



SOCIEDAD  
PERUANA DE  
ECODESARROLLO

LABORATORIO DE  
TELEDETECCIÓN APLICADA Y SIG



Sociedad Peruana de Ecodesarrollo  
Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG –  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad Nacional Agraria La Molina.

# MONITOREO DE LA DEFORESTACIÓN POR MONOCULTIVOS AGROINDUSTRIALES EN LA AMAZONÍA PERUANA

## PARTE I

---

Elaborado por:

Víctor Barrena  
Ethel Rubín De Celis  
Roxana Guillén  
Blanca Ponce  
Eduardo O'Brien  
Johnny Huamaní  
José Fernández

---

Lima, Setiembre 2014

El presente Informe ha sido elaborado por el Laboratorio de y Teledetección Aplicada y SIG de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y la Sociedad Peruana de Ecodesarrollo – SPDE.

**Equipo Técnico:**

Víctor Barrena  
Ethel Rubín De Celis  
Roxana Guillén  
Blanca Ponce  
Eduardo O’Brien  
Johnny Huamaní  
José Fernández

**Con el apoyo de:**

Ing. Lucila Pautrat Oyarzún  
Directora Ejecutiva de la SPDE

Guillermo Cubillas  
Técnico Informático de la SPDE

**Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG de la Facultad de Ciencias Forestales – UNALM**

Av. La Universidad s/n La Molina  
Lima - Perú. Teléfono 614-7800 anexo 232

**Sociedad Peruana de Ecodesarrollo**

Jr. Pablo Bermúdez 375 – Jesús María  
Lima – Perú. Telefax: (+511) 424-9318  
E-mail: [spde@spdecodesarrollo.org](mailto:spde@spdecodesarrollo.org)  
[www.spdecodesarrollo.org](http://www.spdecodesarrollo.org)

# MONITOREO DE LA DEFORESTACIÓN POR MONOCULTIVOS AGROINDUSTRIALES EN LA AMAZONÍA PERUANA

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>PARTE I</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>9</b>
1.1 LA PALMA ACEITERA .....	9
<i>Usos</i> .....	10
<i>Comercialización</i> .....	10
<i>Distribución en el Perú</i> .....	11
1.2 LA DEFORESTACIÓN .....	12
<i>La deforestación en la Amazonía peruana</i> .....	13
<i>Evaluación de la deforestación en el Perú</i> .....	13
1.3 LA DEFORESTACIÓN Y LAS PLANTACIONES DE PALMA ACEITERA .....	14
<i>Efectos de la deforestación</i> .....	15
1.4 LOS BOSQUES SECUNDARIOS .....	16
<i>Definición</i> .....	17
<i>Dinámica de bosques secundarios</i> .....	18
<i>Clasificación de bosques secundarios</i> .....	19
<i>Importancia de los bosques secundarios</i> .....	21
<b>2 CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TIPOS DE BOSQUES EN LAS REGIONES DE LORETO, UCAYALI Y SAN MARTÍN</b> .....	<b>23</b>
2.1 IMÁGENES DE SATÉLITE UTILIZADAS .....	23
2.2 PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE .....	26
2.3 INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE .....	27
<i>Interpretación de los tipos de bosque</i> .....	28
<i>Interpretación de los usos de la tierra</i> .....	36
2.4 ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TIPO DE BOSQUES .....	41
2.5 RESULTADOS .....	42
<i>Región San Martín</i> .....	42
<i>Región Ucayali</i> .....	45
<i>Región Loreto</i> .....	50
<i>Total en las tres regiones</i> .....	54
2.6 COMENTARIOS GENERALES .....	61
<b>3 ANÁLISIS MULTI-TEMPORAL DE LA DEFORESTACIÓN EN LOS DISTRITOS DE FERNANDO LORES (LORETO) Y NUEVA REQUENA (UCAYALI)</b> .....	<b>62</b>
3.1 IMÁGENES DE SATÉLITE UTILIZADAS .....	62
3.2 PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE .....	64
<i>Preparación de las imágenes</i> .....	64
<i>Análisis de cambio</i> .....	66
3.3 RESULTADOS .....	70

<i>Distrito de Nueva Requena, Ucayali</i> .....	70
<i>Distrito de Fernando Lores, Loreto</i> .....	72
<i>Plantaciones de Palma aceitera en los distritos de Nueva Requena y Fernando Lores</i> .....	74
3.4 COMENTARIOS GENERALES.....	77

## **Cuadros**

Cuadro 1. Imágenes Landsat 5 trabajadas .....	24
Cuadro 2 Tipos de bosque presentes en el área de estudio (según MINAM, 2012).....	30
Cuadro 3 Clases de usos de la tierra .....	36
Cuadro 4 Superficie de los bosques y de las áreas antrópicas de San Martín.....	42
Cuadro 5 Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en San Martín .....	44
Cuadro 6 Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en San Martín .....	44
Cuadro 7 Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en San Martín .....	45
Cuadro 8 Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en San Martín .....	45
Cuadro 9 Superficies con actividad antrópica por tipo de bosque. Región San Martín .....	45
Cuadro 10 Superficie de bosques y de áreas antrópicas de Ucayali.....	46
Cuadro 11 Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en Ucayali .....	48
Cuadro 12 Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali .....	48
Cuadro 13 Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali .....	49
Cuadro 14 Superficies deforestadas para agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali.....	49
Cuadro 15 Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en Ucayali .....	49
Cuadro 16 Superficie de actividades antrópicas por tipo de bosque. Región Ucayali .....	50
Cuadro 17 Superficie de bosques y de áreas antrópicas de Loreto .....	50
Cuadro 18 Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en Loreto.....	52
Cuadro 19 Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto.....	52
Cuadro 20 Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto.....	52
Cuadro 21 Superficies deforestadas para agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto .....	53
Cuadro 22 Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en Loreto.....	53
Cuadro 23 Superficie de la Actividad antrópica por tipo de bosque. Región Loreto .....	54
Cuadro 24 Superficie de bosques y área antrópica en las tres regiones.....	56
Cuadro 25 Superficie de área urbana por tipo de bosque en las tres regiones.....	58
Cuadro 26 Superficie de agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones.....	58
Cuadro 27 Superficie de pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones.....	59
Cuadro 28 Superficie de agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones .....	59
Cuadro 29 Superficie de plantaciones de palma aceitera por tipo de bosques en las tres regiones.....	60

Cuadro 30 Imágenes utilizadas en el análisis multi-temporal .....	62
Cuadro 31 Error acumulado en el proceso de referenciación de las imágenes .....	65
Cuadro 32 Clases de cambio para cada imagen .....	68
Cuadro 33 Resultado de los cambios 2010 – 2013. Distrito de Nueva Requena, Ucayali .....	70
Cuadro 34 Resultado de los cambios 2006 – 2013. Distrito de Fernando Lores, Loreto .....	72

## Figuras

Figura 1 Mosaico de las imágenes Landsat que cubren el área de estudio.....	25
Figura 2 Ejemplo de realce por ecualización de histograma. Antes (imagen superior) y después de realce (imagen inferior). Combinación 5, 4, 3.....	27
Figura 3 Ejemplo de visualización de una imagen con combinaciones de bandas diferentes.....	28
Figura 4 Ejemplo de la combinación de bandas 5, 5, 3 para la mejor interpretación de la clase Aguajales y pantanos .....	29
Figura 5 Área cubierta de nubes. Ejemplo del resultado del uso del GDEM para delimitar tipo de bosque .....	29
Figura 6 Ejemplo de combinación de bandas 5, 5, 1 para interpretar aguajales.....	31
Figura 7 Ejemplo de combinación de bandas 5, 4, 3 en la interpretación de aguajales.....	31
Figura 8 Ejemplo de bosque de terrazas bajas y medias.....	32
Figura 9 Ejemplo de Bosque de Terrazas altas .....	33
<b>Figura 10</b> Ejemplo de bosque de colinas bajas y lomadas .....	34
Figura 11 Ejemplo de bosque de colinas altas.....	34
Figura 12 Ejemplo del bosque de montaña.....	35
Figura 13 Área urbana .....	37
Figura 14 Agricultura – bosques secundarios .....	37
Figura 15 Pastizales – bosques secundarios.....	38
Figura 16 Agricultura – pastizales –bosques secundarios.....	39
Figura 17 Plantaciones de palma aceitera.....	40
Figura 18 Plantaciones de palma aceitera de pequeña superficie. Combinación 4,5,7.....	40
Figura 19 Mapa del Estado de conservación y tipos de bosque de San Martín.....	43
Figura 20 Mapa del Estado de conservación de conservación y tipos de bosque de Ucayali .....	47
Figura 21 Mapa del Estado de conservación de conservación y tipos de bosque de la región Loreto .....	51
Figura 22 Mapa del Estado de conservación y tipos de bosque de las regiones San Martín, Ucayali y Loreto.....	55
Figura 23 Distrito de Nueva Requena, Ucayali .....	63
Figura 24 Distrito de Fernando Lores, Provincia de Maynas, Loreto.....	63
Figura 25 Secuencia de unión de bandas espectrales de las imágenes del año 2 .....	64
Figura 26 Proceso de Referenciación de imágenes satelitales del año 2.....	65
Figura 27 Unión de imágenes año 1 y año 2. Imagen 007-066 .....	66
Figura 28 Unión de imágenes año 1 y año 2. Imagen 006-063.....	66
Figura 29 Generación de áreas de entrenamiento en las imágenes del año 1 y del año 2. Imagen 007-066.....	67
Figura 30 Generación de áreas de entrenamiento en las imágenes del año 1 y del año 2. Imagen 006-063.....	67
Figura 31 Generación de árboles de decisión por medio del software SEE5/C5.....	68

Figura 32 Distrito de Nueva Requena, Ucayali. Imagen 2010 (izq.). Resultado de la clasificación de cambio (der.).....	70
Figura 33 Mapa de clasificación de cambio 2010 – 2013. Distrito de Nueva Requena, Ucayali .....	71
Figura 34 Distrito de Fernando Lores, Loreto. Imagen 2006 (izq.). Resultado de la clasificación de cambio (der.).....	72
Figura 35 Mapa de clasificación de cambio 2006 – 2013. Distrito de Fernando Lores, Loreto .....	73
Figura 36 Plantaciones de Palma y Tipo de Bosque del distrito de Nueva Requena, Ucayali.....	74
Figura 37 Plantaciones de Palma y tipo de Bosque del distrito de Fernando Lores, Loreto.....	75
Figura 38 Acercamiento de las Plantaciones de Palma. Distrito de Nueva Requena, Ucayali.....	76
Figura 39 Acercamiento de las Plantaciones de Palma. Distrito de Fernando Lores, Loreto .....	76

## MONITOREO DE LA DEFORESTACIÓN POR MONOCULTIVOS AGROINDUSTRIALES EN LA AMAZONÍA PERUANA

### INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las actividades técnicas desarrolladas en el marco del Convenio de Investigación en Monitoreo de la Deforestación por Monocultivos Agroindustriales en la Amazonía Peruana, entre la Sociedad Peruana de Ecodesarrollo (SPDE) y la Fundación para el Desarrollo Agrario (FDA).

La finalidad de este convenio es: “... *aunar esfuerzos para:*

- *Llevar a cabo proyectos de investigación científica sobre el monitoreo de cambios de uso de tierras forestales y de protección que origen deforestación en la Amazonía peruana.*
- *Llevar a cabo proyectos de investigación científica sobre el monitoreo de las solicitudes de adjudicación de áreas boscosas, tierras forestales y tierras de protección para la instalación de proyectos agroindustriales y/o agroenergéticos en la Amazonía peruana y su posible superposición con otros derechos de uso.”*

Así, la deforestación analizada corresponde a cultivos agroenergéticos, particularmente a la ocasionada por los cultivos de palma aceitera.

Las actividades desarrolladas en el marco de este convenio han sido ejecutadas por el equipo profesional del Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG (LTA) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los resultados del convenio son:

1. Desarrollar un análisis multi-temporal de la deforestación en las localidades de:
  - Tamshiyacu (Distrito de Fernando Loes, Provincia de Maynas, Región Loreto),
  - Bajo Rayal y Curimaná (Distrito de Campo Verde, Nueva Requena, Región Ucayali)
2. Caracterizar el estado de conservación y tipos de bosques en las regiones de Loreto, Ucayali y San Martín.
3. Mapear la distribución de los cultivos de *Elaeis guineensis* y otros cultivos agroenergéticos y/o agroindustriales en las regiones de Loreto, Ucayali y San Martín.
4. Mapear la distribución de las solicitudes de adjudicación de tierras para la instalación de monocultivos y proyectos agroenergéticos y/o agroindustriales en las regiones de Loreto, Ucayali y San Martín.
5. Identificar posibles sobreposiciones con Bosques de Producción Permanente, Áreas Naturales Protegidas, Tierras Indígenas, o Ecosistemas frágiles.

Debido a que los temas tratados presentan características diferentes en cuanto a tipo de información, aplicación de metodologías, métodos de análisis y para una mejor presentación y comprensión, el presente informe ha sido dividido en dos partes

Así, en el Capítulo 1 de la Parte I se presenta de manera sucinta los principales antecedentes considerados a los temas desarrollados en el informe: Características generales de la palma aceitera, Caracterización y Evaluación de la deforestación en el Perú, Relación entre la deforestación y las plantaciones de palma aceitera y, finalmente, una conceptualización de los bosques secundarios. Los resultados 1 y 2 se presentan en los Capítulos 3 y 2 respectivamente La Parte II está referida al manejo y análisis de información georeferenciada disponible y al análisis espacial sobre la distribución de las plantaciones agroenergéticas, de las solicitudes de adjudicación de tierras para realizar estas plantaciones, así como también de las sobreposiciones que pudieran existir con otros derechos de uso u otras categorías de tenencia de la tierra.

El personal del Laboratorio de Teledetección Aplicada y SIG que participó en las actividades del presente informe fue el siguiente: Ing. For. Víctor Barrena, Ing. For. Ethel Rubín de Celis, Bach. For. Roxana Guillén, Bach. For. Blanca Ponce, Bach. For. Eduardo O'Brien, Téc. en Geomática Johnny Huamaní y el Sr. José Fernández.

## PARTE I

### 1 Antecedentes

#### 1.1 La Palma aceitera

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*), conocida también como palma africana de aceite o palma africana, es una planta tropical propia de climas cálidos que se desarrolla hasta los 500 m.s.n.m. Su introducción en América tropical se atribuye a los colonizadores y comerciantes portugueses, que la usaban como parte de la dieta alimentaria de los esclavos en el Brasil (FAO, 2006).

Según el Estado Zulia (s/f) la palma aceitera se distribuye hasta los 15º de latitud norte y sur, en zonas que presentan temperaturas mensuales entre 25 ° C a 28 ° C en promedio, precipitaciones entre 1 800 a 2 200 mm, entre otros factores climáticos determinantes. La palma aceitera es favorecida por suelos profundos, sueltos y con buen drenaje. En general, las buenas características físicas, textura y estructura, son preferibles al nivel de fertilidad. Prefiere suelos bajos en acidez (pH = 4). Aunque puede plantarse con éxito en terrenos de colinas, con pendientes mayores de 20º, se prefieren los planos o ligeramente ondulados, con pendientes no mayores de 15º. En éste tipo de terrenos disminuyen los costos de establecimientos y de cosecha, así como los riesgos de erosión.

La palma se clasifica en variedades que se caracterizan principalmente por la forma, el color, la composición del fruto, y la forma de la hoja (FAO, 2006). Su producción se inicia a los 3 años de sembrado, produciendo comercialmente durante 25 años. Su mejor producción se da entre los 8 a 10 años, para luego estabilizarse (DGCA, 2012).

La palma aceitera permite obtener dos subproductos atractivos en los mercados: el aceite puro de palma y el palmiste. Del primer producto se alcanza un rendimiento entre 16 a 24% de extracción por hectárea y 3,5% en el caso del palmiste, insumo especial que sirve para la elaboración de aceites especiales utilizados por la industria cosmética. (DGCA, 2012).

Dentro de los cultivos de semillas oleaginosas es el que produce mayor cantidad de aceite por hectárea. Se estima una producción de tres mil millones de toneladas métricas en el mundo. Los principales países productores son: Malasia, Nigeria, Indonesia, Zaire, Costa de Marfil, y otros países africanos y sudamericanos (Estado Zulia, s/f).

Según la DGCA (2012) puede rendir de 3 a 5 t/ha de ACP (Aceite Crudo de Palma) y produce 600 a 1000 kg de aceite de palmiste; su rendimiento es 10 veces superior a la soya.

## Usos

Según FAO (2006), la palma aceitera genera una gran variedad de productos, los cuales se utilizan en la alimentación y la industria.

**Uso Agro Industrial:** Tanto el aceite de pulpa como el de almendra se emplean para producir margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina, y también jabones. El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta, velas, entre otros. Se usa también en la industria textil y de cuero, en la laminación de acero y aluminio, así como en la producción de ácidos grasos y vitamina A.

Del fruto de la palma se extrae el aceite crudo y la nuez o almendra mediante procesos mecánicos y térmicos. Estos productos se incorporan luego a otros procesos para su fraccionamiento o la obtención de otros productos finales.

El aceite de palma es una materia prima que se utiliza en la fabricación de jabones y detergentes, grasas lubricantes y secadores metálicos, destinados a la producción de pintura, barnices y tintas.

**Usos Comestibles:** actualmente, el aceite de palma es el segundo aceite más consumido en el mundo, se emplea como aceite de cocina, para elaborar productos de panadería, pastelería, confitería, heladería, sopas instantáneas, salsas, diversos platos congelados, deshidratados y cremas no lácteas para mezclar con el café. El contenido de sólidos grasos del aceite de palma le da a algunos productos como margarinas de consistencia sólida /semisólida que no tienen necesidad de hidrogenación.

**Subproductos sólidos:** los subproductos sólidos generados durante el proceso de extracción son de gran importancia por su composición, siendo utilizados como bioabonos o como biocombustibles. Se estima que el 9,6 a 13 % de un racimo puede ser convertido en combustibles.

Por otro lado, diversas investigaciones identifican posibles usos alternativos que se le puede dar a la biomasa de diferentes partes de la palma aceitera a los ya mencionados. Por ejemplo Wan Asma *et al.* (2012) presenta las investigaciones hechas por el Forest Research Institute de Malaysia en los últimos años, donde se han desarrollado diferentes tipos de muebles, tableros de partículas (composites MDF), tableros contrachapados, diferentes tipos de pisos, productos químicos, pulpa para papel y cartones, geomembranas impermeables, compost, mulch y parte de la dieta de rumiantes.

## Comercialización

En el mundo se comercializan anualmente alrededor de 35 millones de toneladas de aceite de palma. Los principales países exportadores son Malasia, Indonesia y Tailandia contribuyendo con el 90% de la oferta mundial. En América, los principales países exportadores son Colombia, Ecuador y Costa Rica. Durante el año 2008, los países importadores estuvieron más diversificados. El 67% de las importaciones correspondieron a países en desarrollo y a la Unión Europea, alrededor del 18% a EEUU, y 15% a China. Se estima un incremento del consumo de palma mayor que el de la soya para los próximos 10 años, principalmente por parte de China, India y Países Bajos con relación a países en desarrollo, EEUU y Europa (DGCA, 2012).

El comercio internacional de aceites vegetales ha ido aumentando en forma sostenida durante los últimos 10 años, con aceite de soja y aceite de palma que representan en la actualidad

aproximadamente el 85% de las exportaciones mundiales. Alrededor del 10% del consumo global de aceites vegetales se utilizaron para biocombustibles en 2009, en comparación con el 1% en 2000, aunque algunos estiman que actualmente esta proporción llega entre 20% a 40%. El tamaño del mercado de los usos no alimenticios de aceites vegetales para propósitos farmacéuticos e industriales es similar que el mercado de los biocombustibles (Johnson *et al.*, 2012).

A nivel global el cultivo de la palma ha crecido de 1 550 000 ha, en 1980, hasta aproximadamente 13 000 000 ha en 2010. Indonesia es el país con mayor producción de aceite de palma y representa el 48% de la producción mundial (DGCA, 2012).

### *Distribución en el Perú*

La producción de palma aceitera fue declarada de interés nacional por el Estado peruano en el 2000, generando mayor interés en las grandes inversiones (Ninahuanca, 2014) particularmente en la obtención de energía puesto que la actual política energética del Perú tiende a diversificar la matriz energética, mediante el desarrollo de las fuentes primarias disponibles en el país, a fin de reducir el consumo de productos importados, principalmente el Diesel (DGEE, 2013).

El Plan Nacional de Promoción de la Palma Aceitera (Unidad de Desarrollo de la Amazonía, 2001), estima que el área potencial para cultivar palma aceitera en la selva peruana es de 1 135 000 ha. Sin embargo, el Informe Técnico N° 35-2013-AG-DVM-DGAAA-DERN-66728-131 de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego sostiene que dicho sector *“no cuenta con un Catastro de Tierras ni ha identificado las tierras deforestadas para la instalación de cultivos agroenergéticos”*. Adicionalmente, el Oficio N° 0777-2013-AG-SEGMA-UGD de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego señala que conforme a lo indicado mediante Decreto Supremo N° 015-2000-AG, solo cuentan con un Mapa de Tierras con aptitud para cultivo de Palma Aceitera actualizado al 2001, a escala 1: 2'000,000, y por tanto es considerado un documento *“de carácter general, preparado para dar una idea aproximada de la ubicación de las tierras con aptitud para este cultivo a nivel nacional”*, corroborando que el MINAG no cuenta con estudios de suelos detallados para la implementación de monocultivos de Palma aceitera, pese a lo cual viene promoviendo su instalación en áreas boscosas.

De otro lado, la Dirección General de Competitividad Agraria del MINAGRI (2012) sostiene que el área sembrada de la palma en la selva es de 57 752 ha ubicadas en las regiones de San Martín (49%), Ucayali (26%), Loreto (23%) y Huánuco (2%)

En la región Loreto el Grupo Romero viene promoviendo un proyecto de palma aceitera conocido como Palmas del Shanusi, cuya planta de extracción de aceite crudo se inauguró el 2012 (DGCA, 2012).

Ninahuanca (2014) afirma que en la actualidad hay 60 000 ha de palma aceitera instaladas en San Martín, Ucayali, Loreto y Huánuco, de las cuales el 90% se concentra en San Martín y Ucayali, y el 10% en Loreto y Huánuco, de las cuales el 60% del área cultivada corresponde a medianos y pequeños agricultores.

---

<sup>1</sup> Memorando N° 467-2013-AG-DVM-DGAAA-DERN-66728-13, anexos al Oficio N° 0776-2013-AGSEGMA-UGD, de fecha 06 de junio de 2013.

## 1.2 La Deforestación

Para entender el impacto que representa la deforestación, Foley (2014) afirma que en el mundo ya se ha talado una superficie casi igual Suramérica para dedicarlos a cultivos agrícolas, mientras que se ha talado una extensión aproximada al tamaño de África para criar ganado.

La FAO (2010) define a la deforestación como la conversión de los bosques a otro tipo de uso de la tierra o la reducción de la cobertura de copa, a menos del límite del 10 %. Añade Lanly (2003) que no es posible definir a la deforestación sin hacer referencia a la utilización del suelo, mientras que Ressources Naturelles Canada (2014) precisa que deforestación es la eliminación permanente de la cobertura forestal de un área y la conversión de estas tierras forestales a otros tipos de usos como consecuencia directa de las actividades humanas. Comprende áreas de bosque convertidas a la agricultura, pasto, reservas de aguas y áreas urbanas.

Por su lado, Martin (2008) añade que el término deforestación indica un cambio en el uso de la tierra, que de forestal pasa a ser no forestal (urbano, agrícola, etc.) y que es preciso diferenciarla de la corta de árboles o bosques bajo manejo.

FAO (2010) añade que no se considera deforestación las áreas bajo aprovechamiento forestal, en donde se espera que el bosque se regenere de manera natural o con la ayuda de técnicas silvícolas. A menos que la extracción represente una perturbación continua, los bosques, por lo general, se regeneran aunque a menudo con una condición diferente, es decir secundaria.

Por otro lado, donde ha habido deforestación por agricultura migratoria, los bosques, el barbecho forestal y las tierras agrícolas se distribuyen en un patrón dinámico, en donde la deforestación y el bosque en regeneración a menudo ocurren en islotes pequeños. La deforestación incluye las áreas en donde, luego del disturbio, el bosque no puede albergar una cobertura de copa superior al umbral del 10% (FAO, 2010).

Por su parte, siguiendo los Acuerdos de Marrakech (UNFCCC, 2012), CCMP *et al.* (2010) precisa que deforestación es la conversión de tierras boscosas en tierras no forestales por actividad humana directa. Además indica que los principales factores causantes de la rápida deforestación son los siguientes:

- La agricultura industrial, por ejemplo la producción de soya y de aceite de palma, así como la ganadería;
- La explotación forestal industrial causada por la demanda internacional de maderas,
- La pobreza y presión demográfica debido a que las personas van buscando tierras agrícolas, leña y materiales de construcción;
- El desarrollo de infraestructura, especialmente carreteras, actividades mineras y represas.

---

### *La deforestación en la Amazonía peruana.*

El mayor impacto del cambio de uso del suelo en el territorio nacional se ha producido en sectores de selva alta y selva baja de la Amazonía, debido a la sustitución del bosque natural por áreas agropecuarias.

La deforestación tropical en el país se mantuvo en un nivel incipiente hasta la mitad del siglo pasado. A partir de entonces se abrieron carreteras de penetración y, coincidentemente, se aceleró el crecimiento demográfico. El Estado promovió programas de asentamientos para “colonizar” la selva, aunque muchos otros asentamientos se originaron de manera “espontánea” por migrantes a lo largo de las carreteras como la Marginal de la Selva. Ello propició la destrucción de extensas zonas forestales por agricultores emigrantes que aún aplican el proceso de rozo-tumba-quema del bosque para abrir nuevas chacras.

Aunque han existido proyectos ganaderos o de cultivos industriales cuya instalación demandó desbrozar de una sola vez áreas extensas de bosque, en el país la deforestación a causa de la agricultura migratoria ha tenido un carácter predominante. Los estudios con imágenes del satélite NOAA llevados a cabo por el LTA entre 1999 y 2000 confirman la acentuada tendencia a la deforestación en zonas contiguas a las carreteras (Barrena *et al.*, 1999).

La quema de biomasa en la agricultura y en los bosques es especialmente perniciosa porque además de liberar dióxido de carbono, disminuye la capacidad de capturar el carbono mediante la fotosíntesis.

La deforestación trae consigo, no solo la pérdida de biomasa y de madera sino que también afecta al hábitat de especies de Fauna Silvestre, a la biodiversidad, disminuye el abastecimiento de alimentos de primera necesidad para poblaciones nativas; y afecta a los flujos de agua y de carbono.

INRENA (2002), indica que la degradación o eliminación de los ecosistemas naturales de bosques tropicales en la región amazónica sudamericana, y específicamente en el Perú, siempre han constituido una seria preocupación de las autoridades nacionales y de la comunidad civil organizada en general. Las causas u orígenes de la deforestación son en general conocidas tanto en el Perú como en todos los países que enfrentan cotidianamente este problema, sin embargo muy poco se ha avanzado en el establecimiento de estrategias globales o regionales con el fin de disminuir o detener el proceso de deforestación.

### *Evaluación de la deforestación en el Perú*

Desde los años 70 del siglo pasado, se han llevado a cabo estudios relacionados a la deforestación y a los cambios de uso de la tierra, tanto a nivel nacional como a nivel local. En el Anexo 1 se mencionan las referencias bibliográficas de algunos de ellos.

La primera medición de la deforestación al nivel nacional se presentó en 1975 con el primer Mapa Forestal del Perú, que detectó un área deforestada de 4,5 millones de hectáreas, estimando una tasa de deforestación anual promedio para los últimos 50 años de 100 000 ha/año.

