

**NO SALE A  
DOMICILIO**



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**"MONITOREO DE LA DEFORESTACION DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI  
PERIODO 2005 – 2009"**

**Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal**

**AUTOR:**

**RICHARD GUTIÉRREZ PAREDES**

**Iquitos – Perú**

**2013**

**DONADO POR:**  
**RICHARD GUTIERREZ PAREDES**  
**quitos. 28 de 01 de 2014**



542



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 495**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **RICHARD GUTIERREZ PAREDES** titulado: **"MONITOREO DE LA DEFORESTACION DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI PERIODO 2005 - 2009"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

*APROBADO*  
.....

Con el calificativo de:

*BUENO*  
.....

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

*APTO*  
.....

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 12 de setiembre del 2013

Ing. RICHAR RIOS ZUMAETA, Dr.  
Presidente

Ing. ANGEL EDUARDO MAURY LAURA, M.Sc.  
Miembro

Ing. RILDO ROJAS TUANAMA  
Miembro

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por ser mi guía que me conduce hacia el camino del bien y del éxito.

A mis queridos y adorables padres Neirí y Segundo, quienes con sus ejemplos y consejos, encausaron mi formación desde niño por un buen camino hacia la consecución de una profesión; esperanza y aspiración de todo padre.

Al Ingeniero Juan Marcial Vela Martínez, Investigador del Programa de Cambio Climático, desarrollo Territorial y Ambiental (PROTERRA), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, de manera muy especial por su sabia y desinteresada orientación en la ejecución del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) por patrocinar el presente trabajo de investigación.

Al Programa Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente, por la en cuanto asesoría y a la utilización de las instalaciones y equipos del Centro de Sistema de Información Geográfica donde se realizó el presente trabajo.

A los miembros del jurado por las observaciones remitidas.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; Facultad de Ciencias Forestales, Escuela profesional de Ingeniería Forestal por haber dado el privilegio de formarme profesionalmente en sus aulas, la que sabré honrar y llevar con dignidad.

Y demás personas, que de alguna manera brindaron su apoyo para la realización de este trabajo.

## INDICE

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Lista de Cuadros .....	iv
Lista de Figuras .....	v
Lista de Anexos .....	vi
Resumen .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. PROBLEMA .....	3
III. HIPÓTESIS .....	4
IV. OBJETIVOS .....	5
V. VARIABLES, INDICADORES E INDICES .....	6
VI. REVISIÓN DE LITERATURA .....	7
6.1. Deforestación .....	7
6.2. Monitoreo .....	16
6.3. Sistema de Información Geográfica .....	19
6.4. Percepción remota .....	21
6.5. Imagen de satélite .....	22
VII. MARCO CONCEPTUAL .....	24
VIII. MATERIALES Y MÉTODO .....	27
8.1. Características Geográficas .....	27
8.1.1. Superficie y ubicación geográfica .....	27
8.2. Características del área .....	29

8.2.1. Clima e Hidrografía .....	29
8.2.2. Geología .....	30
8.2.3. Vegetación .....	30
8.2.4. Características socioeconómicas .....	31
8.3. Materiales .....	31
8.3.1. Material cartográfico .....	31
8.3.2. Material satelital .....	32
8.3.3. Equipo y software .....	35
8.3.4. Materiales de impresión y escritorio .....	36
8.3.5. Organización de la carpeta matriz .....	36
8.4. Método .....	37
8.5. Interpretación multitemporal de la deforestación .....	
y de la cobertura vegetal .....	50
8.6. Incremento de la deforestación .....	50
8.7. Cuantificación del área deforestada .....	51
8.8. Tasa anual de deforestación .....	51
8.9. Elaboración de base de datos espacial y mapa .....	
temático del área de estudio .....	52
8.10. Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal .....	57
IX. RESULTADOS .....	59
9.1. Interpretación multitemporal de la deforestación y de la .....	
cobertura vegetal .....	59
9.2. Incremento de las áreas deforestadas .....	61
9.3. Cuantificación de las áreas evaluadas .....	62
9.4. Tasa de deforestación .....	64

9.5. Mapa temático del área de estudio .....	65
9.6. Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal durante .....	
el período 2005-2009 de estudio .....	67
X. DISCUSIÓN .....	68
XI. CONCLUSIONES .....	72
XII. RECOMENDACIONES .....	73
XIII. BIBLIOGRAFIA .....	74
ANEXOS .....	79

