



Asia-Pacific
Economic Cooperation

Buenas Prácticas en Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado

Taller EGILAT, para compartir experiencias, conocimientos y desafíos en la implementación de las herramientas para combatir y prevenir las actividades de tala ilegal y el comercio asociado.



23-25 de febrero 2019, Santiago, Chile.

Grupo de Expertos en Tala Ilegal y Comercio Asociado APEC

PROYECTO APEC EGILAT 01 2018A

Elaborado por:
Gonzalo Tapia Koch
gonzalo.tapia@conaf.cl
Departamento de Fiscalización Forestal
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Chile
www.conaf.cl

Para:
Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) Secretariat
35 Heng Mui Keng Terrace
Singapore 119616
Tel: 68919623
Fax: 68919690
Singapore
www.apec.org

©2019 APEC Secretariat

APEC#219-ES-01.1 - ISBN 978-981-14-3386-3

The original language of the official document Best Practices on Tools for Combating and Preventing Illegal Logging Activities and Associated Trade, APEC#219-ES-01.1 is English. It has been translated into Spanish by National Forestry Service (CONAF) in March, 2020, and is reproduced with the permission of the APEC Secretariat. APEC does not assume responsibility for any errors contained herein.

The National Forestry Service (CONAF) takes full responsibility for the accuracy of the translation.

Translated and reproduced with permission of the APEC Secretariat. Information taken from the APEC website. For the full papers, please visit www.apec.org.

El lenguaje original del documento oficial Buenas Prácticas en Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado, APEC#219-ES-01.1 es el inglés. Ha sido traducido al español por la Corporación Nacional Forestal en marzo de 2020, y es reproducido con autorización de la Secretaría APEC. APEC no asume ninguna responsabilidad por cualquier error aquí contenido.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) asume toda responsabilidad por la exactitud de la traducción.

Traducido y reproducido con permiso de la Secretaría APEC. Información tomada del sitio web de APEC. Para ver los documentos completos, visite www.apec.org.



Buenas Prácticas en Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado

Taller EGILAT, para compartir experiencias, conocimientos y desafíos en la implementación de las herramientas para combatir y prevenir las actividades de tala ilegal y el comercio asociado.

23-25 de febrero 2019, Santiago, Chile.

Grupo de Expertos en Tala Ilegal y Comercio Asociado APEC



TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. RESUMEN | 6 |
| 2. FUENTES DE INFORMACIÓN | 8 |
| 3. EXPOSITORES EXPERTOS DEL TALLER | 10 |
| 4. BUENAS PRÁCTICAS | 12 |
| 4.1 HERRAMIENTAS DE TELEDETECCIÓN | 13 |
| 4.1.1 Detección de pérdida potencial de cobertura forestal usando imágenes satelitales | 13 |
| 4.1.2 Explorar sistemas informáticos en la nube como alternativa de procesamiento | 14 |
| 4.1.3 Comprometer a las comunidades locales, e integrar GIS y dispositivos móviles | 15 |
| 4.1.4 Minimizar las fuentes de error y la detección de falsos positivos | 17 |
| 4.2 HERRAMIENTAS DE CAMPO | 18 |
| 4.2.1 RPAS son costo-eficientes para las pre-evaluaciones e inspecciones | 18 |
| 4.2.2 Tomar ventaja de soluciones asequibles a través del uso de IoT | 20 |
| 4.2.3 Empoderar y capacitar apropiadamente a los fiscalizadores forestales | 21 |
| 4.3 HERRAMIENTAS DE TRAZABILIDAD Y ORIGEN DE LA MADERA | 21 |
| 4.3.1 Rastreo de movimientos de la madera | 21 |
| 4.3.2 Entender quién es el usuario final | 22 |
| 4.4 HERRAMIENTAS PARA IDENTIFICACIÓN DE MADERA | 23 |
| 4.4.1 Opciones y alcances | 23 |
| 4.4.2 La colaboración es clave | 25 |
| 5. ACRÓNIMOS | 26 |

Capítulo 01.

RESUMEN

01

1. RESUMEN

De acuerdo con las estimaciones de INTERPOL, cerca de un 15 a un 30 por ciento de la madera comercializada alrededor del mundo es obtenida mediante actividades de tala ilegal, generando ingresos ilegítimos entre USD 50 a USD 150 mil millones anualmente. Estas acciones conllevan la degradación y pérdida de bosques, así como a la destrucción de los hábitat y la consecuente extinción de especies.

Algunos de los principales desafíos en la prevención y combate de la tala ilegal y su comercio asociado se relacionan con las dificultades en monitorear extensas áreas de cobertura de bosque. Esto es a menudo exacerbado por la lejanía geográfica de estas áreas y los limitados recursos humanos disponibles con que cuentan las agencias de fiscalización forestal para monitorear tales áreas. En este contexto, tecnologías de teledetección, tales como satélites y RPAS, han probado ser una valiosa herramienta para identificar las actividades ilegales y focalizar los esfuerzos de fiscalización en el territorio donde la tala ilegal puede estar ocurriendo. A su vez, los sistemas de trazabilidad también han aportado mayor certeza y control de las diferentes etapas en la cadena de distribución de productos madereros.

Sin embargo, las grandes diferencias de ambientes de trabajo, climas, y formatos de producción forestal, pueden ser factores limitantes para replicar exitosamente dichas herramientas. El conocimiento, la experiencia, y los desafíos en la implementación de estas herramientas pueden proveer valiosos recursos para su potencial reproducción en otros contextos y realidades a través de todas las economías miembros de APEC.

El objetivo de este documento es resumir las buenas prácticas identificadas en el "Taller para Compartir Experiencias, Conocimientos y Desafíos en la Implementación de Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado". El taller fue dictado el 23 y 24 de febrero 2019 junto a la 15a reunión del Grupo de Expertos sobre Tala Ilegal y Comercio Asociado (EGILAT) de APEC en Santiago, Chile.

Se pretende proveer una visión general de las herramientas de monitoreo de bosques y de trazabilidad de la cadena de distribución desarrollados y utilizados por las economías miembro de APEC y organizaciones multilaterales para prevenir y combatir la tala ilegal y el comercio asociado (ILAT). En los casos posibles, busca también esbozar una pauta sobre algunas consideraciones prácticas para la aplicación de tales herramientas.

Capítulo 02.

FUENTES DE INFORMACIÓN

02

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Chile propuso en el año 2018 una iniciativa llamada “Taller para compartir experiencias, Conocimientos y Desafíos en la Implementación de Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado”, como una opción para descubrir y actualizar el conocimiento y la información sobre la prevención y combate de tales actividades.

Chile patrocinó el taller junto con Australia, Canadá, Papúa Nueva Guinea, Perú y Estados Unidos como co-patrocinadores. La implementación se llevó a cabo a través del apoyo financiero de APEC, como un proyecto de dos etapas.

Durante la primera etapa del proyecto, se recopiló información relevante mediante una encuesta enviada a todas las economías APEC; recibiendo aportes de 14 de estas. La información recolectada a través de la encuesta fue posteriormente usada para identificar aspectos teóricos clave, retos de implementación y casos de estudio para ser explorados con mayor detalle en el taller.

