



Proyecto Paisajes Productivos del PNUD (francini.acuna@undp.org)



Oficial de Programa Naturaleza, Clima y Energía, PNUD (kifah.sasa@undp.org)

## Comparación de herramientas de monitoreo de cambio de uso y cobertura de la tierra alrededor del mundo

Jéssica Francini Acuña Piedra  
Kifah Sasa



Los estudios de cambio de usos y coberturas de la tierra permiten identificar las transformaciones de territorio y determinar sus causas; además, si se realizan estos estudios con un enfoque temporal, se garantiza un monitoreo que puede ayudar a prevenir y mitigar las dinámicas de cambios acelerados en el espacio geográfico, y acompañados de ordenamiento territorial se pueden gestionar adecuadamente las coberturas y usos de la tierra (Lamprea, 2017).

Actualmente, mediante el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), el acceso a diferentes insumos de imágenes satelitales y el desarrollo de técnicas de mapeo como la teledetección y la fotointerpretación, han permitido el fortalecimiento de los estudios de los usos y coberturas de la tierra, garantizando un análisis del territorio de forma precisa, temporal y en diferentes escalas de trabajo (Mato-ma y Cañas, 2017).

A nivel mundial existen muchos sistemas de monitoreo de cambio de usos y coberturas de la tierra, cada uno con

su propio objetivo. En este caso, se analizaron aquellos sistemas o herramientas que tengan como propósito el monitoreo de las coberturas forestales, principalmente, aquellos que permiten identificar las causas de la deforestación vinculadas al crecimiento de la frontera agrícola, ya sea a nivel mundial o nacional, y se evaluaron aquellas herramientas diseñadas a partir de insumos geoespaciales.

Este análisis se enfoca en las necesidades de buscar estrategias que garanticen la producción sostenible, así como el mantenimiento y la protección de las coberturas arbóreas que aún existen y que en muchos casos es afectada por la expansión de la frontera agrícola. Según [Hansen et al. \(2010\)](#), se estima a nivel mundial una tasa de deforestación del 0.6 % anual, cuya principal causa (27 %) se puede atribuir a la deforestación mediante el cambio permanente de uso de la tierra para la producción de productos básicos ([Curtis et al., 2018](#)).

Para realizar este estudio comparativo se realizó una serie de entrevistas dirigidas a personas expertas en las herramientas de monitoreo. Entre la información que se recopiló está: a) los tipos de servicios que brinda la herramienta, b) cómo es el acceso a la información, gratuita o pagando, y c) si la herramienta es capaz de monitorear la cobertura forestal e identificar la causa de los cambios. Además, se realizó una serie de consultas e indagaciones para cada una de las herramientas con el fin de conocer su funcionamiento a mayor profundidad.

Las herramientas que se compararon están clasificadas en dos escalas: mundial o país; respecto a las plataformas mundiales se estudiaron: *Open Foris* y *MapHub*, *Global Forest Watch* (GFW), *Map X* del Laboratorio de biodiversidad de las Naciones Unidas (UN Biodiversity Lab). A nivel de país las herramientas comparadas fueron: el Catastro Ambiental Rural (CAR) en Brasil, GeoBosques en Perú, la herramienta del Instituto Nacional Forestal de Paraguay (INFONA), la Plataforma del Ecosistema (*Ecosystem Platform*) de Indonesia, y la herramienta de Monitoreo de Cambio de Uso de la Tierra en Paisajes Productivos (MOCUPP) en Costa Rica.

La plataforma *Open Foris* es una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, en sus siglas en inglés), que tiene diferentes servicios disponibles de acceso abierto, y se pueden encontrar distintas herramientas que permiten el monitoreo de las coberturas y usos de la tierra. El principal insumo consultado fue el programa *Collect Earth*, que tiene una versión tanto de escritorio como en línea. El programa *Collect Earth* establece una metodología de monitoreo por puntos que permite evaluar de una forma temporal los cambios que se dan en un área específica mediante un seguimiento puntual. El Sistema Nacional de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) de Costa Rica trabaja con esta plataforma ([Calvo y Hamilton, 2020](#)).