**LISTA DE CUADROS**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
1.	División política del departamento de Ucayali por provincias y distritos.	29
2.	Características de las bandas espectrales del sensor TM para Landsat.	34
3.	Lista de imágenes Landsat utilizadas en el estudio.	35
4.	Características de la imagen de RADAR MODIS	35
5.	Estructura de la carpeta matriz: IMG_UCAYALI	36
6.	Fuente de datos para la georreferenciación.	44
7.	Sistema de proyección usado en la georreferenciación de las imágenes de satélite	44
8.	Caracterización cuantitativa de las áreas evaluadas	62
9.	Tasa de deforestación anual 2005-2009	64

---



## LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pag.
1.	Mapa de ubicación del departamento de Ucayali .....	28
2.	Índice gráfico de la carta nacional utilizada en el proyecto.....	32
3.	Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la Interpretación visual y en la elaboración del mosaico. ....	33
4.	Verificación de la corrección geométrica utilizando la cartografía..... base sobre la imagen corregida. ....	42
5.	Imagen utilizada como referencia para el mejoramiento radiométrico ..... (Igualación del histograma) de las imágenes de los años 2005 y 2009.....	46
6.	Imagen de referencia (patrón) para corrección radiométrica de otras ..... imágenes (esclavo) del año 2005 y 2009.....	46
7.	Diagrama de flujo para ejecutar el mejoramiento radiométrico según ..... Erdas Imagine. ....	47
8.	Escena con corrección radiométrica .....	47
9.	Orden de ubicación de las imágenes para elaborar el mosaico de los..... años 2005 y 2009. ....	49
10.	Mosaico al año 2005. ....	50
11.	Mosaico al año 2009.....	50
12.	Imagen de RADAR.....	51
13.	Tema vector polígono de deforestación (no bosque). ....	56
14.	Tabla de atributos indicando los campos de codificación ..... superficie (hectáres) y perímetro (perimeter) .....	57
15.	Diagrama de flujo del proceso metodológico .....	58
16.	Imagen de satélite landsat TM5 año 2005 .....	59
17.	Imagen de satélite landsat TM5 año 2009 .....	59
18.	Zonas deforestadas .....	60

19. Apeo de los bosques para los cultivos agrícolas .....	60
20. Bosques secundarios o purmas asociados con cultivos .....	61
21. Incremento de la deforestación del periodo 2005 al 2009 .....	61
22. Distribución porcentual al 2009 .....	63
23. Distribución porcentual al 2005 .....	63
24. Deforestación del departamento de Ucayali al 2005 .....	65
25. Deforestación del departamento de Ucayali al 2009 .....	66
26. Cambios de la cobertura vegetal .....	67

---

**Lista de anexo**

---

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
1.	Recurso web para la descarga de imágenes de satélite. ....	79

---

## RESUMEN

El presente estudio sobre monitoreo de la deforestación en el departamento de Ucayali, se realizó en un área aproximada de 10 512 090.78 ha (SIG), cuyos objetivos fueron: realizar la interpretación multitemporal de la deforestación y de la cobertura vegetal, para detectar los cambios y tendencias, determinar el incremento de la deforestación, cuantificar el área deforestada, determinar la tasa anual de deforestación, elaborar una base de datos espacial y mapa temático del área de estudio, evaluar el cambio de la cobertura vegetal en los periodos 2005-2009. El método utilizado fue de análisis visual a una escala de 1:80 000 cuya escala de salida fue de 1:100 000 empleando para ello imágenes de satélite Landsat TM y ETM de los años 2005 – 2009. En formato digital (combinación 453), se utilizaron 11 imágenes de satélites para cada periodo.