Posteriormente, se realizaron algunos estudios enfocados en la Amazonía, particularmente los primeros desde la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM y los últimos se realizaron por parte del Estado financiados por proyectos internacionales.

El último esfuerzo “oficial” fue un estudio realizado en el marco del PROCLIM presentado el 2005 pero con imágenes del 2000. Este estudio estimó la deforestación en 7 172 554 ha. En los últimos años se sigue trabajando en este aspecto por parte del Estado.

En los dos últimos años el MINAGRI y el MINAM, puntos focales del Proyecto del Organismo del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), coordinan acciones para implementar un Sistema de Monitoreo de la Deforestación a nivel nacional, a través de la “Sala de Observación para el Monitoreo de la Deforestación y Cambio de Uso del Suelo” instalada en la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM con el fin de obtener datos de monitoreo de la deforestación en la cuenca amazónica que se encuentra en el Perú. Así, la Sala y ambos puntos focales han elaborado un estudio sobre la “Pérdida de cobertura de bosque amazónico en el Perú” a partir del procesamiento digital de imágenes Landsat en el periodo 2000 – 2010 donde se determinó que se han perdido 1 172 648 ha, lo que representa el 1,5% de la Amazonía peruana.

A nivel de regiones administrativas, recién en los últimos años empiezan trabajos para estudiar el cambio de uso de la tierra y deforestación pero buscando construir una línea base para los estudios REDD+. La región más avanzada en este aspecto es la de San Martín. Estos estudios generalmente se han dado alrededor de la mesa REDD regional a través de proyectos liderados por ONG's. Finalmente a nivel local, los trabajos sobre deforestación y cambios de uso de la tierra han sido muy variados, con diferentes objetivos, en diferentes fechas. Se han desarrollado por universidades, consultoras, ONG's, entre otros.

Así, desde sus inicios a la actualidad, las evaluaciones de la deforestación, y por consiguiente el cálculo de las tasas de deforestación, han utilizado metodologías diferentes (escala, resolución, técnicas de análisis, cálculo de superficies, clases temáticas), por lo que no son comparables. Por ejemplo, algunos estudios utilizaron fotografías aéreas, otros imágenes de satélite, unos se basan en interpretación visual otros en procesamiento digital de imágenes. Las tasas de deforestación calculadas a partir de estos mapas deben ser solo referenciales.

También vale la pena indicar que han habido estudios a nivel continental y a nivel global para evaluar el cambio de uso de la tierra y la deforestación haciendo uso de imágenes de satélite, de igual manera que en los estudios en el país, estos trabajos aplican imágenes y metodologías diferentes.

### **1.3 La deforestación y las plantaciones de palma aceitera**

Pacheco *et al.* (2012) afirma que la expansión de los cultivos multipropósito, también usados como biocombustibles, está relacionada directamente con la deforestación en la mayoría de sitios. Estos cultivos a menudo forman parte de inversiones a escala industrial. La proporción de estos cultivos en relación al área total de un proyecto varía entre 13 a 99%. Las mayores tasas fueron observadas en plantaciones de palma en Indonesia y las más bajas, en plantaciones de soya en Brasil.

---

## Efectos de la deforestación

Según Foster *et al.* (2011) la conversión de bosques naturales a plantaciones de palma aceitera es la mayor amenaza actual para la conservación de la biodiversidad en el sudeste asiático. Hay una pérdida severa de las especies forestales. Hay una disminución de la riqueza y de la abundancia de especies. De manera general, el grado de pérdida varía significativamente entre taxones y entre diferentes micro hábitats dentro del hábitat de la palma aceitera. La causa de la pérdida de biodiversidad probablemente es la simplificación tanto biológica como física del hábitat.

La riqueza de especies en las plantaciones de palma aceitera es menor que en los bosques altos y que en los bosques secundarios. Todavía faltan conocimientos en relación al efecto de diferentes sistemas de producción (gran y pequeña escala) de la palma aceitera sobre la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas (Savilaakso *et al.*, 2014)

Pacheco *et al.* (2012) indica que, además de la pérdida de la biodiversidad, las comunidades locales son afectadas en sus vidas y en sus formas de vida ya que los costos asociados con la conversión de bosques son diversos, por ejemplo:

- Disminución de la calidad de agua y del aire, debido a las emisiones y efluentes de las plantas de transformación y el cambio de uso de la tierra
- Incremento de enfermedades en las personas y en los cultivos
- Degradación de bosques protegidos debido a invasiones, a la presión por extracción y fuego
- Incremento de inundaciones cuando bosques inundados (pantanos, turberas, aguajales) son convertidos a plantaciones de palma aceitera.

Pacheco *et al.* (2012) indica que la demanda creciente de biocombustibles añade presión sobre los bosques de regiones tropicales, a la ya existente, pero varía de región a región. Debido a que los biocombustibles son derivados de la caña de azúcar y de aceites vegetales provenientes de cultivos, pueden tener un impacto negativo sobre los bosques y sobre la seguridad alimentaria debido a los cambios directos e indirectos en el uso de la tierra. Los cambios directos son relativamente fáciles de estimar (tales como caña de azúcar en Brasil y soya en Argentina y palma aceitera en Indonesia y Malasia). En contraste, estimar los cambios indirectos en el uso de la tierra y los efectos sobre la conversión de bosques asociados con la expansión de cultivos para biocombustibles, es difícil.

Por otro lado, Guariguata *et al.*, (2011) indica que con el rápido crecimiento de la producción y consumo de biocombustibles y la proliferación de las decisiones de política apoyando esta expansión, ha ocasionado que la preocupación por los impactos ambientales y sociales del sector de los biocombustibles esté aumentando. En tal sentido, se han creado “marcos de sostenibilidad”, algunos obligatorios, otros voluntarios, para tratar de minimizar los impactos ambientales de la producción de biocombustibles. Sin embargo, las normas de estos marcos todavía no son suficientes para mitigar los efectos del cambio directo e indirecto del uso del suelo y promover la conservación del medio ambiente.

Así en el Perú, la SPDE, en diciembre del 2013, ha denunciado que en la segundo semestre del año pasado las empresas de palma aceitera ha deforestado un estimado de 13 076 ha de bosque primarios en las regiones de Loreto y Ucayali para la instalación de este monocultivo. Indica que grupos empresariales viene adquiriendo predios rurales mediante el ofrecimiento de incentivos económicos para el tráfico de tierras, la extorsión y amedrentamiento a los pequeños agricultores para obligarlos a vender sus predios, la invasión de áreas y mediante trato directo con funcionarios públicos (SPDE, 2013).

Además señala la SPDE, que el MINAGRI y los gobiernos regionales de Loreto y Ucayali continúan promoviendo la deforestación para palma aceitera mediante la adjudicación de bosques como tierras rústicas, la reclasificación de tierras de aptitud forestal a usos agroindustriales, el cambio de uso del suelo y la aprobación de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos agroindustriales.

#### **1.4 Los bosques secundarios**

La deforestación se produce dentro de un sistema de uso de la tierra que, tradicionalmente, implica una gran superficie de bosques. Generalmente después de 3 a 5 años de uso de la tierra, esta pierde su fertilidad natural, por lo que se la deja en barbecho, para que “descanse” por varios años, lo que promueve que en estas tierras en descanso se establezca una sucesión secundaria de la vegetación arbórea que en el tiempo no menor a 20 años, llegará a tener la estructura de un bosque sucesional. En este proceso, el suelo recupera su fertilidad natural a partir de la incorporación de nutrientes provenientes de las hojas, ramitas y ramas que caen al suelo, y de los árboles muertos.

En América Latina hay alrededor de 160 millones de hectáreas de bosques secundarios, cuyo manejo adecuado representaría un enorme potencial para la conservación y desarrollo de la región. En líneas generales, hay una definición precisa de bosques secundarios, pero aún no se tiene conciencia sobre su importancia, características diversas y, principalmente, su potencial, así como sus interrelaciones con otros sectores productivos del ámbito rural.

A pesar de la poca importancia que se le ha dedicado históricamente, los bosques secundarios siguen produciendo bienes y servicios, entre éstos se destacan los siguientes: reservorio de materia orgánica y nutrientes; regulación de los flujos hídricos; mantenimiento de la biodiversidad; sumideros de carbono; reservorio de genes y fuente de frutos, plantas alimenticias y medicinales, madera y combustible.

INRENA (2002) señalaba que de acuerdo a estadísticas sobre cobertura forestal y uso de la tierra en el Perú (principalmente con base en la comparación de los mapas forestales nacionales elaborados entre los años 1975 y 1995), se estima que entre un 60 al 70% de las áreas deforestadas son luego abandonadas en forma permanente o por períodos que varían de 3 a 10 años, lo que da lugar al desarrollo de los procesos sucesionales de bosques secundarios. Estos bosques cubrían aproximadamente ocho millones de hectáreas a nivel nacional, una proporción importante de ellos (cercano a los tres millones de hectáreas) se localiza en la región de Selva Central. Dicho recurso representa de por sí un enorme potencial productivo de biomasa y biodiversidad que, utilizado como parte de una estrategia integral de manejo de los recursos naturales de la región, puede contribuir significativamente a disminuir el proceso de deforestación y generar ingresos adicionales para las familias del medio rural.

Ríos (1990), mostrando la importancia de los bosques secundarios, indica que ellos ocupan el 66% de su área de estudio y citando Dourojeanni (1987) menciona extensiones similares en Iquitos (70%), La Merced – Satipo (60%), Huallaga central y Bajo Mayo (78%).

En el contexto amazónico, el bosque secundario tiene un origen de orden socioeconómico muy marcado, asociado principalmente al sistema de tumba y quema que practican grupos poblacionales migratorios, típicamente de subsistencia y con muy bajos niveles de producción. Durante el proceso de ocupación y uso de las tierras amazónicas se desarrollan también grandes propiedades, cuyos dueños cuentan con una alta capacidad económica para deforestar amplias extensiones boscosas a fin de dedicarlas al pastoreo para la ganadería y a plantaciones de frutales y café. A todo ello se agrega la actividad de los madereros, que abren nuevas carreteras para la explotación forestal no planificada y que también facilita el ingreso de agricultores espontáneos. Las motivaciones y consecuencias socioeconómicas del proceso de deforestación son muy complejas, acarreando serios impactos en el medioambiente (INRENA, 2002).

### *Definición*

De acuerdo a la Ley N° 27308 (Ley Forestal y de Fauna Silvestre), los bosques secundarios son superficies boscosas pobladas por especies pioneras, formadas por pérdida del bosque primario como consecuencia de fenómenos naturales o actividad humana. De manera similar FAO (2003) considera como bosques secundarios a los bosques que se regeneran en gran medida mediante procesos naturales, después de alteraciones importantes (de origen humano o natural) de la vegetación forestal original en un único momento o durante un extenso período, y que presentan diferencias importantes en su estructura o en las especies que componen su vuelo con respecto a bosques primarios cercanos situados en lugares similares

Por otro lado, Tuomisto (1993) señala que el bosque secundario se desarrolla en los lugares donde los estratos principales del bosque clímax han sido eliminados por la acción de fuerzas humanas o de fuerzas naturales. Puede dividirse en bosque secundario joven y adulto.

Ríos (2008) indica que según la Propuesta de Pucallpa en el marco del Tratado de Cooperación Amazónica - TCA (1999), los bosques secundarios son el resultado de la regeneración natural del bosque, cuando una parcela agrícola es abandonada por el agricultor debido al agotamiento de la fertilidad natural del suelo; la parcela así abandonada al cabo de varios años, es ocupada nuevamente por el mismo u otro agricultor; pero últimamente, se ha observado que el periodo de este barbecho es cada vez menor, debido a la migración cada vez mayor de pobladores en busca de nuevas tierras agrícolas.

Las actividades agrícolas y ganaderas son las que afectan seriamente los bosques naturales porque se produce una tala total y quema de estas tierras para dar paso a cultivos agrícolas y pastizales, los que luego son abandonadas por su baja productividad, originando las “purmas” y bosques secundarios (Ríos, 1990).

Pero este proceso es muy diferente cuando se trata de tierras de comunidades nativas o de “colonos”. Así, Vásquez y Barrena (1999) encontraron que, en una comunidad nativa cercana al Parque Nacional Manú, por cada hectárea dedicada a la agricultura, habían 9,24 ha de bosques secundarios en diversos estadios; una situación distinta es la que se presentaba en tierras

ocupadas por “no nativos”: por cada hectárea de terreno dedicado a la agricultura y a ganadería (relación 1 a 3) habían solo 6,47 ha en descanso.

Esto muestra, por un lado, la importancia que tiene la presencia de bosques secundarios en la recuperación de los suelos de los bosques húmedos tropicales y, por otro, que a mayor presión sobre las tierras, la cantidad de bosques secundarios es menor y el tiempo de “descanso” es mucho menor, lo que lleva a que esos suelos no se recuperen y empiecen a degradarse.

### *Dinámica de bosques secundarios*

La regeneración natural de la vegetación de los bosques secundarios emerge en forma espontánea llegando a cubrir rápidamente las superficies abandonadas por el hombre con especies “pioneras” (Ríos, 1990)

Las tierras se cultivan de dos a cuatro años y luego se abandonan por su baja productividad, siendo posteriormente invadidas por vegetación arbórea heliófita formando los llamados “bosques secundarios”, “purmas” u “oconales”, estas mediante el proceso sucesional, consiguen la adecuada regeneración natural y la fertilidad del suelo debido a la dinámica de la vegetación que en ella se desarrolla (Ríos, 2008). Pero la mayoría de estos bosques no llegan a constituirse como bosque clímax, sino que en muchos casos, nuevamente son talados y quemados para ser aprovechados para los mismos fines, es decir se constituyen en barbecho forestal (Ríos, 1986).

El bosque secundario abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural, hasta el bosque tardío o etapa anterior a bosque maduro o clímax. En la práctica, se entiende como bosque secundario los estadios tempranos de desarrollo, que son fáciles de reconocer; los bosques secundarios viejos son generalmente difíciles de distinguir de un bosque climático original (Lamprecht, 1990, citado por Ríos, 2008). Esto último es confirmado por Barrena y Vargas (2003), pues indican que los bosques secundarios de mayor edad se confunden con el bosque alto pues sus estructuras son similares.

Según Rosero (s/f), primero se establecen especies arbustivas y algunas gramíneas muy rústicas hacia el final del primer año. Pero entre el tercer y cuarto año ya hay la colonización de especies forestales propias dentro de las cuales pueden presentarse algunas especies valiosas. El bosque secundario así obtenido equilibra los factores dañinos que el suelo tropical desprovisto de vegetación.

Kometter (1985) citando a varios autores, menciona que la sucesión secundaria tiene una estructura básica en la que la primera fase es una comunidad mixta de herbáceas, arbustos, bejucos y plántulas de especies invasoras que dura de unos pocos meses a dos años. Luego, emergen especies heliófitas de crecimiento rápido que forman un cobertura protectora que permite el establecimiento de nuevas especies menos intolerantes a la sombra, que luego de la muerte de individuos de las efímeras pioneras mueren, siguen creciendo hasta alcanzar el dosel superior, se posesionan del espacio, y forman un dosel más alto, más denso y de mayor duración, donde los cambios son más lentos.

Las primeras tres etapas de una sucesión secundaria están dominadas por hierbas y arbustos, seguidos por árboles heliófitos efímeros (“pioneros de ciclo corto” como *Ochroma*, *Trema*, *Cecropia*, entre otros), seguidos por árboles heliófitos durables (“especies secundarias tardías o pioneras de ciclo largo”, como *Cedrelinga catenaeformis*, *Virola*, *Ceiba*). Este último grupo ecológico dura hasta que empiezan a envejecer y son reemplazados por otras especies más tolerantes a la

---

sombra ("esciofitas" o plantas que requieren de sombra cuando menos en su juventud) cuya regeneración es continua (Budowski, 1965 citado por Ríos, 2008).

Ríos (2008) clasifica a las plantas presentes en las etapas sucesionales como *pioneras* en las que las especies dominantes viven a lo más 10 años, *secundaria tempranas* en donde la especies dominantes viven entre 10 a 25 años, *secundaria tardías* donde el lapso de vida es entre 40 y 100 años y *climax* donde las especies pueden tener más de 100 años. A escala regional, efectos abióticos como diferencias en precipitación y elevación determinan en mayor parte la velocidad de la sucesión (Ewel, 1980 citado por Smith *et al.*, 1997).

En cuanto a la composición florística, Smith *et al.* (1997) indican que esta es muy variada debido a: variaciones fenológicas de especies colonizadoras al momento del abandono del terreno, al tipo de regeneración (rebrotos vs. semillas), así como a la presencia de diferentes especies de árboles remanentes, los cuales pueden influenciar la composición del sitio; así como también el tipo e intensidad de uso anterior del sitio.

Algunos llaman "purma" al bosque secundario pequeño, pero según el Tesouro Plurilingüe de Tierras (Ciparisse, 2003) purma es el nombre que recibe en el Perú la chacra abandonada, mientras que en aymara, purma significa desierto (Wikipedia) y puruma, según un diccionario aymara – español, significa terreno sin cultivar<sup>2</sup>.

### *Clasificación de bosques secundarios*

Según el Tratado de Cooperación Amazónica, TCA (2003) los bosques secundarios se pueden clasificar de acuerdo a su edad y de acuerdo a su origen.

De acuerdo a la edad:

- Menores de 12 años, generalmente integrados al uso agrosilvopastoril de la parcela.
- Mayores de 12 años de uso forestal, con aprovechamiento de especies maderables y otros productos del bosque (plantas, fauna).
- Uso agroforestal en rotaciones para recuperar la fertilidad de los suelos y en cultivos heterogéneos con inclusión de especies forestales maderables o de beneficios múltiples.

De acuerdo a causa u origen:

- Perturbación de origen natural, donde se considera a un disturbio o perturbación del ecosistema causado u originado naturalmente por fenómenos atmosféricos, geológicos, fauna silvestre, entre otros
- Perturbación de origen antrópico, donde el disturbio es ocasionado por el hombre, donde son de lejos los más comunes y ocupan hoy en día una mayor superficie que las perturbaciones naturales. Además tienen sus implicaciones importantes sobre el uso de la tierra, el desarrollo rural y la conservación de los recursos naturales, en general

---

<sup>2</sup> (<http://www.tierra-inca.com/dico/view.php?lg=es&lg1=ay&lg2=es&opt=111110&pg=p>).

Mientras que Tuomisto (1993) indica simplemente que los bosques secundarios pueden dividirse en bosque secundario joven y adulto, Dancé y Kómetter (1984), añaden además una clasificación del bosque secundario de acuerdo al estadio de la vegetación, producto de un estudio en la zona de La Merced – Satipo:

- De acuerdo al estadio de la vegetación:
  - Bosque Secundario Pequeño, son áreas cubiertas con una vegetación principalmente de tipo “purma”, de donde emergen plántulas de árboles que no llegan a tener 10 cm de dap, tienen pocas especies.
  - Bosque Secundario Joven, está formado por árboles muy jóvenes que alcanzan excepcionalmente un máximo de 25 cm de dap, tienen mayor número de especies arbóreas que el anterior, pero siguen siendo pocas; en este estadio la “purma” comienza a desaparecer.
  - Bosque Secundario Adulto, son áreas cubiertas por una vegetación completamente arbórea, que ya puede ser maderable, es lo que podría llamarse un bosque propiamente dicho; en este estadio hay un gran incremento de nuevas especies.
  - Bosque Clímax, es el estadio superior de la evolución del bosque, con especies que caracterizan al secundario y además con gran número de nuevas especies, en su mayoría árboles de mayores diámetros y mayores alturas que constituyen el dosel superior del bosque.

Vásquez y Barrena (1990) indican que estos bosques se pueden clasificar según la edad:

- Bosque secundario pequeño: son superficies de terreno que recientemente han sido dejadas en barbecho y en las cuales se desarrolla una vegetación predominantemente herbácea y arbustiva de donde emergen plántulas de árboles. No hay diferencias de alturas en el estrato superior de esta comunidad vegetal, no se distinguen copas de árboles. La edad de esta vegetación está entre uno y cuatro años.
- Bosque secundario joven: Estos bosques se desarrollan sobre áreas que están por lo menos cuatro años en barbecho, están conformados por árboles muy jóvenes, se puede distinguir diferencia de alturas entre los individuos de esta comunidad. Se observa una ligera diferenciación de copas de árboles.
- Bosque secundario adulto; son bosques que se desarrollan sobre áreas con por lo menos 10 años de barbecho, la vegetación es predominantemente arbórea, el dosel es desarrollado, con diferentes estratos sociológicos, mostrando el estrato superior copas bien definidas.

Algunos llaman “purma” al bosque secundario joven, pero según el Tesoro Plurilingüe de Tierras (Ciparisse, 2003) purma es el nombre que recibe en el Perú la chacra abandonada, mientras que en aymara, purma significa desierto (Wikipedia) y puruma, según un diccionario aymara – español, significa terreno sin cultivar (<http://www.tierra-inca.com/dico/view.php?lg=es&lg1=ay&lg2=es&opt=111110&pg=p>.)

---

### *Importancia de los bosques secundarios*

Según el TCA (2003) los bosques secundarios proporcionan importantes y variados servicios ecológicos y económicos, como los suministrados en un principio por los bosques primarios. En términos económicos, los bosques secundarios son muy productivos, con tasas de incremento de madera comparables a las de plantaciones con especies de rápido crecimiento. Los bosques secundarios son fuente de frutas, plantas medicinales, materiales de construcción, forraje para animales y madera de valor, así como para la restauración de la productividad del sitio, reducción de plagas y conservación de la biodiversidad.

Según Ríos (1990), las especies de árboles de los bosques secundarios pueden ser clasificadas según el uso que se les pueda dar: para transformación mecánica, para transformación química, para construcción rural, como fuente de energía, asociadas a cultivos agrícolas o pastizales, para alimentación humana, para usos etnobotánicos y otros como árboles ornamentales y apicultura, abono agrícola, entre otros. Lo cual muestra el potencial que tienen estos bosques. Así, la importancia de los bosques secundarios, según la TCA (2003) la podemos resumir de la siguiente manera:

#### Importancia ecológica:

- Recuperación de la productividad de los suelos.
- Reducción de poblaciones de malezas y plagas.
- Regulación de flujos de agua.
- Reducción de la erosión del suelo y protección contra el viento.
- Mantenimiento de la biodiversidad.
- Acumulación de carbono.
- Ecosistemas para el establecimiento de la biodiversidad que requiere condiciones de bosque alto.
- Hábitat para agroecosistemas multi propósito.
- Reserva para agricultura y/o ganadería.
- Reducción de la presión sobre los bosques primarios.
- Rehabilitación de tierras degradadas.

#### Importancia socio-económica y cultural:

- Frutos comestibles y proteína animal.
- Plantas alimenticias, medicinales, estimulantes, otros.
- Materiales para construcción rural.
- Combustible.
- Materiales domésticos.
- Madera de valor comercial e industrial, fibras y combustible.
- Germoplasma de especies útiles.
- Ramoneo de animales y preparación de alimento para ganado.
- Hábitat para las comunidades locales (indígenas, colonos).

Mientras que Ríos (2008), luego de revisar varios autores, resume la importancia de los bosques secundarios de la siguiente manera:

- Los diferentes tipos de vegetación marcan el proceso de recuperación del bosque luego del abandono de las áreas agrícolas y/o ganaderas.
- Los bosques secundarios son ecológicamente importantes por la alta producción de biomasa (12-13 t/año) que se transforma en materia orgánica en el suelo y por la concentración relativamente alta de elementos minerales que las raíces sacan del suelo y las devuelven mediante la abundante producción de hojarasca; lo que ayuda a la recuperación relativamente rápida de algunos suelos tropicales.
- En el ámbito del proyecto PD 138/02, los agricultores en toda la zona usan los bosques secundarios como barbecho forestal; antes de la quema, separan madera para leña y para vender a los acopiadores que proveen a los fabricantes de cajones para frutas, por otro lado, obtienen otros productos no maderables como, "sangre de grado" *Croton spp.*, "oje" *Ficus insipida*; orquídeas, entre otras plantas ornamentales y medicinales.
- La accesibilidad, el rápido crecimiento de las especies, la incorporación de maderas livianas al mercado, hacen viable emprender el aprovechamiento de los bosques secundarios con planes de manejo.
- Los bosques secundarios generalmente están asociados a la influencia antrópica y de ellas a las actividades agrícolas. Son los agricultores, los actores más importantes de quienes se espera un cambio de actitud, para emprender el aprovechamiento sostenible de los bosques secundarios, como una alternativa a su actividad principal.

## 2 Caracterización del Estado de Conservación y Tipos de Bosques en las regiones de Loreto, Ucayali y San Martín

En este resultado se muestra no solo la presencia de bosques y de las áreas deforestadas, sino que además se los caracteriza, mostrándose que tipos de bosque (según el Mapa de Vegetación del MINAM) ocurren así como también que usos de la tierra se presentan en la área deforestadas, como por ejemplo: agricultura, ganadería, zona urbana. Este resultado se ha obtenido a partir de imágenes de satélite Landsat tomando como año de referencia 2010.

### 2.1 Imágenes de satélite utilizadas

Como ya se ha mencionado, se utilizaron imágenes Landsat particularmente del satélite Landsat 5. Estas imágenes se bajaron de los sitios web del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciaes (INPE) de Brasil ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) y del US Geological Survey (USGS) de Estados Unidos de Norteamérica (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Dichas páginas presentan una opción para buscar imágenes; se buscaron imágenes entre los años 2009 y 2011 y que no tuvieran más de 10% de cobertura de nubes. Se presentaron casos en que no se encontraron imágenes con estas restricciones por lo que se buscó imágenes con fecha 2008 y con una cobertura de nubes hasta de 30% y en algún caso hasta 50%.

Cuando no se encontró una imagen disponible, se recurrió a imágenes de archivo, la mayor parte de ellas con información faltante.

Se han trabajado 35 imágenes Landsat 5 cuyos “path” y “row” se muestran el Cuadro 1. De igual manera se observan los años en las que dichas imágenes fueron tomadas; si bien corresponden a un periodo que va desde 2006 al 2011, son solo dos imágenes que corresponden al año 2006. La mayoría de las imágenes fueron tomadas entre los años 2009 – 2010, solo hubo una imagen del año 2011.