Para utilizar la plataforma, se deben establecer algunos criterios metodológicos o técnicos para su efectiva utilización, como por ejemplo: establecer escalas de trabajo, cantidad de puntos a evaluar para el área de estudio, contar con manuales de clasificación conceptual de usos y cobertura de la tierra, así como también considerar que es un instrumento diseñado para ser usado con imágenes de alta resolución.

Por su parte, la plataforma *Map Hub* es de una empresa privada que se ha dedicado a dar servicios para el monitoreo de coberturas y usos de la tierra, tiene una amplia trayectoria en desarrollo productos que permiten el seguimiento de las coberturas forestales mediante el monitoreo constante para determinar si la cobertura forestal perdió o ganó área, y en los casos que se registren pérdidas, se identifican las posibles causas de la deforestación; además, permite generar informes y estadísticas automatizadas de las áreas identificadas con cambios de cobertura arbórea. Al ser una empresa privada, se puede contratar para establecer cualquier tipo de monitoreo de usos y coberturas de la tierra, a cualquier escala y temporalidad, y cuenta con la posibilidad de colocar los datos geoespaciales que se elaboren en el monitoreo, en un visor web; esta plataforma puede ser una buena opción para una iniciativa de monitoreo; sin embargo, se debe considerar el tema de financiamiento.

En el caso de la *Global Forest Watch* (GFW), esta es una plataforma liderada por el *World Resources Institute* (WRI) y se considera uno de los sistemas más completos, con datos de acceso libre a disposición de cualquiera persona. Esta plataforma cuenta con una serie de informaciones geoespaciales, y descartan los datos sobre las áreas de pérdidas o ganancias de coberturas arbóreas en el mundo, además, facilita información sobre alertas tempranas para áreas con deforestación incipiente, las cuales pueden visualizarse e identificarse en cada país.

La información de GFW puede ser utilizada por cualquier sistema de monitoreo, pero fue generada en una escala de mediana resolución (30 metros), lo cual no garantiza una alta precisión en los datos (Hansen et al., 2015). Para determinar la posible causa de los cambios en la cobertura forestal, GFW tiene a disposición una capa geoespacial que muestra algunos usos de la tierra con categorías generales; sin embargo, estos datos están diseñados a una resolución de píxel de 100 km<sup>2</sup> (10 km x 10 km), lo cual es un área mucho más grande que cualquier unidad de producción de aceite de palma, soja, pasto o piña. Por tanto, no es recomendado utilizar este insumo para determinar si la pérdida de cobertura forestal identificada ocurrió específicamente a causa de un cambio en el uso de la tierra. Se sugiere que para implementar un sistema de monitoreo con los datos de GFW, se establezca una capa de usos de la tierra o de actividades productivas con

una escala a mayor detalle que permita visualizar las causas de la deforestación. Entre tanto, la plataforma de *Map X* liderada por ONU Ambiente, tiene múltiples objetivos enfocados principalmente en administrar datos geospaciales sobre recursos naturales. Esta plataforma tiene a disposición muchos datos, pero en el caso de la información relacionada al monitoreo de la cobertura arbórea, tiene habilitada la misma información generada por GFW de pérdidas y ganancias, no obstante, en este caso, la plataforma no cuenta con información de usos de la tierra o actividades productivas que permitan determinar las posibles causas de la deforestación, por lo que es necesario elaborar información propia o consultar otros datos. Entre sus ventajas, *Map X* es una plataforma de acceso abierto disponible para cualquier persona, además cuenta con un visor amigable para visualizar y consultar los datos, su diseño permite los usuarios acceder a capas de datos globales, cargar y manipular sus propios conjuntos de datos.

En el caso de las plataformas de países, estas cuentan con sus características propias como el sistema de monitoreo Catastro Ambiental Rural (CAR) de Brasil, el cual es liderado por su Ministerio de Agricultura desde el Servicio Forestal Brasileño. El CAR tiene como propósito integrar toda la información ambiental de las propiedades rurales, con el fin de generar una base de datos para el monitoreo, planificación y combate a la deforestación.