Los temas definidos para el taller, en consenso con las economías co-patrocinadoras y miembros EGILAT, fueron herramientas usadas a lo largo o en diferentes etapas de la cadena de abastecimiento de madera, desde el monitoreo de las cortas en el bosque hasta los aserrados y aduanas en los puntos de importaciones, incluyendo:

- Herramientas de sensores remotos
- Herramientas de campo
- Herramientas de trazabilidad y de rastreo del origen de la madera
- Herramientas de identificación de madera

Para la segunda etapa, en febrero del 2019 durante la Primera Reunión de Altos Representantes y reuniones relacionadas de APEC Chile 2019, se llevaron a cabo un taller de dos días y una salida a terreno, en Santiago y la Región de Valparaíso respectivamente.

En esta instancia, 14 economías APEC, así como siete otras organizaciones: University of Adelaide (Australia), Elements Software y la Universidad de Chile (Chile), Chinese Academy of Forestry (China), World Resources Institute, INTERPOL y Forest Trends; fueron partícipes del evento.

Durante las presentaciones fueron abordados diversos desafíos y limitaciones de las herramientas ILAT, incluyendo información como cobertura de nubes y conectividad (para sensores remotos), autonomía y desempeño (para RPAS), interacción entre el gobierno y la industria (para trazabilidad), falta de bases de datos de referencia (para la identificación de la madera) y usabilidad de las herramientas y compromiso de los usuarios, para la mayoría de estas. Esta información, complementada con los resultados de la encuesta¹ fue analizada y posteriormente resumida para la creación de este documento.



Figura 1. Participantes de EGILAT 01 2018A “Taller para Compartir Experiencias, Conocimientos y Desafíos en la Implementación de Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado”

¹ Sólo fueron incluidas en el presente documento aquellas herramientas presentadas en el taller.

Capítulo 03.

EXPOSITORES EXPERTOS DEL TALLER

03

3. EXPOSITORES EXPERTOS DEL TALLER

Sra Ruth Nogueron
Associate in Forests Program
World Resources Institute (WRI)
Estados Unidos
ruth.nogueron@wri.org

Sr Gonzalo Tapia
Jefe de Sección de Monitoreo y Evaluación
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Chile
gonzalo.tapia@conaf.cl

Sra Blanca Ponce
Especialista en SIG y Teledetección
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)
Perú
bponce@serfor.gob.pe

Sr Wan Abdul Hamid Shukri W A Rahman
Head of Geoinformation Section
Forestry Department Peninsular Malaysia
Malasia
wanamid@forestry.gov.my

Sra Anna Tyler
Senior Policy Analyst
Ministry for Primary Industries
Nueva Zelanda
anna.tyler@mpi.govt.nz

Sr Chun-Lin Lin
Deputy Director
National Chung-Shan Institute of Science & Technology
Chinese Taipei
linshung.lin@gmail.com

Sra Shelley Gardner
Illegal Logging Program Coordinator
USDA Forest Service International Programs
Estados Unidos
shelleygardner@fs.fed.us

Sr David Kennan
Managing Director
Elements Chile Spa
Chile
david.kennan@elementssoftware.cl

Sr Yafang Yin
Professor, Research Institute of Wood Industry
Chinese Academy of Forestry
China
yafang@caf.ac.cn

Sra Virginie-Mai Hô
Senior Policy Analyst, Canadian Forest Service
Natural Resources Canada
Canadá
virginie-mai.ho@canada.ca

Sr Andrew Lowe
Director, Food Innovation Theme
University of Adelaide
Australia
andrew.lowe@adelaide.edu.au

Sr Neil Garbutt
Assistant Director, International Forest Policy Section
Department of Agriculture and Water Resources
Australia
neil.garbutt@agriculture.gov.au



Figura 2. Expositores de EGILAT 01 2018A “Taller para Compartir Experiencias, Conocimientos y Desafíos en la Implementación de Herramientas para Combatir y Prevenir las Actividades de Tala Ilegal y Comercio Asociado”. De izquierda a derecha: Ruth Nogueron, Chun-Lin Lin, Wan Abdul Hamid Shukri W A Rahman, Gonzalo Tapia, Andrew Lowe, David Kennan, Neil Garbutt, Shelley Gardner, Anna Tyler, Yafang Yin, Virginie-Mai Hô.

Capítulo 04.

BUENAS PRÁCTICAS

04

4. BUENAS PRÁCTICAS

4.1 Herramientas de Teledetección

La teledetección implica la adquisición de información a través del uso de dispositivos electrónicos sin hacer contacto directo con el objeto en estudio. Esta adquisición puede ser pasiva cuando la energía electromagnética proveniente de la tierra es reflejada (p. ej., Landsat, Sentinel o Satélites MODIS), o activa, cuando el dispositivo produce y captura su propia señal (ej. SAR, LIDAR).

Estos recursos son útiles para monitorear áreas extensas e identificar cambios que no pueden ser fácilmente detectados por el ojo humano (ej. estrés hídrico, infestación por plagas); gracias a su capacidad para extraer información asociada con la actividad fotosintética de la vegetación.

Las limitantes principales de su uso como mecanismo para prevenir y combatir la tala ilegal y el comercio asociado se relacionan comúnmente con la resolución espacial (ej. nivel de detalle y área mínima de análisis), resolución temporal (es decir, disponibilidad y periodicidad), interferencia atmosférica (ej. cobertura de nubes y fuente de reflectancia) e infraestructura de procesamiento (es decir, software y hardware).

4.1.1 Detección de pérdida potencial de cobertura forestal usando imágenes satelitales

Un reducido tiempo de revisita (alta resolución temporal) puede promover un esquema de monitoreo efectivo e incrementa la probabilidad de obtención de imágenes libres de nubes, mientras que el uso de bandas específicas diseñadas para el análisis de vegetación (Red Edge, NIR, y bandas SWIR) mejora la tasa de detección de cambios en la cobertura forestal. Como complemento, un mayor detalle (mayor resolución espacial) podría facilitar la identificación de actividades de tala ilegal a baja escala.

Empleando las variaciones de la actividad fotosintética, las cuales son estimadas a partir de imágenes de satélite usando índices diseñados científicamente, pueden crearse sistemas de alerta temprana, para entregar alertas sistemáticas sobre los cambios potenciales en la cobertura forestal.