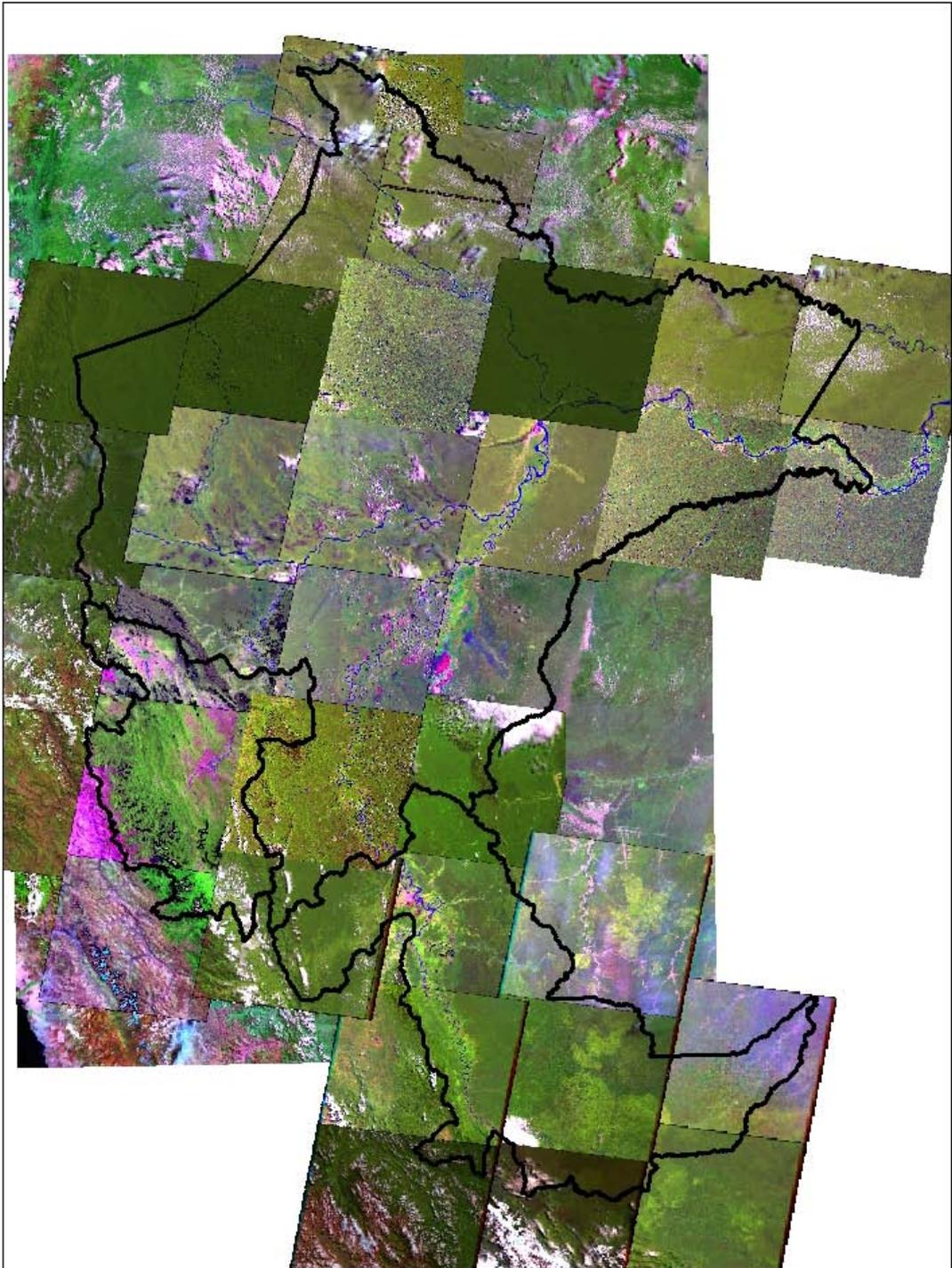
Por otro lado, no necesariamente la imagen trabajada para interpretar los tipos de bosque fue usada para obtener los usos de la tierra debido principalmente a la cobertura de nubes en las zonas deforestadas; de igual manera también, en algunos casos se han usado dos imágenes diferentes para el uso de la tierra para obtener la mejor visibilidad de imagen.

En la Figura 1 se muestra el mosaico formado por las 35 imágenes que cubren el área de trabajo que corresponde al territorio de las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali.

La fuente de los límites departamentales fue el INEI.

**Cuadro 1.** Imágenes Landsat 5 trabajadas

N°	PATH	ROW	TIPO DE BOSQUE	USO DE LA TIERRA
			AÑO	AÑO
1	004-	062-	2010	2009
2	004-	063-	2010	2009
3	004-	067-	2010	2010
4	004-	068-	2010	2010/2008
5	005-	062-	2010	2010
6	005-	063-	2010	2010
7	005-	066-	2010	2010/2009
8	005-	067-	2010	2010
9	005-	068-	2010	2010
10	006-	061-	2009	2009
11	006-	062-	2006	2006
12	006-	063-	2006	2006
13	006-	064-	2009	2009
14	006-	065-	2010	2010
15	006-	066-	2010	2010
16	006-	067-	2010	2010/2009
17	006-	068-	2010	2010/2009
18	007-	060-	2008	2008
19	007-	061-	2009	2009
20	007-	062-	2008	2008
21	007-	063-	2009	2009
22	007-	064-	2010	2010
23	007-	065-	2010	2010
24	007-	066-	2010	2010
25	008-	060-	2009	2009
26	008-	061-	2010	2010
27	008-	062-	2009	2009
28	008-	063-	2009	2009
29	008-	064-	2008	2008
30	008-	065-	2008	2008
31	008-	066-	2009	2009
32	009-	062-	2011	2011
33	009-	063-	2008	2008
34	009-	064-	2009	2009
35	009-	065-	2009	2009



**Figura 1** Mosaico de las imágenes Landsat que cubren el área de estudio

## 2.2 Procesamiento de las imágenes de satélite

Como ya se mencionó, las imágenes utilizadas provienen de diferentes fuentes por lo que hubo que realizar diferentes procedimientos según haya sido el caso. El software utilizado fue ERDAS Imagine ver. 9.2 y 2013.

Para las imágenes que se bajaron de las páginas web mencionadas en el ítem anterior, las siete bandas de cada imagen estaban en archivos individuales y en formato TIFF. Lo primero que se hizo fue cambiarle de formato para que pueda ser leído por ERDAS (IMG) así como también integrar las bandas, a excepción de la banda 6 (banda termal), en un solo archivo para su trabajo posterior (Anexo 2).

Cabe mencionar que el orden en las que se mencionan las bandas de las imágenes es el orden de presentación en el monitor del computador; por ejemplo 5, 4, 3; indica que la banda 5 se muestra en el rojo del monitor, la banda 4 en el verde y la banda 3 en el azul.

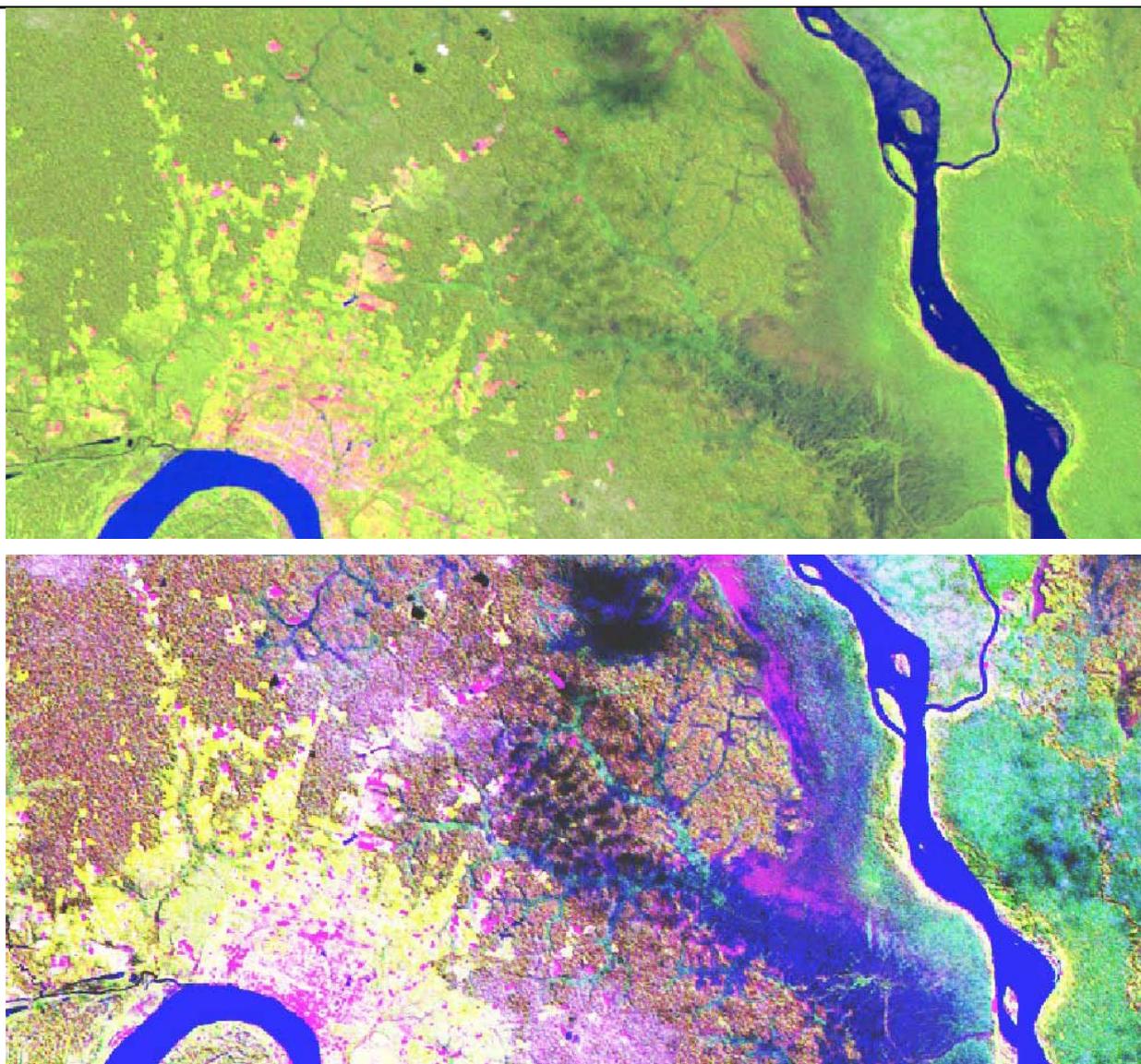
Luego se realizó las imágenes con el objetivo de que en pasos posteriores, ayudar al analista para que visualmente pueda detectar e identificar diferencias en los detalles de la imagen.

Se realizaron dos realces, el primero fue un realce de detalles espectrales: un realce por ecualización del histograma a cada una de las bandas de todas las imágenes. Luego se realizó un realce multi-espectral: un realce por componente principal de las seis bandas utilizadas, como ya se mencionó se excluyó a la banda 6 del Landsat por corresponder a la banda termal del espectro electromagnético; de este análisis, se obtuvo y guardó solo el primer componente principal (Anexo 2).

Casi todas las imágenes tomadas de archivos tenían las bandas completas (sin la banda 6) algunos solo tenían tres bandas, la 3, 4 y 5. Se notaba que casi todas tenían un tipo de realce no determinado, por lo que se decidió no realzarlas más para no modificar esa información.

En la Figura 2 se puede apreciar las diferencias entre una imagen sin realzar (imagen superior) y una realzada (imagen inferior), evidentemente la imagen realzada muestra ventajas para su interpretación visual, si se compara con la imagen superior. Pero si bien es cierto esto, cada intérprete o analista tiene una combinación de bandas o de realces con las que está habituado a trabajar porque en esa combinación de bandas o en ese realce, aprecia mejor los detalles a detectar en función de los objetivos del estudio, es decir de los detalles que se quieran estudiar, entre otros.

Luego se verificó si las imágenes estaban georeferenciadas, si no lo estuvieron entonces se procedió a georeferenciarlas siguiendo el procedimiento "imagen a imagen" para lo cual se utilizaron imágenes antiguas de proyectos anteriores desarrollados por el LTA. Para ello se utilizó como ya se mencionó, las facilidades con que cuenta el software ERDAS Imagine ver 9.2 y 2013. La proyección seguida fue la UTM y el datum el WGS84.



**Figura 2** Ejemplo de realce por ecualización de histograma. Antes (imagen superior) y después de realce (imagen inferior). Combinación 5, 4, 3

### 2.3 Interpretación de las imágenes de satélite

Para obtener el resultado propuesto, se interpretó visualmente las imágenes de satélite en el monitor de la computadora; para ello se utilizaron las herramientas que el software Arc Gis ver 10.2 ofrece para digitalizar los límites de los estratos interpretados. De esta manera se produce información en formato *shape*, un *shape* para tipo de bosques y otro para uso de la tierra.

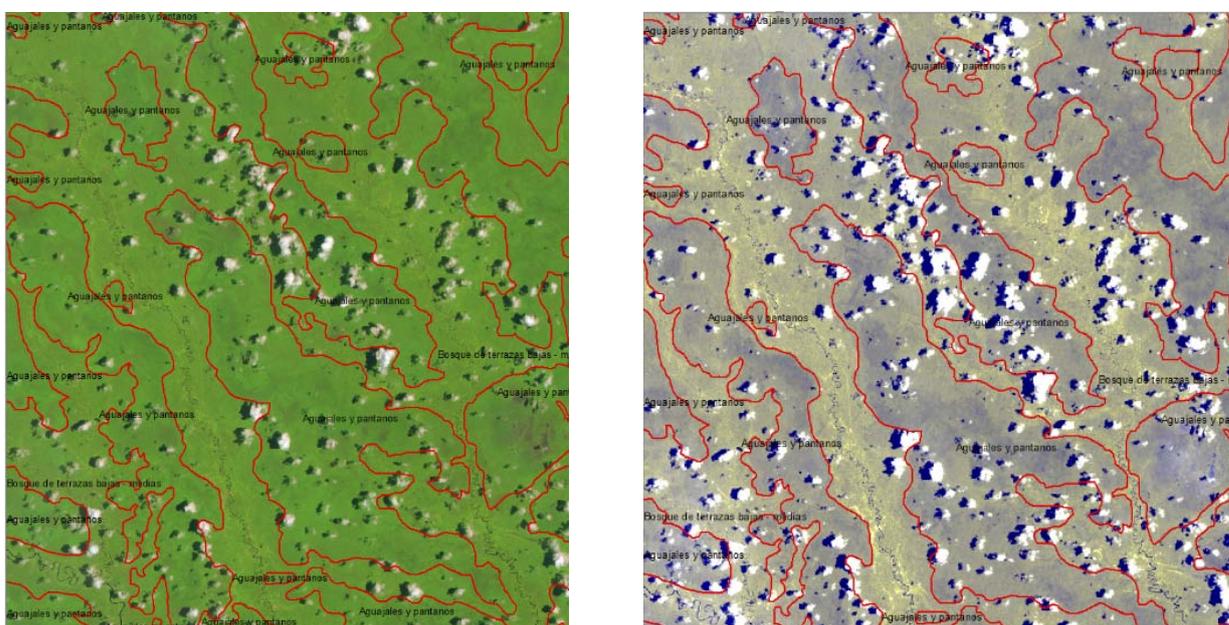
La escala de trabajo fue 1:75 000 por lo la unidad mínima de interpretación fue 17 ha, eso significa que detalles menores a esta superficie, no fueron interpretados ni representados.

Se consideró una zona de 2 km mayor al perímetro de cada una de las Regiones con el objetivo de no perder detalles en la interpretación ni en una eventual modificación de la información que se contaba sobre los límites regionales. Para ello se construyó un “buffer” de esa dimensión con ayuda del software indicado.

La interpretación de las imágenes se realizó analizando las características de los detalles presentes en las imágenes como: tono y/o color, textura, forma, tamaño, sitio, asociación y otros. Se usó información adicional como ayuda a la interpretación. Se recomienda complementar este estudio con análisis de campo.

Como ya se mencionó, se caracterizó a los bosques (tipos de bosque) así como los usos de la tierra presentes en las áreas deforestadas (áreas de no bosque) de las Regiones Administrativas de Loreto, San Martín y Ucayali.

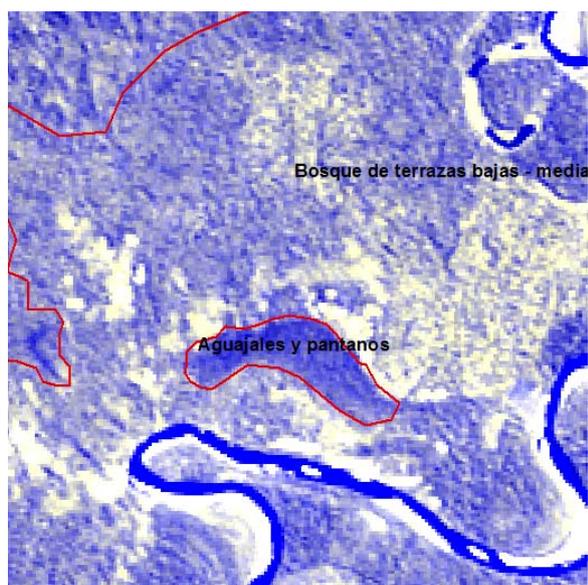
Por otro lado, si bien hay una combinación de bandas recomendada o más utilizada por un analista, eventualmente, para apreciar mejor una clase, el analista pudo considerar otra combinación de bandas (Figura 3). En esta figura se observa, por ejemplo, que se aprecian mejor los aguajales y pantanos en la imagen de la derecha que en la de la izquierda. Esta diferencia se debe a las diferentes combinaciones de bandas en cada una de ellas. Es decisión del analista usar diferentes combinaciones de bandas de acuerdo a la situación.



**Figura 3** Ejemplo de visualización de una imagen con combinaciones de bandas diferentes

### *Interpretación de los tipos de bosque*

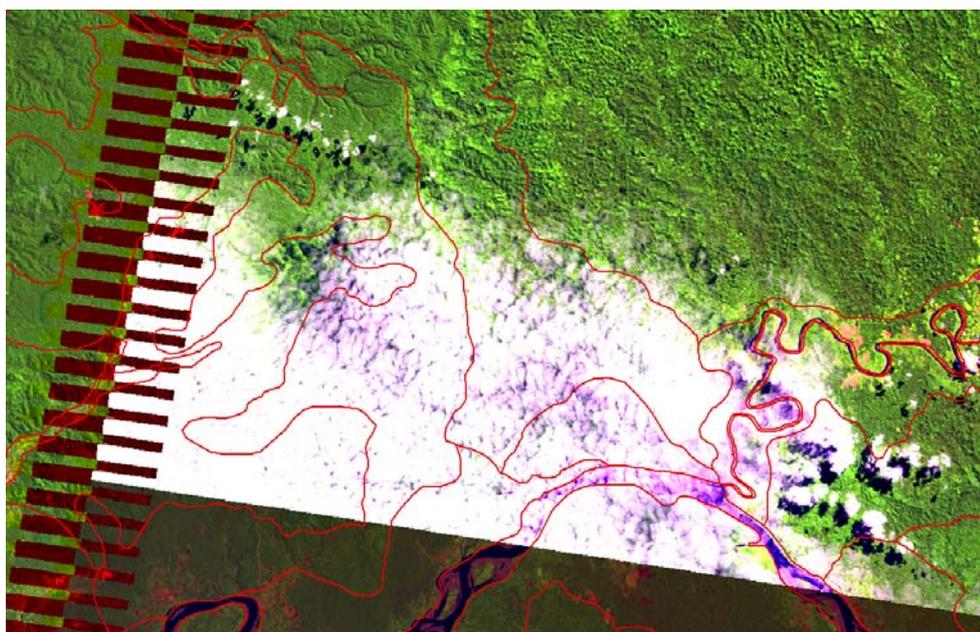
La combinación de bandas que se usó para la interpretación visual de los tipos de bosques fue de 5, 4 y 3; sin embargo no fue la mejor para la interpretación de aguajales y pantanos. En la figura 4 se muestra la combinación de bandas 5, 5 y 3 logra un mejor diferenciación para la identificación de las áreas que poseen mayor humedad que se aprecian con tonos oscuros y texturas suaves.



**Figura 4** Ejemplo de la combinación de bandas 5, 5, 3 para la mejor interpretación de la clase Aguajales y pantanos

Además se usó también la información del GDEM (Modelo de Elevación Digital del Terreno, elaborado con imágenes ASTER) de 30 m de resolución espacial, elaborada por United State Geological Survey; usar el GDEM permitió detallar mejor los límites fisiográficos en las imágenes en las que no se apreciaba bien los límites de los tipos de bosque así como también, completar la información en las áreas cubiertas de nubes, como se aprecia en la Figura 5.

De igual manera, para ayudar a la interpretación, se recurrió a las imágenes de Google Earth que son de mayor resolución espacial, lo que permitió levantar las dudas en áreas de confusión y mejorar los resultados de la interpretación.



**Figura 5** Área cubierta de nubes. Ejemplo del resultado del uso del GDEM para delimitar tipo de bosque

Las clases para definir los tipos de bosque fueron las utilizadas en el Mapa de Cobertura Vegetal (MINAM, 2012) que como se aprecia en el Cuadro 2, se basan en un criterio fisiográfico.

**Cuadro 2** Tipos de bosque presentes en el área de estudio (según MINAM, 2012)

<b>TIPOS DE BOSQUE</b>
Aguajales y pantanos
Bosque de terrazas bajas – medias
Bosque de terrazas altas
Bosque de colinas bajas y lomadas
Bosque de colina altas
Bosque de montaña

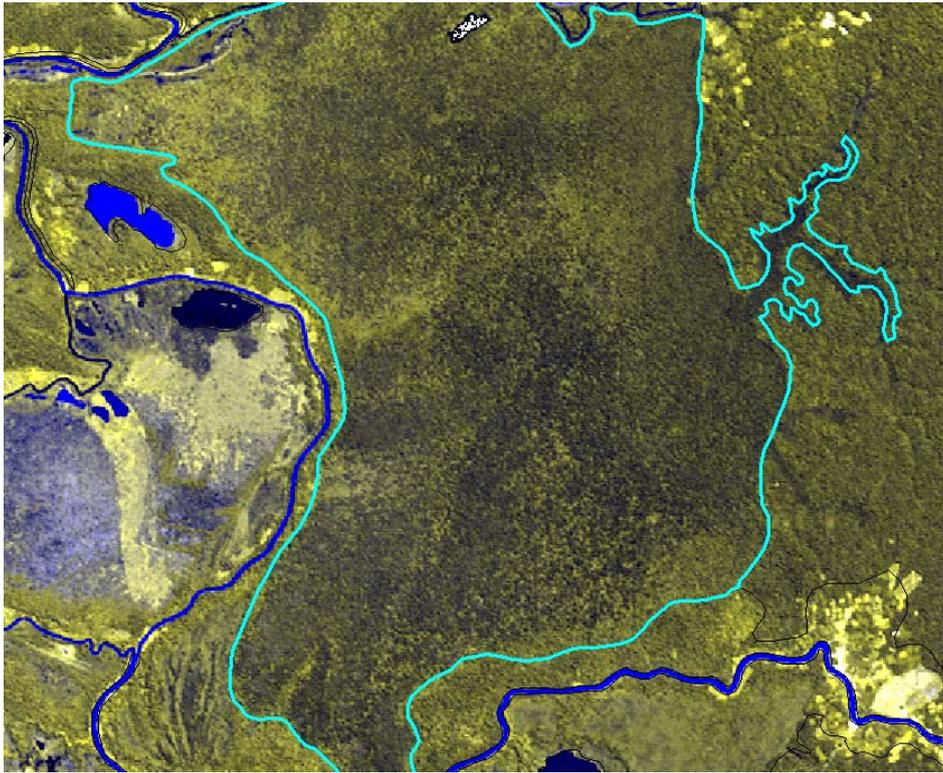
La descripción de estas unidades en la combinación de bandas 5, 4, 3 de las imágenes, a una escala aproximada de 1: 75000, desde el punto de vista fisiográfico según MINAM (2012) es la siguiente:

- *Aguajales y pantanos*

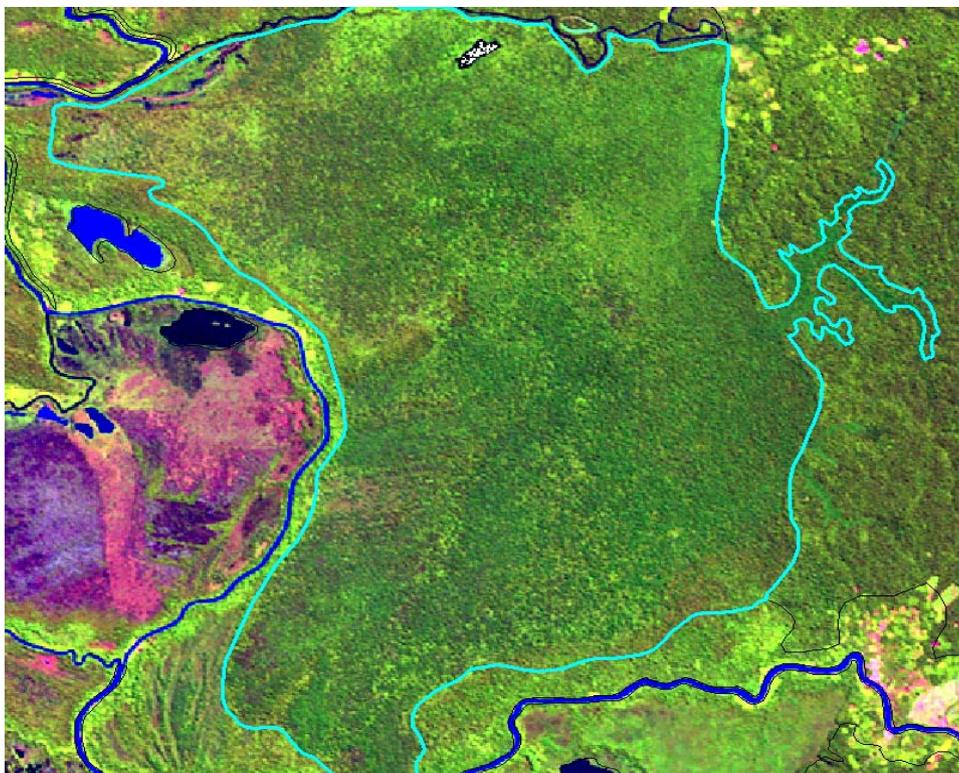
El aguajal se encuentra inundado en forma permanente durante el año, producto de las inundaciones que generan los ríos durante su creciente y por la precipitación pluvial. Los suelos presentan un pobre drenaje y abundante materia orgánica con lenta descomposición.

Cabe mencionar que la combinación de bandas 5, 5 y 1, ayudo mucho a identificarlas, como se aprecia en la Figura 6 ya que la combinación 5, 4, 3, no era la mejor para diferenciarla de otras tipos de bosque (Figura 7).

La textura de esta clase es ligeramente rugosa y en algunas partes muy lisas. La coloración que presentan son varias que van desde verdes muy claro y también verdes algo oscuras. Las formas que tienes son variables.



**Figura 6** Ejemplo de combinación de bandas 5, 5, 1 para interpretar aguajales



**Figura 7** Ejemplo de combinación de bandas 5, 4, 3 en la interpretación de aguajales

- *Bosque de terrazas bajas – medias*

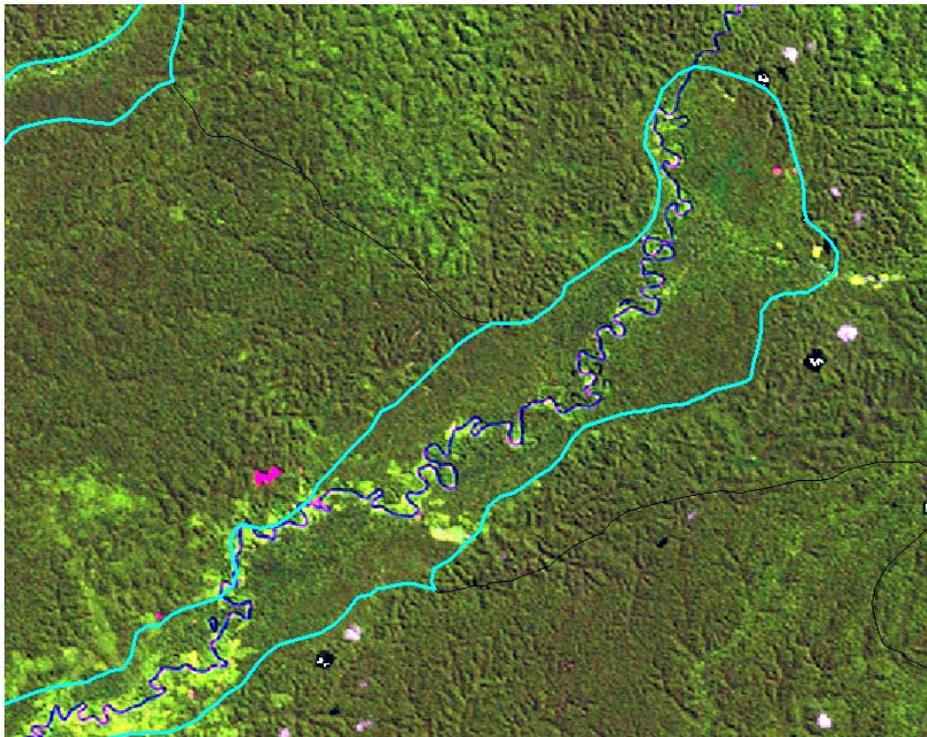
La terraza baja se encuentra ubicada 5 m por encima del nivel de las aguas, con pendiente de 0% a 2% y está conformado por sedimentos aluviónicos recientes, provenientes de los materiales arrastrados por los ríos y quebradas que discurren, y que fueron depositados en el Cuaternario.