El área de estudio muestra una superficie anual deforestada de aproximadamente 31 640,77 ha; de las cuales 5,81% le corresponde al año 2005 y 7,01% al año 2009, de una superficie total de 10 512 090,78 ha. La tasa anual de deforestación registrada en el departamento de Ucayali en el período 2005-2009 es de 0,30%. De acuerdo a los cambios y tendencias de la cobertura vegetal el aumento de la deforestación es progresivo incrementándose la superficie con diversos usos de tierra de 610650,38 ha a 737213,46 ha. El incremento de la deforestación es producida por las actividades antrópicas como la agricultura migratoria, la tala ilegal y construcción de carreteras. En la elaboración de los mapas el uso de herramientas geoinformáticas ha facilitado grandemente el estudio y entendimiento del territorio en muchos niveles, aun habiendo presencias de nubes por lo que el uso de imágenes ópticas presenta ciertos inconvenientes en términos de la interpretación visual.

**Palabras claves:** Monitoreo, deforestación, interpretación, multitemporal.

## I. INTRODUCCION

El conocimiento de la deforestación es de interés mundial y nacional. Por ello a nivel internacional la FAO conduce el proyecto de Evaluación de los Recursos Forestales del Mundo (ERF). Sin embargo, a nivel global y nacional la determinación de cifras confiables de deforestación y sus causas no es una tarea fácil, debido a problemas técnicos y de disponibilidad de recursos económicos, humanos y de equipo especializado para ello (FAO, 2002).

Debido a las intervenciones producidas por el hombre (deforestación), que causan a gran escala actividades que degradan los bosques, la cual reduce en forma progresiva las masas forestales por causa de la tala indiscriminada, consiste en uno de los pasos previos a la desertización (proceso que convierte las tierras fértiles en desiertos por la erosión del suelo) (BEDOYA, 1991).

A pesar de que algunos países como México y Centroamérica continúan perdiendo sus bosques con altas tasas; en los últimos veinte años se han dado cambios importantes, ya que de las 726,000 hectáreas de bosque que se perdían anualmente en la década de los años 90, recientemente, para el período 2005-2010, la FAO reporta cambios anuales de 395,000 hectáreas que representa el 2,1% de los bosques, mientras que Mesoamérica aporta el 5,4% de la deforestación mundial (FAO, 2010).

El uso actual de la tierra en la Amazonía arroja un balance de eficiencia muy desfavorable, predominando las tierras abandonadas, subutilizadas y de baja productividad por área. Se estima que sólo un 30% de la superficie intervenida se encuentra actualmente en uso agropecuario y forestal. Más del 60% de esta área

se encuentra en condición de abandono, situación propiciada principalmente por la degradación de los suelos y la consecuente muy baja productividad (IIAP, 1999).

Las actividades antrópicas, tales como, actividad agropecuaria, minera, entre otras, están ocasionando cada año la reducción de grandes superficies de bosques, no sólo constituyen la pérdida de biomasa vegetal en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos, herbáceas, cañas, epifitas, trepadoras, suculentas, palmeras, entre otros), sino que ponen en peligro la biodiversidad y refugios de la fauna silvestre, así como, de servicios ambientales del bosque (MTC, 2009).

Específicamente, el estudio estuvo orientado a monitorear la deforestación producida por el impacto de diferentes actividades antrópicas en el área de estudio, para generar información que oriente el uso y manejo sostenible de los recursos naturales para el beneficio del hombre y de la naturaleza.

El objetivo general del presente estudio fue cuantificar a través del monitoreo el avance de la deforestación en los bosques del departamento de Ucayali en el periodo 2005-2009.

## **II. EL PROBLEMA**

### **2.1. Descripción del problema**

El crecimiento demográfico, la expansión de la frontera agrícola y la presión del desarrollo social y económico están conduciendo a la destrucción y degradación de los hábitats naturales incluyendo los bosques y tierras de producción forestal. Por esta actividad extractiva la fauna se ve afectada por la destrucción de sus hábitats.

Con los árboles no solo desaparecen estos animales sino también se pierden otras cosas igual de valiosas como la cubierta vegetal que quizá en algunas zonas no volverá a existir nunca, con la desaparición de la cubierta vegetal también se pierde la sujeción del suelo y por ello se erosiona y acaba por perder su forma original (CÁMARA NACIONAL FORESTAL, 2009).

El monitoreo nos permite cuantificar la deforestación, a través del cual las entidades gubernamentales con dicha información podrían tomar decisiones sobre los problemas que causa dicha actividad.

### **2.2. Definición del problema**

¿Permitirá el monitoreo de la deforestación en el departamento de Ucayali cuantificar las áreas afectadas?

