso de la tierra y cambios en ellas, que usualmente conlleva la elaboración de mapas por medio de algoritmos de clasificación complejos aplicados sobre imágenes de sensores remotos. En este sentido, es una metodología innovadora, cuyo diseño ha estado

a cargo de un grupo de personas expertas de diferentes instituciones de gobierno y de la academia, con la guía del Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS) y el programa SilvaCarbon, los cuales requieren este tipo de información para cumplir con sus compromisos nacionales e internacionales.

Algunos de los datos que podrían obtenerse del SMPP incluyen, por ejemplo, el área actual de tierras forestales, porcentajes de cobertura de árboles en áreas de pasto o cultivos, tasas de deforestación, y tasas de incremento en áreas cultivadas, entre otros muchos.

Para entender el SMPP, puede ser útil contrastarlo con el enfoque tradicional basado en mapas de uso de la tierra para calcular las áreas y entender los cambios. Por ejemplo, si se observa un mapa del año 2000 y se compara con uno actualizado para el año 2020, se puede ver la distribución de los diferentes usos y concluir que ha habido cambios en el paisaje, lo que le confiere a la herramienta un carácter más intuitivo. No obstante, calcular su incertidumbre requiere un paso adicional y se debe tomar en cuenta que los errores tienden a ser acumulativos. Esto significa que el resultado final debe considerar la suma de las incertidumbres de todos los mapas.

No obstante, hay muchas iniciativas nacionales e internacionales, tales como el Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) y el Inventario de Gases de Efecto Invernadero del sector

agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés), que requieren información con un nivel de precisión conocido y que permita reducir la incertidumbre. Esto puede lograrse más fácilmente a través de Evaluación Visual Multitemporal, puesto que, el resultado es una base de datos con valores estimados del área de las diferentes categorías de cobertura y uso, junto con la incertidumbre asociada (p.ej., 1 523 ha \pm 450 ha de deforestación).

En el caso de los mapas, para obtener dicha información, se hace necesario usar sistemas de información geográfica (SIG), los cuales permiten realizar clasificaciones sobre imágenes de sensores remotos de media o baja resolución. Este proceso depende de los insumos y las herramientas utilizadas, que por sus limitaciones suelen generar error en el mapa, que en este caso puede ser difícil de medir.

Ahora bien, es posible cuantificar la exactitud y desarrollar límites de confianza para las áreas estimadas, pero requiere la extracción de una muestra de cada categoría para realizar un análisis de exactitud. Una manera de hacerlo es distribuyendo un conjunto de puntos aleatorios o sistemáticos dentro de todas las clases. Posteriormente, se visitan las parcelas en el campo o bien, se interpreta cada una sobre una imagen de alta resolución, usando una metodología que aporte información más precisa (Espejo, Green, Herold, Sanz-Sanchez, Jonckheere, Lindquist, McRoberts, Naesset, Olofsson, y Sannier, 2018; GFOI, 2016).

Con esta información es posible calcular la exactitud del mapa y estimar tanto las áreas, como el error asociado a cada clase (Olofsson, Foody, Herold, Stehman, Woodcock, y Wulder, 2014; Stehman, 2013). Es importante señalar que los datos obtenidos a partir de la muestra serán diferentes a los del mapa, con la ventaja de que, las áreas derivadas de la muestra sí tienen intervalos de confianza, por lo que el error puede ser conocido.

En contraste, el Sistema de Monitoreo por Puntos (SMPP) consiste en un muestreo directo de todas las tierras a través de interpretación visual de imágenes de alta resolución, para cuantificar las áreas de cada cobertura y uso de la tierra, los cambios y el nivel de incertidumbre asociado, sin el esfuerzo requerido para elaborar un mapa (Webb, Brewer, Daniels, Maderia, Hamilton, Finco, Megown, y Lister, 2012). Comparado con el análisis por medio de mapas, un enfoque basado en muestreo es más fácil de implementar y requiere menos experiencia, capacitación y tiempo que el procesamiento de imágenes para hacer el mapa; además, proporciona una forma más sencilla de estimar las áreas y sus incertidumbres. Por ejemplo, un pequeño equipo de especialistas con un alto nivel de entrenamiento podría tomar un año entero para crear un mapa de uso de la tierra razonablemente bueno para Costa Rica, en tanto que, el SMPP podría ser implementado por un equipo de tamaño similar con entrenamiento mínimo, en solo unos meses. Por otro lado, la interpretación humana se

desempeña mejor que los algoritmos automatizados de clasificación, por lo tanto, se esperarían estimaciones de mayor calidad (Obando, Calvo, Hernández, Quirós, Méndez, y Gómez, 2019).

El SMPP atiende a múltiples necesidades de diferentes instituciones que requieren información de la cobertura y uso de la tierra, así como sus respectivos cambios. Esta información puede servir como insumo para los reportes solicitados por diferentes iniciativas, tales como el Programa REDD+, las Comunicaciones Nacionales e Informes Bienales de Actualización requeridos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés), así como el Inventario Nacional Forestal, cuentas ambientales, la academia, entre otros.

El marco de muestro utilizado para realizar la Evaluación Visual Multitemporal del Sistema de Monitoreo por Puntos (SMPP), es una malla hexagonal sistemática de 10 600 parcelas, con una distancia entre los puntos centrales de aproximadamente 2.4 km (**Figura 1**). La malla definida es una actualización de la construida para el Inventario Forestal Nacional (INF) 2012-2015 (SINAC, 2015); por tal razón, el subconjunto de parcelas visitado en el campo, como parte del INF, está co-localizado con las parcelas de este sistema. El tamaño definido de las parcelas es de 2 ha (141.4 x 141.4



Figura 1. La malla base (nivel 1) de 10 600 parcelas de Costa Rica.

m) (otros tamaños pueden ser usados, dependiendo de los requerimientos).

La metodología consiste en diseñar una grilla de 5 x 5 puntos (o más dependiendo de la necesidad) sobre cada parcela, visualizándolas sobre una imagen de alta resolución (**Figura 2**). Un analista con experiencia en el campo revisa los puntos de la grilla e interpreta la cobertura o el uso de la tierra de cada uno. Un software tal como *Collect Earth Online* (<https://collect.earth/>) u *OpenFORIS Collect Earth* (<http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html>), ambos de fuente libre, facilita la interpretación y el registro de las clases.

Una vez interpretadas todas las parcelas, se calculan las proporciones promedio de cada clase de uso/cobertura. Además, con datos de dos periodos, se pueden obtener las áreas promedio de cada clase de cambio (p.ej., paisajes que pasan de



Figura 2. Una parcela de 2 ha con una grilla de 5 x 5 puntos.

bosque secundario a cultivos anuales), de las clases sin cambio (p.ej., pastos que permanecen como pastos) y de las varianzas asociadas. Al multiplicar dichas proporciones por el área total de estudio se obtienen estimaciones para cada categoría; en tanto que, la varianza permite calcular el error en las estimaciones (**Cuadro 1**). Interpretar tanto cobertura como uso de la tierra, permite disponer de datos más completos sobre la composición del paisaje, tal como el área o cantidad de árboles dentro de pastos o cultivos (**Cuadro 2**).

Por otro lado, si bien la malla provee una muestra lo suficientemente grande para realizar estimaciones precisas a nivel nacional, 10 600 puntos pueden ser insuficientes para estimar algunas áreas de interés sub-nacional o sectorial, así como aquellos cambios que representan áreas más pequeñas. Por lo tanto, para interpretar la cobertura y el uso de la tierra

Cuadro 1. Resultados preliminares de un análisis basado en el monitoreo por puntos que compara las áreas de los usos entre 2005 y 2019 y el error en las estimaciones.

Uso 2005	Uso 2019 (ha)						
	Pasturas Puras	Bosques	Pasturas	Pasturas Silvícolas	Pasturas Cultivo-Silvícola	Pasturas-Cultivos	Usos Mixtos
Pasturas Puras	673 ± 433	61 ± 61	1,531 ± 588	-	-	-	61 ± 61
Bosques	31 ± 31	11,386 ± 1,965	612 ± 294	428 ± 178	-	-	337 ± 149
Pasturas	-	-	1,775 ± 516	490 ± 255	-	-	245 ± 120
Pasturas Silvícolas	-	123 ± 123	918 ± 418	551 ± 261	61 ± 61	-	428 ± 178
Pasturas Cultivo-Silvícola	-	-	-	-	-	-	-
Pasturas-Cultivos	-	-	61 ± 61	-	-	61 ± 61	184 ± 184
Usos Mixtos	-	123 ± 86	306 ± 201	245 ± 120	61 ± 61	-	980 ± 363

con precisión, se propusieron dos mallas hexagonales equidistantes adicionales, que resultan de la densificación de la malla original, es decir, están diseñadas de manera que queden anidadas en ella. De esta manera, cuando el análisis requiera información de todo el país o más general, se puede usar la malla inicial, denominada Malla Nivel 1. En tanto que, para un análisis a escala subnacional o sectorial, o específicamente sobre las áreas de

cambio, se puede utilizar tanto la Malla Nivel 2 (provincias, áreas de conservación, etc.), como la Malla Nivel 3 (cantones, distritos, etc.) según corresponda. Asimismo, los tres niveles de mallas se pueden complementar entre ellos para obtener mejores resultados (Obando *et al.*, 2019).

Cuadro 2. Resultados preliminares de un análisis basado en el monitoreo por puntos mostrando la composición de las coberturas en los usos en 2019 en la cuenca Madre de Dios (Vega-Araya *et al.*, 2019).

Usos de la Tierra	Coberturas de la Tierra (ha)							
	Árboles	Agua	Arbustos	Herbáceas	Nubes y Sombra	Otra vegetación	Palmas	Sin vegetación
Bosques	11 876	0	123	0	0	0	0	61
Cultivos Puros	0	0	61	123	0	6 366	61	0
Cultivos-Pastos	0	0	0	123	0	123	0	0
Cultivos Silvo-Pasturas	0	0	0	0	0	61	0	0
Cultivos-Silvícolas	0	0	0	0	0	61	0	0
Cultivos	0	0	0	245	123	6 611	61	0
Infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	61
Pasturas Cultivo-Silvícola	61	0	123	61	0	0	0	61
Pasturas-Cultivos	61	0	123	245	0	61	61	0
Pasturas Puras	0	0	0	857	0	0	0	0
Pasturas Silvícolas	918	0	428	1 041	0	0	0	123
Pasturas	428	0	490	4 897	0	61	61	245
Silvo Cultivo-Pasturas	123	0	61	0	0	0	0	0
Silvo Cultivos	61	0	0	0	0	0	0	0
Silvo Pasturas	1 102	0	612	428	0	0	0	61
Usos Mixtos	1 224	61	367	735	123	490	0	428

Finalmente, una de las grandes ventajas del SIMOCUTE es el alto nivel de coordinación e integración de sus diferentes componentes, por tal razón, la información generada en cada uno será comparable, compatible y sinérgica. El Sistema de Monitoreo por Puntos, por ejemplo, está vinculado con el Inventario Nacional Forestal (IFN) y es complementario al mapeo. La malla de parcelas proporciona un marco común de muestreo para la recolección de todo tipo de datos relacionados con la cobertura de la tierra, el uso de la tierra o los ecosistemas terrestres. Usar la malla de referencia del IFN como base para este componente vincula cada parcela del inventario de campo con una de las parcelas usada para la EVM. Esto permite el uso de técnicas de muestreo sinérgicas que agregan valor a ambos procesos. Esta metodología también puede generar datos de entrenamiento y validación para el proceso de mapeo cuando sea necesario construir un mapa. La integración entre los componentes del SIMOCUTE produce información robusta y compatible que agrega valor al sistema entero.