En las imágenes este tipo de bosque presenta una coloración verde clara y una textura suave; la forma de esta clase en la mayoría de veces es alargada porque se presentan en ambos lados de las cuencas de los ríos, aunque algunas veces son amplias áreas sobre todo en zonas inundables (Figura 8).

- *Bosque de terrazas altas*

Este bosque se encuentra ubicado en una plataforma compuesta por acumulación fluvial antigua con pendientes de 0% a 15% y aproximadamente sobre los 10 m de altura respecto al nivel de las aguas; también existen terrazas de origen tectónico, muchas de ellas alejadas de los ríos y pueden ser planas, onduladas o disectadas; esta última, representa el segundo proceso erosivo originado por la precipitación pluvial, la cual produce disecciones en diferentes grados de intensidad traduciéndose en cauces desde superficiales hasta profundos.

Este tipo de bosque presenta en las imágenes una coloración verde oscuro y tiene una textura ligeramente rugosa aunque no llega a ser lisa y tiene formas variadas (Figura 9).



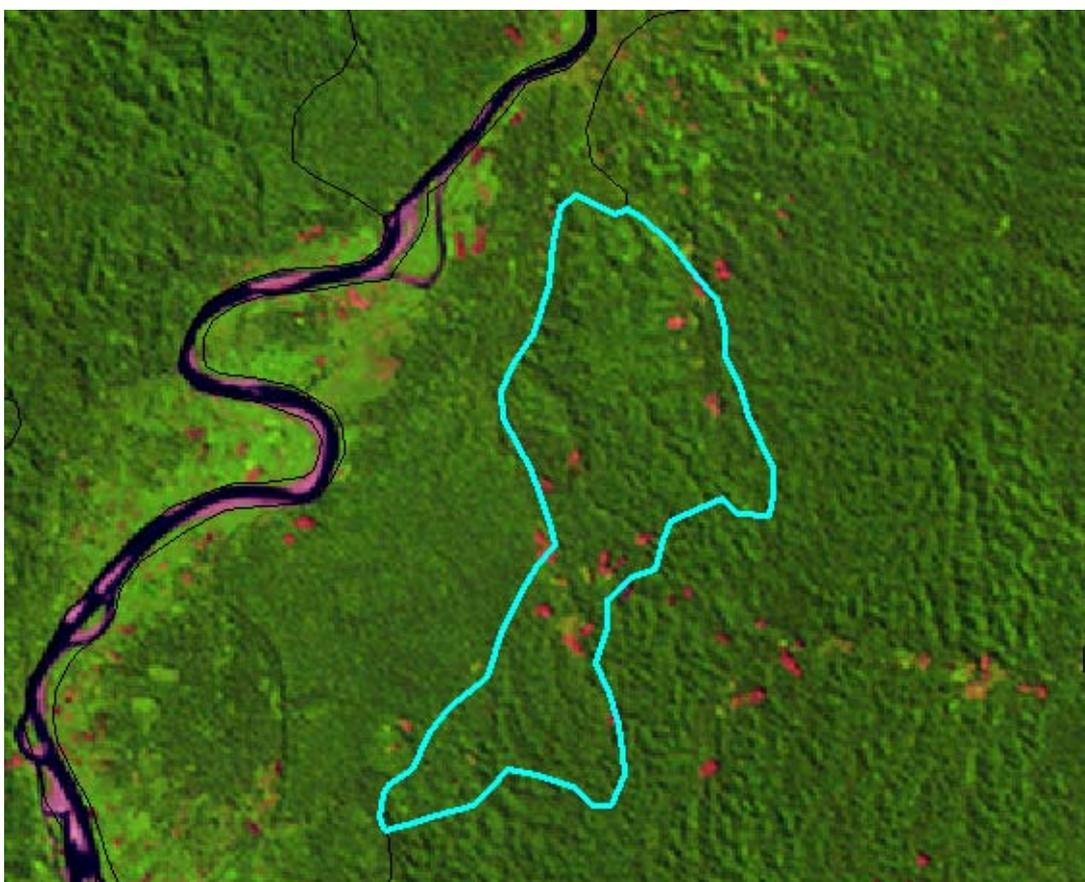
**Figura 8** Ejemplo de bosque de terrazas bajas y medias

- *Bosque de colinas bajas y lomadas*

El bosque ubicado en las lomadas se ubica en aquellas formas de tierra originadas por acumulación fluvial antigua, presentando una superficie ondulada con pendiente de 8% a 15% y una elevación topográfica menor de 20 m de altura con respecto a la base de la elevación.

En cuanto al bosque ubicado en las colinas bajas, se desarrolla en tierras originadas por acumulación fluvial muy antigua y que se presenta con diferentes grados de disección o erosión, cuya pendiente varía de 15% a 75% y tiene una elevación topográfica menor de 80 m de altura con respecto a su base

Este bosque presenta una coloración verde oscura, con una textura medianamente rugosa y en algunas zonas, la textura es suave. En esta clase se notan las pequeñas sombras proyectadas por las colinas bajas; un ejemplo se muestra en la Figura 10.



**Figura 9** Ejemplo de Bosque de Terrazas altas

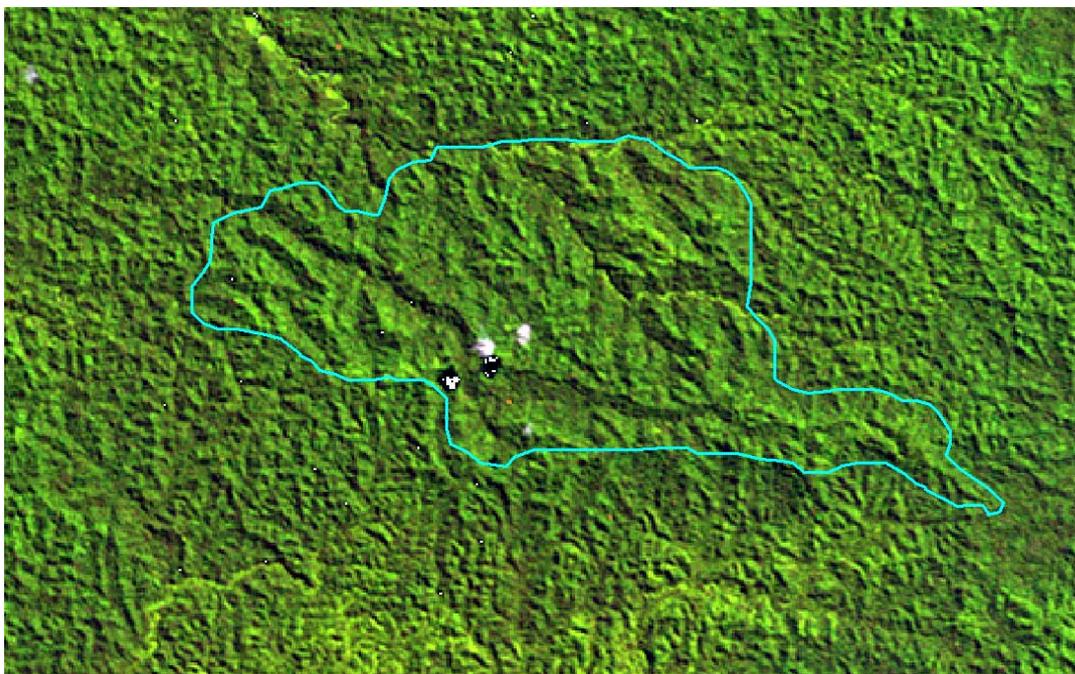
- *Bosque de colina altas*

Este bosque se desarrolla en paisajes dominados por colinas altas, que tienen una elevación menor a los 300 m de altura respecto al nivel de su base y con pendiente generalmente superior a 50%. Ha sido originada por erosión de la antigua acumulación aluvial (anteriores

niveles de terraza). Se puede identificar este tipo de bosque, por su coloración verde oscura con algunos tonos de amarillo y por presentar una textura muy rugosa y por altura de las colinas las sombras son marcadas (Figura 11).



**Figura 10** Ejemplo de bosque de colinas bajas y lomadas



**Figura 11** Ejemplo de bosque de colinas altas

- *Bosque de montaña*

Este bosque se extiende a lo largo de todo el flanco oriental andino desde el pie de montaña hasta aproximadamente 3 800 msnm en las zonas central y sur del país (límite del pajonal altoandino) y hasta los 3 000 msnm en la zona norte del país (límite del páramo).

La montaña constituye una geoforma determinada por la longitud de su ladera, superior a los 300 metros; está conformada por una serie de cerros cuyas laderas están cubiertas de material coluvial, con pendiente desde 25% hasta más de 50% y en donde se origina, producto de la erosión ocasionada por la alta precipitación pluvial, una red de quebradas que forman muchos valles estrechos en los niveles inferiores.

El tono de este tipo de bosque en las imágenes es más oscuro que los anteriores, de textura bastante rugosa, presenta mayor altura que los tipos de bosque anteriores por lo que las sombras son extensas. Como forma parte de la cordillera, la formas son alargadas, mostrando la cadena de montañas (Figura 12).

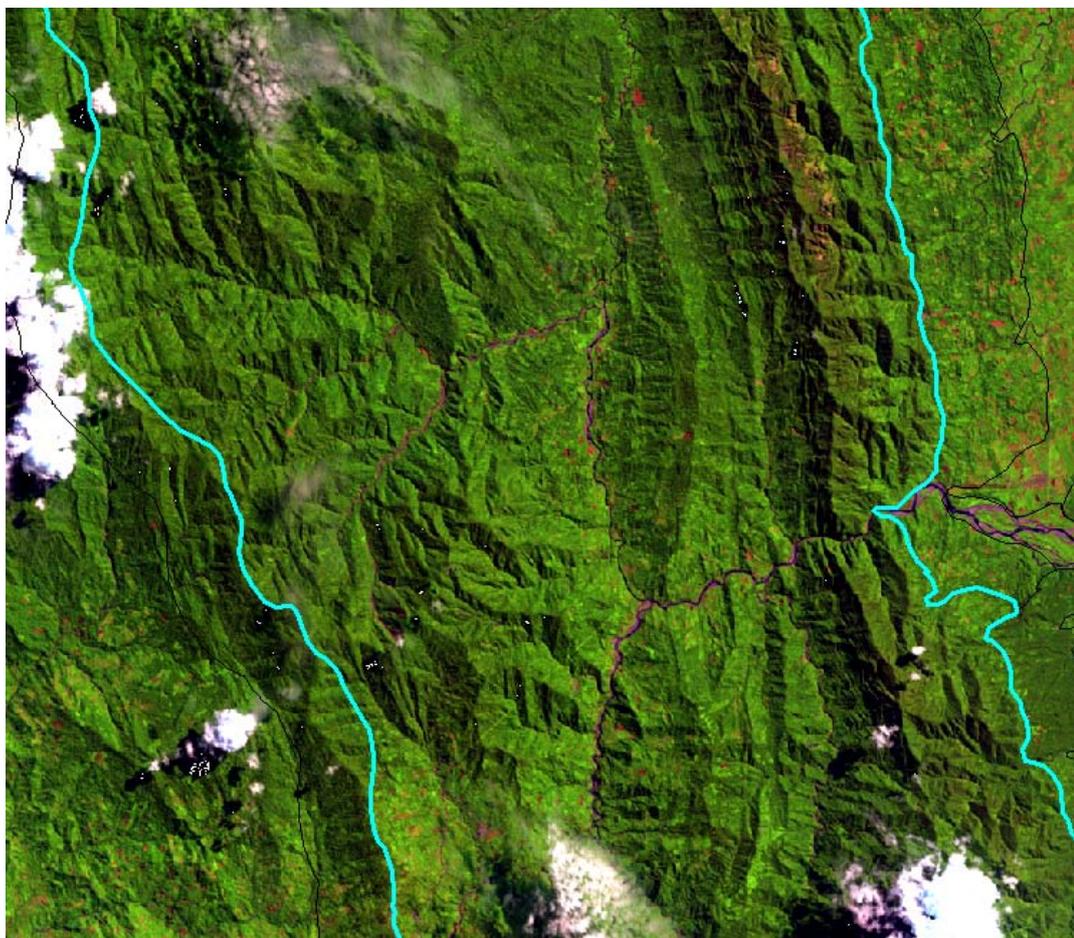


Figura 12 Ejemplo del bosque de montaña

### *Interpretación de los usos de la tierra*

La combinación de bandas que se uso para la interpretación visual de las clases de uso de la tierra fue la 5, 4 y 3; pero cuando las plantaciones de palma aceitera tenían pequeñas extensiones, eran difíciles de identificar, se usó la combinación de bandas 4, 5 y 7.

En algunas escenas, como ya se indicó, las imágenes trabajadas en la interpretación de bosques tenían nubes sobre las áreas deforestadas, por lo que se buscó otras imágenes sin cobertura de nubes en estas áreas para interpretar los usos de la tierra.

Las clases que se utilizaron para describir los usos de la tierra se muestran en el Cuadro 3

**Cuadro 3** Clases de usos de la tierra

<b>USOS DE LA TIERRA</b>
Áreas urbanas
Agricultura - Bosque secundario
Pastizales - Bosque secundario
Agricultura – Pastizales - Bosque secundario
Plantaciones de Palma aceitera

Es necesario indicar que, al no tratarse de un estudio específico sobre usos de la tierra se decidió juntar en un solo estrato agricultura con los bosques secundarios y, de igual manera pastizales con bosques secundarios, considerando que la presencia de cobertura vegetal en áreas con usos agropecuarios a pequeña escala, eventualmente podrían permitir la recuperación de las áreas boscosas y sus procesos sucesionales hasta alcanzar su estadio de bosque maduro.

#### - *Áreas urbanas*

Las Áreas Urbanas son fácilmente reconocidas debido a su forma geométrica y al patrón de distribución de calles, también por su coloración fucsia marcada debido a la reflectancia de los techos de las viviendas, a áreas sin cobertura vegetal, a la infraestructura vial característica de un diseño urbano. La textura es más bien gruesa debido a la distribución de calles, casas, vegetación, entre otros (Figura 13)

El tamaño de esta clase es variado dependiendo de la cantidad de habitantes y esto está relacionado a su vez a la categoría de poblado. Además las Áreas Urbanas están ubicadas cerca de vías de comunicación que en el departamento de San Martín son carreteras y caminos principalmente, mientras que en el Loreto las vías son principalmente ríos.

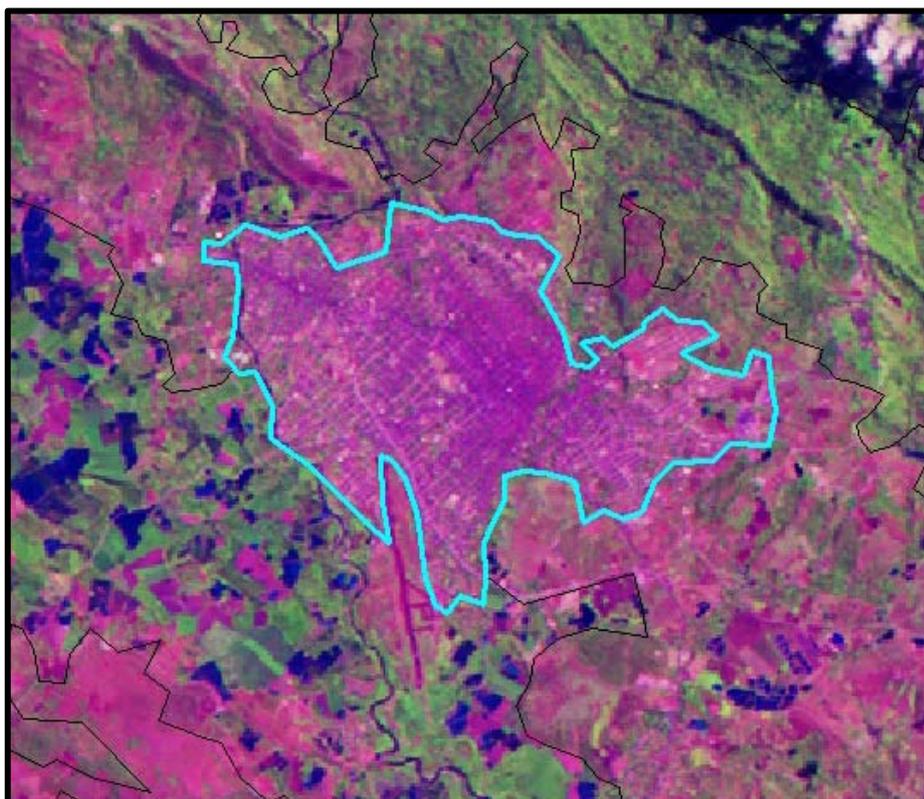


Figura 13 Área urbana

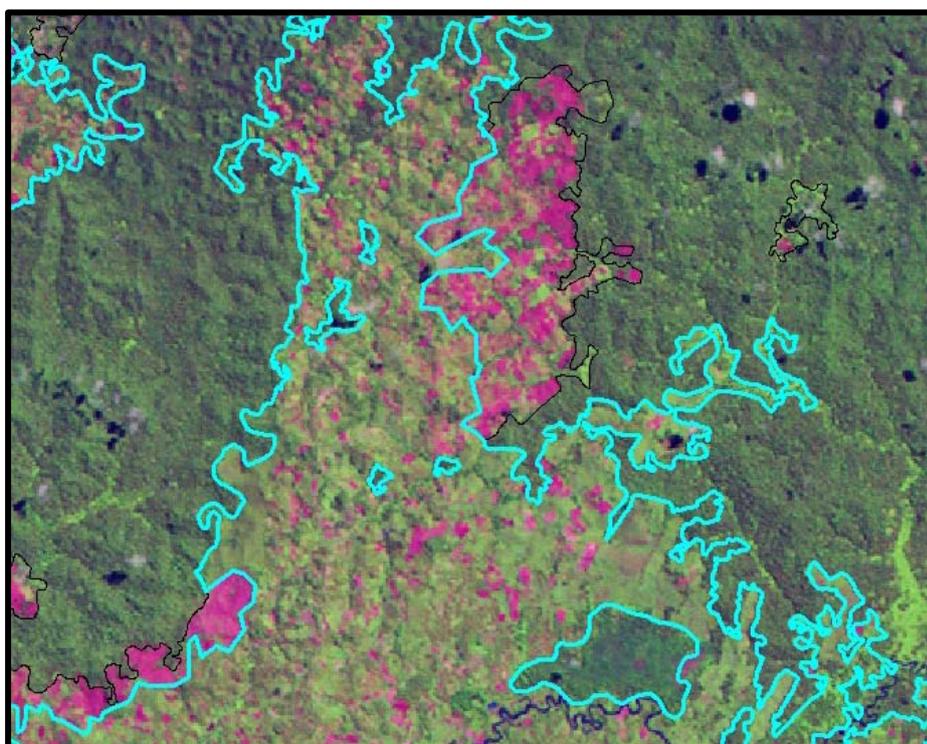


Figura 14 Agricultura – bosques secundarios

- *Agricultura - Bosque secundario*

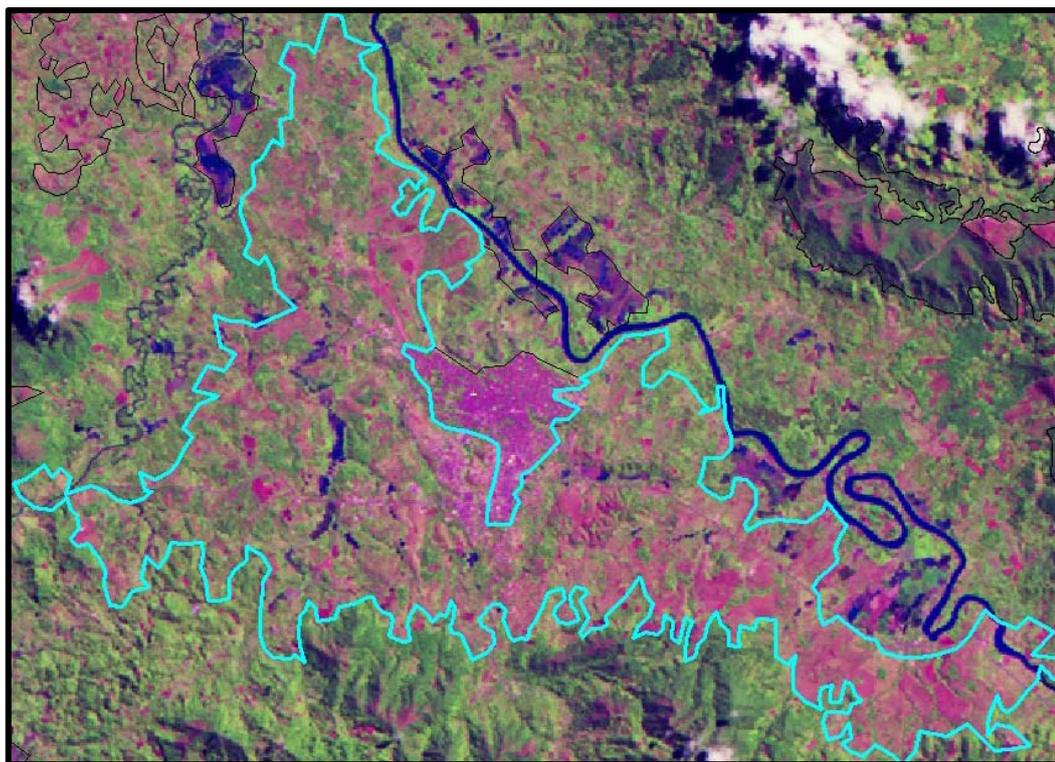
En esta clase se encuentran parcelas agrícolas de diferentes cultivos. Los cultivos no se diferencian por la resolución espacial del sensor utilizado. Estas áreas presentan una coloración diversa y dispersa. Debido a los diferentes tipos de cultivos y a su temporalidad, presenta colores que van desde los tonos rosas hasta los verdes. Por otro lado, los cultivos agrícolas tienen una forma geométrica regular similar a los pastizales, pero de menor extensión.

Esta clase agrupa a bosques secundarios de toda edad, por lo tanto, tienen diversas alturas y diámetros de copa; en los bosques secundarios jóvenes la estructura es muy simple. Los bosques secundarios de mayor edad se confunden con el bosque alto pues sus estructuras son similares. Se presentan en las inmediaciones de las parcelas agrícolas (Figura 14).

En las imágenes, los parches de bosque secundario se presentan en color verde claro, a veces intenso. La textura de esta clase es gruesa, debido a los diversos estadios en que están los cultivos y los parches de bosque secundario que presentes. Está distribuida a lo largo de las vías de comunicación y están cerca a ciudades y centros poblados debido a las necesidades de comercio.

- *Pastizales - Bosque secundario*

Esta clase presenta varios tonos de color rojo, con parches verdes dispersos de los bosques secundarios. Los pastizales presentan alta reflectancia por las características propias de los pastos (densidad, forma, entre otras)



**Figura 15** Pastizales – bosques secundarios

De manera general, los bosques secundarios de esta clase presentan las mismas características que en la clase anterior.

La textura de esta clase es, en general gruesa por la presencia de pastizales y de bosques secundarios, pero los pastizales tienen texturas suaves. Por otro lado, las formas de los pastizales son similares que las parcelas agrícolas pero sus tamaños son mucho mayores. Esta clase no se presenta de manera aislada cerca a ciudades y centros poblados (Figura 15).

- *Agricultura - Pastizales - Bosque secundario*

Esta clase se presenta en áreas donde tanto la agricultura como los pastizales se presentan mezclados y distribuidos de igual manera, por lo que presentan características similares a las dos anteriores solo que incluye parcelas agrícolas como pastizales (Figura 16).

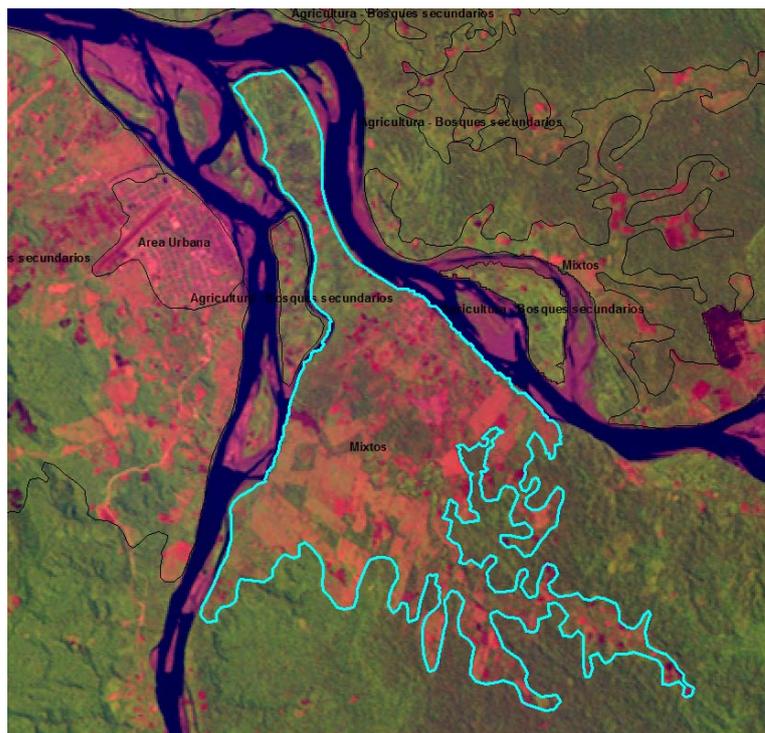


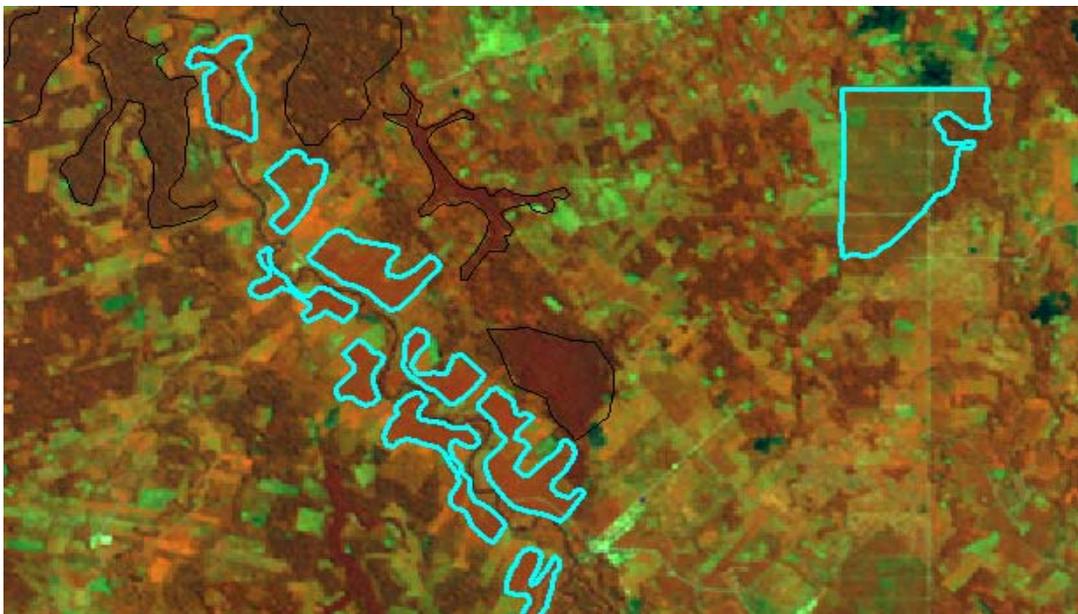
Figura 16 Agricultura – pastizales –bosques secundarios

- *Plantaciones de Palma Aceitera*

Estas plantaciones presentan el mismo color que la cualquier otro tipo de vegetación, pero lo que la diferencia, en las plantaciones a gran escala, es la forma rectangular de los bloques de plantación, de tamaños uniformes, y de texturas variadas según la edad y tamaño de los individuos. También pasa lo mismo con los tonos de verde, los más claros serían los bloques de plantaciones de menor edad y tamaño mientras que los verdes más oscuros, las de mayor edad y tamaño. Se encuentran generalmente en áreas planas no muy alejados de caminos (Figura 17).