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

Utilizando imágenes satelitales y herramientas SIG para el análisis multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal será posible determinar la tasa de deforestación en el departamento de Ucayali.

#### **3.2. Hipótesis alterna**

La tasa de deforestación, determinada mediante el uso de imágenes satelitales y herramientas SIG, es de 5% anual, en el periodo 2005 – 2009.

#### **3.3. Hipótesis nula**

Utilizando imágenes satelitales y herramientas SIG para el análisis multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal no es posible determinar la tasa de deforestación en el departamento de Ucayali.



## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Cuantificar a través del monitoreo el avance de la deforestación en los bosques del departamento de Ucayali periodo 2005 – 2009.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar la interpretación multitemporal de la deforestación y de la cobertura vegetal, para detectar los cambios y tendencias.
- Determinar el incremento de la deforestación.
- Cuantificar el área deforestada.
- Determinar la tasa anual de deforestación.
- Elaborar una base de datos espacial y mapa temático del área de estudio.
- Evaluar el cambio de la cobertura vegetal en los periodos 2005-2009.

## V. VARIABLES

### 5.1. Identificación de Variables, indicadores e índices:

Variable	Indicadores	Índice
Deforestación	Superficie total deforestada	Hectárea (ha)
	Incremento de la deforestación	Hectárea (ha)
	Tasa de deforestación	Porcentaje (%)

### 5.2. Operacionalización de Variables:

Deforestación	Periodos	Preparación
Departamento de Ucayali	2005	Acondicionamiento de imágenes año 2005
		Digitalización de la deforestación
		Elaboración del mosaico 2005
		Total de área deforestada 2005
	2009	Acondicionamiento de imágenes año 2009
		Digitalización de la deforestación
		Elaboración del mosaico 2009
		Total de área deforestada 2009

## VI. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1. Deforestación

La deforestación es un problema que cada día va adquiriendo características más drásticas en los países en desarrollo, y más específicamente en los países tropicales, al margen de las cifras o estadísticas, no se puede dudar que la deforestación del bosque tropical amazónico es una realidad innegable (FAO, 1993).

La deforestación consiste en la destrucción del bosque por tala o quemado, y va acompañada por el avance tecnológico, que a su vez plantea nuevos y más graves problemas. El fuego y la necesidad de habilitar tierras para la agricultura y el pastoreo arrasan con grandes espacios forestales, y a largo plazo los suelos resultan empobrecidos por la erosión, favorecida por la ausencia de vegetación natural protectora del medio (MONTES DE OCA, 1997).

En la década del 90, la tasa anual de deforestación estimada fue de 261,158 ha/año representando el 0,345% anual aproximadamente. A partir de los años 1980, creció el interés de muchos países a nivel mundial por proteger los bosques amazónicos y acentuar su permanencia, con la finalidad de conservar la megadiversidad biológica que ellos albergan, ya que al eliminar la cubierta vegetal se desatan impactos en cadena sobre el resto de la riqueza natural: suelos, fauna, agua, entre otros (GÓMEZ Y TAMARIZ, 1988).

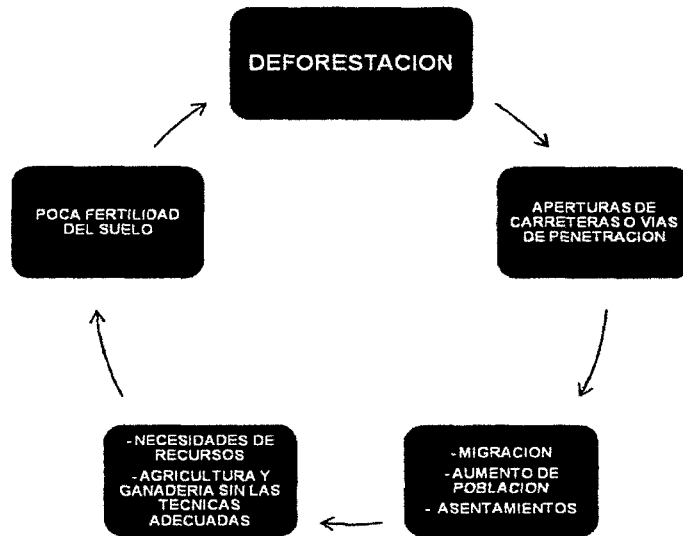
Según algunos cálculos, la deforestación tropical anual a inicios de los 90 fue 80% mayor que en la década de los 80. Aunque parte del incremento puede ser atribuido al uso de métodos de evaluación más precisos, lo cierto es que ahora tenemos que referirnos a 17 millones de ha destruidas cada año, y no a 11,5

millones de ha, como decíamos antes” (ANÓNIMO, 1991, citado por TORRES, 1993).