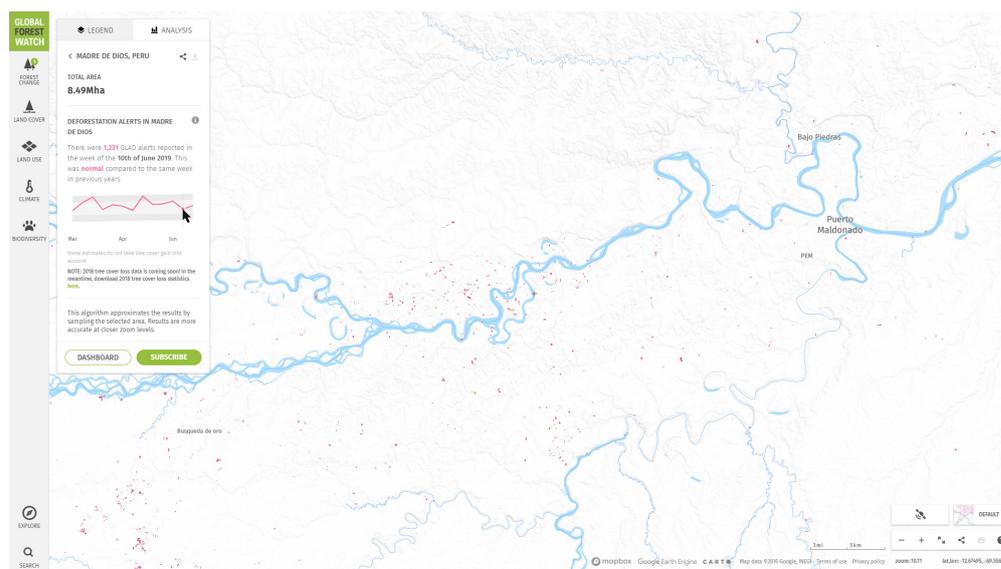


Figura 3. Ejemplo de alertas de deforestación GLADS (polígonos rosados) junto a Puerto Maldonado (Departamento de Madre de Dios, Perú) desde 01 Ene 2019 hasta 05 Jul 2019. Fuente: <https://globalforestwatch.org>

Cabe mencionar que el análisis de imágenes puede detectar cambios en la cobertura forestal, pero no puede entregar una causa potencial de estos directamente; por lo tanto, siempre debe estar respaldado por trabajo de campo y capas de información geográfica históricas relevantes del área particular de interés para una mayor validación.

Recursos:

Global Land Analysis & Discovery (GLAD) Alerts (United States)
<https://glad.umd.edu/projects/global-forest-watch>

Geobosques, Platform for monitoring changes in forest cover (Peru)
<http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/index.php>

4.1.2 Explorar sistemas informáticos en la nube como alternativa de procesamiento

La principal limitante cuando se usan imágenes satelitales es el recurso de hardware y software requerido para el procesamiento de dicha información. El problema escala exponencialmente cuando las áreas a cubrir son extensas o cuando se necesita un análisis histórico. Si bien alternativas de software de código abierto para el procesamiento de imágenes (ej. QGIS, Grass) permiten soslayar los costos de licencias, a menudo equipamiento dedicado, incluyendo servidores, debe ser usado para cubrir los requerimientos indicados previamente.

Plataformas tales como *Collect Earth* y *Google Earth Engine* proveen una opción valiosa para monitorear grandes áreas, debido a su extenso catálogo de datos, alta capacidad de procesamiento, y su acceso de forma gratuita. Sin perjuicio de que estos pueden requerir programación y desarrollo de interfaces para el usuario, el resultado final podrían ser herramientas de uso amigable que pueden generar resultados rápidos y ser integrados dentro de la etapa de planificación del flujo de trabajo de monitoreo.

Planet.com, aunque de uso comercial, actualmente provee acceso gratuito a la visualización de mosaicos mensuales mundiales de alta resolución de varios proveedores satelitales a partir de las cuales las economías miembros pueden realizar análisis de su propia área de interés.

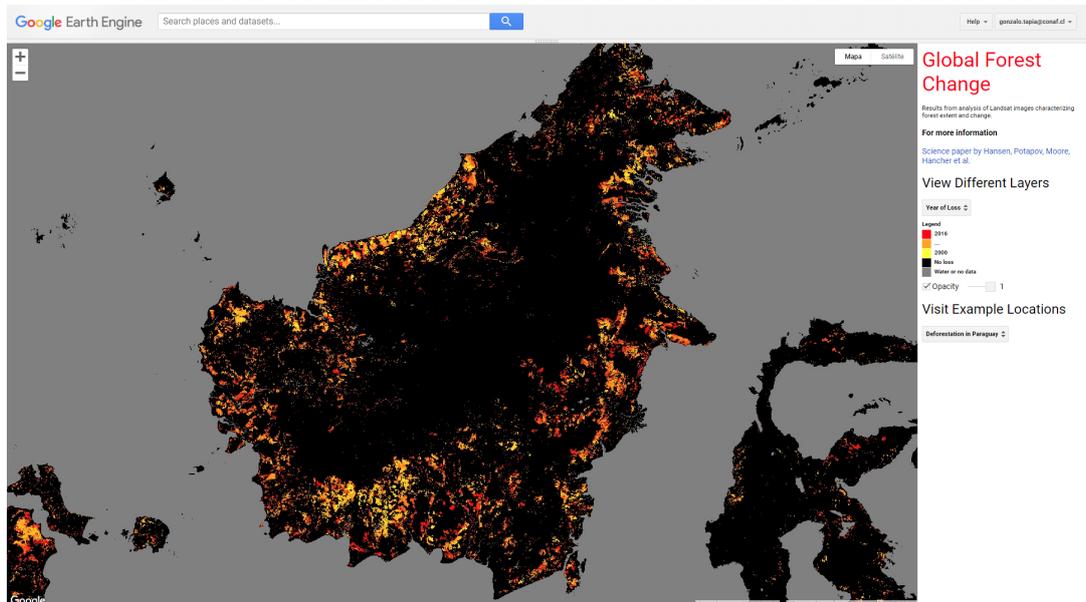


Figura 4. Cambio en la cobertura forestal entre 2000-2016 en la Isla de Borneo, calculado usando imágenes Landsat en Google Earth Engine. Fuente: Ejemplo de cambio forestal en <https://code.earthengine.google.com/>

Recursos:

Google Earth Engine, A planetary-scale platform for Earth science data & analysis
<https://earthengine.google.com/>

Collect Earth, Augmented Visual Interpretation for Land Monitoring
<http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html>

4.1.3 Comprometer a las comunidades locales, e integrar SIG y dispositivos móviles

Uno de los enfoques óptimos para comenzar una herramienta de monitoreo forestal es una plataforma SIG que contenga tanto los permisos de cosecha aprobados como aquellos vigentes, y que así mismo, reúna información relacionada a los reportes históricos de actividades de tala ilegal. Registros de largo plazo pueden permitir el descubrimiento de patrones espaciales, calcular la probabilidad de ocurrencia de nuevos eventos y la identificación de áreas de riesgo.

La creciente disponibilidad de dispositivos móviles integrados con los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) para determinar localización, rutas y navegación con reportes en tiempo real; sumado a la participación de las comunidades locales, con vasto conocimiento de sus bosques y lo que sucede con ellos, ha probado ser una enorme fuente de información que podría ser usada para una apropiada evaluación y retroalimentación en la detección de pérdida de coberturas de bosque.