Referencias

- Espejo, A., Green, C., Herold, M., Sanz-Sanchez, M.J., Jonckheere, I., Lindquist, E., McRoberts, R., Naesset, E., Olofsson, P., y Sannier, C. (2018). Summary of Country experiences and critical issues related to estimation of activity data. Global Forest Observations Initiative. Rome. 34 p. Disponible en: https://www.reddcompass.org/documents/184/0/ActivityData_Inference_FAQ.pdf/8e93e100-c46b-4ff9-946b-6d0972fd50da.
- GFOI. 2016. Integración de las observaciones por teledetección y terrestres para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en los bosques: Métodos y Orientación de la Iniciativa Mundial de Observación de los Bosques, Edición 2.0, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma. 254 p.
- Obando, G., Calvo Méndez, M., Hernández Sánchez, G., Quirós Ramírez, G., Méndez Chinchilla, R., Gómez, A. (Eds.) (2019). Metodología de Interpretación visual de puntos para la estimación de las áreas de cambio de uso y cobertura de la tierra en Costa Rica. Manuscrito inédito. 36 p.
- Olofsson, P., Foody, G.M., Herold, M., Stehman, S.V., Woodcock, C.E., y Wulder, M.A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42-57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- Stehman, S. V. (2013). Estimating area from an accuracy assessment error matrix. *Remote Sensing of Environment*, 132, 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.016>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) – Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015). Cartografía base para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014. Preparado por Ortiz, E. et al., como consultor para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 52 p.
- Vega-Araya, M., Patterson, P., Frescino, T., Hamilton, R. (2019) Inventario basado en interpretación de puntos de muestreo para dos tiempos y su programación en R. Manuscrito inédito. 145pp.
- Webb, J., Brewer, C.K., Daniels, N., Maderia, C., Hamilton, R., Finco, M., Megown, K.A., Lister, A.J. (2012). Image-based change estimation for land cover and land use monitoring. In Morin, R.S. and Liknes, G.C. (Eds.), Moving from Status to Trends: Forest Inventory and Analysis Symposium 2012, Baltimore, MD. General Technical Report NRS-P-105. USDA Forest Service, Northern Research Station, Newtown Square, PA. pp. 46-53. Disponible en: <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/42307>



Ingeniera forestal del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (adriana.aguilar@sinac.go.cr)



Consultor (jfallas56@gmail.com)

Segundo Inventario Forestal Nacional de Costa Rica: Construyendo nuevas experiencias a partir del IFN 2012-2015

Adriana Aguilar Porras
Jorge Fallas Gamboa



El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) es una dependencia del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), creado mediante el Artículo 22 de la Ley de Biodiversidad No. 7788 del año 1998; posee personalidad jurídica instrumental y ejerce sus funciones como un sistema de gestión y coordinación institucional, desconcentrado y participativo. Integra las competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y protección y conservación del uso de las cuencas hidrográficas y sistema hídricos, con el fin de crear políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales del país.

Uno de sus mandatos en materia forestal, es la ejecución del inventario y la evaluación de los recursos forestales del país, de su aprovechamiento e industrialización, según la Ley Forestal No. 7575, en el Artículo 6, inciso h. Para cumplir con este mandato, en el año 2000, el SINAC participó juntamente con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en la ejecución del inventario forestal nacional piloto (IFN) en el marco de la Evaluación de Recursos

Forestales Mundiales (FRA) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Kleinn, Ramírez, Chaves & Lobo, 2001).

El Inventario Forestal Nacional 2012-2015 (IFN) marcó un hito en la historia forestal costarricense al concluir con éxito el primer inventario forestal con un alcance nacional y ejecutado mayormente por profesionales forestales costarricenses con el apoyo financiero y técnico del Programa Regional REDD/CCAD-GIZ (Programa REDD/CCAD-GIZ-SINAC, 2015).

El objetivo del IFN fue determinar las existencias, características y el estado de los recursos forestales del país como base para orientar el ordenamiento de las tierras forestales en la toma de decisiones para su manejo y administración. En este inventario se midieron y validaron datos de campo de 276 parcelas utilizando un muestreo estratificado. El **Cuadro 1** con-signa la distribución de las parcelas por las categorías utilizadas por FAO en la FRA.

Para realizar el trabajo de campo, el país se dividió en cinco regiones operativas (i: Pacífico Norte y Valle Central; ii: Pacífico Central y Sur; iii: Zona Norte y Caribe Norte; iv: Caribe Central y Sur y v: sitios de difícil acceso en la Cordillera de Talamanca). Se contrataron ingenieros forestales con experiencia para ser jefes de los equipos de campo, así como un ingeniero coordinador de las campañas de campo. También se contrataron responsables del control de calidad y del análisis de datos. Todos los diferentes procesos fueron supervisados por personal de la antigua Gerencia de Manejo de Recursos Naturales de la Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (SINAC-Programa REDD-CCAD-GIZ, 2015a; 2015b; 2015c).

El próximo IFN 2020-2034 incluye una serie de mejoras, entre ellas la más importante para el SIMOCUTE es que estará enfocado en bosques y otras tierras

Cuadro 1. Número de parcelas por estrato del primer IFN de Costa Rica 2012-2015.

Categorías FRA	Estrato	No. de parcelas
Bosque	Bosque de palma	15
	Bosque maduro	68
	Bosque decíduo	16
	Bosque secundario	68
	Plantación forestal	20
	Rodal de mangle	16
	Subtotal	203
Otras tierras con árboles	Pasto con árboles	71
	Total forestal	274
Otras tierras boscosas	Páramo	0
Otras tierras	No forestal	2
TOTAL		276

Fuente: SINAC-Programa REDD-CCAD-GIZ (2015a).

con árboles para medir los cambios los cambios de cobertura y uso de la tierra. Otra de las novedades de este segundo IFN es que SINAC ha asumido el reto de la institucionalización del mismo, lo cual significa que asumirá su planificación, ejecución, seguimiento, control y cierre de ciclos con recursos propios y por supuesto con el apoyo de sus principales cooperantes como el Servicio Forestal de Estados Unidos, FAO, REDD+, SIMOCUTE y la academia costarricense.

La información que se genera en el IFN es la línea base para el reporte de datos o indicadores considerados en el Plan Estratégico SINAC 2016-2026, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011-2020; la Estrategia y Plan de acción para la adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al cambio climático, la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025, la Estrategia REDD+ Costa Rica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el objetivo 15 sobre Vida de Ecosistemas Terrestres.

La institucionalización del IFN requiere establecer un marco de condiciones organizativas y técnicas integradas, de modo que se permita asegurar el compromiso financiero y el marco de acción institucional requerido para garantizar su ejecución en el tiempo.

El enfoque funcional-administrativo adoptado involucra tanto instancias políticas como técnicas del SINAC con el propósito de que las actividades y tareas del IFN se ejecuten de manera eficaz y eficiente, garantizando una cobertura del

territorio nacional, así como la recolección, procesamiento y difusión de datos de alta calidad.

Entre los años 2017 y 2019 se estableció un grupo de trabajo liderado por el Departamento de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (CUSBSE) de la Secretaría Ejecutiva, con el apoyo del Departamento de Información y Regularización Territorial (IRT) de la Secretaría Ejecutiva, el Comité Consultivo del IFN (integrado por SINAC, CENIGA, Servicio Forestal de Estados Unidos, FAO y sociedad civil) y personal directivo y operativo de recursos forestales de las Áreas de Conservación, para realizar la planificación y prácticas de campo del IFN. Dicho equipo contó con el apoyo logístico y financiero del Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) en el marco de desarrollo del *Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE)* (<https://simocute.org/>), FAO y el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS-USDA). Dicho esfuerzo institucional se plasmó de la siguiente manera:

- Rediseño del IFN 2020-2034, el cual se plasmó en el documento *Propuesta para ajustes al diseño del Inventario Forestal Nacional de Costa Rica en el marco del SIMOCUTE* en el 2017.
- En el 2018, con la colaboración del programa *SilvaCarbon* de los EE. UU y el apoyo profesional del Servicio Forestal de los Estados Unidos se completó el *Estudio piloto sobre*

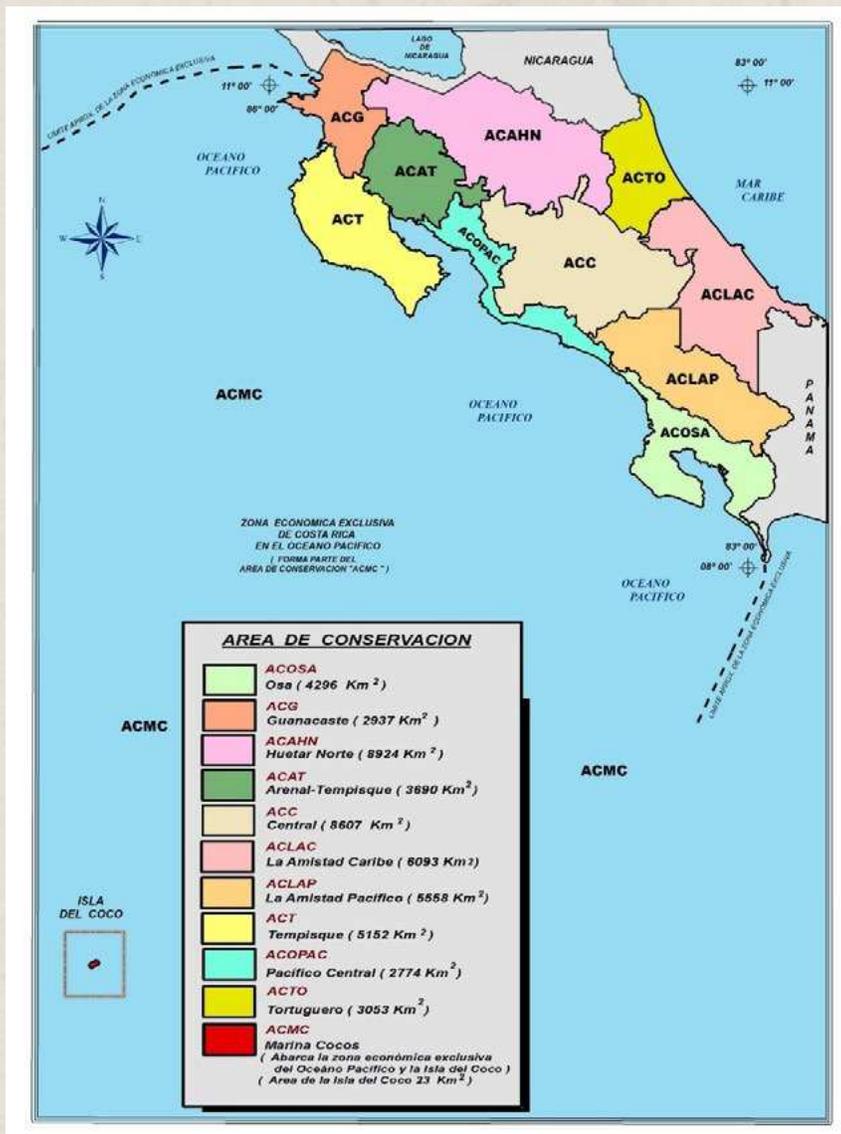


Figura 1. Mapa de las Áreas de Conservación que conforman el SINAC.

los ajustes propuestos al diseño e implementación del IFN de Costa Rica.

- En de junio del 2018 el Foro de Directores de Recursos Forestales y Vida Silvestre de las Áreas de Conservación acordaron asumir la

elaboración del segundo IFN y por ende su implementación.

- En mayo del 2019 se realizó una práctica de campo en la Estación Experimental Forestal Horizontes del Área Conservación Guanacaste. El objetivo del ejercicio fue

presentar a las personas colaboradoras del SINAC que se encargarán de realizar el levantamiento de datos de campo los objetivos del IFN y realizar una práctica de campo utilizando la aplicación *Silvametricus* para tabletas con sistema Android. Siguiendo el esquema de trabajo del primer IFN (2012-2015), cada cuadrilla será liderada por una persona y todas ellas estarán a cargo del coordinador de las campañas de campo, quien a su vez será supervisado por el director del IFN.

- El inicio formal del IFN 2020-2034 se oficializó mediante oficio SINAC-DE-1244-2019 del 19 de agosto del 2019.

Uno de los objetivos del Plan Estratégico SINAC 2016-2026 es establecer un sistema de gestión del conocimiento que permita mejorar la toma de decisiones; el cual incluye una iniciativa estratégica

orientada a generar información detallada del estado de los ecosistemas y tierras forestales para la toma de decisiones. A través de esta iniciativa estratégica, el SINAC por primera vez ha programado recursos en el Plan Presupuestario 2020 para realizar la medición de parcelas, la compra de equipo para la recopilación de datos en campo, capacitaciones y coordinaciones internas y con otras instituciones. De las once áreas de conservación del SINAC (**Figura 1**), solo las diez continentales forman parte de la población de interés; excluyéndose el Área de Conservación Marina Cocos (ACMC).