**Figura 17** Plantaciones de palma aceitera



**Figura 18** Plantaciones de palma aceitera de pequeña superficie. Combinación 4,5,7

Sin embargo, cuando se trata de plantaciones de pequeñas extensiones, por no ser fáciles de identificar, se utilizó la combinación de bandas que se uso fue 4, 5 y 7 en la que se aprecia mejor estas plantaciones (Figura 18). En esta combinación las plantaciones se presentan en un color marrón rojizo claro y de textura suave; la forma de estas plantaciones es diversa ya que se ubican en antiguas áreas de cultivo. Como apoyo para la identificación de estas plantaciones pequeñas, se usaron las imágenes de Google Earth (de mayor resolución espacial) y para también diferenciarlas de plantaciones de frutales, como plantaciones de papaya.

## 2.4 Estado de conservación y tipo de bosques

Finalmente, los productos del trabajo con las imágenes Landsat correspondientes al tipo de bosque y al uso de la tierra de cada región, fueron exportados a un ambiente SIG manejado por el software Arc Gis ver 10.2 para hacer el análisis espacial correspondiente. El SIG así desarrollado tiene la proyección UTM (zona 18 S) y el datum WGS 84.

Estos archivos estaban en formato TIFF propio de las imágenes de satélite; este formato es apropiado para manejar datos *raster*. Con este formato fueron exportados al SIG.

Antes de realizar el análisis, los *raster* de tipo de bosque y uso de la tierra de cada región fueron sobrepuestos (*Union*) a un *shape* (formato de datos vectoriales en un SIG) que contenía los límites de cada región. El resultado fue dos archivos de formato *shape* por región, uno para el tipo de bosque y otro para el uso de la tierra.

Luego, los dos *shapes* creados por región, fueron sobrepuestos mediante una operación de intersección (*Intersect*), para obtener el estado de conservación de los bosques de las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali. Así, habrá un *shape* por cada región.

De esta manera y con esta información, se elaboró un mapa por cada región y un cuarto mapa representando las tres regiones juntas. La leyenda de este mapa contendrá las clases presentadas en el Cuadro 2 (Tipos de bosque) y en el Cuadro 3 (Usos de la tierra).

La operación de intersección realizada permitió que, con la información de las bases de datos ("tablas) de cada uno de los resultados de la intersección, se obtuvieran las estadísticas de cada mapa, y además, también información sobre los tipos de bosque afectados por la deforestación para cada una de las tres regiones.

## 2.5 Resultados

Se presenta a continuación los resultados encontrados, región por región, en la interpretación de las imágenes Landsat, así como también los usos de la tierra definidos. Estos resultados se consideran correspondientes al año 2010 por las fechas de las imágenes como ya se había comentado.

Para comprender los resultados que se presentan a continuación, es necesario volver a mencionar que la resolución espacial de las imágenes Landsat es 30 m, y que la escala de trabajo es 1:75 000 y que la unidad mínima de interpretación es 17 ha. Todo ello está relacionado con la precisión del trabajo realizado.

### *Región San Martín*

En la Figura 19 se presenta el mapa resultante de la región de San Martín y en el Cuadro 4 las superficies correspondientes a las clases presentadas en este mapa.

Es importante indicar que la clase “Otras áreas” corresponde a vegetación no amazónica como matorrales y pastizales altoandinos así como bofedales y humedales altoandinos, entre otros, que ocupan solo el 4,12% de la superficie del departamento de San Martín y se encuentran hacia el oeste en los límites con La Libertad.

**Cuadro 4** Superficie de los bosques y de las áreas antrópicas de San Martín

<b>CLASES</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
<b>BOSQUES</b>	<b>3161198</b>	<b>62.02</b>
Bosque de terrazas bajas – medias	182468	3.58
Bosque de terrazas altas	23472	0.46
Bosque de colinas bajas y lomadas	164641	3.23
Bosque de colinas altas	117798	2.31
Bosque de montaña	2672819	52.44
<b>ÁREAS ANTRÓPICAS</b>	<b>1714221</b>	<b>33.63</b>
Áreas urbanas	4497	0.09
Agricultura - Bosque secundario	1551617	30.44
Pastizales - Bosque secundario	142000	2.79
Plantaciones de Palma aceitera	16107	0.32
<b>OTROS</b>	<b>221675</b>	<b>4.35</b>
Lagos y Lagunas	1033	0.02
Otras áreas	209854	4.12
Ríos	10788	0.21
<b>TOTAL</b>	<b>5097094</b>	<b>100.00</b>

La clase de mayor extensión en San Martín es, como se esperaba, los Bosques de montaña con el 52,44% de la superficie total. De igual manera, se esperaba que la agricultura – bosque secundario ocupara casi la tercera parte del departamento (30,44%) debido a la historia de ocupación que tiene este departamento. Las otras clases ocupan menos del 5% del territorio cada una de ellas.

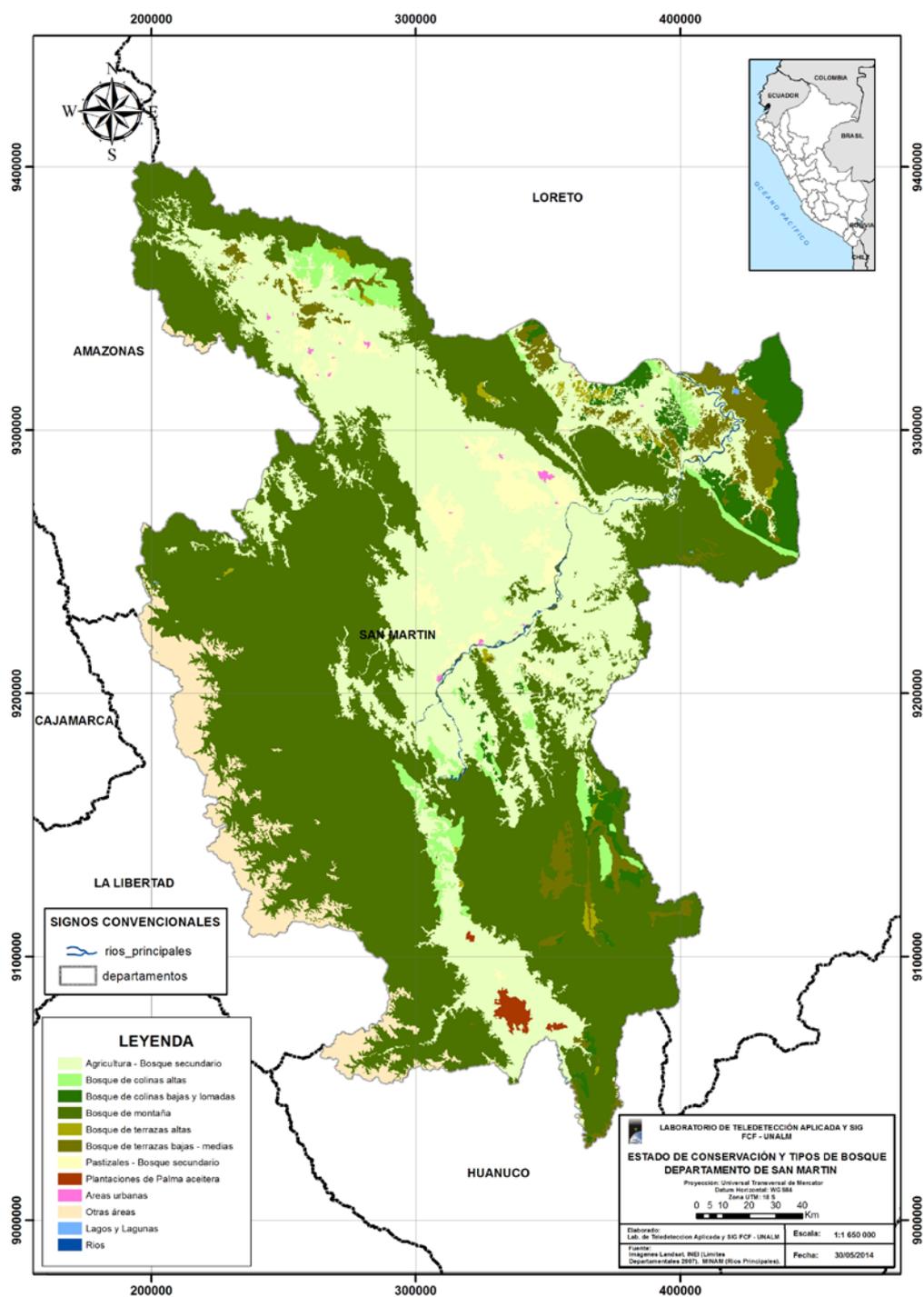


Figura 19 Mapa del Estado de conservación y tipos de bosque de San Martín.

Como se aprecia en el Cuadro 4, alrededor de 1 714 220 ha, casi el 34% del departamento, tiene actividad antrópica, que es el resultado de un largo proceso de cambio de uso de la tierra desde que el hombre llegó a estos territorios.

Es de destacar que, según este mapa, hasta el 2010 se habían plantado 16 107 ha de Palma aceitera. Se detectó en la imágenes una plantación de una superficie de 15 973 que puede

considerarse “industrial”. También se detectaron otras tres plantaciones con superficies que varían entre 32 a 57 ha. Para realizar la primera plantación se ha tenido que desboscar un área de bosque mientras que las segundas, las más pequeñas, se ha trabajado sobre chacras y/o pastizales y sobre bosques secundarios.

En el Cuadro 5 se observa cuanto de cada tipo de bosque ha sido deforestado para desarrollar áreas urbanas. El 74,02% (3 329 ha) de las áreas urbanas están asentadas donde antes hubo un bosque de terrazas bajas y medias, mientras que 552 ha de bosques de Montaña, es decir áreas de protección, fueron deforestadas para asentamientos humanos. Se puede decir que las urbanas fueron construidas en todo tipo de fisiografía.

**Cuadro 5** Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en San Martín

<b>BOSQUES</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Bosque de terrazas bajas - medias	3329	74.02
Bosque de terrazas altas	260	5.77
Bosque de colinas bajas y lomadas	356	7.93
Bosque de montaña	552	12.28
<b>TOTAL</b>	<b>4497.64</b>	<b>100.00</b>

En lo que respecta a las tierras para agricultura y a los bosques secundarios derivados de esta actividad, se aprecia en el Cuadro 6 que la mayor cantidad de estas tierras se han desarrollado en bosques de montaña, es decir que 971 122 ha se han desarrollado en tierras de protección, por lo que la dimensión de los impactos ambientales generados por esta actividad en San Martín es significativa.

**Cuadro 6** Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en San Martín

<b>BOSQUES</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
<b>Bosque de montaña</b>	<b>971122</b>	<b>62.59</b>
Bosque de terrazas bajas - medias	335416	21.62
Bosque de colinas altas	158543	10.22
Bosque de colinas bajas y lomadas	51741	3.33
Bosque de terrazas altas	31356	2.02
Rio	3407	0.22
Lagos y Lagunas	32	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>1551617</b>	<b>100.00</b>

Mientras que el 21,62% corresponden a terrazas bajas. Un 10,22% de la actividad agrícola se desarrollan en colinas altas, las cuales también presentan limitaciones. Dados los antecedentes de esta región, es muy probable que buena parte del casi millón de hectáreas de agricultura en montañas hayan sido deforestadas para plantar coca.

En lo que se refiere a pastizales – bosque secundario, este uso de la tierra presenta la misma tendencia que la agricultura - bosque secundario, como se observa en el Cuadro 7, es decir la mayor parte de esta actividad, 53% (76 300 ha), se desarrolla en bosques de montaña, que son tierras de protección. También cabe mencionar que 16% de pastizales se han desarrollado en colinas altas que también presentan limitaciones para el desarrollo de esta actividad.

**Cuadro 7** Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en San Martín

BOSQUES	ha	%
Bosque de montaña	76300	53.73
Bosque de terrazas bajas - medias	30888	21.75
Bosque de colinas altas	22876	16.11
Bosque de terrazas altas	9451	6.66
Bosque de colinas bajas y lomadas	2360	1.66
Rio	74	0.05
Lagos y Lagunas	51	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>142000</b>	<b>100.00</b>

Finalmente, en el Cuadro 8 se aprecia que las plantaciones de palma aceitera se han desarrollado casi en su totalidad en bosques de terrazas bajas y medias, confirmándose que estas son tierras buscadas para la implementación de este cultivo.

**Cuadro 8** Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en San Martín

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	15973	99.17
Bosque de colinas bajas y lomadas	56	0.35
Bosque de montaña	45	0.28
Bosque de terrazas altas	33	0.20
<b>TOTAL</b>	<b>16107</b>	<b>100.00</b>

En este Cuadro se puede apreciar que las plantaciones industriales se ubican en bosques de terrazas bajas – medias, mientras que otras más pequeñas, incluso hasta en bosque de montaña. Esta plantación se halla al sur de San Martín, cerca de la región Huánuco, y, como referencia, entre las localidades de Uchiza y Tocache.

El Cuadro 9 muestra en cual tipo de bosque y en que magnitud se han desarrollado las actividades antrópicas, confirmando que una mayor afectación sobre los bosques de montaña.

**Cuadro 9** Superficies con actividad antrópica por tipo de bosque. Región San Martín

CLASES	ha	%
Bosque de montaña	1048020	61.14
Bosque de terrazas bajas - medias	385607	22.49
Bosque de colinas altas	181419	10.58
Bosque de colinas bajas y lomadas	54514	3.18
Bosque de terrazas altas	41098	2.40
Río	3480	0.20
Lagos y Lagunas	83	0.005
<b>TOTAL</b>	<b>1714221.49</b>	<b>100.00</b>

En la Figura 20 y en el Cuadro 10 se presentan los tipos de bosque y las actividades antrópicas correspondientes a Ucayali y sus respectivas superficies. Se aprecia que en esta región, las tierras con cobertura arbórea ocupan la mayor extensión en la región, el 92% de la superficie total y dentro de ellas, los bosques de colinas bajas y lomadas son los más extensos con el casi 50% de la superficie de la región. Los bosques de montaña se sitúan al oeste, colindando con los departamentos de Huánuco, Pasco y Junín.

**Cuadro 10** Superficie de bosques y de áreas antrópicas de Ucayali

<b>CLASES</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
<b>BOSQUES</b>	<b>9733926</b>	<b>92.42</b>
Aguajales y pantanos	87402	0.83
Bosque de terrazas bajas – medias	1627446	15.45
Bosque de terrazas altas	963855	9.15
Bosque de colinas bajas y lomadas	5229901	49.65
Bosque de colinas altas	1148942	10.91
Bosque de montaña	676380	6.42
<b>ÁREAS ANTRÓPICAS</b>	<b>694628</b>	<b>6.59</b>
Áreas urbanas	10550	0.10
Agricultura - Bosque secundario	605896	5.75
Pastizales - Bosque secundario	54377	0.52
Agricultura - Pastizales - Bosque secundario	21356	0.20
Plantaciones de Palma aceitera	2448	0.02
<b>OTROS</b>	<b>104167</b>	<b>0.99</b>
Lagos y Lagunas	25475	0.24
Río	78692	0.75
<b>TOTAL</b>	<b>10532721</b>	<b>100.00</b>

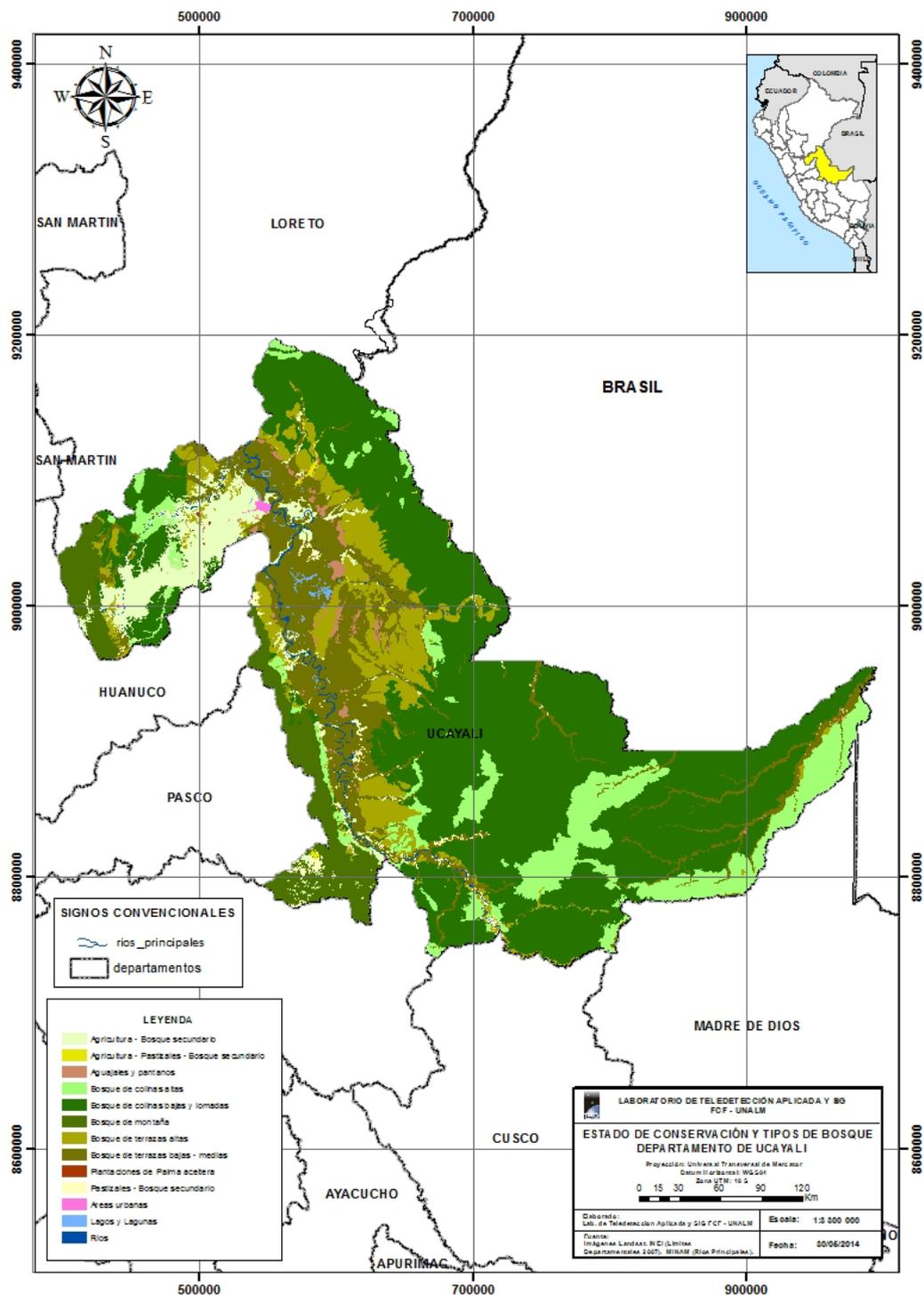


Figura 20 Mapa del Estado de conservación de conservación y tipos de bosque de Ucayali

Por otro lado, el 6,5% de Ucayali está afectado por actividades antrópicas agrupadas alrededor de la carretera hacia Pucallpa (Federico Basadre). Se aprecia, además, que para el año de referencia (2010) habían casi 2 500 ha de Plantaciones de Palma aceitera. Para el 2010 se ha detectado cuatro plantaciones mayores a 100 ha: la mayor tiene más de 700 ha, hay una de 300 ha, otra de 240 ha y una de 121 ha.

Se ha detectado 22 plantaciones menores a 100 ha con información adicional además de haber hecho uso de imágenes de Google Earth. La mayoría de estas plantaciones se han desarrollado en predios o chacras y tienen, en promedio, unas 48 ha cada una. La menor tiene alrededor 20 ha y la mayor 96 ha.

**Cuadro 11** Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en Ucayali

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas altas	9118	86.42
Bosque de terrazas bajas - medias	1303	12.35
Bosque de colinas altas	98	0.93
Bosque de colinas bajas y lomadas	31	0.30
<b>TOTAL</b>	<b>10550</b>	<b>100.00</b>

El Cuadro 11 muestra los tipos de bosque y superficies donde las áreas urbanas se han desarrollado. Se aprecia que, a pesar que las colinas bajas y lomadas son las dominantes en Ucayali, los asentamientos humanos se han establecido preferentemente en las terrazas altas (86%) y en terrazas bajas – medias (12%) que, como ya se dijo, están alrededor de la carretera a la ciudad de Pucallpa.

**Cuadro 12** Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas altas	212000	34.99
Bosque de colinas bajas y lomadas	176148	29.07
Bosque de terrazas bajas - medias	162700	26.85
Bosque de colinas altas	30045	4.96
Bosque de montaña	23870	3.94
Aguajales y pantanos	644	0.11
Río	478	0.08
Lagos y Lagunas	11	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>605896</b>	<b>100.00</b>

La actividad agrícola en Ucayali, se ha desarrollado en todos los tipos de bosque que se encuentran presentes en esta región (Cuadro 12) desde el bosque de terrazas bajas hasta los bosque de montaña. Pero los agricultores han preferido las tierras planas y onduladas como son las terrazas y las colinas bajas y lomadas, pues alrededor del 90% de las tierras dedicadas a esta actividad se encuentran sobre estos tipos de bosque. Por el contrario, menos del 10% de estas tierras se encuentran en colinas y montañas.

En el Cuadro 13 se presenta la superficie de bosques que han sido utilizadas para instalar pastizales; al igual que clase anterior (agricultura – bosque secundario) se ha preferido las terrazas y colinas bajas y lomadas (75% aproximadamente) pero a diferencia de ella, los pastizales sí se han instalado en zonas montañosas (más de 15 000 ha) particularmente hacia Pasco.

**Cuadro 13** Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	24959	45.90
Bosque de montaña	15345	28.22
Bosque de colinas bajas y lomadas	6715	12.35
Bosque de terrazas altas	4818	8.86
Bosque de colinas altas	1918	3.53
Rio	622	1.14
<b>TOTAL</b>	<b>54377</b>	<b>100.00</b>

Esta misma tendencia se aprecia en el Cuadro 14 donde se muestran las superficies que han sido desboscadas para instalar sea agricultura o pastizales y el desarrollo de los bosques secundarios posteriores a estas actividades. Se observa que alrededor del 85% se han instalado en las terrazas y en las colinas bajas y lomadas aunque alrededor de 2 300 ha se han desarrollado en las montañas.

**Cuadro 14** Superficies deforestadas para agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Ucayali

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	13950	65.32
Bosque de terrazas altas	3209	15.03
Bosque de montaña	2307	10.80
Bosque de colinas bajas y lomadas	1693	7.93
Bosque de colinas altas	116	0.55
Aguajales y pantanos	81	0.38
<b>TOTAL</b>	<b>21356</b>	<b>100.00</b>

El Cuadro 15 presenta un aspecto a resaltar: el 100% de las plantaciones de Palma aceitera en Ucayali se han instalado en terrazas altas (79, 77%) y en las bajas – medias (20,23%),

**Cuadro 15** Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en Ucayali

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas altas	1953	79.77
Bosque de terrazas bajas - medias	495	20.23
<b>TOTAL</b>	<b>2448</b>	<b>100.00</b>

Si se observa el desarrollo de las actividades antrópicas consideradas en este estudio, se puede decir que todas ellas han preferido desarrollarse en tierras de poca pendiente y de relieve suave, como se aprecia el Cuadro 16, que muestra que el 89% de las tierras han sido afectadas por esta actividad.

**Cuadro 16** Superficie de actividades antrópicas por tipo de bosque. Región Ucayali

CLASES	ha	%
Bosque de terrazas altas	231097	33.27
Bosque de terrazas bajas - medias	203419	29.28
Bosque de colinas bajas y lomadas	184587	26.57
Bosque de montaña	41523	5.98
Bosque de colinas altas	32178	4.63
Río	1100	0.16
Aguajales y pantanos	724	0.10
<b>TOTAL</b>	<b>694628</b>	<b>100.00</b>

### Región Loreto

Los resultados para el departamento de Loreto se aprecian el Cuadro 17 y en la Figura 21. El departamento de Loreto es el más grande del Perú, por ello si se comparan superficies por medio de cifras relativas, puede llevar a interpretaciones erradas.

**Cuadro 17** Superficie de bosques y de áreas antrópicas de Loreto

CLASES	ha	%
<b>BOSQUES</b>	<b>35775543</b>	<b>95.36</b>
Aguajales y pantanos	2919371	7.78
Bosque de terrazas bajas - medias	11961765	31.89
Bosque de terrazas altas	1895107	5.05
Bosque de colinas bajas y lomadas	17001986	45.32
Bosque de colinas altas	1284628	3.42
Bosque de montaña	712686	1.90
<b>ÁREAS ANTRÓPICAS</b>	<b>1234205</b>	<b>3.29</b>
Áreas urbanas	5194	0.01
Agricultura - Bosque secundario	222375	0.59
Pastizales - Bosque secundario	170889	0.46
Agricultura - Pastizales - Bosque secundario	829009	2.21
Plantaciones de Palma aceitera	6738	0.02
<b>OTROS</b>	<b>505344</b>	<b>1.35</b>
Lagos y Lagunas	54215	0.14
Ríos	451129	1.20
<b>TOTAL</b>	<b>37515092</b>	<b>100.00</b>

Se observa que en Loreto la mayor cantidad de tierras están cubiertas de bosques (95%) y que es un territorio principalmente de características de selva baja, ya que los tipos de bosque predominantes son las colinas bajas y lomadas (45%) seguido por las terrazas bajas - medias (31%).