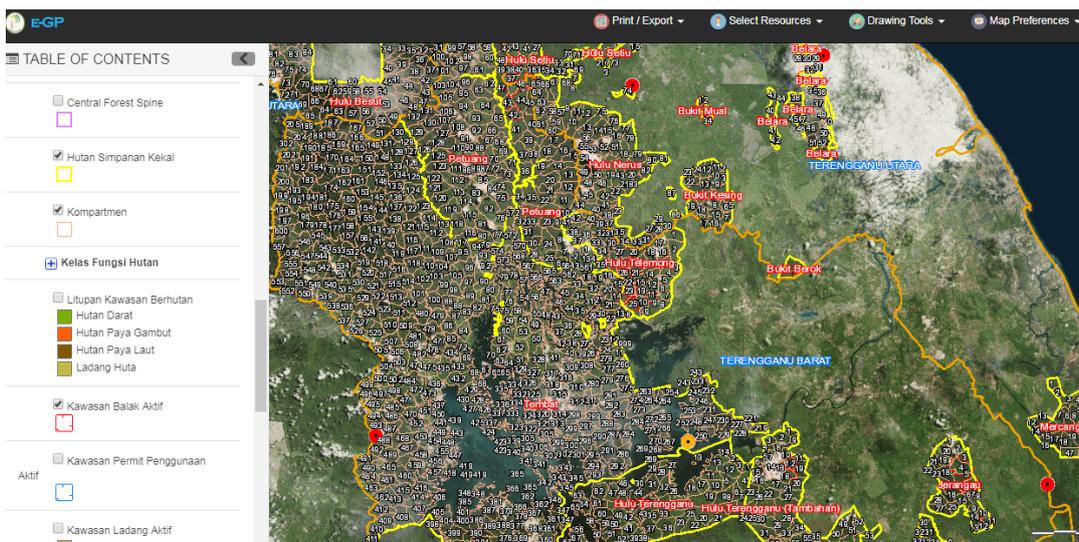


Figura 5. Interfaz de una aplicación forestal personalizada basada en SIG web desarrollada por Malasia, con las capas pertinentes adjuntas para el análisis de detección visual de cambios. Fuente: Malasia FRMS.

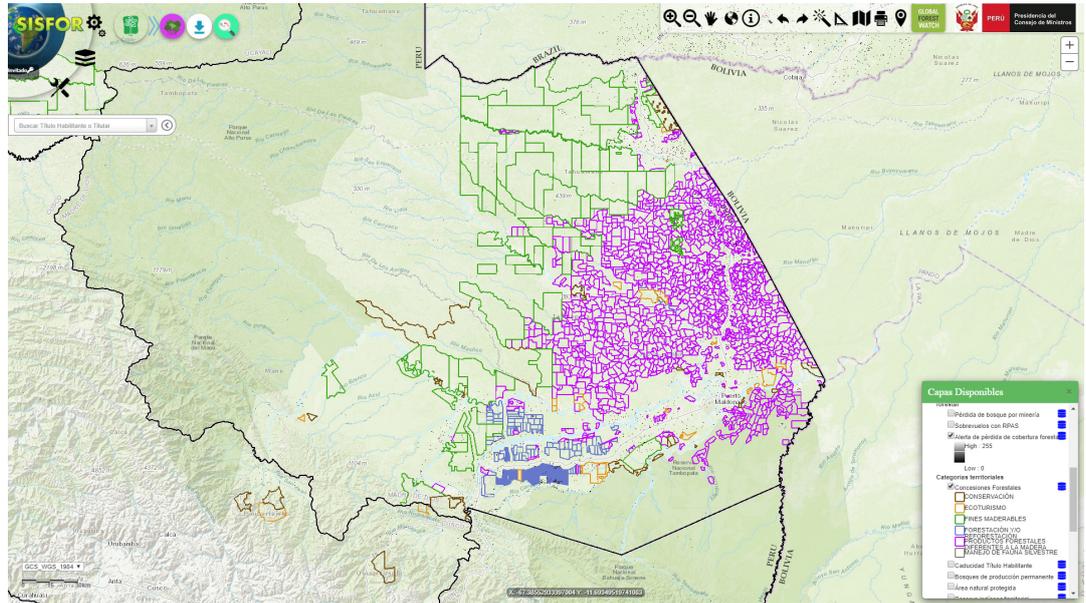


Figura 6. Plataforma SISFOR, combina información sobre las concesiones forestales y las alertas de pérdida de masa forestal. Fuente: <https://sisfor.osinfor.gob.pe/visor/>

Es fundamental para garantizar el éxito y sostenibilidad de los proyectos, tener un enfoque ganador con las comunidades locales, donde su participación les proporcione beneficios. Exitosos ejemplos de esto son los proyectos conducidos por pueblos indígenas y ONGs usando la plataforma del Global Forest Watch para la detección y monitoreo de pérdida en la cobertura forestal en México, Perú, Uganda e Indonesia, entre otras economías.



Figura 7. Comunidades indígenas peruanas participando en actividades de campo para la verificación de alertas de deforestación. Fuente: Ruth Noguera (WRI).

Aunque la conexión a Internet podría ser un factor limitante en áreas remotas, una opción factible para estas condiciones son soluciones híbridas que emplean el almacenamiento local de la información y la posterior conexión con una base de datos centralizada.

Recursos:

SISFOR, Geographic Information System of Forest and Wildlife Supervisions (Peru)
<https://sisfor.osinfor.gob.pe/visor/>

Global Forest Watch, Forest Monitoring Designed for Action
<https://blog.globalforestwatch.org/>

Forest Watcher, Mobile app to track and reduce tree cover loss
<https://forestwatcher.globalforestwatch.org/>

Forest Monitoring Using Remote Sensing (FMRS) (Malaysia)
<http://www.remotesensing.gov.my/portal/index.php>

4.1.4 Minimizar las fuentes de error y la detección de falsos positivos

La técnica de mosaico de imágenes (es decir, crear una escena basada en un set de pequeñas partes) puede ser la opción más apropiada para la generación de imágenes libres de nubes, dependiendo de la frecuencia de imágenes disponibles y el periodo de análisis. Opciones de filtro y máscara pueden ser aplicadas también para obtener productos lo más limpios posibles para la creación del mosaico.