A partir de las lecciones aprendidas, de las experiencias gerenciales y de campo adquiridas en el IFN 2012-2015, y según las necesidades de datos e información, se adoptaron los siguientes cambios para satisfacer las necesidades de largo plazo:



Figura 2. Ejemplos de ubicación de parcelas en tres tipos de estratos: A) bosque, B) pasto con árboles, C) rodal de mangle.

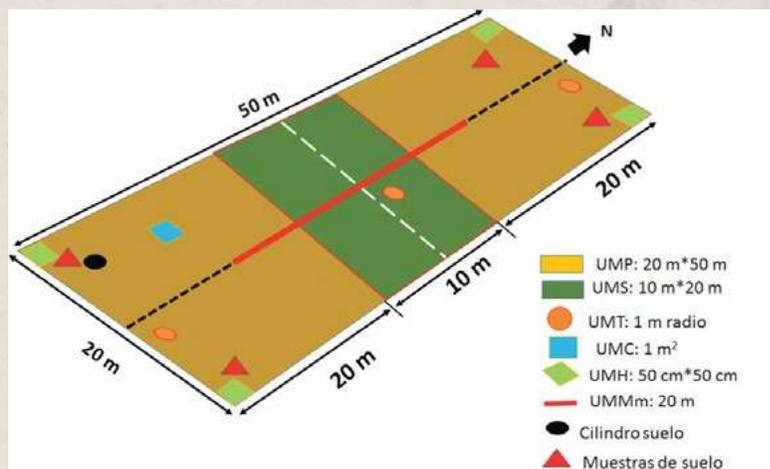


Figura 3. Diseño de parcela de campo para recolectar datos en el Inventario Forestal Nacional (UMP: Unidad muestral primaria, UMS: Unidad muestral secundaria; UMT: Unidad muestral terciaria, UMC: Unidad muestral cuaternaria; UMH: Unidad muestral de hojarasca; UMMm: Unidad de muestreo de madera muerta caída).

- La población de interés es todo el territorio continental e insular de Costa Rica. Esto implica muestrear no solo tierras forestales y otras tierras con árboles; sino también otras tierras no consideradas en el IFN 2012-2015, lo cual permite atender las necesidades de otros sectores en forma progresiva según se logre la coordinación interinstitucional y el financiamiento respectivo.
- El SINAC institucionalizó el inventario forestal nacional.
- La fase de campo incorporará elementos tecnológicos como el uso de dispositivos electrónicos móviles y el uso de la aplicación *Silva Metricus* (<http://www.silvahn.com/>) para la toma de datos de campo.

- El análisis estadístico de los datos se realizará utilizando la aplicación *Silva Metricus* para escritorio.

- Otra herramienta que se utilizará en el IFN 2020-2034 será el sistema de información para la gestión de inventarios forestales nacionales, en el cual se almacenarán los datos del IFN, permitiendo asegurar la transparencia y seguridad de los datos, así como organizar la información por parcelas, campañas, usuarios, cuadrillas e inventarios.

- El diseño de muestreo será doble para post-estratificación. En la primera fase se realizará una interpretación visual de cobertura y uso de la tierra utilizando imágenes satelitales y la malla de puntos adoptada por el SIMOCUTE como marco muestral. En la segunda fase se medirán las parcelas en campo (**Figura 2**).

- La totalidad de las parcelas se medirán en ciclos de 5 años, lo cual permite generar datos anuales o bianuales de la totalidad del territorio nacional.

La unidad de muestreo utilizada en campo serán parcelas rectangulares de 50 m de largo por 20 m de ancho (1000 m²) para medir árboles con diámetro a la altura del pecho mayor a diez centímetros y

otras sub-parcelas para medir: árboles pequeños con diámetro a la altura del pecho menor a diez centímetros, regeneración arbórea, arbustos y palmas, abundancia de herbáceas, hojarasca en el suelo, madera muerta caída y muestras de suelo (SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ, 2014a; 2014b). La **Figura 3** muestra el diseño de la parcela utilizado en el IFN 2012-2015, mismo que se utilizará en el IFN 2020.

La institucionalización del IFN permitirá fortalecer capacidades en diferentes áreas de conocimiento como: uso de software para la gestión de información, uso de herramientas como *Collect Earth On Line* para interpretación de imágenes de satélite, usos de sistemas de información geográfica (SIG), dendrología, análisis de datos y administración de proyectos forestales de escala nacional. Sin duda,



Figura 4. Funcionarios de las áreas de conservación en práctica de campo del IFN.

todas las actividades de capacitación e implementación se traducirán en una mayor integración del personal colaborador del IFN, generando una verdadera coordinación en el sistema (**Figura 4**).

La puesta en marcha del inventario forestal 2020-2034 requerirá de la remediación de parcelas del IFN 2012-2015 y del establecimiento de nuevas. La selección y distribución espacial de las parcelas a remedir y de las nuevas se realizó utilizando la herramienta *ordenar* y el algoritmo *curva* de Peano de ArcGIS. El procedimiento asigna un orden espacial a cada parcela del IFN 2012-2015 y a las parcelas del nuevo diseño (Lister y Scott, 2009). Una vez conocido su orden espacial se utilizó un archivo Excel preparado por Charles Scott, estadístico jubilado del Servicio Forestal de Estados Unidos para elegir las

parcelas a remedir y medir aquellas que lo requerían por primera vez. La **Figura 5** muestra la distribución espacial de las 441 parcelas a medir en el nuevo diseño a implementar entre 2020 y 2034.

La transición del diseño del IFN 2012-2015 al diseño IFN 2020-2034 será progresiva, con el objetivo de evitar la pérdida de información del primer inventario y a la vez implementar el nuevo diseño con miras a un sistema de monitoreo

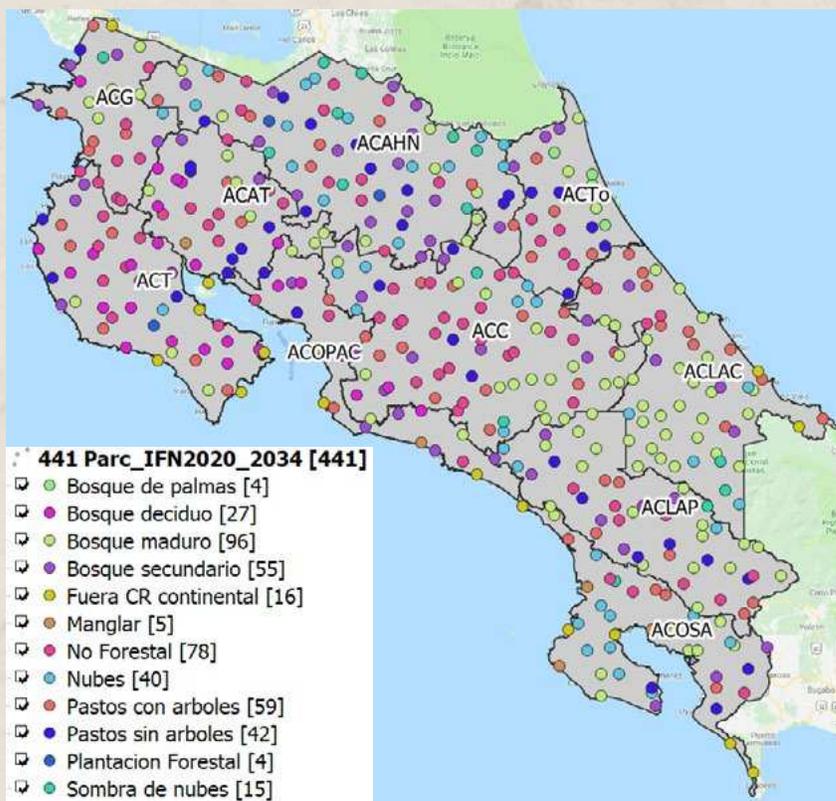


Figura 5. Ubicación de parcelas a mensurar en el INF 2020-2034.

forestal continuo que se realizará en ciclos de cinco años. El IFN 2012-2015 corresponde al ciclo 1, el IFN 2020-2024 es el ciclo 2, en el cual se remedirán dos tercios de las parcelas del ciclo 1 y se medirá un tercio de las parcelas nuevas. El IFN 2025-2029 será el ciclo 3 en el cual se remedirá un tercio de las parcelas del ciclo 1 y se medirán dos tercios de parcelas nuevas. Para el IFN 2030-2034, que corresponde al ciclo 4, se habrá logrado la transición completa al nuevo diseño y SINAC podrá continuar la remediación de parcelas permanentes. La **Figura 6** ilustra la distribución de parcelas a remedir en el primer año del ciclo 2

(37) así como las parcelas a establecer del nuevo diseño (51); en total se medirán 88 parcelas cada año.

Las lecciones aprendidas durante la planificación del IFN y su institucionalización radican principalmente en mejoras en las áreas de comunicación, integración y participación de personas interesadas, tanto de las diferentes unidades técnicas y administrativas del SINAC, como de otras instituciones, ya que este es un esfuerzo técnico científico de escala nacional, el cual requiere la gestión de muchos recursos humanos, financieros y capitales. El



Figura 6. Ubicación de parcelas a remedir del IFN 2012-2015 y nuevas parcelas a medir en el año 1 del ciclo 2 (año 2020).

IFN requiere el apoyo de todos los niveles de la jerarquía institucional del SINAC, por lo que es de vital importancia definir una estructura de gobernanza con roles, funciones y requisitos claramente definidos, vinculantes y supervisados, del conocimiento y aprobación de todas las direcciones de las Áreas de Conservación, de la Dirección de la Secretaría Ejecutiva y de las personas jefes del MINAE.

Costa Rica forma parte de una red de apoyo de países de América Latina y el

Caribe sobre inventarios forestales nacionales que reciben apoyo de la FAO, cuyo objetivo es compartir experiencias aprendidas, mejorar metodologías de trabajo y brindar apoyo entre los países. La participación de Costa Rica en estas actividades ha permitido visualizar que SINAC con el apoyo de CENIGA, FAO, el Servicio Forestal de Estados Unidos, REDD y GIZ, ha logrado importantes avances principalmente en el fortalecimiento de

capacidades técnicas, lo cual nos posiciona como referente en la región.

El siguiente desafío es lograr la ejecución y el control efectivo del IFN 2020-2034, para lo cual será indispensable mantener una estrecha coordinación, cumpliendo los cronogramas establecidos, supervisando la calidad, gestionando los riesgos oportunamente, y sobre todo, disfrutar todo el aprendizaje que este gran ejercicio nos proporcionará y cuyos resultados permitan hacer aportes relevantes al sector forestal nacional

Referencias

- Kleinn, C., Ramírez, C. Chaves, G. Lobo, S. (2001). Pilot forest inventory in Costa Rica for the Global Forest Survey (GFS) Initiative of FAO FRA. Report to FAO FRA. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/15543-0194951258eb2f005a62668eb-clb7553d.pdf>
- Lister, A.; Scott, C. T. (2009). Use of space-filling curves to select sample locations in natural resource monitoring studies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 149, 71-80. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0184-y>
- Programa REDD/CCAD-GIZ-SINAC. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. Preparado por: Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., Emanuelli, J., Jiménez, A. y Chavarría, M.I. Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica. San José, Costa Rica. 380 p. Disponible en https://www.sirefor.go.cr/pdfs/INF_CostaRica_ParaWeb.pdf
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015a). Cartografía base para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014. Preparado por Ortiz, E. et al. como consultor para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 52 p.
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015b). Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de pre muestreo y muestreo. Compilado por el Ing. Jorge Fallas Gamboa para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el SINAC dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 134 p. Disponible en <https://www.sirefor.go.cr/pdfs/Volumen4-MarcoC-Imprenta.pdf>
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ. (2015c). Inventario Forestal Nacional de Costa Rica 2013-2014: Marco conceptual y metodológico para las fases de pre muestreo y muestreo. Compilado por el Ing. Jorge Fallas Gamboa para el Inventario Forestal Nacional de Costa Rica, ejecutado por el SINAC dentro del marco del Programa REDD/CCAD/GIZ. San José, Costa Rica. 134 p.
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ (2014a). Manual de campo para el inventario forestal nacional de Costa Rica: Diseño de parcela y medición de variables de sitio y dasométricas. Preparado por Jorge Fallas – consultor para el Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ). San José, Costa Rica. 74 p
- SINAC–Programa REDD-CCAD-GIZ (2014b). Protocolo de campo para la identificación de especies arbóreas: Información taxonómica y dendrológica de las especies arbóreas de Costa Rica. 2014. Preparado por Nelson Zamora - Especialista en dendrología Tropical y consultor para el Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ). San José, Costa Rica. 168 p.