Este monitoreo genera registros georreferenciados del área total de las fincas o predios, con datos de la persona propietaria, responsable directo de la propiedad rural, y registran información sobre la ubicación de áreas remanentes de vegetación nativa, áreas de conservación permanente, áreas de uso restringido, áreas consolidadas y reservas legales dentro de su propiedad. Esto permite monitorear e identificar aquellas propiedades que causan deforestación, así como a distinguir la tenencia de la tierra legal e ilegal. El CAR, sin duda, es una plataforma que permite el monitoreo de la cobertura forestal de una forma eficiente y detallada a nivel de finca; sin embargo, esta plataforma no permite identificar la causa de la pérdida de bosque en los casos que esto suceda.

En Indonesia se cuenta con el sistema de monitoreo *Ecosystem Platform*, el cual es liderado por el Ministerio de Medio Ambiente y Silvicultura, desde su Sistema Nacional de Monitoreo Forestal y financiado por diferentes organizaciones internacionales. Esta plataforma tiene como objetivo el monitoreo de sus principales cultivos como palma aceitera, café, cacao, caucho y arroz. Se generan datos anuales de su área de siembra y se utilizan los datos de pérdida y ganancia de cobertura arbórea, así como las alertas por deforestación que genera GFW, con el fin de dar seguimiento a la cobertura forestal de su país. Esto permite determinar las presiones a este recurso forestal con relación al crecimiento de la frontera

agrícola. La información que genera esta plataforma es de acceso abierto y cuenta con un visor en la web.

De dicho sistema, se puede concluir que Indonesia cuenta con una herramienta de monitoreo capaz de dar seguimiento a la cobertura forestal e identificar la causa de los cambios. Sin embargo, se considera que sería una fortaleza para los productos generados contar con información de tenencia de la tierra para que se pueda identificar quiénes son los causantes de la deforestación en los casos que esto suceda, y así facilitar la gestión de los recursos forestales del país.

En el caso de Costa Rica, se cuenta con el sistema de monitoreo MOCUPP, el cual es liderado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de su Programa *Green Commodities*, y apoyado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), mediante el Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica (SINIA), el cual se ha constituido desde el 2015 hasta la actualidad. El MOCUPP se caracteriza por ser una herramienta que monitorea los paisajes productivos y actualmente les da seguimiento a los cultivos de piña, palma aceitera y pasto, además se analiza la pérdida o ganancia asociada a la dinámica agrícola en el país, con una temporalidad anual y todo esto, en conjunto con la información catastral que publica el Registro Inmobiliario, para determinar a partir de la tenencia de las tierras aquellas

propiedades que han ganado cobertura boscosa o por el contrario han sufrido deforestación.

Dicha herramienta fue diseñada como un sistema de alerta temprana para apoyar en los procesos de toma de decisiones de las diferentes instituciones públicas, ya que la información es periódica y altamente confiable, permitiendo una mejor gestión de los paisajes productivos. También, debido a que la información está disponible abiertamente a través del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), esta puede utilizarse en el sector privado para respaldar si una unidad de producción está cumpliendo con una producción libre de deforestación.

En Paraguay se cuenta con un sistema de monitoreo que es liderado por su Ministerio de Ambiente y el Instituto Nacional Forestal de Paraguay (INFONA) junto con el PNUD. La plataforma de INFONA está trabajando para generar capas de datos regulares sobre cambios en la cobertura forestal a escala nacional, desde 1986 como línea de base, y con un monitoreo desde el año 2000 hasta el 2018. Este sistema de monitoreo tiene capacidad de estudiar la pérdida de cobertura forestal anualmente, mediante la aplicación de técnicas de teledetección utilizando sensores gratuitos, y actualmente cuenta con datos de línea base del área forestal y monitoreo anual de los últimos 4 años; sin embargo, la herramienta no fue diseñada para especificar qué cobertura agrícola reemplaza la boscosa.

De dicha herramienta, se puede concluir que la aplicabilidad de esta información está enfocada a los bosques y sus respectivos cambios, aunque las causas actualmente no están identificadas en las áreas de pérdida de cobertura forestal; además, no se mide la ganancia de cobertura boscosa en los casos que esto se dé, y no se tienen los datos de tenencia de la tierra para identificar quiénes son los causantes de deforestación o recuperación.