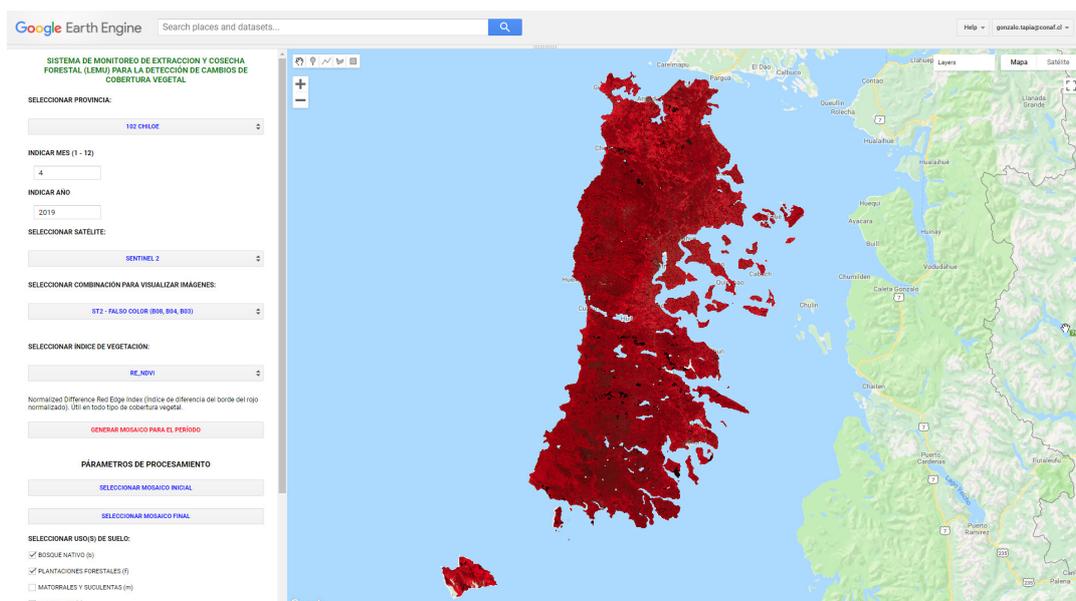


Figura 8. Mosaico libre de nubes de la Isla de Chiloé (Abril 2019, Chile), creado usando el Sistema de Monitoreo de Extracción y Cosecha Forestal (LEMU) e imágenes Sentinel 2. Fuente: CONAF (Chile).

Por otro lado, debido a sus propiedades de longitud de onda, los sensores SAR, (ej. ALOS, Radarsat, Sentinel 1) pueden penetrar a través de las nubes y evitar la “contaminación de la imagen” producida por estas o sus sombras proyectadas. Sin embargo, cambios en la humedad del suelo, o nevazones, que afecten la “rugosidad de la superficie” puede contaminar el análisis; por lo tanto su influencia siempre debe ser considerada.

La integración o fusión de técnicas de radar con imágenes ópticas del área de interés, usando métodos de teledetección, es una de las mejores alternativas para realzar la claridad de la imagen para su interpretación visual y análisis.

Recursos:

Global Forest Watch, Forest Monitoring Designed for Action
<https://www.globalforestwatch.org/>

JICA-JAXA, Forest Early Warning System in the Tropics (Japan)
<https://www.eorc.jaxa.jp/jifast/system.html>

4.2 Herramientas de Campo

En el contexto de este documento, herramientas de campo hace referencia a cualquier opción que permita la prevención o el combate de las actividades de tala ilegal directamente en el bosque, usando tecnologías o recursos humanos.

La disponibilidad de dispositivos móviles multipropósitos (ej. teléfonos inteligentes, RPAS, cámaras trampa, etc.) y la proliferación de conexión a internet hacia zonas rurales, ha beneficiado el uso de estas herramientas, proveyendo interconexión con bases de datos centralizadas para recibir información en tiempo real y así realizar validaciones in situ.

Por otro lado, sus principales dificultades están asociadas con la accesibilidad, condiciones climáticas, y la extensión del objeto a ser protegido.

4.2.1 RPAS son costo eficientes para la pre evaluación e inspección

Las aeronaves RPAS de bajo costo proporcionan una solución simple y práctica para la inspección de áreas donde los movimientos pedestres están restringidos debido a vegetación densa, topografía accidentada o condiciones de seguridad. También puede ofrecer en una sola operación, imágenes y videos en tiempo real, datos de elevación y nubes de puntos para el modelamiento 3D de los recursos. El costo de las más nuevas opciones de equipamiento de consumo pueden rondar los USD 1.500 a USD 2.000 por aeronave.



Figura 9. DJI Phantom 4, una opción de RPAS de bajo costo para la vigilancia y evaluación de los bosques. Fuente: CONAF (Chile).

En el modo de vuelo manual, estas aeronaves podrían revisar alrededor de 300 hectáreas por batería (20 - 25 minutos), mientras que en el modo grilla (es decir, usando patrones predefinidos para una posterior generación de ortomosaicos) y dependiendo de la sobreposición entre las rutas de vuelo, se podrían muestrear cerca de 50 hectáreas por misión.

Sin embargo, su uso está restringido debido a las condiciones atmosféricas y no es seguro usarlo con fuertes vientos o ráfagas, lluvia, alta humedad o niebla. Las temperaturas extremas y la baja presión atmosférica pueden también afectar el rendimiento de la batería, reduciendo su tiempo de vuelo drásticamente. Además, la altura máxima de vuelo y distancia al operador, también están limitadas por las regulaciones aeronáuticas en algunas economías (a 120 m y 500 m respectivamente).

A pesar de sus limitaciones, proporcionan una excelente opción para las inspecciones debido a su facilidad de uso, rango de visión y portabilidad. Por lo tanto, una apropiada etapa de planificación, rutas predefinidas y reemplazos de baterías son buenas prácticas para mejorar la eficiencia de estas herramientas.

Cada proveedor de RPAS incluye un software patentado para capturar imágenes y videos, y en complemento, existe un amplio catálogo de aplicaciones gratuitas disponibles en Android e IOS para realizar tales tareas (ej. *Pix4D Capture*, *Drone Deploy*, *Precision Flight*, etc.).

Aunque la mayoría de las alternativas para el procesamiento de imágenes de drones (es decir, creación de mosaicos, modelos digital de terreno o representaciones 3D) son software comerciales y basados en suscripciones, existe una opción llamada "OpenDroneMap", la cual es un proyecto de código abierto; por lo tanto, podría ser una alternativa asequible para las agencias gubernamentales.



Figura 10. Representación 3D de un rodal recientemente cosechado usando imágenes provenientes de RPAS y OpenDroneMap. Fuente: CONAF (Chile).

Además las imágenes capturadas por RPAS pueden ser usadas para estimar la altura y volumen del bosque, y adicionalmente, combinado con redes neuronales y algoritmos de inteligencia artificial, utilizarse para identificar árboles individuales y por lo tanto realizar censos.

Recursos:

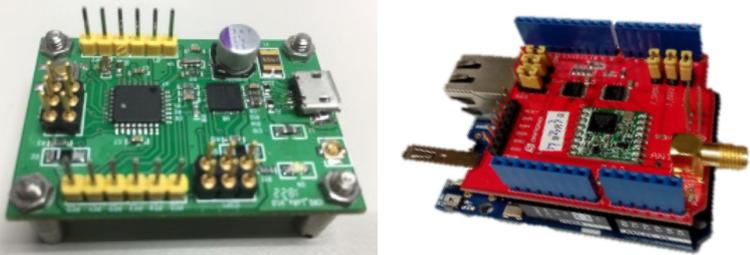
OpenDroneMap, Drone Mapping Software
<https://www.opendronemap.org/>

4.2.2 Tomar ventaja de soluciones asequibles a través del uso de IoT.

La Internet de las Cosas o IoT (es decir, la interconexión de dispositivos electrónicos a través de Internet) puede ser usado como un método de transmisión de información, empleando equipos asequibles y ampliamente disponibles (los módulos de transmisión cuestan entre USD 50 y USD 100). Esto podría ser particularmente útil en regiones remotas o montañosas, donde la accesibilidad, la vegetación y la topografía pueden interferir con el flujo de información.