Geógrafa del Instituto Meteorológico Nacional - IMN (mcalvo@imn.go.cr)

Monitoreo de cobertura y uso de la tierra en zonas agropecuarias: SIMOCUTE como sistema oficial

Marilyn Calvo Méndez
Mauricio Chacón Navarro



Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG (mchacon@mag.go.cr)



La producción agropecuaria siempre ha tenido un papel preponderante en el desarrollo socioeconómico de la sociedad costarricense. Ha logrado el autoabastecimiento de alimentos esenciales en la dieta costarricense y es un exportador *premium* de frutas tropicales, tubérculos y plantas ornamentales, tanto por la calidad de sus productos, como por las prácticas empresariales y agrícolas. Dicho esto, el sector agropecuario aspira a continuar mejorando sus prácticas agrícolas e integrar cada vez mejor en su proceso productivo, elementos de reducción de impactos ambientales y conservación de la biodiversidad. Adicionalmente, el sector agropecuario se ve cada vez más amenazado a la variabilidad climática, pues la pérdida de adaptación y los eventos climáticos extremos han provocado la reducción de áreas cultivables, la pérdida de rendimiento y productividad de las tierras, desafiando la capacidad de las personas productoras en mantener su vínculo con los mercados (Ordaz, Ramírez, Mora, Acosta, Serna, 2010). Estos impactos podrían amenazar tanto la seguridad alimentaria, como las

expectativas de crecimiento económico en las zonas rurales del país (**Figura 1**).

Como respuesta, las instituciones del sector agropecuario han venido estableciendo programas, estrategias y diversas iniciativas orientadas a lograr un desarrollo económico más armónico con el ambiente. Su propósito es mejorar las condiciones que el agricultor tiene para producir, respetando o fortaleciendo el manejo sostenible de los recursos naturales. Esta visión busca estar acorde con las políticas medioambientales que el gobierno ha estado impulsando en su Plan Nacional de Desarrollo y en el Plan Nacional

de Descarbonización 2050 y ha puesto en valor, la importancia de conocer, entender y monitorear la dinámica de la cobertura y el uso en tierras de producción agropecuaria, y su estrecha relación con las áreas con cobertura forestal.

El Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), pretende proveer información periódica de alta calidad acerca del estado actual y los cambios de la cobertura y uso de la tierra, así como de los ecosistemas de Costa Rica; su propósito es dar respuesta a estas y otras necesidades que el país tiene de datos científicos para el diseño de políticas públicas y la administración adecuada del territorio. Para lograr este objetivo ha impulsado la integración de instituciones y actores relevantes del sector ambiental, el sector agropecuario, la academia, organizaciones privadas y la cooperación internacional, todos los cuales ejercen funciones relacionadas con el monitoreo ambiental o tienen injerencia en el manejo de los recursos del medio ambiente.

El SIMOCUTE provee una excelente oportunidad de coordinación entre el sector agropecuario y el sector ambiental, por cuanto el manejo integral de información de cobertura y uso, es esencial para ambos sectores, que en su conjunto suman cerca del 80 % la de las tierras del país. Además, existe una dinámica muy importante de cambio de coberturas, que requiere



Figura 1. a) Áreas de cultivos anuales. Fotografía: IMN; b) Zonas de producción ganadera en Costa Rica. Fotografía: MAG.

de datos con base científica para entender las relaciones entre los bosques, las áreas agrícolas y el paisaje ganadero. Este proceso de acercamiento brinda diferentes oportunidades, tales como:

- Facilitar el diálogo técnico en aras de homologar criterios y discutir a fondo temas relativos a monitoreo y que guardan relación con gestión de políticas y diseño de estrategias.
- Apoyar la coordinación técnica entre sectores, incluido el privado, representado por cámaras y corporaciones de productores relevantes para el sector agropecuario.
- Integrar información sobre monitoreo tanto a lo interno del sector como otros sectores. Esto favorece la transparencia y amplía las opciones de análisis y de crear sinergias.
- Generar información actualizada para el sector, considerando sus necesidades de monitoreo, por medio de metodologías analizadas y consensuadas.
- Visibilizar los aportes del sector en temas de cambio climático, como aumento de cobertura de árboles en tierras agropecuarias.
- Aumentar las capacidades institucionales del sector en nuevas metodologías, herramientas y tecnologías, lo que mejorará la calidad y el análisis de los datos, así como la gestión de la información en general.

Asimismo, el SIMOCUTE tiene el potencial de respaldar con datos temas de métrica relacionada con el cambio climático. Esto fortalece los sistemas para el monitoreo, reporte y verificación (MRV), al aportar información de las principales actividades productivas que junto al uso de factores de emisión y secuestro de carbono, permiten generar datos de contribución del Sector Agro a la mitigación nacional de gases de efecto invernadero (GEI). Este tipo de datos se conoce como datos de actividad, los cuales —por ejemplo— relacionan lo que existe en el campo con variables de inversión pública o variables climáticas, brindando mayor claridad para atender los compromisos internacionales, generar políticas públicas con base científica, y formular programas y proyectos que respondan a la realidad y necesidades del país.

Para atender lo anterior, una de las herramientas que se ha propuesto desarrollar, como parte del SIMOCUTE, es un inventario de tierras agropecuarias que aprovecharía como punto de partida, las metodologías, procesos de análisis y experiencias desarrolladas para el Inventario Nacional Forestal. Con esto, se genera un conjunto de variables de aplicación nacional, con información estandarizada y periódica, que permite mejorar el conocimiento del sector no solo para monitoreo, sino para establecer políticas públicas y apoyar la toma de decisiones, así como para brindar insumos a utilizar en los informes nacionales e internacionales.

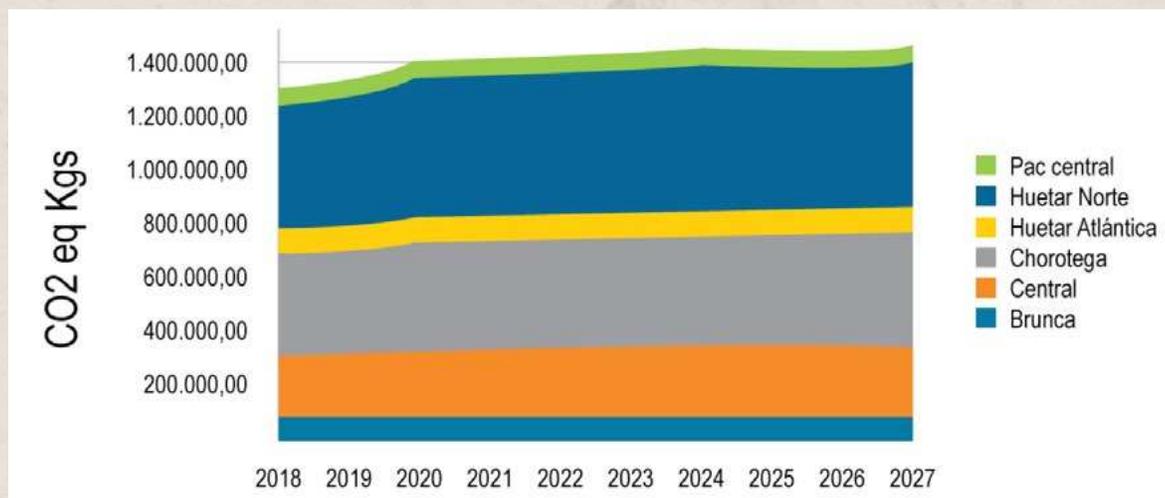


Figura 2. Línea de base de emisiones de las fincas ganaderas. **Fuente:** SIDE/MAG/BM (2016).

Esta herramienta está siendo diseñada en la Mesa Técnica de Tierras Agropecuarias, conformada por el SIMOCUTE en el año 2019, y cuyas sesiones iniciaron oficialmente el 31 de mayo del 2019. En esta etapa inicial, se ha promovido la discusión general sobre el tipo de información requerida por el sector agrícola, los aportes que este puede brindar, los resultados que se esperarían de las diferentes metodologías que se están desarrollando en el SIMOCUTE y llegar a consensos importantes entre los actores involucrados (Vargas, 2019). El objetivo de este proceso es asegurar la calidad del dato y las mediciones que se realizan en el sector agropecuario, de manera tal que se coadyuve a las diferentes personas productoras en el desafío de adoptar esquemas de manejo que logren mayor productividad y rentabilidad, al tiempo que reducen la degradación de tierras y las emisiones de

GEI. Además, se espera proveer un marco científico que facilite la implementación de medidas para adaptación al cambio climático (Chacón, 2019).

El trabajo de esta mesa técnica permitirá también los avances del sector agropecuario en materia de gestión ambiental y climática, impulsando estrategias y políticas para aumentar el secuestro de carbono en las áreas agrícolas y mejorar la conectividad ecosistémica. Este es el caso de las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMAs, por sus siglas en inglés), ya en implementación en ganadería y café, y en fase de diseño para otras actividades agropecuarias. El caso de ganadería muestra que el manejo de información basada en datos científicos permite rebatir el estigma de que las fincas ganaderas tienen en general *fuertes impactos ambientales como la pérdida de bosque y de biodiversidad, suelos y emisiones de GEI*. En 2016,

Cuadro 1. Almacenamiento de carbono por región y año en toneladas de CO2 equivalente

Año	Brunca	Central	Chorotega	Huetar Atlántica	Huetar Norte	Pacífico Central	Total general
2018	172,728.32	78,898.43	261,838.83	55,402.54	148,551.41	112,841.88	830,261.41
2019	185,137.79	85,634.78	266,168.37	63,163.92	170,500.03	119,433.85	890,038.74
2020	196,633.30	91,875.01	270,179.04	70,353.67	190,844.91	125,540.33	945,426.27
2021	207,282.19	97,655.66	273,894.33	77,013.90	209,703.29	131,197.08	996,746.44
2022	217,146.79	103,010.56	277,336.00	83,183.62	227,183.82	136,437.21	1,044,297.98
2023	226,284.87	107,971.08	280,524.18	88,898.94	243,387.21	141,291.40	1,088,357.68
2024	234,749.94	112,566.26	283,477.56	94,193.33	258,406.82	145,788.09	1,129,182.00
2025	242,591.56	116,823.01	286,213.43	99,097.79	272,329.17	149,953.61	1,167,008.56
2026	249,855.65	120,766.25	288,747.80	103,641.04	285,234.45	153,812.33	1,202,057.52
2027	256,584.75	124,419.08	291,095.51	107,849.69	297,196.99	157,386.87	1,234,532.89

Fuente: SIDE/MAG/BM (2016).

se realizó un estudio para trazar una línea base de emisiones y remociones de GEI (Banco Mundial, MAG, SIDE, 2016). En la Figura 2 se pueden ver los datos de emisiones en CO₂-eq y en el Cuadro 1 los datos de secuestro de carbono. El dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq), es una medida métrica usada para comparar las emisiones de varios GEI, basado en el potencial de calentamiento global (GWP), se obtiene al convertir cantidades de concentración de otros gases a la cantidad equivalente de concentración de dióxido de carbono con el mismo GWP (Eurostat, 2017).

Este estudio ha constituido un punto de partida para planificar las acciones a tomar en un corto y mediano plazo, validar las medidas implementadas y sostener la tendencia positiva de aumento en las prácticas de manejo sostenibles, tal como pasturas bien gestionadas y sistemas agroforestales.

El SIMOCUTE podrá constituirse en el sistema oficial de información, que

permita evaluar periódicamente el desempeño de indicadores necesarios para hacer transparente el reporte de metas y a la vez respalden la gestión positiva de sectores productivos en el eje ambiental. Representa una gran oportunidad para impulsar el sector productivo, logrando consensos entre el medio ambiente y la producción agroalimentaria a nivel nacional, que desmitifiquen a la actividad agrícola y ganadera, tomando en cuenta su importancia para la población en general. Resultados robustos, más precisos y consistentes en el tiempo, pueden ser obtenidos a través de inventarios forestales y agropecuarios coordinados en el seno del SIMOCUTE. Asimismo, se podrían optimizar esfuerzos y recursos en actividades específicas, tales como la recolección de datos de campo, una de las actividades de mayor costo en cualquier inventario de carácter nacional.