El último país estudiado corresponde a Perú, con su herramienta GeoBosques. Esta es una plataforma administrada por el gobierno desde el Ministerio de Medio Ambiente del Perú, la cual fue creada con el objetivo de monitorear los cambios en la

cobertura forestal; además, tiene la visión de compartir la información generada con diferentes usuarios a través de informes, mapas, visores web y alertas por correo electrónico. A partir del análisis realizado, se considera que GeoBosques es un sistema que monitorea la pérdida de cobertura forestal, pero no fue diseñado para especificar qué cobertura de tierra agrícola estuvo involucrada.

Las capas de datos incluidas en la plataforma GeoBoques describen el estado del bosque, por lo que es útil para identificar áreas con deforestación, o con alto riesgo de deforestación de acuerdo con sus alertas y avisos, así como para localizar áreas degradadas. Sin embargo, se considera que

**Cuadro 1.** Resumen de los principales servicios y/o productos que ofrecen los diferentes sistemas de monitoreo internacionales y nacionales

Sistemas de monitoreo	Publicación anual ganancia y pérdida de cobertura forestal cobertura terrestre	Publicación anual sobre la cobertura del suelo de productos básicos	Publicado a través del visor web de acceso abierto	Información disponible sobre tenencia de la tierra o registro catastral	Acceso libre	Utiliza datos de sensores Landsat o Sentinel
<b>Herramientas Internacionales</b>						
<i>Global Forest Watch</i>						
<i>Open Foris-Collect Earth</i>						
<i>Map X</i>						
<i>Map Hubs</i>						
<b>Herramientas Nacionales</b>						
Costa Rica						
Brasil						
Indonesia						
Paraguay						
Perú						

la herramienta puede alcanzar una mayor fortaleza si logra generar capas de datos que identifiquen la causa de la deforestación, así como la tendencia de la tierra.

Esta comparación muestra que existe una amplia gama de servicios de monitoreo globales y sistemas nacionales, así como proveedores del sector privado y herramientas de acceso abierto que pueden ayudar, a la ciudadanía o autoridades interesadas, a establecer sistemas de monitoreo enfocados en el estudio de la dinámica de la cobertura forestal dentro de los paisajes de producción agrícola.

Finalmente, en el **Cuadro 1** se observa que Costa Rica cuenta con uno de los sistemas más completos con una serie de servicios disponibles, haciendo que la herramienta sea un sistema eficaz y eficiente de monitoreo. Seguidamente se ubica Brasil e Indonesia con herramientas de monitoreo de alto potencial para el seguimiento y protección de las coberturas de bosque. Independientemente del nivel, es loable el esfuerzo que tienen los diferentes países u organizaciones en la protección de los recursos naturales, y la importancia de contar con estos sistemas para dar un seguimiento al área boscosa y mitigar la expansión de la frontera agrícola.

### Agradecimientos

Se agradece a cada una de las personas que participaron en la sesión de trabajo, por la disponibilidad para aportar información sobre las herramientas que gestionan, específicamente: *Map X*, Geobosques, INFONA, CAR y *Ecosystem Platform*.

### Referencias

- Calvo, M., Hamilton, R. (2020). La evaluación visual multi-temporal: innovación para el monitoreo de la cobertura y uso de la tierra. *Ambientico* (273), 51-56. [http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/art/ambientico/273\\_51-56.pdf](http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/art/ambientico/273_51-56.pdf)
- Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108-1111. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Komareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, J. R. G. Townshend. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342 (15): 850–53. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Hansen, M. C., Stehman, S. V., Potapov, P. V. (2010). Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(19), 8650-8655. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912668107>
- Lamprea, F. (2017). *Zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas SIG para la revisión y ajuste del pot en el marco del crecimiento urbano y la conurbación norte: CASO Municipio de Zipaquirá* (Tesis Doctoral). [https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files\\_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf](https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf)
- Matoma J., Cañas. A. (2017). Interpretación de coberturas de la tierra y análisis multitemporal para el área de compensación ambiental del proyecto hidroeléctrico de El Quimbo. (Tesis Licenciatura). <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6205>