Solución y especificaciones del equipamiento

Alarma IoT



- Frecuencia de operación : 868 MHz ~ 925 MHz
- Gran distancia (12 Km@63mW ; LOS)
- Modo repetidor: Retransmisión y Envío
- Bajo consumo (> 30 días de durabilidad [1])
- Función de activado automático
- Tasa de datos: 0.3~20 kbps
- Sensibilidad \leq -140 dBm

[1]En la condición de carga completa (6400 mAh) del dispositivo de poder y transmisión de señal cada 10 sec.

Figura 11. La especificación de los módulos de transmisión y recepción IoT inalámbricos. Fuente: Chinese Taipei Forestry Bureau.

Dispositivos como detectores de movimiento de personas, así como cámaras trampa y micrófonos -como productores de información-, e IoT y módulos de transmisión - como medio transmisor-, pueden ser combinados para hacer uso de esta eficiente tecnología.

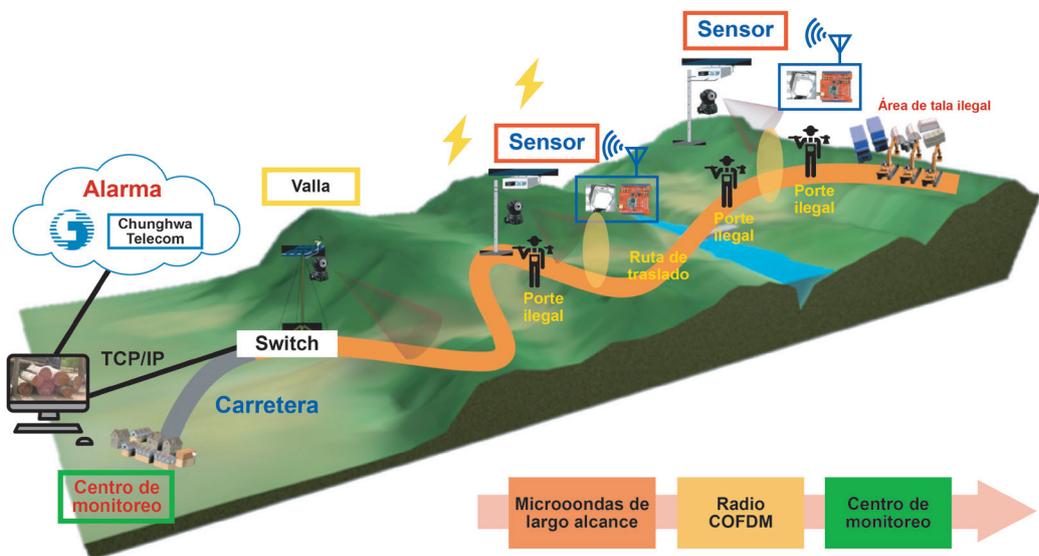


Figura 12. Escenario de la plataforma IoT para el monitoreo de la tala ilegal. Fuente: Chinese Taipei Forestry Bureau.

Recursos:

Forestry Bureau - Forest Land Management and Forest Protection (Chinese Taipei)
<https://www.forest.gov.tw/EN/0002670>

4.2.3 Empoderar y entrenar apropiadamente a los fiscalizadores forestales

El trabajo de campo llevado a cabo por los fiscalizadores forestales es el recurso final, y quizás, el más crucial para evaluar la legalidad en la extracción de madera y las actividades comerciales. Sin embargo, para proporcionar efectividad y sobretodo seguridad, sus acciones en el campo deben estar respaldadas por medios adecuados de planificación y despliegue. Además, sus deberes y autoridad deben ser establecidos y asegurados por ley, dándoles un adecuado marco legal para el correcto desempeño de sus labores.

En complemento, las sesiones de capacitación relacionadas con la legislación, la identificación de especies y madera, GPS y cartografía, entre otros; debe ser realizado periódicamente para construir capacidades y proporcionar nuevos conocimientos para nuevos fiscalizadores y veteranos, respectivamente.

Recursos:

LEI, Law Enforcement and Investigation (Estados Unidos)
<https://www.fs.fed.us/lei/index.php>

4.3 HERRAMIENTAS DE TRAZABILIDAD Y ORIGEN DE LA MADERA

Como lo define ISO, trazabilidad es *“la habilidad de rastrear el historial, la aplicación o la ubicación de una entidad por medio de registros”*. Cuando se relaciona con la producción de madera, implica la cosecha, el almacenamiento y el transporte de los productos para asegurar su origen legal².

En este contexto, la complejidad del proceso está mayormente asociada con los tipos de producto, etapas de producción, regulaciones internas y destino final (nacional o internacional).

4.3.1 Rastreo de los movimientos de la madera

El transporte de madera en la mayoría de las cadenas de suministro requiere una guía de despacho en papel que describa las especies, volumen, destino y origen de la madera transportada. La falsificación de las guías de despacho se ha convertido en una práctica habitual para legitimar el origen legal de la madera.

Generalmente, hay tres o cuatro movimientos de transporte: desde la concesión hasta el punto de exportación con dos puntos principales de transformación: desde el tronco a la madera aserrada, y desde la madera aserrada hasta el producto final.

Una herramienta online de rastreo de la madera utiliza una aplicación móvil para crear guías de despacho online, lo cual permite que la autoridad visualice los movimientos de la madera en tiempo real. Los registros de movimientos pueden ser usados para cotejar los volúmenes actuales cosechados versus los volúmenes autorizados en los permisos de corta. Factores de conversión en cada punto de transformación, y el uso de cálculos de balance de masa, proporcionan a las autoridades datos de los niveles de stock esperados que pueden ser verificados durante los controles en centros de acopio o en carreteras.

² Fuente: Laporte, J., Vandenhoute, M. (2016). Traceability A Management Tool for Enterprises and Governments. Programme FAO FLEGT, Technical Paper N°1. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.



Figura 13. Camión cargado con leña siendo auditado para garantizar la legalidad de la madera con el apoyo de dispositivos móviles. Fuente: CONAF (Chile)

Todo sistema que rastree movimientos de madera, debería enfocarse solamente en la recopilación de datos. El análisis de los datos posteriormente proporcionará una indicación de actividad ilegal. Intentar incorporar restricciones legales complica el desarrollo de tal sistema incrementando dramáticamente los costos y plazos de implementación.

4.3.2 Entender quién es el usuario final

Cada actor en la cadena de suministro de la madera juega un rol único desde los propietarios de las concesiones, a los aserraderos y exportadores por igual. Los exportadores sin embargo tienen la responsabilidad de demostrar la legalidad de la madera que están enviando a los mercados internacionales. Los exportadores tienen la influencia sobre sus proveedores, para asegurar que los registros de origen legal de la madera en la cadena de suministros se encuentren en orden.

El usuario final del sistema de trazabilidad es por lo tanto el exportador, todos los otros actores de la cadena de suministro son recopiladores de datos. La recopilación de datos es una tarea que ya se realiza con lápiz y papel; mediante la introducción de aplicaciones móviles sencillas la recopilación de datos sería más fácil, más confiable y auditable.