Referencias

- Banco Mundial, MAG, SIDE (2016). Actualización de Línea Base sobre emisiones y secuestro de carbono en el sector ganadero de Costa Rica. San José, Costa Rica: MAG. 76 p.
- Chacón, M. (2019). Costa Rica, en ruta hacia la descarbonización de la ganadería 2013-2018. 152 p. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-11076.PDF>
- Eurostat. (2017). Eurostat: Statistics Explained. Disponible en https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Carbon_dioxide_equivalent
- Ordaz, J.; Ramírez, D.; Mora, J.; Acosta, A.; Serna, B. (2010). Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura. CEPAL. México D.F.: CEPAL. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25921/1/lcmex1972.pdf>
- Vargas, A. (2019). Memoria: Sesión de inicio Mesa Técnica de Tierras Agropecuarias, realizada el 31 de mayo de 2019 en la Sala Fusión. Manuscrito inédito. 21 p.



Instituto Geográfico Nacional
– IGN (cnunez@rnp.go.cr)



Instituto Geográfico
Nacional – IGN (svm1963@
gmail.com)



Centro Nacional de
Información Geoambiental
– CENIGA (sara.mora@
sinac.go.cr)

Mesa de mapeo: Estado actual del mapeo sobre cobertura y uso de la tierra y ecosistemas a partir de los actores del SIMOCUTE

Christian Núñez Solís
Sandra Vargas Muñoz
Sara Mora Medina



El Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura, Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE), tiene como objetivo general conocer el estado actual y los cambios de la cobertura y uso de la tierra, así como de los ecosistemas de Costa Rica (SIMOCUTE, 2018a; 2018b). Permite proporcionar información periódica de alta calidad para evaluar el estado de los recursos del medio ambiente, la toma informada de decisiones políticas sobre el manejo de la tierra, y mantener la calidad e integridad de los ecosistemas y el ambiente para las generaciones futuras, así como para responder a compromisos nacionales e internacionales de información (SIMOCUTE, 2018c).

Este sistema ha sido diseñado considerando 3 procesos principales: 1. Clasificación 2. Inventario y registros relacionados y 3. Mapeo (SIMOCUTE, 2018a; 2018b; 2018c; 2018d). Este último proceso debe: *Diseñar y proponer metodologías para producir mapas de cobertura o uso de la tierra orientado a responder necesidades de información específicas; desarrollar directrices y estándares para asegurar la compatibilidad y consistencia de los mapas de cobertura y*



Figura 1. Reunión conjunta de las mesas de monitoreo por puntos y mapeo, realizada el 14 de junio de 2019. **Fuente:** Archivo CENIGA.

uso; determinar las escalas, resoluciones (espacial, espectral, temporal) de las imágenes, fuentes de imágenes (tomando en cuenta costos), enfoques y algoritmos para la clasificación de las imágenes apropiadas para producir los mapas.

Para el desarrollo de los distintos procesos, se diseñó un sistema de gobernanza, que involucra la conformación de mesas técnicas; una de las cuales es la Mesa de Mapeo, cuyo objetivo principal es implementar el componente de mapeo del sistema (SIMOCUTE, 2018c). Dicha mesa fue establecida en mayo del 2018 y está conformada por personal de las siguientes instituciones: CENIGA, IMN, FONAFIFO, SECRETARIA REDD, INTA, SFE, SEPLASA, INEC, UNA, UCR, UTN, ICE, BCCR, DA, SINAC, CENAT-PRIAS, PNUD, FAO.

Dicha mesa ha planteado los siguientes objetivos:

1. Identificar requerimientos, mandatos y roles institucionales para la gobernanza de la generación de las distintas clases de los mapas de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas.
2. Proponer a las instancias pertinentes una solución técnica, económica y legal que permita crear y mantener un repositorio nacional actualizado de imágenes de alta resolución espacial, temporal y radiométrica.
3. Proponer procesos y estándares nacionales que se deben utilizar en la producción de mapas de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas.
4. Impulsar el fortalecimiento de capacidades de las personas que integran la mesa para el mejoramiento de los procesos y acciones nacionales en la generación de mapas.

Para cumplir con el primer objetivo, se generó un diagnóstico que sirve como insumo para el desarrollo e implementación del componente de mapeo y funciona como herramienta para la toma de decisiones (SIMOCUTE, 2018d).

Este documento es producto de una investigación realizada a través de la aplicación de un formulario a 18 instituciones públicas, incluyendo la academia. Con dicho formulario se describe y conoce la realidad de la gestión de la información sobre mapeo de cobertura, uso de la tierra y ecosistemas en las instituciones que conforman esta iniciativa; el cual se divide en cinco apartados: marco legal, generación de información, requerimientos, estándares e imágenes satelitales.

Con respecto al marco legal, se consultó a las diferentes instituciones sobre su competencia, tanto a nivel nacional como internacional, específicamente en cuanto



	Institución	Tipo de Información
1	DA/MINAE	COBERTURA
2	IGN	USO
3	FONAFIFO/MINAE	USO
4	UCR	USO
5	BANCO CENTRAL	ECOSISTEMAS
6	INTA/MAG	COBERTURA / USO
7	REDD/MINAE	COBERTURA / USO
8	IMN/MINAE	COBERTURA / USO
9	ICE	COBERTURA / USO
10	UNA/INISEFOR	COBERTURA / USO
11	UNA/ESCUELA GEOGRAFIA	COBERTURA / USO
12	SINAC/MINAE	COBERTURA / USO / ECOSISTEMAS
13	CATIE	COBERTURA / USO / ECOSISTEMAS
14	INEC	COBERTURA / USO/ECOSISTEMAS
15	SFE/MAG	COBERTURA / USO
16	PRIAS	No hizo formulario
17	TEC	No hizo formulario
18	UTN	No hizo formulario

Figura 2. Número de instituciones según el tipo de información generada, de las cuales siete instituciones elaboran información sobre cobertura y uso de la tierra. El SINAC, CATIE e INEC elaboran información sobre cubertura, uso y ecosistemas. Por otra parte, el IGN, FONAFIFO y la UCR únicamente trabajan en el tema de uso de la tierra. **Fuente:** SIMOCUTE (2018c).

a leyes, decretos, directrices y convenios internacionales, vinculados a la temática en análisis. De las 18 instituciones en estudio, se identificó el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como entes con mandato legal en las temáticas de Cobertura, Uso de la Tierra y Ecosistemas. El IMN, Secretaría REDD, ICE, BCCR, CATIE y la academia, generan datos sobre mapeo en las temáticas mencionadas anteriormente, sin tener mandato legal para realizarlo (**Figura 2**); esto debido a que requieren responder a Convenciones Internacionales, donde Costa Rica es miembro activo.

En el tema relacionado con la gestión de la información, se realiza un inventario de los datos o la generación de los mapas que realizan las diferentes instituciones sobre cobertura, uso de la tierra y ecosistemas (**Cuadro 1**).

En el tema relacionado con requerimientos tecnológicos institucionales se analizaron los referidos a hardware y software de los equipos computacionales e insumos para desarrollo de productos mapeables.

En cuanto a los requerimientos en hardware, las instituciones mencionaron que necesitan mayor velocidad de procesamiento, mejor capacidad de almacenamiento y memoria RAM. Los softwares requeridos por las instituciones se dividen en dos tipos: licenciados y libres. Dentro

Cuadro 1. Tipo de información y producto generado por institución, año y periodicidad. **Fuente:** SIMOCUTE (2018c).

Institución	Información Generada	Año	Periodicidad
IMN	Mapa de cobertura y uso de la tierra para el inventario de gases de efecto de invernadero (GEI)	Sin dato	Cada dos o cuatro años
IGN	Mapa de uso de la tierra	2016	No definida
INTA-MAG	Mapa y uso de cobertura de la tierra	Sin dato	No definida
SINAC-MINAE	Mapa de cobertura forestal	2013	No definida
SINAC-MINAE	Mapa de humedales	2018	No definida
SINAC-MINAE	Mapa de humedales RAMSAR	2016	No definida
SINAC-MINAE	Mapa de clasificación de ecosistemas	Sin dato	Sin datos
FONAFIFO	Mapas de fincas con programa de pagos por servicios ambientales	2018	Anual
SIMOCUTE	Mapa de cobertura y usos de la tierra para el complejo Madre de Dios (Piloto)	2019	Sin datos
ICE	Mapa de manglares del HNTS	Sin dato	Sin datos
CATIE	Mapa de clasificación de regiones fitogeográficas	Sin dato	Sin datos
BCCR	Mapa de servicios ecosistémicos	Sin dato	Sin datos

de los licenciados se mencionan *ArcGis*, *Erdas*, *MapInfo*, *ENVI* y *Global Mapper*. Únicamente se menciona como software libre a *QGIS*. En cuanto a insumos, las instituciones requieren una serie de productos como son: fotografías aéreas, imágenes de satélite de mediana y alta resolución, ortofotos, así como servidores de datos con capacidad de procesamiento.

Por su parte, al evaluar los estándares para la producción y publicación de mapas, se entiende que existen los estándares de la infraestructura de datos espaciales de Costa Rica, liderada por el IGN, que

tiene como objetivo principal asegurar que la información espacial sea fidedigna y de calidad para los usuarios, ya sea a través de la Web u otros medios (IGN, 2016).

Basados en esta premisa, de las instituciones consultadas solo ocho utilizan estándares definidos por el IGN, tales como: perfil de metadatos, catálogo de objetos, diccionario de datos, especificaciones cartográficas y sistema de referencia de Costa Rica. En el caso específico del IMN, utilizan la leyenda CLC-CR del INTA y el manual operativo de Agresta.

Sobre el uso de imágenes de satélite en las diferentes instituciones consultadas, resultó que las fuentes más utilizadas son las fotografías aéreas, imágenes *Landsat*, imágenes *Sentinel* y *Digital Globe* en escenas puntuales. El año de toma de las imágenes varía según el área y el tiempo de estudio. Para el caso de fotografías aéreas, se cuenta con colecciones desde la década de los 1940 hasta las ortofotos del 2016 al 2017. Con respecto a las imágenes *Landsat* y *Sentinel*, estas están disponibles desde el 2000 hasta la actualidad, con resolución espacial mediana y alta. Las imágenes digitales *Globe*, son de alta resolución y no están disponibles para todo el país (**Cuadro 2**).

Con respecto a la disposición de compartir imágenes entre instituciones, únicamente el ICE presenta restricciones al respecto. Por otra parte, para la adquisición de imágenes de satélite, la mayoría de las instituciones no cuentan con presupuesto, con excepción de IGN, que en este momento cuenta con fondos para la compra de imágenes.

De este diagnóstico podemos concluir que no existe un mandato legal explícito sobre el rol de las instituciones del Estado en los temas de cobertura y uso de la tierra, lo cual si está bien definido en la temática de ecosistemas. Además, existe demanda de información sobre mapeo de estas temáticas; sin embargo, los mapas existentes fueron elaborados con diferentes metodologías, lo que no permite la comparación en el tiempo y la periodicidad ha sido irregular. También,

las instituciones requieren un mayor desarrollo de software y hardware; asimismo, deben contar con mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento. Adicionalmente, la mayoría de las instituciones no están cumpliendo con el uso de los estándares establecidos por el IGN; tales como las normas *NTIG_CR02_01.2016: Catálogo de Objetos Geográficos para Datos fundamentales de Costa Rica* y *NTIG_CR04_01.2016. V.1.1: Perfil de Metadatos Geográficos de Costa Rica* y otros. Finalmente, el país cuenta con información de diferentes sensores remotos de forma dispersa, lo que ha generado duplicidad de imágenes en diferentes instituciones.

Dado lo anterior, se desarrollan las siguientes recomendaciones: 1) Robustecer el diagnóstico realizado mediante un análisis más detallado de los componentes, debido a que quedaron vacíos de información por las diferentes instituciones participantes; 2) Homologar las metodologías en la generación de los mapas, con el propósito de estandarizar los procesos, procedimientos e instrumentos para la gestión de la información de cobertura, uso de la tierra y ecosistemas, sobre la base de las buenas prácticas; 3) Definir una estrategia para nivelar a las instituciones que integran el SIMOCUTE, en cuanto a su capacidad de almacenamiento y procesamiento, lo que implica una mejora sustancial en software y hardware; 4) Crear estándares en la generación de mapeo en cobertura y uso del tierra y ecosistemas, basado en los estándares oficiales establecidos por el IGN; 5) Establecer

Cuadro 2. Resumen de los sensores remotos utilizados, año de toma, resolución espacial y la periodicidad de órbitas. **Fuente:** SIMOCUTE (2018c).