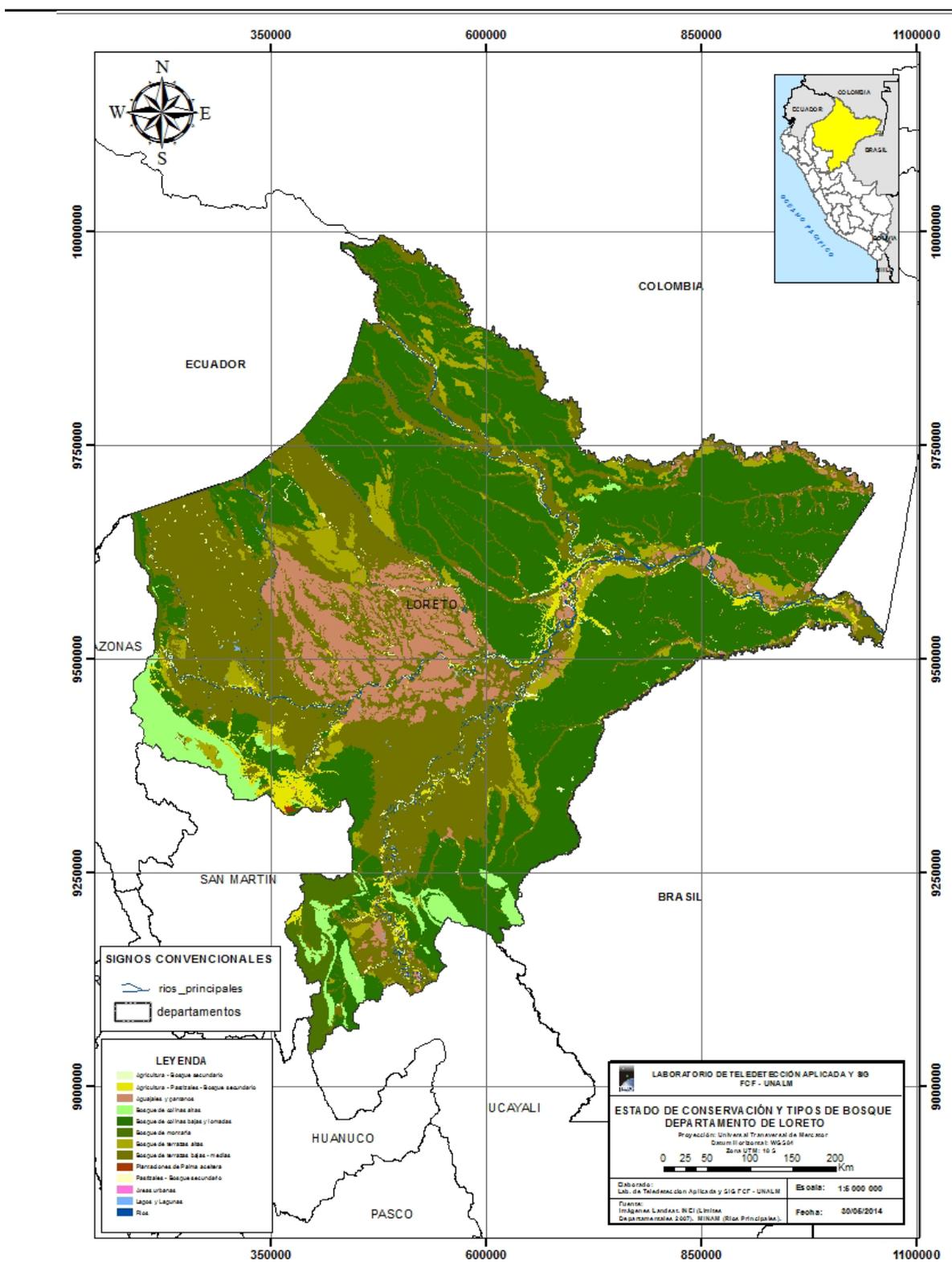


Figura 21 Mapa del Estado de conservación de conservación y tipos de bosque de la región Loreto

También es de resaltar que Loreto presenta casi tres millones de hectáreas de aguajales y pantanos (8%), la mayor parte de ellos forman el llamado “abanico del Pastaza”, como se aprecia en la Figura 21.

Las áreas antrópicas, que ocupan más de un millón de hectáreas, se presentan alrededor de algunas carreteras, como la de Iquitos - Nauta, Jenaro Herrera – Pto. Angamos, en la carretera a Yurimaguas, así como también alrededor de los ríos que particularmente en esta región, son la principal vía de comunicación.

Se han detectado 6 738 ha de plantaciones de Palma aceitera, una de ellas de más de 6 000 ha, otra de más de 400 ha y otras dos pequeñas, seguramente en chacras, cada una de ellas de alrededor de 60 ha.

Los bosques de montaña se presentan principalmente hacia el sur oeste hacia el límite con la región San Martín mientras que los bosques de colina alta se presentan en los límites con las regiones de Amazonas y San Martín hacia el oeste y también hacia el sur con los límites de la región de Ucayali y sur este en los límites con Brasil.

En el Cuadro 18 se observa que para el desarrollo de las áreas urbanas los pobladores de Loreto han preferido las colinas bajas y lomadas (58%) a las terrazas (40%). Esto puede deberse a que en esta región las inundaciones son frecuentes en la época de lluvia.

**Cuadro 18** Desarrollo de áreas urbanas por tipo de bosque en Loreto

BOSQUES	ha	%
Bosque de colinas bajas y lomadas	3014	58.03
Bosque de terrazas bajas - medias	1789	34.45
Bosque de terrazas altas	324	6.24
Rio	67	1.28
<b>TOTAL</b>	<b>5194</b>	<b>100.00</b>

De igual manera se observa que la agricultura se ha desarrollado en las terrazas bajas – medias y colinas bajas y lomadas (Cuadro 19), lo mismo que la ganadería como se aprecia en el Cuadro 20.

**Cuadro 19** Superficies deforestadas para agricultura – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	156293	70.28
Bosque de colinas bajas y lomadas	50931	22.90
Bosque de terrazas altas	6406	2.88
Rio	3625	1.63
Bosque de colinas altas	3358	1.51
Aguajales y pantanos	1437	0.65
Lagos y Lagunas	186	0.08
Bosque de montaña	139	0.06
<b>TOTAL</b>	<b>222375</b>	<b>100.00</b>

La misma tendencia se observa en agricultura - pastizales – bosque secundario (Cuadro 21) pero a diferencia de las anteriores clases, se ha instalado probablemente agricultura en las áreas de montaña colindantes con San Martín.

**Cuadro 20** Superficies deforestadas para pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto

BOSQUES	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	145966	85.42
Bosque de colinas bajas y lomadas	10873	6.36
Bosque de terrazas altas	5297	3.10
Rio	4330	2.53
Bosque de colinas altas	2107	1.23
Aguajales y pantanos	1703	1.00
Lagos y Lagunas	613	0.36
<b>TOTAL</b>	<b>170889</b>	<b>100.00</b>

Otra diferencia con las anteriores clases, es que el bosque de terrazas bajas – media que mayormente ha sido ocupado por la clase agricultura – bosque secundario (70%) y por pastizales – bosque secundario (85%) pero en la clase agricultura - pastizales – bosque secundario no existe un solo tipo de bosque “predominante” sino que se reparte entre los bosques de colinas bajas y lomadas y el bosque de terrazas bajas - medias, con 45% y 42% de la superficie respectivamente (Cuadro 21).

**Cuadro 21** Superficies deforestadas para agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en Loreto

BOSQUES	ha	%
Bosque de colinas bajas y lomadas	375654	45.31
Bosque de terrazas bajas - medias	352644	42.54
Bosque de terrazas altas	48923	5.90
Bosque de montaña	19392	2.34
Bosque de colinas altas	19028	2.30
Rio	8891	1.07
Aguajales y pantanos	3367	0.41
Lagos y Lagunas	1110	0.13
<b>TOTAL</b>	<b>829009</b>	<b>100.00</b>

Un aspecto que resalta el Cuadro 22 es que en la región Loreto, el 95% de la superficie de las plantaciones de palma aceitera se han desarrollado principalmente en el bosque de colinas bajas y lomadas probablemente para evitar el exceso de agua en el suelo en la época de lluvia.

**Cuadro 22** Superficies deforestadas para plantaciones de Palma aceitera por tipo de bosque en Loreto

BOSQUES	ha	%
Bosque de colinas bajas y lomadas	6404	95.04
Bosque de terrazas altas	334	4.96
<b>TOTAL</b>	<b>6738</b>	<b>100.00</b>

En el Cuadro 23 se presenta la superficie que ocupan todas las actividades antrópicas en la región Loreto. Se observa que la mayoría de estas actividades se desarrollan sobre el bosque de terrazas bajas - medias (más del 50%) y una gran parte de ellas se desarrolla en el bosque de colinas bajas y lomadas (36%).

**Cuadro 23** Superficie de la Actividad antrópica por tipo de bosque. Región Loreto

<b>CLASES</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Bosque de terrazas bajas - medias	656692	53.21
Bosque de colinas bajas y lomadas	446876	36.21
Bosque de terrazas altas	61284	4.97
Bosque de colinas altas	24493	1.98
Bosque de montaña	19532	1.58
Río	16912	1.37
Aguajales y pantanos	6507	0.53
Lagos y Lagunas	1909	0.15
<b>TOTAL</b>	<b>1234205</b>	<b>100.00</b>

### *Total en las tres regiones*

En la Figura 22 y en el Cuadro 24 se presentan los resultados de toda el área de estudio, es decir de las regiones Loreto, Ucayali y San Martín. Se puede apreciar, como ya se mencionó el tamaño de Loreto que ocupa el 70% del área mientras que San Martín ocupa más de 3 100 000 ha, solo el 9,5% del área total.

De igual manera, Loreto posee la mayor cantidad de superficie de bosques de las tres regiones, más de 35 700 000 ha (67%) mientras que la menor es San Martín con casi 6%.

Pero lo que es sorprendente es que San Martín que es la región de menor tamaño tenga la mayor cantidad de tierras ocupadas por alguna actividad antrópica con más de 1 710 000 ha frente a Loreto con más de 1 230 000 ha y Ucayali con más de 690 000 ha. Particularmente, la extensión que la clase agricultura – bosque secundario tiene en esta región es de más de millón y medio de hectáreas.

En Ucayali hay que remarcar que existe una concentración de las áreas antrópicas hacia el norte de la región, a los largo del eje de la carretera Federico Basadre que lleva a Pucallpa, a diferencia de la otras dos regiones en las que estas tierras, están presentes por toda la superficie de la región.

Otro aspecto que resaltar de San Martín, que lo hace diferente de las otras dos regiones, es que tiene la mayor cantidad de bosque de montaña, más de 2 600 000 ha (5%) que Loreto y Ucayali. Sumado a esto, San Martín es la única de las tres regiones que presenta vegetación altoandina, vegetación de Sierra.

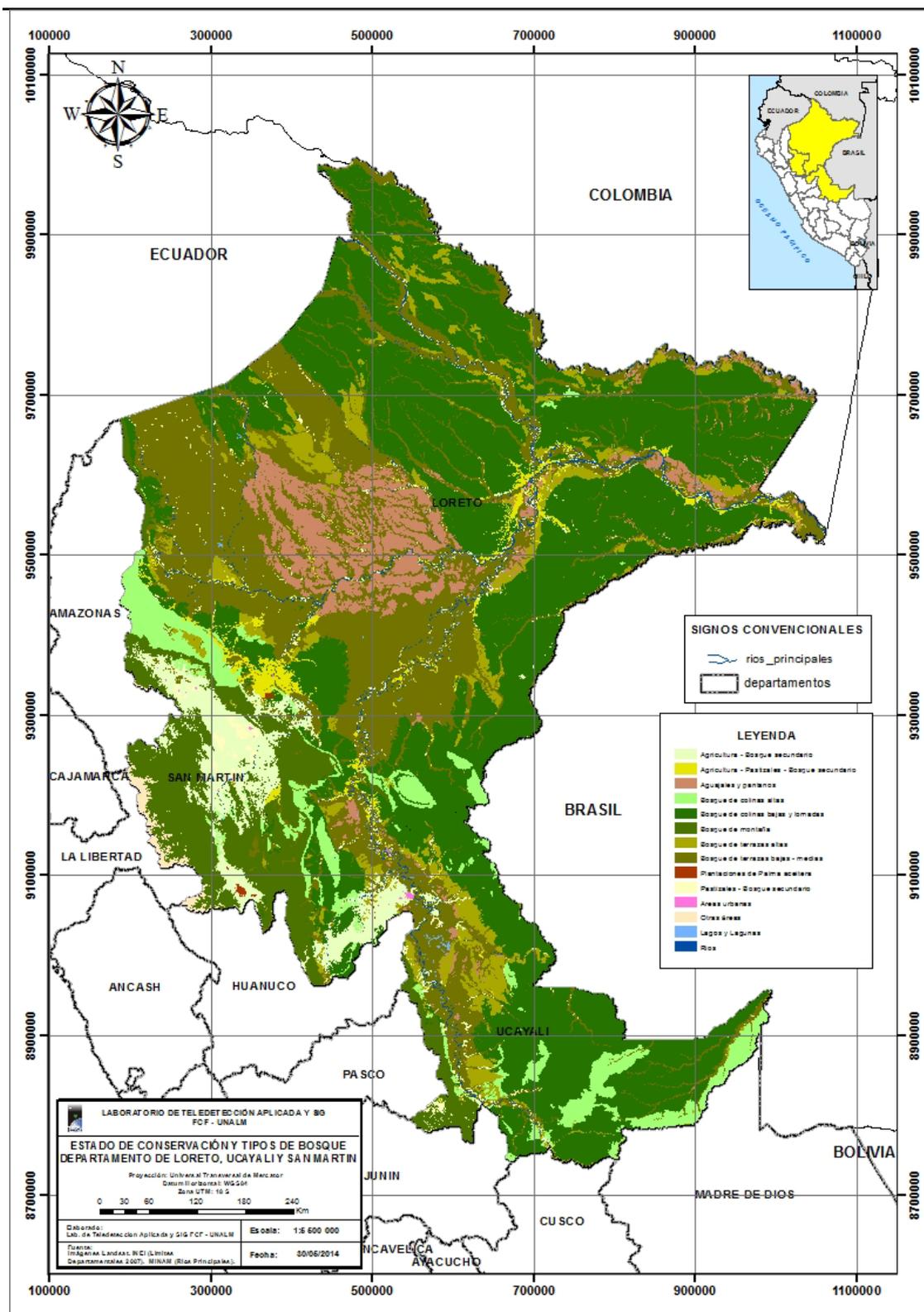


Figura 22 Mapa del Estado de conservación y tipos de bosque de las regiones San Martín, Ucayali y Loreto

**Cuadro 24** Superficie de bosques y área antrópica en las tres regiones

CLASES	LORETO		UCAYALI		SAN MARTÍN		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
<b>BOSQUES</b>	<b>35775543</b>	<b>67.32</b>	<b>9733926</b>	<b>18.32</b>	<b>3161198</b>	<b>5.95</b>	<b>48670667</b>	<b>91.58</b>
Aguajales y pantanos	2919371	5.49	87402	0.16	0	0.00	3006773	5.66
Bosque de terrazas bajas - medias	11961765	22.51	1627446	3.06	182468	0.34	13771679	25.91
Bosque de terrazas altas	1895107	3.57	963855	1.81	23472	0.04	2882434	5.42
Bosque de colinas bajas y lomadas	17001986	31.99	5229901	9.84	164641	0.31	22396528	42.14
Bosque de colinas altas	1284628	2.42	1148942	2.16	117798	0.22	2551368	4.80
Bosque de montaña	712686	1.34	676380	1.27	2672819	5.03	4061885	7.64
<b>ÁREAS ANTRÓPICAS</b>	<b>1234205</b>	<b>2.32</b>	<b>694628</b>	<b>1.31</b>	<b>1714221</b>	<b>3.23</b>	<b>3643054</b>	<b>6.85</b>
Áreas urbanas	5194	0.01	10550	0.02	4497	0.01	20241	0.04
Agricultura - Bosque secundario	222375	0.42	605896	1.14	1551617	2.92	2379888	4.48
Pastizales - Bosque secundario	170889	0.32	54377	0.10	142000	0.27	367266	0.69
Agricultura - Pastizales - Bosque secundario	829009	1.56	21357	0.04	0	0	850366	1.60
Plantaciones de Palma aceitera	6738	0.01	2448	0.005	16107	0.03	25293	0.05
<b>OTROS</b>	<b>505344</b>	<b>0.95</b>	<b>104167</b>	<b>0.20</b>	<b>221675</b>	<b>0.42</b>	<b>831186</b>	<b>1.56</b>
Lagos y Lagunas	54215	0.10	25475	0.05	1033	0.002	80723	0.15
Ríos	451129	0.85	78692	0.15	209854	0.39	739675	1.39
Otras áreas	0	0.00	0	0.00	10788	0.02	10788	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>37515092</b>	<b>70.59</b>	<b>10532721</b>	<b>19.82</b>	<b>5097094</b>	<b>9.59</b>	<b>53144907</b>	<b>100.00</b>

Algo notorio es que Ucayali cuenta con el doble de superficie de áreas urbanas (más de 10 000 ha) que Loreto (más de 5 000 ha) y San Martín (casi 4 500 ha).

Un detalle de Loreto es que es la región con mayor superficie de ríos, lagos, lagunas y “cochas”, de las tres regiones, sería la región de selva baja típica. Mientras que San Martín, por lo que ya se ha mencionado, vendría a ser la región de Selva Alta típica.

Otro aspecto a remarcar es que para el año 2010, año de referencia de las imágenes de satélite utilizadas, San Martín era la región con mayor cantidad de superficie de plantaciones de Palma aceitera (16 000 ha aproximadamente) y Ucayali era la región con menor cantidad de hectáreas plantadas con esta palma (menos de 2 500 ha).

En cuanto a las áreas urbanas, el Cuadro 25 muestra que la ocupación de las tierras, además de las diferencias fisiográficas propias de las regiones, ha seguido tendencias diferentes, pues mientras que en Loreto, se han ocupado más tierras del bosque de colinas bajas y lomadas, en Ucayali lo han sido las terrazas altas y en San Martín, las terrazas bajas – medias. Por otro lado, es San Martín la única región donde se ha ocupado los bosques de montaña para desarrollar centros poblados. Adicionalmente, en Ucayali existe una concentración de las áreas antrópicas hacia el norte de la región a diferencia de la otras dos que estas tierras están presentes por toda la superficie de la región.

En relación a la clase agricultura – bosque secundario, el Cuadro 26 presenta algunas diferencias entre las regiones. Así, en Loreto, la agricultura se ha desarrollado principalmente sobre las tierras del bosque de terrazas bajas – medias, en Ucayali además de las tierras del bosque de terrazas bajas – medias, también la agricultura se ha desarrollado en bosque de terrazas altas y en bosque de colinas bajas y lomadas casi de manera igual. Pero en San Martín, como ya se mencionó, es sorprendente que en esta región la agricultura se haya desarrollado sobre el bosque de Montaña.

El Cuadro 27 muestra la situación de los pastizales – bosque secundario y se puede observar que en Loreto ocupa el mismo tipo de bosque que agricultura (más de 145 000 ha) así como en San Martín que los pastizales se han instalado sobre bosque de montaña, mientras en Ucayali esta actividad se ha desarrollado principalmente en las tierras del bosque de terrazas bajas -medias.

La clase agricultura - pastizales – bosque secundario se distribuye de manera diferente que las clases anteriores, como se aprecia en el Cuadro 28. En Loreto se distribuye entre las tierras de los bosques de terrazas bajas – medias y las de bosque de colinas bajas y lomadas, en Ucayali se presenta principalmente en las tierras de bosques de terrazas bajas – medias. Esta clase “mixta”, se presenta por la fragmentación del uso de la tierra, por lo que podría presentarse principalmente alrededor de comunidades o de pequeñas poblaciones.

En el Cuadro 29 se presenta como se distribuyen las plantaciones de Palma aceitera. Como ya se mencionó, en Loreto estas plantaciones no han ocupado las tierras de los bosques de terrazas, como sí ocurre en Ucayali y en San Martín sino más bien el bosque de colinas bajas y lomadas. La preferencia por los bosques de terrazas radica en un menor costo de establecimiento y de cosecha. Además, también puede ser debido a que, en la selva baja, la precipitación y los flujos de agua en el suelo propician inundaciones en terrenos planos principalmente aquellos que están cercanos a los cuerpos de agua.

**Cuadro 25** Superficie de área urbana por tipo de bosque en las tres regiones al 2010.

CLASES	LORETO		UCAYALI		SAN MARTÍN		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	1789	8.84	1303	6.44	3329	16.45	6421	31.72
Bosque de terrazas altas	324	1.60	9118	45.04	260	1.28	9702	47.93
Bosque de colinas bajas y lomadas	3014	14.89	31	0.15	356	1.76	3401	16.81
Bosque de colinas altas	0.00	0.00	98	0.48	0	0.00	98	0.56
Bosque de montaña	0.00	0.00	0	0.00	552	2.65	552	2.65
Río	67	0.33	0	0.00	0	0.00	67	0.33
<b>TOTAL</b>	<b>5194</b>	<b>25.66</b>	<b>10550</b>	<b>52.12</b>	<b>4497</b>	<b>22.22</b>	<b>20241</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 26** Superficie de agricultura - bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones al 2010.

CLASES	LORETO		UCAYALI		SAN MARTÍN		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Aguajales y pantanos	1437	0.06	642.92	0.03	0	0.00	2081	0.09
Bosque de terrazas bajas - medias	156293	6.57	162711	6.84	335416	14.09	654420	27.50
Bosque de terrazas altas	6406	0.27	212000	8.91	31355	1.32	249762	10.49
Bosque de colinas bajas y lomadas	50931	2.14	176148	7.40	51741	2.17	278820	11.72
Bosque de colinas altas	3358	0.14	30045	1.26	158543	6.66	191946	8.07
Bosque de montaña	139	0.01	23870	1.00	971122	40.81	995131	41.81
Río	3625	0.15	478	0.02	3407	0.14	7510	0.32
Lagos y Lagunas	186	0.01	0	0.00	32	0.001	218	0.009
<b>TOTAL</b>	<b>222375</b>	<b>9.34</b>	<b>605896</b>	<b>25.46</b>	<b>1551617</b>	<b>65.20</b>	<b>2379888</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 27** Superficie de pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones al 2010.

CLASES	LORETO		UCAYALI		SAN MARTÍN		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Aguajales y pantanos	1703	0.46	0	0.00	0	0.00	1703	0.46
Bosque de terrazas bajas - medias	145966	39.74	24959	6.80	30888	8.41	201813	54.95
Bosque de terrazas altas	5297	1.44	4818	1.31	9451	2.57	19566	5.33
Bosque de colinas bajas y lomadas	10873	2.96	6715	1.83	2360	0.64	19948	5.43
Bosque de colinas altas	2107	0.57	1918	0.52	22876	6.23	26901	7.32
Bosque de montaña	0	0.00	15345	4.18	76300	20.78	91645	24.95
Río	4330	1.18	622	0.17	74	0.02	5026	1.37
Lagos y Lagunas	613	0.17	0	0.00	51	0.01	664	0.18
<b>TOTAL</b>	<b>170889</b>	<b>46.53</b>	<b>54377</b>	<b>14.81</b>	<b>142000</b>	<b>38.66</b>	<b>367266</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 28** Superficie de agricultura - pastizales – bosque secundario por tipo de bosque en las tres regiones al 2010.

CLASES	LORETO		UCAYALI		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%
Aguajales y pantanos	3367	0.40	81	0.01	3448	0.41
Bosque de terrazas bajas - medias	352644	41.47	13950	1.64	366594	43.11
Bosque de terrazas altas	48923	5.75	3209	0.38	52132	6.13
Bosque de colinas bajas y lomadas	375654	44.18	1694	0.20	377348	44.37
Bosque de colinas altas	19028	2.24	116	0.01	19144	2.25
Bosque de montaña	19392	2.28	2307	0.27	21699	2.55
Río	8891	1.05	0	0.00	8891	1.05
Lagos y Lagunas	1110	0.13	0	0.00	1110	0.13
<b>TOTAL</b>	<b>829009</b>	<b>97.49</b>	<b>21357</b>	<b>2.51</b>	<b>850366</b>	<b>100.00</b>

**Cuadro 29** Superficie de plantaciones de palma aceitera por tipo de bosques en las tres regiones al 2010.

CLASES	LORETO		UCAYALI		SAN MARTÍN		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque de terrazas bajas - medias	0	0.00	495	1.96	15973	63.16	16468	65.11
Bosque de terrazas altas	334	1.32	1953	7.72	33	0.13	2320	9.17
Bosque de colinas bajas y lomadas	6404	25.32	0	0.00	56	0.22	6460	25.54
Bosque de montaña	0	0.00	0	0.00	45	0.18	45	0.18
<b>TOTAL</b>	<b>6738</b>	<b>26.64</b>	<b>2448</b>	<b>9.68</b>	<b>16107</b>	<b>63.68</b>	<b>25293</b>	<b>100.00</b>

## 2.6 Comentarios generales

Se han elaborado mapas de las regiones de Loreto, San Martín y Ucayali que muestran los bosques de estas regiones así como también los usos de la tierra en ellas con el objetivo de tener una aproximación del estado de conservación de los mismos. Para realizar estos mapas se ha interpretado visualmente imágenes Landsat con apoyo de otros mapas e imágenes, así como también la consulta a personas que conocen las plantaciones de palma aceitera.

Si bien se ha realizado una adecuada interpretación según la resolución espacial de las imágenes utilizadas, la escala y la unidad mínima de interpretación, se recomienda verificar y validar la interpretación realizada mediante trabajos de campo que permitan actualizar la información, principalmente de los usos de la tierra, y de manera particular, visitar las plantaciones de palma aceitera en parcelas pequeñas.

Se han llegado a establecer las áreas de actividad antrópica en las regiones estudiadas así como también los tipos de bosque sobre los cuales dichas actividades se han establecido, incluyendo los bosques secundarios por su importancia. Se recomienda que en las áreas de interés, se desarrollen las medidas de prevención de una nueva intervención, así como de recuperación de los bosques secundarios, ya sea que estos provengan de un barbecho de la agricultura o de pastizales, o si forman parte de un estadio de la sucesión secundaria del bosque; además de monitorear las áreas con imágenes de alta resolución espacial a fin de evaluar si cambian de uso de la tierra o si la sucesión secundaria es interrumpida antes de llegar al “bosque alto”.

También es importante mostrar que, en las tres regiones, los bosques de terrazas bajas - medias son los que se han visto más afectados por el desarrollo de las actividades antrópicas. Un tipo de bosque que ha sido muy afectado en las tres regiones y que llama a reflexión, son los bosques de montaña, que en total han sido afectados en más de un millón de hectáreas.

Además de los resultados numéricos sería conveniente analizar estos resultados con la historia de ocupación del territorio en las tres regiones, la manera como actuaron los diversos actores económicos y sociales desde épocas coloniales, la accesibilidad por carretera a estas regiones, el impacto de las carreteras de penetración y longitudinales como la Marginal de la Selva y la Federico Basadre, la evolución de la economía en ellas, y recientemente la implementación de proyectos agroindustriales, procesos diversos que llevan a diferentes formas de ocupación del territorio y a una creciente degradación de ecosistemas forestales.

Finalmente es necesario monitorear la expansión de las plantaciones de palma aceitera, tanto las plantaciones industriales que se establecen luego de talar el bosque alto, como las plantaciones pequeñas que se desarrollan en predios agrícolas y ganaderos, en chacras, en tierras comunales, en campos agrícolas y en pastizales, sobre todo en los bosques secundarios que se originan luego de realizadas estas actividades. Está demostrado que el dedicar estas áreas a otras actividades distintas a la agricultura y ganadería a pequeña escala, incentiva que los antiguos propietarios o posesionarios migren a otras zonas a talar más bosques para dedicarlos a actividades que antes realizaban. Por otro lado, como ya se ha mencionado, los bosques secundarios (en cualquiera de sus etapas, desde “purma” hasta el estadio adulto), forman parte de una sucesión que

paulatinamente va recuperando el bosque y las funciones y beneficios que este presta. Se recomienda monitorear anualmente las áreas seleccionadas con imágenes de alta resolución.