Recursos:

Elements Software Chile SpA, timber traceability systems
<https://www.elementsoftware.cl/>

4.4 HERRAMIENTAS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MADERA

La identificación de la madera por parte de los fiscalizadores forestales es crucial para los esfuerzos tanto nacionales como internacionales en el combate de la tala ilegal y el comercio asociado. Por lo tanto, la colaboración entre los fiscalizadores y los expertos en la identificación de la madera es clave.

Es un desafío global tener acceso a bases de datos de referencia, reforzando el intercambio de los repositorios existentes y desarrollando otros nuevos.

4.4.1 Opciones y alcances

Existen cuatro enfoques principales para la identificación de madera: visión artificial, anatómica, química, y herramientas de ADN. Muchos expertos reconocen que estos métodos son complementarios y pueden ser usados de forma integrada.

La identificación de especies madereras basadas en visión artificial, usa la inteligencia artificial para clasificar las especies a través de imágenes digitales de piezas/especímenes de madera. Así como con otras tecnologías, el sistema de visión artificial está entrenado y validado utilizando colecciones de madera referenciales revisadas científicamente. Se obtienen imágenes digitales de los especímenes desde la muestra, el modelo de aprendizaje profundo es entrenado con imágenes de madera y posteriormente es validado. Las ventajas de la visión artificial basada en la identificación de especies madereras son la portabilidad, el bajo costo operacional y de equipamiento, y la exactitud de la clasificación a nivel de especie.

Como ejemplo, el sistema basado en visión artificial llamado XyloTron tiene un costo de producción de alrededor de USD 2.300, con costos operativos casi despreciables. Con una base de datos de imágenes apropiada, la diferenciación de especies puede ser alcanzada, proporcionando a los fiscalizadores una opción práctica para su trabajo de campo. Actualmente, el desarrollador de XyloTron tiene una base de datos que permite una identificación robusta de 39 especies con un ajuste de validación del 98% a nivel de especie y se encuentra actualmente trabajando con varias economías para incrementar este número. Adicionalmente, el XyloTron estará vinculado a Arbor Harbor.

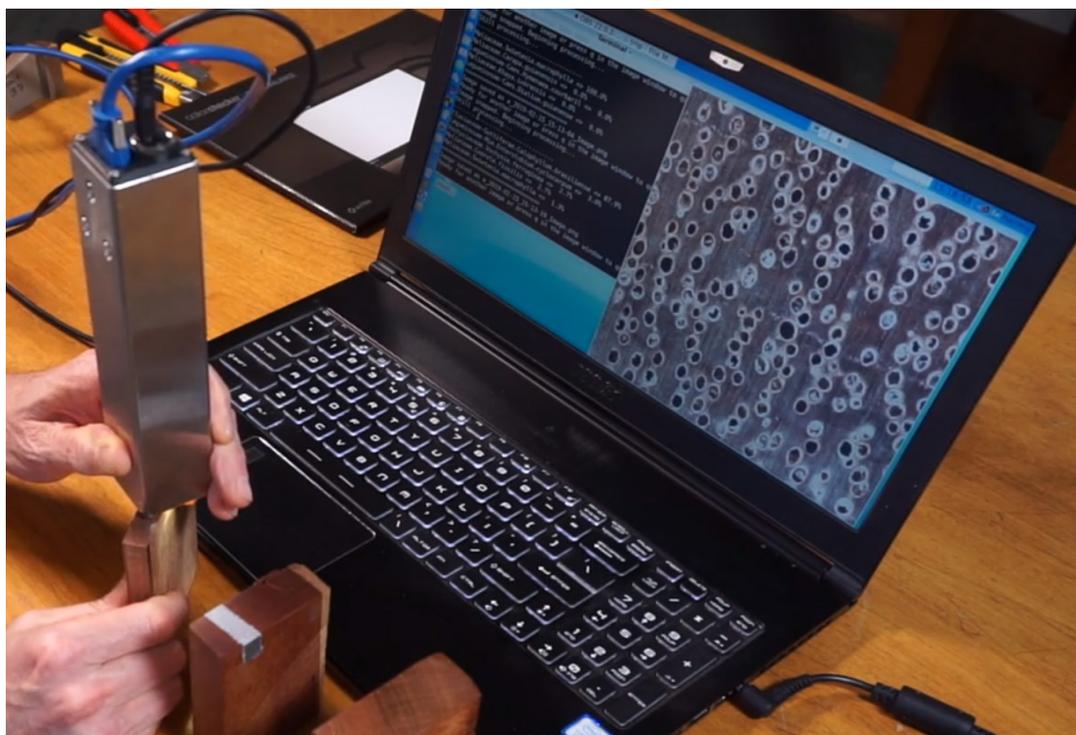


Figura 14. Ejemplo del uso del sistema basado en la visión artificial XyloTron, escaneando una sección transversal de una pieza de madera para su identificación. Fuente: <https://www.xylotron.org/index.html>

Las herramientas de anatomía comprenden un nivel macroscópico (lente de aumento de mano) o microscópico (microscopio), siendo el primero el más sencillo, pero también menos efectivo debido a la interpretación humana. Con la segunda opción, la muestra debe ser previamente obtenida, procesada, seccionada y luego almacenada, lo que implica un apropiado mantenimiento. Este método en el mejor de los casos permite tener certeza de identificación a nivel de género.



Figura 15. Muestra de madera para el curso de entrenamiento de identificación de madera. Fuente: Wood Collection, Chinese Academy of Forestry.

El análisis químico basado en espectrometría de masas utiliza una máquina que proporciona el perfil bioquímico de una pieza, polvo, o extracto de madera y luego lo compara con los datos de referencia para estimar la especie y la región geográfica de donde proviene la muestra. La tasa de éxito alcanzado con este método es más alta que el anterior, pero requiere de equipamiento de alto costo y de un repositorio de datos de gran detalle.

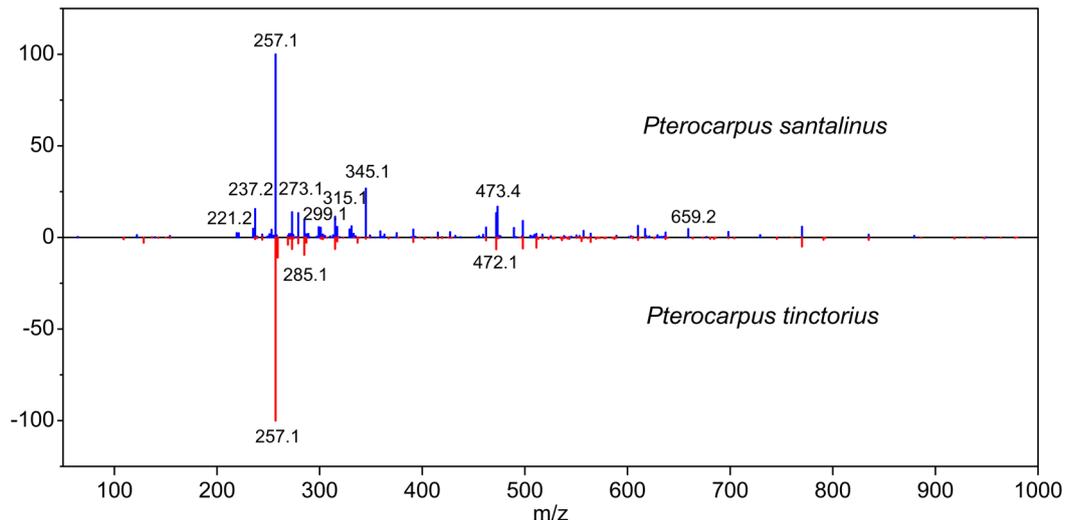


Figura 16. Análisis de discriminación del duramen en especies de *Pterocarpus*, usando análisis químicos basados en el método de espectrometría de masas³.