NOMBRE DE SENSORES REMOTOS	AÑO DE TOMA DE IMÁGENES	RESOLUCIÓN ESPACIAL	PERIODICIDAD
Fotografías aéreas (cámara digital)	Desde 1956 hasta 2016-2017	Según escala del mapa	Variable
Digital Globe (escenas puntuales)	Según área y tiempo de estudio	Alta resolución	Variable
Landsat y Sentinel	Desde el 2000 hasta la actualidad	Mediana y Alta	Variable

un repositorio nacional de imágenes/cubo de datos, con el fin de optimizar el uso racional de los recursos del Estado; esto evitaría duplicar información entre instituciones y facilitar el análisis de gran cantidad de datos, debido que el país no cuenta con un proceso regulado para la adquisición y uso de las imágenes.

Referencias

IGN. (2016). Normativa técnica del IGN. San José, Costa Rica. Disponible en <http://www.snitcr.go.cr/normativa-tecnica>

SIMOCUTE. (2018a). Diseño del Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas. San José, Costa Rica.

SIMOCUTE. (2018b). Marco Conceptual del Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas. San José, Costa Rica.

SIMOCUTE. (2018c). Diagnóstico del marco legal, institucional, políticas y estrategias relevantes para el

establecimiento y operación del Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas. San José, Costa Rica.

SIMOCUTE. (2018d). Diagnóstico de Mapeo sobre Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas. San José, Costa Rica.



Investigador del
Laboratorio PRIAS-CENAT
(dflores@cenat.ac.cr)



Investigador del
Laboratorio PRIAS-CENAT
(cvargas@cenat.ac.cr)



Asesor y consultor para
el SIMOCUTE (heiner.
acevedo@agathos.cr)



Director del Centro
Nacional de Información
Geoambiental – CENIGA
(rmonge@minae.go.cr)

Diseño y funcionamiento de la plataforma tecnológica del SIMOCUTE

Daniel Flores
Christian Vargas
Heiner Acevedo Mairena
Rafael Monge Vargas



El Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) brinda un “seguimiento sobre el estado y los cambios de los recursos naturales, agropecuarios y biodiversidad de Costa Rica para consolidar los esfuerzos institucionales, apoyar la gestión pública y la toma de decisiones” (CENIGA, 2019). Para ello se requieren canales de comunicación que faciliten la interacción entre las instituciones y potenciar resultados, por lo que se hizo evidente la necesidad de disponer de una plataforma tecnológica que permitiera la integración, gestión, acceso y diseminación de datos e información ambiental, tanto interinstitucional como con otros actores relacionados.

En el transcurso del tiempo, se han logrado integrar alrededor de 20 instituciones nacionales, vinculadas con temas de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas. Esto ha tornado muy retadora la delimitación del proyecto, principalmente en la consolidación de una plataforma digital que responda a las necesidades de cada actor y sus distintas personas usuarias, dadas las diferentes experiencias, percepciones, expectativas y necesidades.

A nivel de plataforma digital, SIMOCUTE se convirtió en un reto para todas las organizaciones relacionadas; complejo en coordinación, vinculación e integración institucional nacional. Entre los principales desafíos se encontraban: plataformas o datos institucionales ya oficializados y difíciles de coordinar o modificar; la inexistencia de estándares que unifiquen por completo la información de todas las instituciones y plataformas a nivel de protocolos o estructura de datos; la naturaleza de los datos en grandes casos es no estructurada y masiva, lo cual dificulta dimensionarla, procesarla y compartirla.

Estos desafíos generan en SIMOCUTE la oportunidad, a mediano y largo plazo, de integración de datos bajo estrategias de cooperación institucional, reflejadas mediante soluciones de tecnología que permitan alcanzar la gestión y distribución del conocimiento e información en materia de cobertura y uso de la tierra y ecosistemas de forma unificada.

De esta manera, la plataforma digital de SIMOCUTE constituye un sistema multipropósito y descentralizado, al que diferentes instituciones e iniciativas aportan y obtienen datos e información según sus mandatos y roles, de forma coordinada mediante la estandarización de procesos y protocolos para asegurar compatibilidad y consistencia de la información.

Uno de sus objetivos principales consiste en brindar información mediante acciones e indicadores, tanto para el seguimiento de las políticas y la toma de decisiones sobre la gestión de los recursos

naturales como para el reporte —nacional e internacional— sobre el estado y los cambios de los recursos, incluyendo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En una etapa introductoria posterior al 2015, se establecieron mesas técnicas, con diversos enfoques, lo cual potenció en el 2018 las oportunidades de identificación de necesidades comunes a todas las organizaciones a corto plazo, permitiendo una construcción ágil de requerimientos de las primeras etapas de desarrollo de la plataforma digital de SIMOCUTE.

El diseño del SIMOCUTE ha contado con la asistencia técnica internacional y financiamiento inicial del Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS) y la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). CATIE fue un actor fundamental al proporcionar asistencia a países en Latinoamérica y el Caribe, que permitieran la facilitación de inversiones públicas y privadas orientadas al desarrollo y la transferencia de tecnologías en monitoreo forestal, es con ello, que se vincula el financiamiento principal del desarrollo inicial de la plataforma digital de SIMOCUTE.

Además, para apoyar el desarrollo inicial de la plataforma digital del SIMOCUTE, se cuenta con la colaboración del Laboratorio PRIAS, en temáticas de coordinación científica y tecnológica del diseño, implementación y puesta en marcha.



Figura 1. Componentes identificados para el desarrollo de la plataforma digital de SIMOCUTE.

Dicho laboratorio ha fungido en la identificación de las tecnologías geoespaciales, componentes modulares y recursos necesarios para que la plataforma lidere en la región a nivel de escalamiento e integración de datos. En temáticas de implementación coordina con una empresa privada de desarrollo, quien ganó el concurso liderado por CATIE.

También se cuenta con el apoyo de la Dirección de Cambio Climático del MINAE que trabaja de forma conjunta con el CENIGA para integrar el SIMOCUTE y el Sistema Nacional de Métricas de Cambio Climático (SINAMECC), y el Registro Nacional por medio del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), al cual se integrará el SIMOCUTE y con el que

se establecen sinergias para el desarrollo de procesos comunes.

El proceso de construcción de la plataforma digital de SIMOCUTE requiere de una estrategia técnica que permita un flujo constante de trabajo facilitando así el escalamiento futuro de cualquier desarrollo por parte de las múltiples instituciones. Para ello, en una etapa inicial de clarificación de la plataforma, se escogió un diseño de *Producto Mínimo de Impacto* o MAP por sus siglas en inglés (Bene-yto, 2018).

El objetivo principal de un MAP consiste en que, en un corto plazo, se pueda brindar a los distintos actores una mejor comprensión del potencial de una



Figura 2. Sitio web del SIMOCUTE.

solución completa a desarrollar en largo plazo. Esto se hizo para facilitar los alcances y oportunidades de la plataforma y al mismo tiempo dimensionar y priorizar las necesidades de los actores de una manera conjunta, mediante etapas factibles y sobre líneas de trabajo delimitadas que acerquen hacia la visión de la plataforma.

Se identificaron 14 componentes de la plataforma como líneas de oportunidad (ver **Figura 1**), en los cuales ya es una realidad la posibilidad de iterar y con el tiempo se irá delimitando cada uno de los componentes de una manera más sencilla (**Figura 2**).

Dentro de los componentes identificados destaca el módulo de *Landing Page* que consiste en una página de presentación ejecutiva de la plataforma con sus debidas secciones mínimas, la cual

permita a una persona informarse sobre el proyecto y sus avances, contemplando usuarios que requieren información introductoria sobre SIMOCUTE.

En el caso de usuarios que ya conocen del proyecto, se espera lograr mantener contacto por medio de otros componentes que logren solventar necesidades fundamentales de comunicación que permitiera a corto plazo la integración de las organizaciones en un canal de comunicación claro (la plataforma digital en sí): noticias, calendario de eventos y documentación oficial del proyecto SIMOCUTE o afín al mismo.

Se propuso el componente de gestión de documentos para que las distintas organizaciones del proyecto logren estandarizar la documentación oficial y

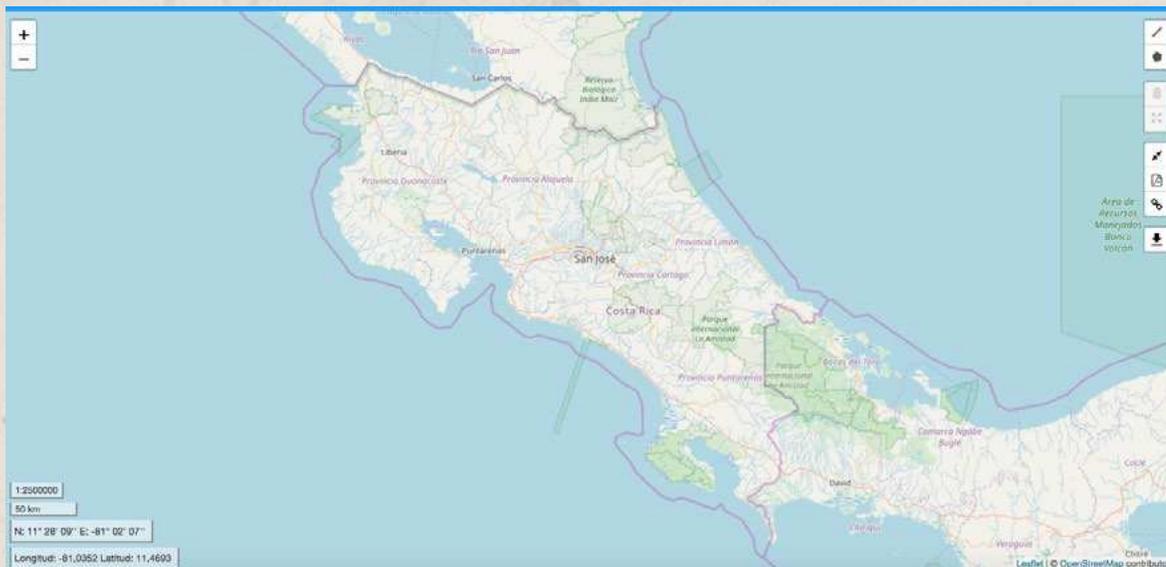


Figura 3. Diseño del visor geoespacial en la plataforma digital de SIMOCUTE.

la generación de metadatos (en este caso relacionados con información descriptiva y de clasificación de los documentos para fácil consulta posterior), así como permisos a nivel de usuario tanto de subida de información como de consulta según el rol que dispongan, entre otras ventajas, que en concreto consolidan la información de forma ordenada entre usuarios.

Dentro de las prioridades del SIMOCUTE destaca la visión de integración entre instituciones, la cual fue una prioridad a la hora del diseño. Para ello se requirió incorporar un componente de importación de datos y principalmente un componente API, “*Application Programming Interface*, que es un intermediario de software que permite que dos aplicaciones se comuniquen entre sí” (MuleSoft, 2019).

La API identificada debe contar con la posibilidad de consultas SQL,

funciones espaciales y estadísticas básicas. Esto permite una interfaz de funciones a los desarrolladores de las distintas organizaciones para generar aplicaciones propias a las necesidades institucionales que interactúen con la plataforma digital de SIMOCUTE, potenciando el impacto de la misma en la toma de decisiones.

Aparte, se visualizó la necesidad de un componente de visor geoespacial (**Figura 3**) con soporte a múltiples protocolos y formatos de archivos que permitiera a los usuarios la integración de distintas plataformas y bases de datos. Este valor agregado facilita a las personas usuarias el análisis y la correlación de datos.

También se identificó un componente de análisis que permita la generación sencilla de tablas y gráficos que consoliden los datos de la plataforma o datos externos,



Figura 4. Taller de revisión de la propuesta piloto para desarrollar la plataforma tecnológica. Fuente: Archivo, CENIGA.

así como un historial de estados y cambios en distintos tipos de información.