### 3 Análisis multi-temporal de la deforestación en los distritos de Fernando Lores (Loreto) y Nueva Requena (Ucayali)

#### 3.1 Imágenes de satélite utilizadas

Es necesario mencionar que para este tipo de análisis se requieren imágenes satelitales de Alta Resolución (de resolución espacial de 5 m por lo menos). En tal sentido, la SPDE solicitó a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del MINAGRI copia de las imágenes Rapideye en formato digital correspondientes a la “iniciativa Hatoyama” de Japón. Mediante Memorandum N° 345-2014-MINAGRI-DGFFS (DICFFS) la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre respondió:

*“(...) Al respecto, las imágenes de satélites Rapid Eye corresponden al Lote A-1 de las donaciones realizadas por el gobierno de Japón en el marco del Programa Conservación de Bosques, en cuyas: “Especificaciones Técnicas del Lote-Ítem N° A-1, Imagen Satelital de 5m: 2011-2012 de todo el Perú” se detalla que la licencia estará disponible para los Ministerio de Ambiente y Agricultura y Riego, quienes como usuarios finales reciben derechos para el uso de productos Rapid Eye.*

*En ese sentido (...) se informa que conforme a las cláusulas de la licencia concedida y a los usos permitidos por Rapid Eye, la solicitud de imágenes satelitales podrá ser atendida únicamente en formato impreso”.*

Al no contar con esta información, este análisis no pudo ser llevado a cabo con imágenes de alta resolución.

Se buscaron otras imágenes como LISS3 de la India o las chino-brasileñas CBERS2 con resoluciones de 15 m y 20 m, pero no se encontraron imágenes de las áreas de interés en el servidor del INPE.

Por ello se decidió realizar este estudio con imágenes satelitales de resolución espacial media.

Así, se utilizaron imágenes Landsat 5 para el primer año del análisis e imágenes Landsat 8 para el segundo año. Las imágenes se obtuvieron de los sitios web del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciaes (INPE) de Brasil ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)).

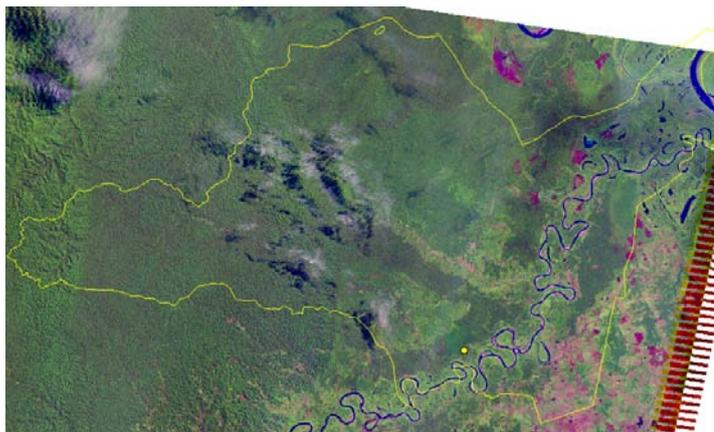
El área de estudio del presente análisis comprendió al distrito de Fernando Lores (Loreto) y el de Nueva Requena (Ucayali) (Figuras 23 y 24), por la extensión de cada uno de ellos bastó con utilizar una sola escena en cada caso, las que se muestran en el Cuadro 30. En este Cuadro además se muestran la fecha en la que cada imagen fue tomada.

**Cuadro 30** Imágenes utilizadas en el análisis multi-temporal

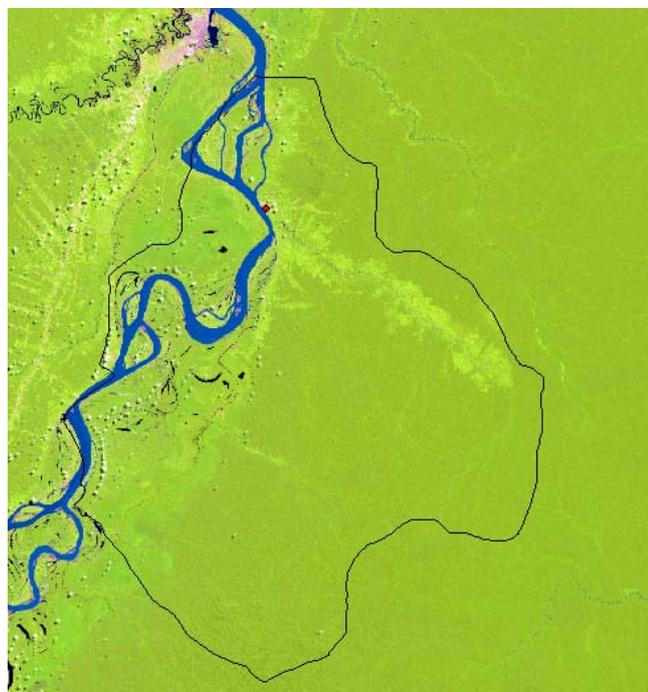
Imágenes Path / Row	Distrito Departamento	Año 1 Landsat 5	Año 2 Landsat 8
006-063	Fernando Lores Loreto	11 febrero 2006	28 agosto 2013
007-066	Nueva Requena Ucayali	2010	07 noviembre 2013

Es necesario indicar que si bien las imágenes Landsat 8 están disponibles de manera gratuita, no significa que estén fácilmente accesibles todavía. Por lo que la búsqueda de estas imágenes tomó más tiempo de lo que normalmente se toma encontrar otras imágenes Landsat, como las Landsat 5. Este mayor tiempo se debe a que las imágenes Landsat 8, para los usuarios regulares, no se encuentran disponibles en todos los servidores que distribuyen imágenes, es decir solo están disponibles a usuarios “especiales” por ahora.

Los límites distritales fueron obtenidos del INEI.



**Figura 23** Distrito de Nueva Requena, Ucayali



**Figura 24** Distrito de Fernando Lores, Provincia de Maynas, Loreto

## 3.2 Procesamiento de las imágenes de satélite

### Preparación de las imágenes

Las imágenes del año 1 utilizadas para este análisis ya se encontraban con las bandas espectrales unidas y georeferenciadas. Las imágenes del año 2, por ser nuevas adquisiciones para la zona de estudio, primero se unieron las bandas y luego se referenciaron basados en las imágenes del período 1, esto se realizó con el software utilizado fue ERDAS.

La Unión de bandas de cada imagen Landsat 8 de año 2 de cada una de las áreas de trabajo se llevó a cabo según lo que se indica en el Anexo 2. En la Figura 25 se muestra un ejemplo de ello.

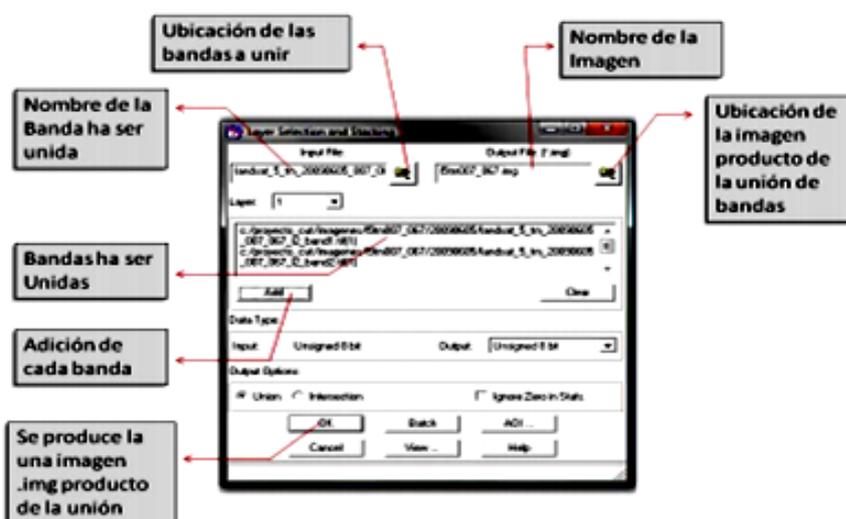


Figura 25 Secuencia de unión de bandas espectrales de las imágenes del año 2

Por otro lado, la referenciación de las imágenes LANDSAT 8, del año 2, se realizó con base en las imágenes LANDSAT 5 del 2010, esto se trabajó con el programa ERDAS IMAGINE 2013 y con el módulo de Autosync.

En la Figura 26 se muestra parte del proceso de referenciación seguido

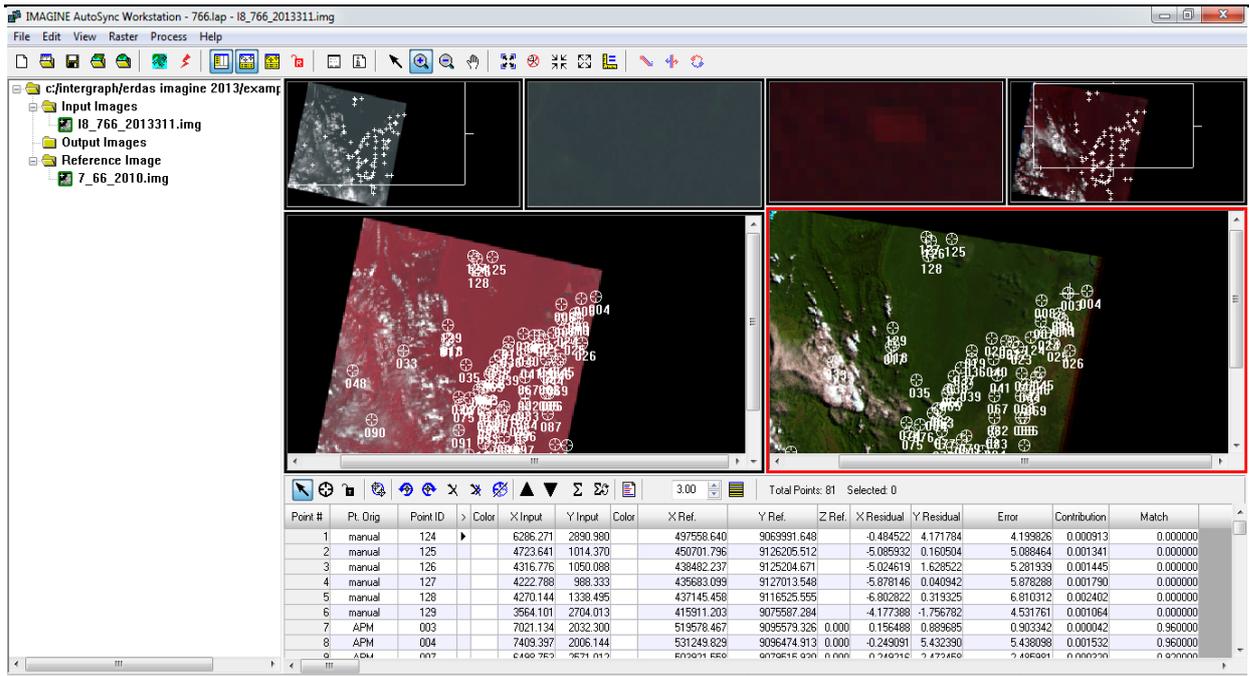


Figura 26 Proceso de Referenciación de imágenes satelitales del año 2

Mientras que en Cuadro 31 se muestra el error acumulado en este proceso para cada una de las imágenes. En ambas imágenes se utilizaron 81 puntos de referencia y los errores acumulados fueron mayores en la imagen 007-066 que en la 006-063 pero son muy aceptables para el tipo de análisis que se desea hacer.

Cuadro 31 Error acumulado en el proceso de referenciación de las imágenes

IMAGEN	ERROR ACUMULADO	Nº PUNTOS DE REFERENCIA
007-066	2.330	81
006-063	0.914	81

Luego fue necesario unir las dos imágenes del año 1 y del año 2 en un solo archivo (Figuras 27 y 28), así cada archivo de imagen contaría con 12 bandas, seis del año 1 y las siguientes seis bandas 6 corresponden de la imagen del año 2.

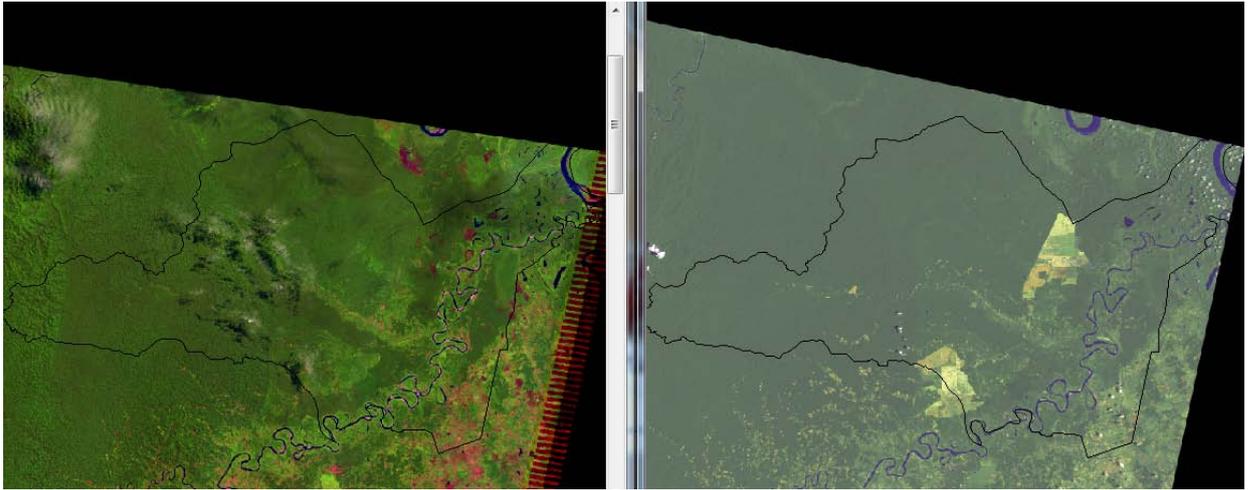


Figura 27 Unión de imágenes año 1 y año 2. Imagen 007-066

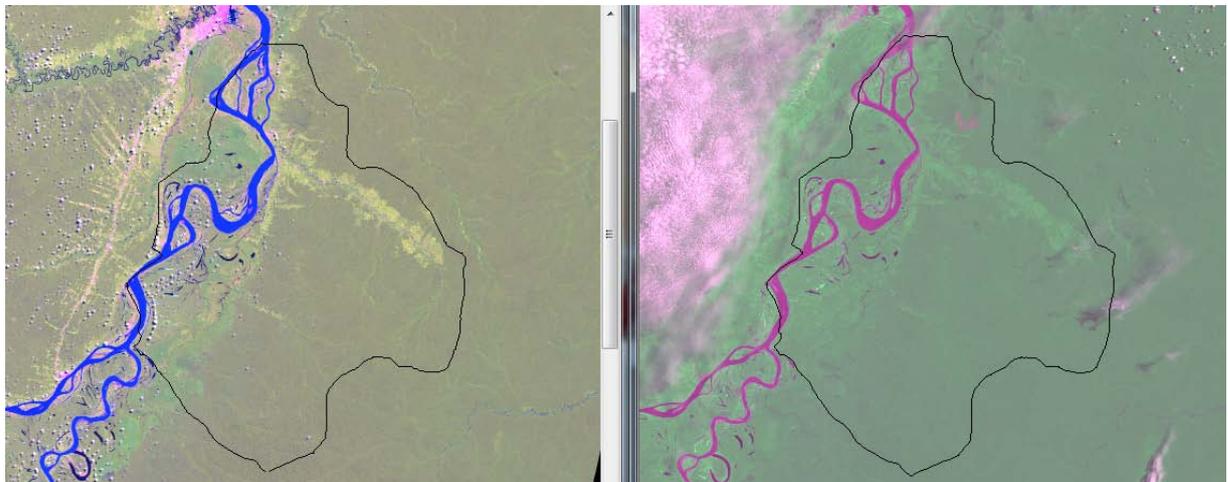


Figura 28 Unión de imágenes año 1 y año 2. Imagen 006-063

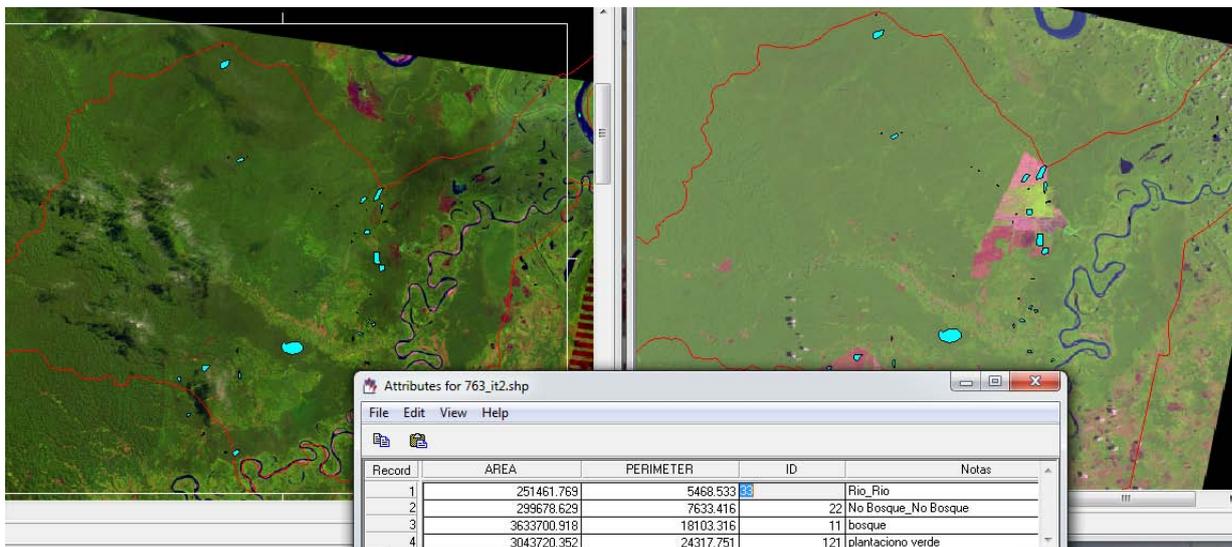
### Análisis de cambio

Para realizar el análisis de cambio, se siguió la metodología presentada por Hewson *et al.* (2012) que utiliza un clasificador generado por un árbol de decisiones. Una de las ventajas de esta metodología es que se clasifican los cambios en las imágenes directamente y no según la aproximación tradicional de clasificar separadamente las imágenes y luego comparar, por medio de un algebra de mapas, los mapas resultantes de las dos clasificaciones, la del inicio y la del fin del periodo.

La combinación de bandas utilizadas para el año 1 fue 5, 4, 3 (cañones rojo, verde, azul) mientras que para el año 2 fue 12, 11, 10 (cañones rojo, verde, azul). La escala de trabajo fue 1:75 000 por lo que la unidad mínima de trabajo fue 17 ha, cambios menores (mayor detalle) no fueron representados por ser Landsat una imagen de resolución media.

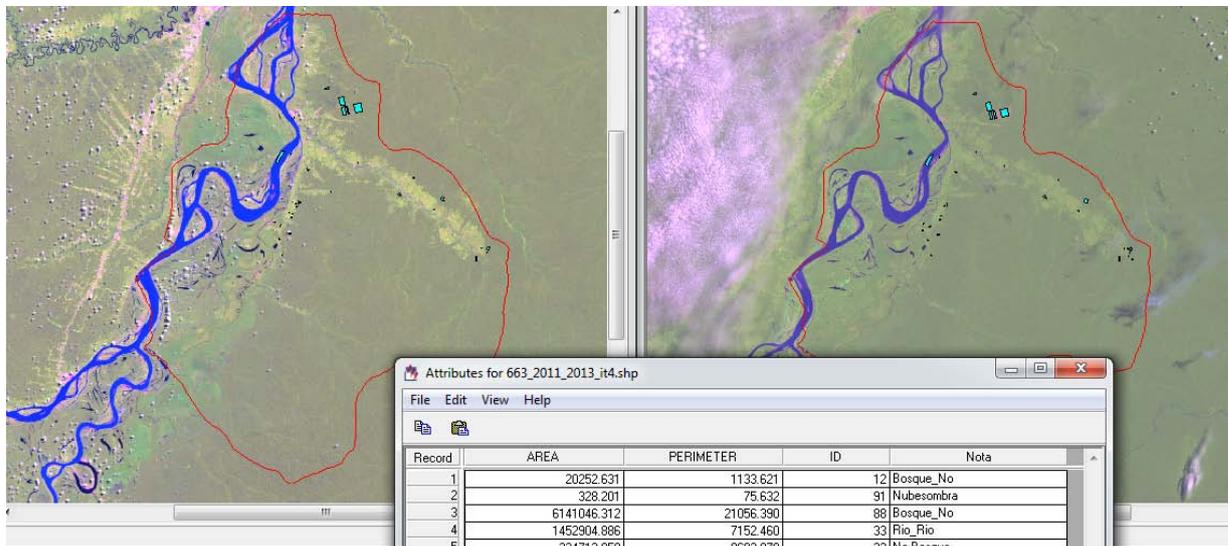
El análisis antes mencionado se basó en una clasificación supervisada de imágenes satelitales con árboles de decisión (para lo cual se unieron las imágenes del año 1 y del año 2). Como en toda clasificación supervisada se generaron áreas de entrenamiento (Figuras 29 y 30), tantas como clases a determinar en el análisis. Estas clases de entrenamiento representan una muestra de los cambios en las imágenes en el período, por lo que, a diferencias de otros métodos, cada área de

entrenamiento debe contener la mayor variabilidad de la clase correspondiente. Las áreas de entrenamiento son de importancia para la clasificación en las clases asignadas.



**Figura 29** Generación de áreas de entrenamiento en las imágenes del año 1 y del año 2. Imagen 007-066

Cabe mencionar que la delimitación de las áreas de entrenamiento se hizo con las herramientas del software ERDAS Imagine ver 9.2. Se basa en el criterio del analista que interpreta visualmente la imagen para realizar la delimitación.



**Figura 30** Generación de áreas de entrenamiento en las imágenes del año 1 y del año 2. Imagen 006-063

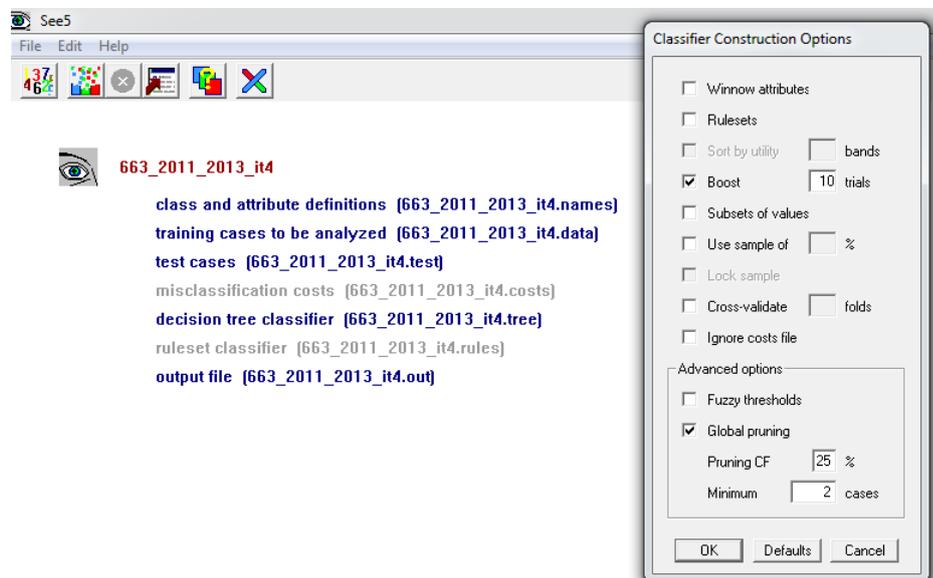
Las clases de cambio utilizadas para cada imagen se muestran en el Cuadro 32. Además de tener al año 1 diferente, una 2006 y la otra 2010, también la imagen 007- 066 tiene una clase más: Nube sombra – No bosque. Cabe precisar que se considera dentro de la clase “no bosque” a las clases de uso de la tierra que no son bosques, como agricultura, pastizales, áreas urbanas; en esta clase

también se ha considerado a los bosques secundarios pequeños y jóvenes, mas no a los bosques secundarios adultos pues tiene una estructura y un dosel similar al bosque alto.

**Cuadro 32** Clases de cambio para cada imagen

Imágenes Path / Row	Clases Año 1 – Año 2	Código
006 - 063	2006 - 2013	
	Bosque - Bosque	11
	Bosque - No Bosque	12
	No Bosque - No Bosque	22
	Rio - Rio	33
	Nube sombra - Bosque	91
007 - 066	2010 – 2013	
	Bosque - Bosque	11
	Bosque - No Bosque	12
	No Bosque - No Bosque	22
	Rio - Rio	33
	Nube sombra - Bosque	91
	Nube sombra - No Bosque	92

Luego, la información de los pixeles de cada área de entrenamiento fue exportada al software SEE5/C5 (Figura 31) donde se generó el árbol de decisión que mejor agrupa la información de las áreas de entrenamiento. Este resultado generó un clasificador que se importó al software ERDAS IMAGINE 9.2, este clasificador fue utilizado en la clasificación supervisada para obtener una clasificación de los cambios.



**Figura 31** Generación de árboles de decisión por medio del software SEE5/C5.

Estas clasificaciones fueron evaluadas y para afinar resultados, se volvió a trabajar con las áreas de entrenamiento, para modificarlas, afinarlas y volver a realizar la clasificación hasta obtener la mejor clasificación de cambios en un proceso iterativo. Este proceso iterativo de lograr la mejor clasificación es otra ventaja de este método.

La clasificación del análisis de cambio, que como ya se dijo se realizó con el software ERDAS IMAGINE 9.2, fue una imagen que tiene formato raster. Para obtener información y generar los mapas correspondientes, los dos resultados que se obtuvieron fueron transformados a formato vectorial con ayuda del software ArcGis v.10.

Cabe manifestar que estos resultados no fueron filtrados ni se eliminaron los píxeles aislados porque pueden servir para analizar algunas tendencias en estos resultados.

### 3.3 Resultados

#### *Distrito de Nueva Requena, Ucayali*

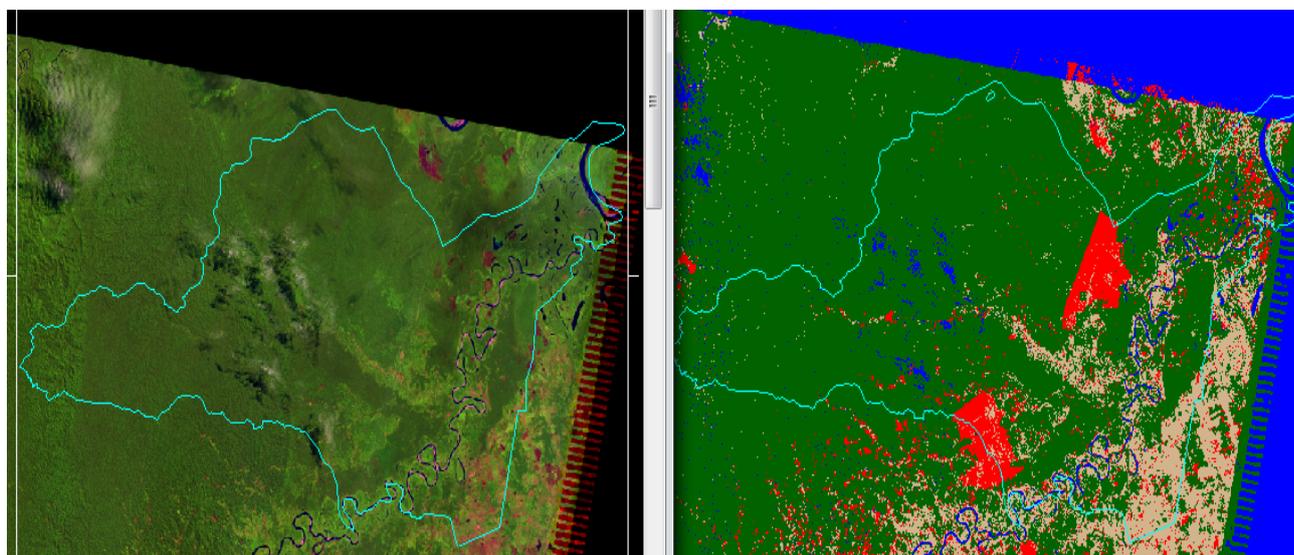
En el Cuadro 33 se muestra el resultado del análisis de cambios en el distrito de Nueva Requena, Ucayali, en el periodo 2010 – 2013.