³ Fuente: Maomao Zhang, Guangjie Zhao, Bo Liu, Tuo He, Juan Guo, Xiaomei Jiang, Yafang Yin. Wood discrimination analyses of *Pterocarpus tinctorius* and endangered *Pterocarpus santalinus* using DART-FTICR-MS coupled with multivariate statistics. IAWA Journal, 2019, 40(1): 58-74.

Finalmente, cuando se usa ADN surgen tres desafíos diferentes: extraer el material genético de la muestra, encontrar un locus⁴ adecuado para la comparación, y al igual que en los métodos previamente mencionados, disponer de un apropiado repositorio de referencia. La identificación puede ser realizada mediante dos técnicas: código de barras que permita distinguir entre especie, que ha sido exitosamente aplicado para el cumplimiento de la ley en el listado-CITES de especies de *Pterocarpus* y *Guibourtia* en China; y huella digital, que permite una discriminación a nivel de individuo. La exactitud de este método es la más alta, pero también puede ser el más costoso pues depende de laboratorios especializados.

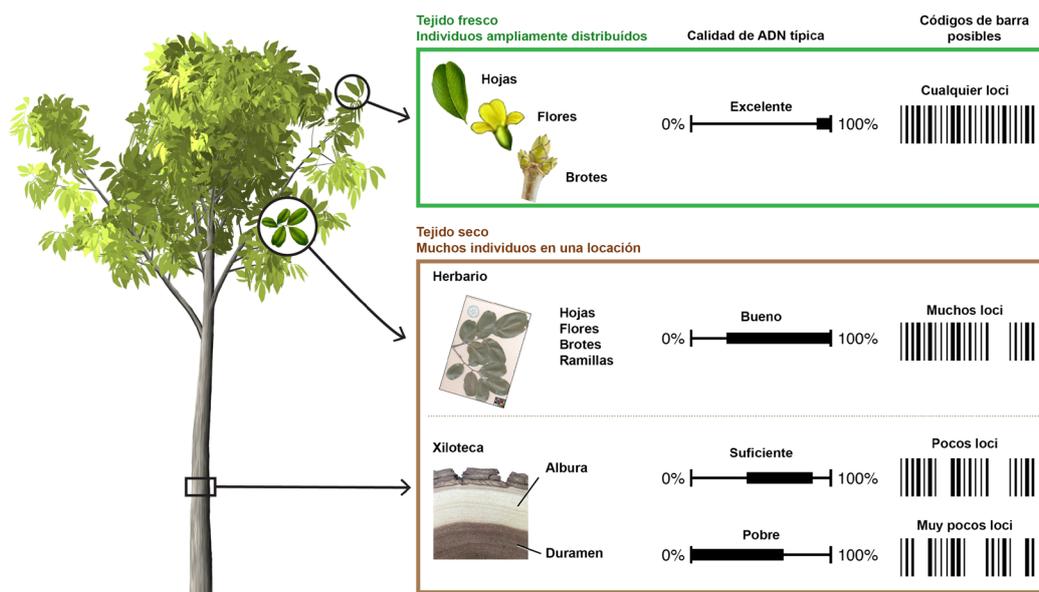


Figura 17. Representación esquemática de las potenciales fortalezas y debilidades del tejido fuente (fresco, herbario, xilar) para desarrollar bibliotecas referenciales de códigos de barra de ADN⁵

Recursos:

XyloTron, Field-deployable wood species identification (United States)

<http://xylotron.org/>

Arbor Harbor, A trees to trade reference system (United States)

<http://woodid.info/>

Best Practice Guide for Forensic Timber Identification

https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guide_Timber.pdf

4.4.2 La colaboración es clave

La creación y mantenimiento de bases de datos de madera para la identificación anatómica, química o de ADN, es costoso y consume mucho tiempo. Fomentar la colaboración y el intercambio de información disponible podría beneficiar a todas las economías involucradas en el proceso de intercambio de productos madereros.

Cuando se alcancen los medios adecuados de comunicación y colaboración, la duplicación de esfuerzos podría ser casi eliminada, permitiendo a las economías asignar fondos para intereses comunes y nuevas investigaciones.

Recursos:

Global Timber Tracking Network (GTTN),

<https://globaltimbertrackingnetwork.org/>

International Association of Wood Anatomists (IAWA)

<http://www.iawa-website.org/>

⁴ Posición del cromosoma donde se localiza una secuencia ADN en particular.

⁵ Fuente: Jiao, L., Yu, M., Wiedenhoef, A. C., He, T., Li, J., Liu, B., Jiang, X., Yin, Y. (2018). DNA barcode authentication and library development for the wood of six commercial *Pterocarpus* species: the critical role of Xylarium specimens. Scientific reports, 8:1945. doi:10.1038/s41598-018-20381-6.

Capítulo 05.

ACRÓNIMOS

05

5. ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|---|
| ALOS | Satélite Avanzado de Observación de la Tierra (Advanced Land Observing Satellite) |
| APEC | Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (Asia-Pacific Economic Cooperation) |
| CONAF | Corporación Nacional Forestal |
| ADN | Ácido Desoxirribonucleico |
| SIG | Sistema de Información Geográfico |
| GLAD | Global Land Analysis & Discovery |
| ILAT | Tala Ilegal y Comercio Asociado (Illegal Logging and Associated Trade) |
| INTERPOL | Organización Internacional de Policía Criminal |
| JICA | Agencia Internacional de Cooperación del Japón (Japan International Cooperation Agency) |
| JAXA | Agencia de Exploración Espacial del Japón (Japan Aerospace Exploration Agency) |
| LIDAR | Light Detection and Ranging |
| MODIS | Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) |
| ONG | Organización No Gubernamental |
| NIR | Infrarrojo cercano (Near Infrared) |
| SAR | Radar de Apertura Sintética (Synthetic Aperture Radar) |
| SWIR | Infrarrojo de Onda Corta (Short-Wave Infrared) |
| USDA | Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture) |
| RPAS | Sistemas de Aeronave Pilotada Remotamente (Remotely Piloted Aircraft Systems) |





**Asia-Pacific
Economic Cooperation**

©2019 APEC Secretariat

APEC#219-ES-01.1 - ISBN 978-981-14-3386-3

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) Secretariat

35 Heng Mui Keng Terrace

Singapore 119616

Tel : 68919623

Fax : 68919690

Singapore

www.apec.org

National Forestry Service (CONAF)

Chile

www.conaf.cl