A modo de conclusión, como parte del proceso de diseño de toda plataforma para la toma de decisiones, es necesario disponer de indicadores y estadísticas, así como la generación de reportes basados en los datos de la plataforma. Se consideraron componentes para indicadores y estadísticas existentes en otras plataformas, de datos generados por los usuarios, así como de reportes personalizados a las necesidades de las instituciones.

El resultado ha sido exitoso, la estrategia de diseño ha permitido consolidar esfuerzos institucionales que de otra manera sería sumamente difícil de lograr. Con cada avance se incrementa la facilidad en la toma de decisiones respecto al desarrollo y potencial de la plataforma y del SIMOCUTE como tal (**Figura 4**).

Próximamente se continuará implementando a nivel general los diferentes componentes mencionados y luego se profundizarán y priorizarán las necesidades de los usuarios de las instituciones

involucradas. Esto permitirá a través de la plataforma digital de SIMOCUTE, integrar y centralizar eficientemente la información de distintas fuentes e instituciones y ser un referente en la región.

Referencias

- Beneyto, C. (2018). *The MVP is dead, long life to the MAP. (Minimum Awesome Product)*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/swlh/the-mvp-is-dead-long-life-to-the-map-minimum-awesome-product-404df90fef7f>
- CENIGA. (2019). Acerca. Obtenido de Página oficial de SIMOCUTE: <https://simocute.org/acerca/>
- MuleSoft. (2019). *¿Qué es una API? (Interfaz de programación de aplicaciones)*. Obtenido de MuleSoft: <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-an-api>



Asesora técnica, Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (carla.ramirez@fao.go.cr)



Asesor técnico de monitoreo forestal del Programa SilvaCarbon, Servicio Forestal de Estados Unidos – USFS (rhamilton.usfs@gmail.com)



Director del Centro Nacional de Información Geoambiental – CENIGA (rmonge@minae.go.cr)



Asesor y consultor para el SIMOCUTE (heiner.acevedo@agathos.cr)

Importancia del SIMOCUTE en el contexto internacional

Carla Ramírez Zea
Randy Hamilton
Rafael Monge Vargas
Heiner Acevedo Mairena



La actualización de los sistemas de monitoreo de bosques de los países tropicales ha sido fuertemente influenciada por la demanda de información requerida por los compromisos internacionales, principalmente por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El Informe Especial sobre Calentamiento global de 1.5 °C, ofrecido por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2019), motiva a los países a aumentar la ambición de los planes de acción de forma significativa al 2020, así como impulsar el inicio de estas acciones de forma inmediata. De lo contrario, el aumento de la temperatura podría llegar hasta 3 grados centígrados para el 2100, lejos del objetivo del Acuerdo de París de mantenerlo por debajo de 2 grados centígrados. El informe hace un fuerte énfasis en el desarrollo sostenible, reducción de desastres naturales y reducción de la pobreza, lo que lo vincula directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 1, 2, 3, 6, 13, 14 y 15 (**Figura 1**).



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. **Fuente:** Naciones Unidas (2015).

En este escenario, el IPCC estima que el 24 % de todos los gases de efecto invernadero (GEI) en el 2010 (IPCC, 2015) fueron causados por el sector agricultura, bosques y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés). Sin embargo, este sector tiene un alto potencial de mitigación GEI y de beneficios para la adaptación al cambio climático; además, cumple un rol central en el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria. Por estas razones, el sector AFOLU es estratégico para aumentar la ambición global, y para ello se recomienda planificar acciones costo efectivas en la conservación de los bosques, la reforestación, la restauración de paisajes, el manejo forestal sostenible, el manejo adecuado de cultivos

y pastizales, así como la conservación de suelos. La implementación de acciones en este sector, también aporta a resguardar el equilibrio de los ecosistemas, al aprovechar la capacidad de la naturaleza para reducir las emisiones y mejorar la resiliencia de las poblaciones humanas a los potenciales fenómenos provocados por el cambio climático. Este enfoque es a lo que se ha llamado Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), concepto que fortalece la implementación de las metas Aichi de Diversidad Biológica¹ para el 2020, establecidas para reducir la pérdida de la

¹ Metas establecidas en la prefectura de Aichi, Nagoya, Japón en octubre 2010 dentro del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica que fue revisado y actualizado durante la Conferencia de las Partes desarrollada en esta ciudad japonesa.

diversidad biológica y mejorar los servicios que proporciona la naturaleza a las poblaciones humanas.

de las emisiones en cada una de las acciones. Costa Rica está lista para presentar resultados y recibir nuevo financiamiento tanto bajo la CMNUCC y el Fondo Verde

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) se definen como el conjunto de acciones que se basan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a diversos desafíos de la sociedad como: el cambio climático, la seguridad alimentaria y el riesgo a desastres (UICN, 2017). Dichas acciones consisten en proteger y restaurar los ecosistemas naturales o modificados mediante la gestión sostenible y abordando los problemas sociales eficiente y adaptativamente para proporcionar bienestar humano y beneficios a la biodiversidad (Cohen-Shacham, Walters, Janzen y Maginnis, 2016)

La Estrategia Nacional REDD+ de Costa Rica (MINAE, 2015) es una de las soluciones basadas en la naturaleza que desarrolla el país, la cual implica la implementación de 5 acciones fundamentales sobre los bosques: la reducción de la deforestación, la reducción de la degradación de los bosques, el aumento de reservas de carbono o restauración de ecosistemas forestales, el manejo forestal sostenible y la conservación de las reservas de carbono. Los pasos preparatorios para la implementación de la estrategia REDD+ fueron discutidos y adoptados en el marco de Varsovia durante las Conferencias de las Partes No. 19 (CMNUCC, 2014). Los países en desarrollo pueden acceder a pagos por resultados demostrando la reducción de emisiones en las acciones propuestas y para ello, deben desarrollar un nivel de referencia de emisiones forestales o línea de base, y a partir de este, deben ejecutar el monitoreo para comprobar la reducción

del Clima, como bajo el Acuerdo de Pagos por Reducción de Emisiones (ERPA, por sus siglas en inglés) firmado con el Banco Mundial. Para lograrlo, la Secretaría REDD+ de Costa Rica se apoyó de las mesas de discusión técnica coordinadas por el Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). Este sistema fue una decisión acertada del Gobierno de Costa Rica para buscar soluciones sobre la integración de todas las iniciativas de monitoreo vinculadas con el ordenamiento del territorio, tanto para la mitigación y adaptación al cambio climático, como para la conservación de los ecosistemas naturales y la biodiversidad.

El SIMOCUTE se ha construido en línea con las Directrices Voluntarias de Monitoreo Forestal (FAO, 2017) ya que se han considerado aspectos clave como: la institucionalización de los procesos de monitoreo, la integración de instituciones

y de las iniciativas en marcha, así como mejorar la integración de información de campo con información de sensores remotos de alta y baja resolución. El SIMOCUTE enfoca sus esfuerzos en el monitoreo de los cambios en los recursos naturales en todos los usos de la tierra, por lo que está avanzando hacia una estructura de coordinación interinstitucional, que abarca instituciones del sector ambiente, sector agricultura, la academia, y recientemente, algunos representantes del sector privado. Con la participación de más de 40 instituciones, se están desarrollando metodologías integrales e innovadoras que reducirá la duplicidad de esfuerzos, los costos de recolecta de datos y procurará una integración robusta de los datos de diversas fuentes. También se espera una mejor respuesta a indicadores que serán establecidos en un marco común para reducir la carga en la elaboración de informes, tanto para responder a las políticas públicas nacionales como internacionales. Todas estas características harán del SIMOCUTE un modelo mundial en el monitoreo de recursos naturales.

La armonización de la información para responder a los indicadores nacionales e internacionales ha sido un reto del SIMOCUTE. Hasta antes de su creación, no se había discutido cómo resolver el problema de la duplicidad en las fuentes de información sobre la cobertura forestal y la tasa de deforestación. Es así que un avance muy importante fue impulsar el desarrollo de una clasificación de uso de la tierra armonizada basada en las

clasificaciones previas desarrolladas por las instituciones que generan información de bosques y otros usos de la tierra, como el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

Por otra parte, el SIMOCUTE ha dado continuidad y fortalecimiento a procesos previos de monitoreo en el país. Un ejemplo importante es el seguimiento al Inventario Forestal Nacional (IFN). El SINAC, institución responsable, realizó el primer inventario forestal para Costa Rica entre el 2012 y 2015. El marco muestral del IFN fue definido a partir una malla regular de puntos, y ahora es la base de muestreo para todos los componentes del SIMOCUTE. Esta malla fue intensificada para lograr una mejor respuesta a múltiples escalas y facilitará la integración de información de campo y sensores remotos, tanto de los bosques como de los sistemas agropecuarios. El IFN también se amplió al monitoreo de los bosques y los árboles en todos los usos de la tierra, ya que originalmente solo se habían medido en bosques y pastos arbolados. Con este cambio, el IFN será capaz de proveer datos para medir los progresos de la restauración de paisajes en los ámbitos nacional y subnacional.

Además, en los puntos seleccionados en agricultura, también se podrán medir variables en campo que interesen

al sector agropecuario. El IFN de Costa Rica iniciará la segunda medición en 2020 con recursos propios del SINAC, lo cual representa un avance hacia la sostenibilidad, ya que desde el SIMOCUTE se promueven procesos de carácter permanente. La importancia de un IFN continuo radica en que se ha demostrado que la información producida únicamente con imágenes de satélite es insuficiente, aun utilizando los sensores de la mejor resolución; sin la información de campo no es posible alcanzar los niveles de incertidumbre requeridos. Adicionalmente, los datos recolectados en campo proveen información sobre la biodiversidad y salud del bosque que hasta ahora solo pueden medirse a este nivel, por lo que la apuesta del SIMOCUTE es mejorar la recolecta de datos desde el terreno y procurar la mejor integración con sensores remotos para robustecer la información que requiere el país.

Es importante reconocer que varios países desarrollados basan sus estadísticas sobre la extensión de bosques en la información recolectada en campo, a través de sus inventarios forestales nacionales. Un ejemplo que se ha tomado como referente en el SIMOCUTE, es el Inventario y Análisis Forestal (FIA, por sus siglas en inglés) ejecutado por el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS, por sus siglas en inglés). El FIA cuenta con una larga trayectoria en el desarrollo de sus metodologías y algunos de sus expertos han apoyado técnicamente en el desarrollo de los componentes del SIMOCUTE, en colaboración conjunta con la FAO. El FIA

es la fuente de información de los Estados Unidos para el cálculo de emisiones del sector forestal, tanto por la conversión de tierras forestales a otros usos, como las tierras forestales que permanecen como tales (Domke, Walters, Nowak, Smith, James, Ogle, Culston, 2019). Por otro lado, las estadísticas para la Evaluación de Recursos Forestales Mundiales (FRA, por sus siglas en inglés) de la FAO (Oswald, Smith, Miles, Pugh, 2019), provienen de las mismas fuentes de datos, poseen las mismas definiciones de atributos y las categorías de uso de la tierra están armonizadas para responder a ambos informes internacionales. También se puede resaltar el esfuerzo del FIA para la creación de un grupo de trabajo de inventario y monitoreo forestal dentro de la Comisión Forestal de Norte América de la FAO (COFAN)², con el objetivo de promover oportunidades para la integración de estadísticas estratégicas de la región que puedan aportar a las evaluaciones globales realizadas por la FAO. Han desarrollado un análisis para la integración de la información nacional de los tres países a una escala basada en zonas ecológicas que trasciende las fronteras. En la **Figura 2**, se muestra el ejemplo de los resultados, que ilustra la importancia de la armonización de las definiciones de los inventarios forestales en el contexto internacional, y además ejemplifica la necesidad de robustecer la información primaria recolectada en campo con información recolectada con