**Cuadro 33** Resultado de los cambios 2010 – 2013. Distrito de Nueva Requena, Ucayali

<b>Nueva Requena, Ucayali 2010 – 2013</b>			
<b>Clases Año 1 – Año 2</b>	<b>Código</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
<b>Bosque - Bosque</b>	11	163 807	79.45
<b>Bosque - No Bosque</b>	12	14 765	7.16
<b>No Bosque - No Bosque</b>	22	22 324	10.83
<b>Rio – Rio</b>	33	4 674	2.27
<b>Nube sombra - Bosque</b>	91	615	0.3
<b>TOTAL</b>		<b>206 185</b>	<b>100</b>

Se aprecia que casi el 80% del territorio de este distrito se ha mantenido como bosque mientras que casi el 11% del mismo se ha mantenido como “no bosque”. En la clase “no bosque – no bosque” se considera agricultura, pastizales, áreas urbanas, bosques secundarios pequeños y jóvenes así como plantaciones de palma aceitera. .

La clase “bosque – no bosque” implica las tierras que en el 2010 eran bosques, en el 2013 ya no lo son, pudiendo ser agricultura, pastizales, bosques secundarios o plantaciones de palma aceitera. Así en el distrito de Nueva Requena existen 14 765 ha que ya no son bosque, es decir que se ha deforestado el 7,16% de la superficie de este distrito en el periodo 2010 – 2014.



**Figura 32** Distrito de Nueva Requena, Ucayali. Imagen 2010 (izq.). Resultado de la clasificación de cambio (der.).

En la Figura 32 se puede apreciar el resultado del análisis de cambio así como la imagen correspondiente al año 2010, al inicio del periodo de análisis mientras que en la Figura 33 se muestra el mapa de cambios del distrito de Nueva Requena.

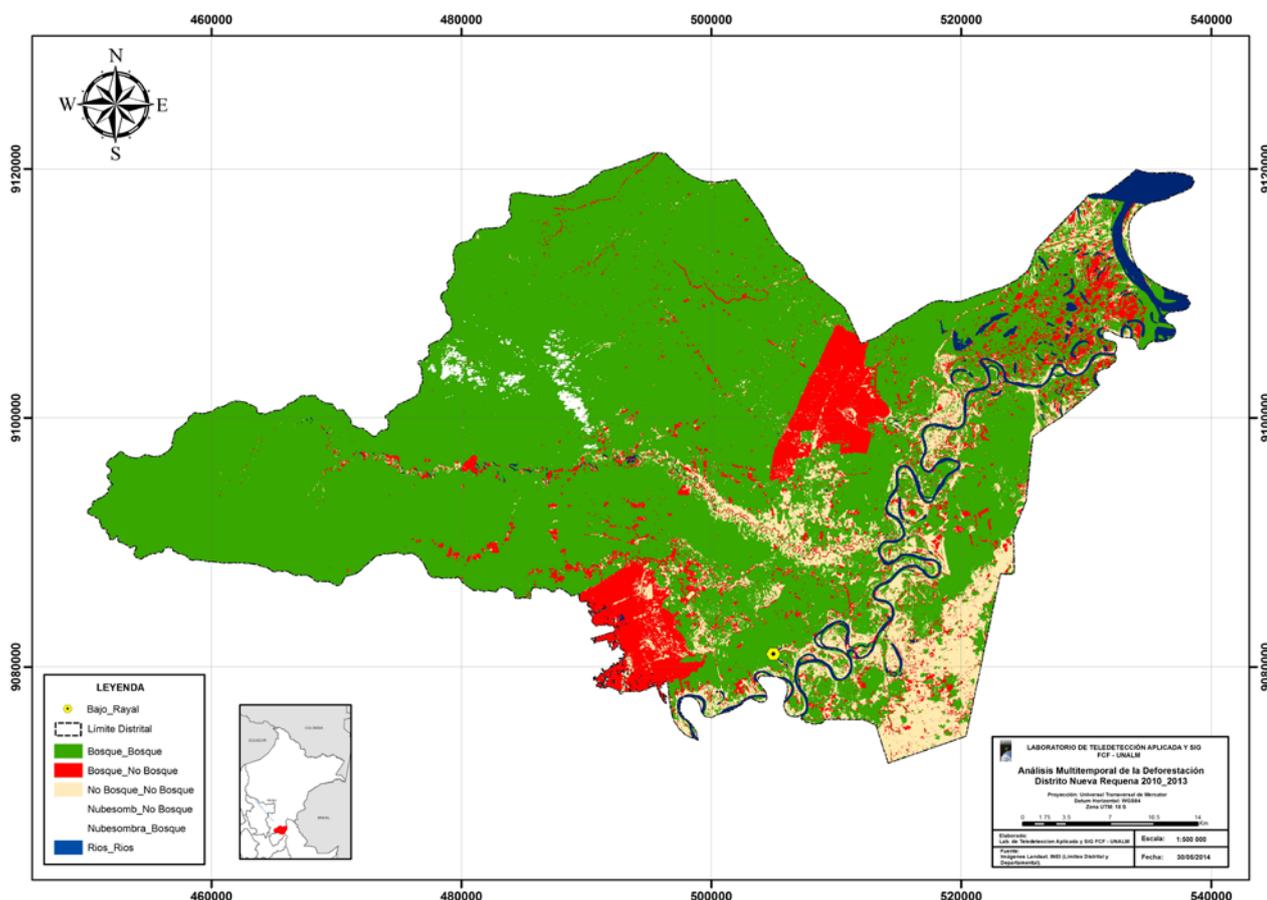


Figura 33 Mapa de clasificación de cambio 2010 – 2013. Distrito de Nueva Requena, Ucayali

Las áreas rojas en el resultado del análisis corresponden a la clase bosque – no bosque, a las tierras deforestadas, se puede observar la imagen de la izquierda y apreciar lo que eran esas áreas deforestadas en el 2010. Esto se confirma si se observa lo presentado por SPDE (2013) con la Figura 32 en el que coincide en las áreas más grandes como plantaciones de palma. Ambas plantaciones suman una superficie de 10 144 ha a diciembre del 2013.

Por otro lado, la clase “Río – Río” es decir los ríos que, de manera general, no han cambiado de curso y, al no haber ninguna clase que indique un cambio de la clase río entonces podemos decir que en este distrito, los ríos no han cambiado de curso, ni ha habido nuevos cauces.

La clase “nube sombra – bosque” significa que en el 2010 las áreas de esta clases estaban cubiertas por nubes o por las sombras de ellas y que en el 2013 no, y que en la imagen de este año, se podía observar los bosques que estaban bajo las nubes en la imagen de 2010. Así, debido que cualquier tierra con cualquier uso antrópico no puede convertirse en bosque en 4 años, podemos inferir que estas tierras en el 2010 estaban cubiertas de bosque, por lo que las 615 ha de estas clase pueden sumarse a la clase bosque – bosque.

## Distrito de Fernando Lores, Loreto

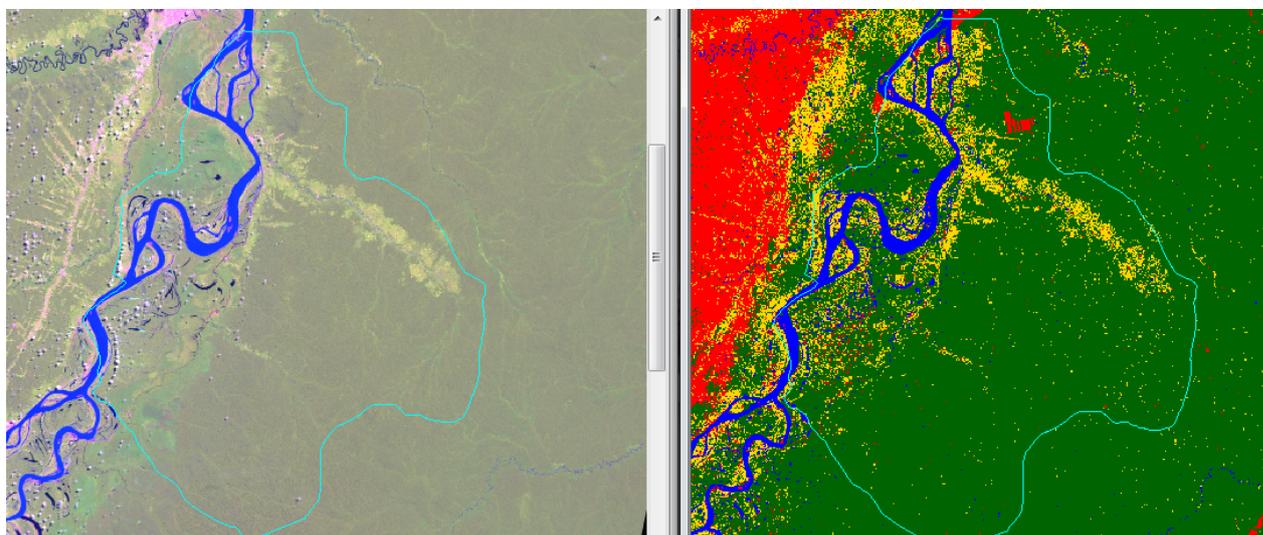
En el Cuadro 34 se muestra el resultado del análisis de cambios en el distrito de Fernando Lores, Loreto en el periodo 2006 – 2013.

**Cuadro 34** Resultado de los cambios 2006 – 2013. Distrito de Fernando Lores, Loreto

Fernando Lores, Loreto 2006 - 2013			
Clases Año 1 – Año 2	Código	ha	%
Bosque - Bosque	11	386 163	84.40
Bosque - No Bosque	12	6 168	1.35
No Bosque - No Bosque	22	38 383	8.39
Rio - Rio	33	24 518	5.36
Nube sombra - Bosque	91	2 288	0.50
<b>TOTAL</b>		<b>477 520</b>	<b>100</b>

Se aprecia que casi el 85% del territorio de este distrito se ha mantenido como bosque mientras que casi el 10% del mismo se ha mantenido como “no bosque – no bosque”.

La clase “bosque – no bosque” implica las tierras que en el 2006 eran bosques, en el 2013 ya no lo son. Así en el distrito de Fernando Lores existen 6 168 ha que ya no son bosque, es decir que se ha deforestado el 1,35% de la superficie de este distrito en el periodo 2006 – 2013.



**Figura 34** Distrito de Fernando Lores, Loreto. Imagen 2006 (izq.). Resultado de la clasificación de cambio (der.).

En la Figura 34 se aprecia el resultado del análisis de cambio así como la imagen correspondiente al año 2006, al inicio del periodo de análisis. Las áreas rojas, dentro de los límites de este distrito, hacia el norte en el resultado del análisis, corresponden a la clase bosque – no bosque, que eran bosque en el 2006, como se puede observar en la imagen de la izquierda y que han sido deforestadas en el 2013.

El análisis de las imágenes correspondientes a agosto del 2013 muestra la deforestación de una superficie de 1 045 ha para la instalación de monocultivos agroindustriales, que se muestran en la Figura 35 en color rojo. En color naranja, en esta misma Figura se muestra además la deforestación posterior a la fecha de la imagen utilizada hasta diciembre de ese año, que añaden 1 660 ha a las ya mostradas en la Figura 34. Esta deforestación posterior se ha obtenido a partir de la información proporcionada por SPDE. Como ya se mencionó en el caso del distrito de Fernando Lores, se puede afirmar que, según lo presentado en el Cuadro 34, a mayo del 2013 los ríos no habían cambiado de curso y ni se habían desarrollado nuevos cauces, sin embargo las afectaciones posteriores a los bosques desarrolladas con maquinaria pesada han desecado y colmatado varias quebradas.

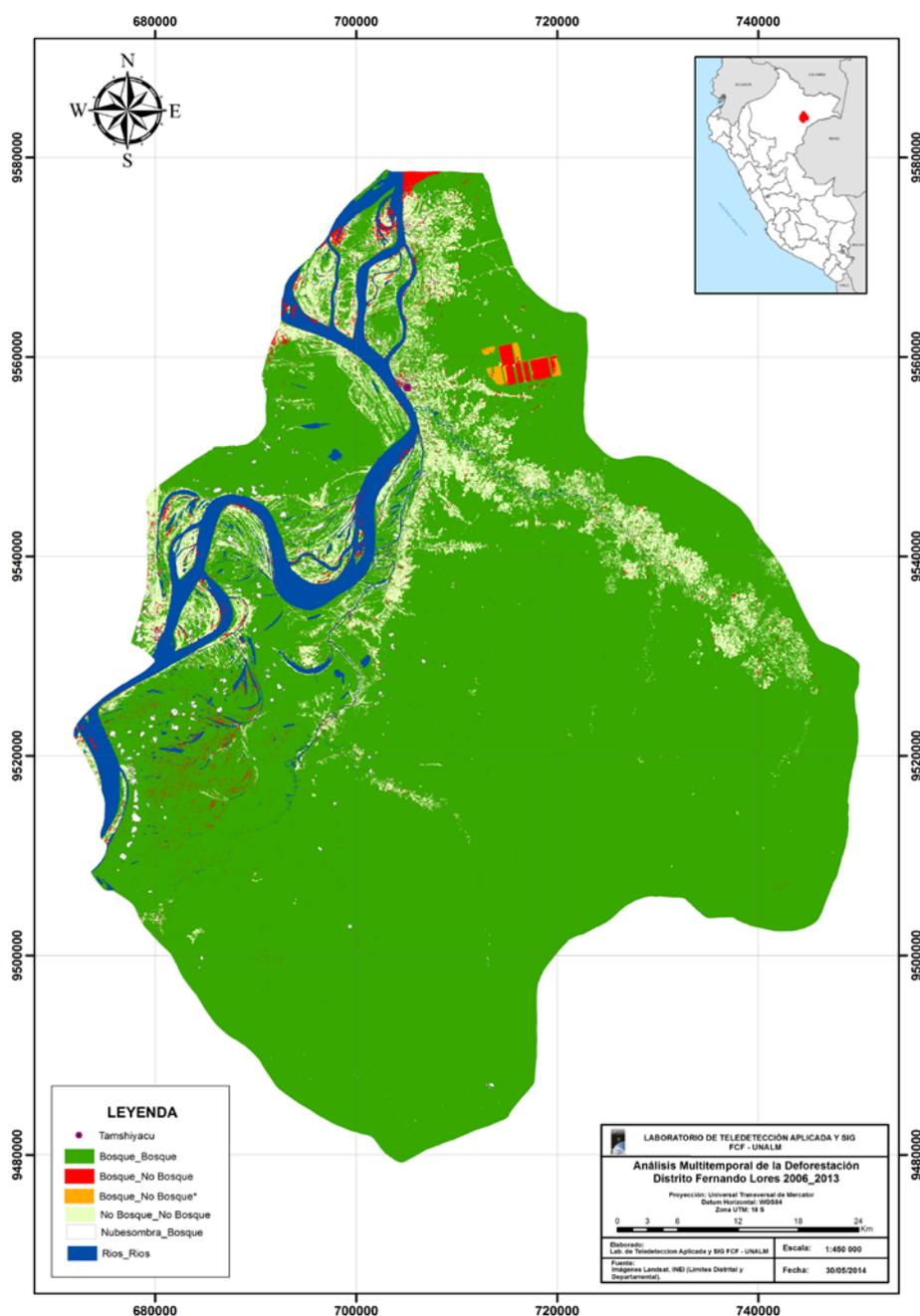
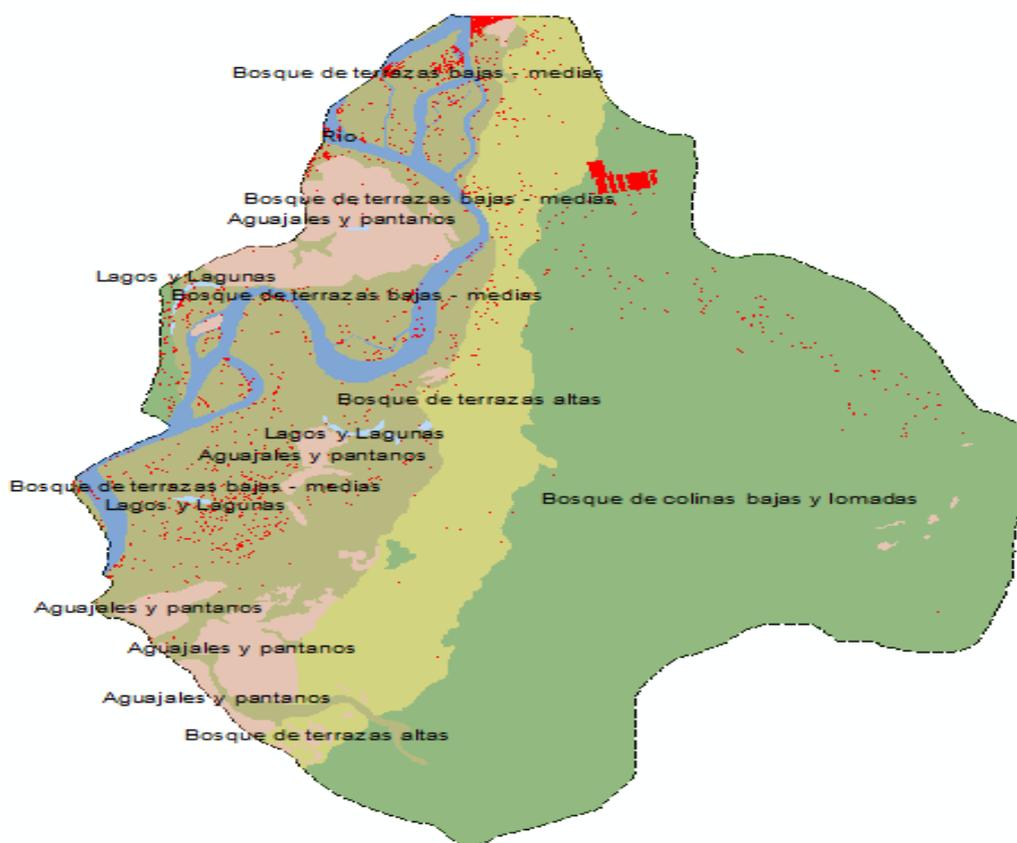


Figura 35 Mapa de clasificación de cambio 2006 – 2013. Distrito de Fernando Lores, Loreto





**Figura 37** Plantaciones de Palma y tipo de Bosque del distrito de Fernando Lores, Loreto

Esto se corrobora si se hacen acercamientos de estas Figuras para mostrar a estas plantaciones (Figuras 38 y 39). Las áreas y puntos de color rojo son las áreas de la clase bosque – no bosque para los periodos de análisis en cada distrito.

Mientras que en el distrito de Fernando Lores se observa los puntos y áreas de color rojo no siguen un patrón de distribución, en el distrito de Nueva Requena, por el contrario, sí se observa que algunos de los puntos rojos están alineados en dos zonas las que están señaladas con flechas de color azul oscuro

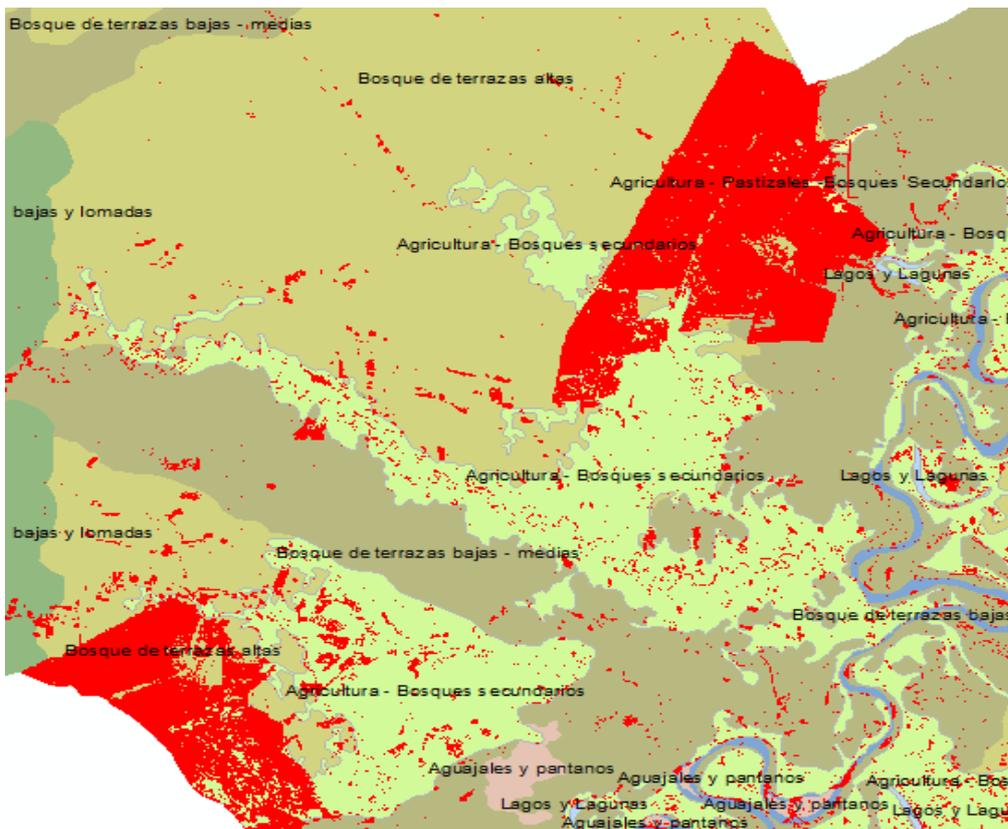


Figura 38 Acercamiento de las Plantaciones de Palma. Distrito de Nueva Requena, Ucayali.

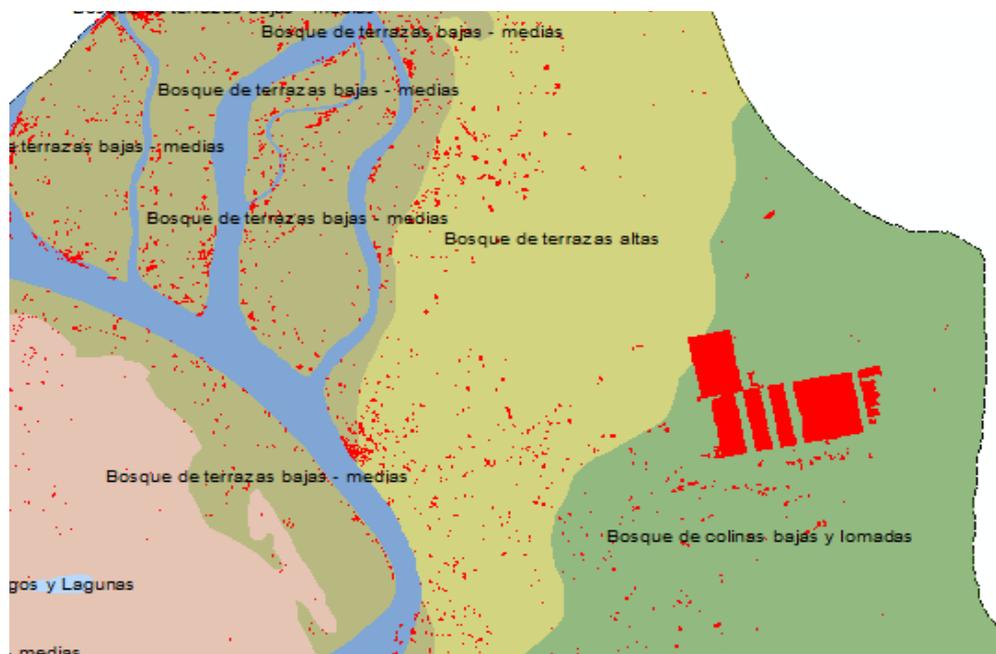


Figura 39 Acercamiento de las Plantaciones de Palma. Distrito de Fernando Lores, Loreto

Estas “líneas” son caminos carrozables construidos después del 2010 que salen de áreas de agricultura y de las plantaciones de palma. Estas “vías de penetración” han sido construidas sobre terrazas altas y que, como se sabe, luego de construido un camino, llegan migrantes que tumban y queman el bosque para abrir chacras, destruyendo el bosque o lo podría ser también es que por lo

menos una de ellas, haya sido construida para futuros desarrollos de plantaciones de palma aceitera que también destruyen el bosque.

### 3.4 Comentarios Generales

Es importante resaltar que la metodología utilizada para realizar los análisis de cambio presenta ventajas frente a otras, debido a que toma menos tiempo, es más precisa, aprovecha el conocimiento del analista en cada iteración que la hace ser más confiable y precisa. Pero se recomienda de todas maneras, validar estos resultados realizando visitas de campo, sobrevuelos, a áreas definidas de cada clase de cambio, particularmente en lo referente a las plantaciones de palma aceitera.

También es necesario recordar que estos análisis han sido realizados sobre imágenes Landsat cuyo pixel representa un polígono de 30 m de lado en el terreno por lo que son considerados de resolución espacial media lo cual define el nivel de detalle de una clasificación, como en este caso.

Así, debido a la resolución espacial de las imágenes utilizadas, en la clase “no bosque – no bosque” se considera agricultura, pastizales, áreas urbanas, bosques secundarios pequeños y jóvenes así como plantaciones de palma aceitera; en ese entender, no se muestran los posibles cambios habidos entre los usos de la tierra mencionados, por ejemplo, no se muestra la cantidad de tierras que han pasado de agricultura a bosques secundarios ni de bosques secundarios a pastizales, lo cual requiere una verificación *in situ*.

De todas maneras, la información obtenida con estas imágenes sirve para tomar decisiones en relación a las clases estudiadas, particularmente Bosque – No bosque y las plantaciones de palma aceitera. Por lo que se recomienda que este tipo de análisis en un área de estudio del tamaño de los distritos estudiados, debieran ser realizados con imágenes de alta resolución espacial para lograr mayor detalle del cambio de cobertura y así por ejemplo, obtener mayor número de clases de cambio y analizar las plantaciones de palma aceitera de menor tamaño.

Otro aspecto a mencionar es que se ha constatado que las plantaciones de palma aceitera en los distritos estudiados, siguen los mismos patrones de ocupación de bosques que los de sus regiones: terrazas altas en Ucayali y colinas bajas y lomadas en Loreto.

Por las “vías de penetración” detectadas en el análisis de cambio en el distrito de Nueva Requena, se recomienda realizar estudios de cambio con imágenes de alta resolución en áreas seleccionadas para detectar este tipo de vías y luego monitorearlas con el mismo tipo de imágenes para detectar nuevas vías y si se instalan nuevas plantaciones de palma aceitera.

El monitoreo de estas áreas debiera estar acompañado, no solo de trabajo de campo para validar los resultados que se pudieran obtener con imágenes de satélite sino también deberían realizarse la toma de encuestas a la población local para analizar los impactos y tendencias de ocupación en relación a la palma aceitera, así como posibles desplazamientos a “nuevas áreas” para instalar nuevas chacras. Debe tenerse en cuenta que según Pacheco *et al.*,(2012) es difícil estimar los cambios indirectos del uso del suelo y sus efectos.

Además, la literatura revisada informa sobre efectos negativos de las plantaciones de palma sobre la diversidad (Foster *et al.*, 2011; Savilaako *et al.*, 2014) sino que también sobre la vida y las formas de vida de las comunidades locales (Pacheco *et al.*, 2012).