² <https://www.fs.fed.us/global/nafc/inventory/aboutus.htm>

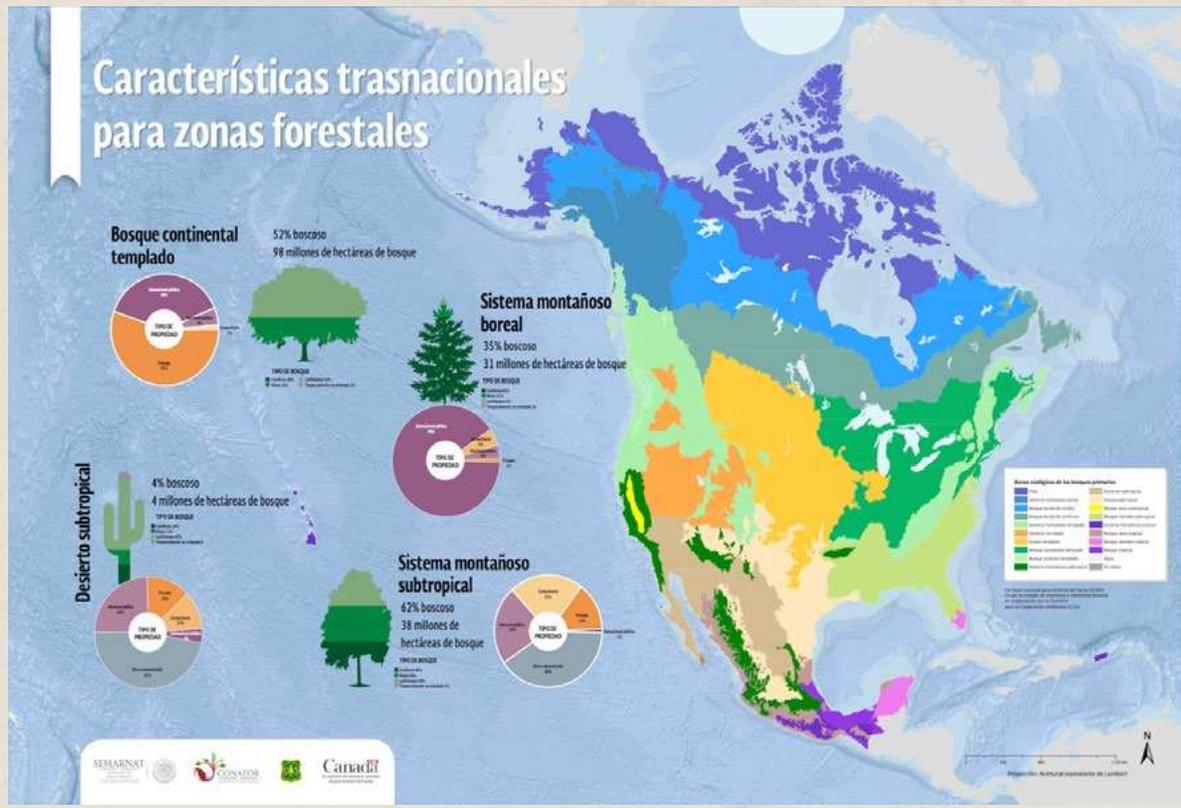


Figura 2. Ejemplo de aspiración del SIMOCUTE, basado en los inventarios forestales nacionales de los países de la Comisión Forestal de América del Norte de la FAO (COFAN), Canadá, Estados Unidos y México, en la cual han buscado la integración de datos de campo con sensores remotos y la integración del contexto nacional y el internacional. **Fuente:** Grupo de inventario y monitoreo forestal de la Comisión Forestal de América del Norte de la FAO (2016).

sensores remotos. El SIMOCUTE aspira a llegar a este nivel de perfeccionamiento en un futuro cercano, considerando el nivel de compromiso de las instituciones, la aspiración del personal involucrado hacia una mejora continua en capacidades técnicas y el alto nivel de organización que se está alcanzando.

La cooperación internacional ha sido clave para el desarrollo del SIMOCUTE. Gracias a la capacidad de gestión

del gobierno, en reiteradas ocasiones, personas expertas internacionales de la FAO y el USFS, han trabajado con colegas costarricenses en el desarrollo de las capacidades técnicas a nivel nacional. Además, se han gestionado recursos financieros de varias fuentes, iniciativas o programas internacionales como ONU-REDD, SilvaCarbon, *Climate Fellows* del Departamento de Estado de Estados Unidos, Programa SEPAL de FAO, el Fondo

Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). A partir de la coordinación del SIMOCUTE se han organizado más de un centenar de eventos entre reuniones de las mesas técnicas y talleres de capacitación en temas y tecnologías innovadoras. Además, algunos funcionarios que participan del SIMOCUTE han tenido oportunidad de visitar los centros de investigación de FIA-USFS, así como compartir sus experiencias en los eventos de cooperación Sur-Sur en monitoreo forestal que coordina la FAO y los eventos regionales de SilvaCarbon.

Referencias

- CMNUCC. (2014). Reporte de la Conferencia de las Partes en su decimonovena sesión, celebrada en Varsovia del 11 al 23 de noviembre de 2013. 15/CP.19. Disponible en <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/10a01s.pdf>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. UICN. Suiza. 114 p. Disponible en https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/nature-based_solutions_to_address_global_societal_challenges.pdf <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Domke, G., Walters, B., Nowak, D., Smith, James, E., Ogle, S. y Coulston, J. (2019). Greenhouse gas emissions and removals from forest land and urban trees in the United States, 1990-2017. Resource Update FS-178. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 4 p. Disponible en <https://doi.org/10.2737/FS-RU-178>.
- FAO. (2017). Directrices Voluntarias de Monitoreo Forestal Nacional. Roma, Italia. 90 p. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6767s.pdf>
- IPCC, 2015. *Cambio Climático 2014. Mitigación al Cambio Climático. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo III, al quinto informe de evaluación de expertos sobre Cambio Climático*. Ginebra: IPCC.
- IPCC. (2019). Calentamiento global de 1,5°C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza. Resumen para responsables políticos. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. 32 p. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf.
- MINAE. (2017). Estrategia Nacional REDD+ Costa Rica: una iniciativa del Programa de Bosques y Desarrollo Rural. Disponible en http://reddcr.gov.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/estrategia_nacional_redd_0.pdf
- Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Oswald S., Smith B., Miles P. y Pugh S. (2019). Forest Resources Assessment the United States, 2017. A technical document supporting the forest service 2020 RPA Assessment. USFS. Gen. Tech. Report WO-97. 237 p. Disponible en <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/57903> <https://doi.org/10.2737/WO-GTR-97>
- UICN. (2017). ¿Qué son las soluciones basadas en la naturaleza? Disponible en <https://www.iucn.org/node/28778>



Abogada ambiental
(vicky.cajiao@gmail.com)

Reforma al artículo 39 de la Ley de Biodiversidad sobre concesiones y contratos de servicios no esenciales

..... | **María Virginia Cajiao** |

La protección y vigilancia, la definición, seguimiento de estrategias, planes y los presupuestos de las áreas silvestres protegidas son competencia exclusiva del Ministerio de Ambiente y Energía. Sin embargo, la voluntad expresa del legislador en 1998 al aprobar la Ley de Biodiversidad No. 7788 fue autorizar al Consejo Nacional de las Áreas de Conservación (CONAC) del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) el otorgar concesiones y contratos de servicios no esenciales para que terceros puedan brindar dichos servicios complementarios al público.

La ley define que estos servicios no esenciales son los estacionamientos, los servicios sanitarios, la administración de instalaciones físicas, los servicios de alimentación, las tiendas, la construcción y la administración de senderos, administración de la visita y otros que defina el Consejo Regional del Área de Conservación, mediante un estudio técnico que lo justifique.

En aras de garantizar una distribución justa y equitativa de los beneficios sociales y económicos que generan las áreas silvestres protegidas a sus comunidades locales

aledañas, el pasado 28 de octubre del 2019, la Asamblea Legislativa aprueba la ley No. 9766, que reforma este artículo 39 de la Ley de Biodiversidad, con el fin de que el otorgamiento de las concesiones de servicios no esenciales se realice única y exclusivamente a favor de asociaciones comunales, cooperativas, microempresas u organizaciones sociales nacionales sin fines de lucro, siempre que se encuentren integradas y controladas directamente por habitantes de las comunidades ubicadas en la zona de influencia de la respectiva área silvestre protegida.

Por otro lado, esta reforma establece el deber de las áreas de conservación del SINAC de brindar toda información sobre los servicios que se decidan dar en concesión y establecer un registro de organizaciones locales a fin de garantizar la mayor participación posible en los procesos de contratación. Por último, le direcciona al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) crear un programa de capacitación técnica a las comunidades en coordinación con otras entidades públicas educativas y las municipalidades respectivas. Para mayor detalle visitar la Ley de Biodiversidad: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=39796

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de artículos de la revista *Ambientico* son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas (usar bibliografía en los casos necesarios). De manera general se reciben artículos cortos (2 000 palabras), claros (entendibles e informativos para una audiencia general no científica), y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

2. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado al correo ambientico@una.ac.cr

3. Tamaño, formato, elementos gráficos y separaciones internas

- El artículo no debiera exceder las 2 000 palabras.
- Escribir a espacio sencillo en letra Calibre tamaño 11.
- Cada párrafo inicia con una sangría y no requiere agregar renglones entre párrafos. Además, *Ambientico* no usa subtítulos para destacar apartados, sino que, donde claramente se cierra o suspende un tema para pasar a otro, se deja un doble espacio antes del párrafo siguiente.
- Incluir los cuadros en formato Word y no como imágenes o capturas de pantalla.
- Cada figura (fotos, ilustraciones, mapas, gráficos, etc.) puede ser incluida en el mismo documento de Word cerca de donde se espera ser presentadas, pero asegurarse de que sean en alta resolución (300 dpi o mayor a 2Mb). Enviar en Excel los gráficos elaborados en ese programa para su más fácil edición. Si las figuras —incluyendo

fotografías— no son propiedad del autor, deben indicar el nombre de la persona autora.

4. Sobre las personas autoras

- Se requiere una fotografía del rostro del autor en alta resolución (300 dpi o mínimo 2Mb).
- Solamente incluir el puesto (p. ej. Consultor independiente, Ministro de Ambiente, Profesor de economía), la organización para la que labora, y el correo electrónico.
- En caso de varias personas autoras, la anterior información debe ser provista para cada una de ellas.

5. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas —nunca negritas ni subrayado— para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

6. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un espacio para separar los grupos de tres dígitos (p.ej., 1 320). Para los decimales ha de usarse punto (p.ej., 1.5 ¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas, y separadas por un espacio del número (p.ej., 50 % o 18.3 mm)

7. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo) se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

8. Palabras clave

Si bien *Ambientico* no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.

9. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 40 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

10. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”. Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

11. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

12. Citas bibliográficas

A partir del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2010), seguimos

los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, la persona autora citada es el sujeto de la oración; en la otra, la persona autora citada, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por ella. Ejemplo del primer caso: “... Acuña (2008) asegura que el sistema de áreas protegidas...”. Ejemplo del segundo: “... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Morales, 2009)...”.

Obra con un autor

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: “... (Pacheco, 1989) ...”.

Obra con más de un autor

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: “... (Núñez y Calvo, 2004) ...”.

Cuando la obra es de más de dos autores, se cita a todos en la primera referencia pero, posteriormente, solo se coloca el apellido del primer autor seguido de “et al.”, sin cursiva y con punto después de la contracción “al.”. Ejemplo: “... (Pérez, Chacón, López y Jiménez, 2009) ...” y, luego: “... (Pérez et al., 2009) ...”.

Obra con autor desconocido o anónimo

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: “... (“Onu inquieta”, 2011) ...”; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: “... *La Nación* (2011) ...”. Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la/s página/s. Ejemplo: “... (Pérez, 1999, p. 83) ...”.

13. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo **Referencias**, habrá de consignarse todas las obras referenciadas en orden alfabético.

Libro

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999). *La ficción de las áreas silvestres*. Barcelona: Anagrama.

Artículo contenido en un libro

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición "En", y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis "Ed." o "Comp.", como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura "p." o "pp." seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.) *Cuentos fantásticos* (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

Artículo contenido en una revista

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se

coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008). Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. *Fauna prehistórica* 39, 26-29.

Artículo contenido en un periódico

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura "p." o "pp.". Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. *La Nación*, p. 3A.

Material en línea

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y, al final, se coloca la frase "Disponible en" seguido de la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental: dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. *La Nación*. Disponible en: http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

Autores múltiples

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción "y". Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). *La enfermedad principal de las vacas*. San José: Eunod.

Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor media una coma. Antes del último autor se coloca la conjunción "y". Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). *Las migraciones internacionales*. Madrid: Síntesis.

Sin autor ni editor ni fecha

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster's (ed. 11). Disponible en <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic> . Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad*, 185. Disponible en http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44

Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure] , [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambroner, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. Disponible en <http://www.fusildechispas.com>