El primer Mapa Forestal del Perú menciona que 4 500 000 ha se han deforestado por la agricultura migratoria, en especial en la ceja de selva del Perú. En esa ocasión se estimó que aproximadamente 150 000 ha se deforestaban al año (MALLEUX, 1975).

El segundo mapa forestal del Perú INRENA (1995), indica que la superficie deforestada del Perú ocupa un área aproximada de 6 948 237 ha (5,4% del territorio nacional) ubicadas mayormente en las partes inferiores y medias de los bosques de montañas de los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín (selva alta) y en las terrazas y colinas bajas de los departamentos de Loreto y Ucayali (selva baja). La tasa o ritmo anual de deforestación del Perú fue de 261 158 ha/año, siendo los departamentos de San Martín, Loreto y Amazonas los de mayor tasa de deforestación con 57 521 ha/año, 54 712 ha/año y 37 812 ha/año respectivamente.

Con la Memoria Descriptiva del Mapa de la Deforestación de la Amazonía Peruana INRENA – CONAM, PROCLIM (2005), la superficie deforestada en la Amazonía peruana al año 2000 fue de 7 172 253,97 ha principalmente debido a la agricultura migratoria. Los departamentos que presentan mayor superficie deforestada en la región de la Selva son: San Martín (1 327 688,52 ha), Amazonas (1 001 467,16 ha) y Loreto (945 590,61 ha). El mismo fenómeno de construcción de vías de penetración, migración y deforestación ha sucedido en la cuenca alta del río Urubamba, donde se han deforestado grandes extensiones de esta parte de la cuenca. Algo parecido ha sucedido en Madre de Dios, aunado por la fiebre del oro y la construcción de la carretera interoceánica.



Factores que intervienen en el proceso de deforestación en la Amazonía peruana  
 Otro de los impactos ambientales que genera gran preocupación es la pérdida de los suelos por la erosión debida, principalmente, a la exposición de los mismos a las lluvias y torrentes de agua luego de haberse eliminado la cobertura forestal en los procesos de deforestación. Así la tierra, cuando está descubierta y desprotegida, se pierde generando un problema ambiental grave, contribuyendo a la pérdida de la fertilidad y a la menor capacidad de sustentación para productos agropecuarios (FAO, 2004).

KALLIOLA (2003), manifiesta que la Amazonía últimamente está tomando un nuevo significado. Se ha convertido en un símbolo global de la dependencia humana en los ecosistemas naturales. Regula el clima que conocemos hoy día y podría estar amenazada por un clima mundial cada vez más caliente y errático.

Los bosques de la Amazonía constituyen una reserva amplia y relativamente sensible del carbono que se libera a la atmósfera mediante la deforestación, la sequía y el fuego, contribuyendo a la acumulación atmosférica de gases que atrapan calor y que son la causa del calentamiento global. Asimismo, el agua que drena de estos bosques al océano Atlántico constituye del 15 al 20% de la

descarga total mundial de agua dulce fluvial y podría ser suficiente para influir sobre algunas de las grandes corrientes oceánicas que son, en sí, importantes reguladoras del sistema climático global. La conservación del bosque amazónico será necesaria para estabilizar el clima mundial.

Los bosques que se queman son más susceptibles a mayores quemas ya que la muerte de árboles inducida por el fuego permite que más luz solar llegue hasta el interior del bosque, secando más las hojas y ramas muertas del sustrato forestal. La invasión del bosque con pastos, helechos y bambúes inflamables después del fuego refuerza el ciclo vicioso de quema aumentando la cantidad de combustible en el sustrato forestal. El punto crítico ecológico es favorecido por las prácticas agrícolas dependientes del fuego y que proveen abundantes fuentes de ignición, tales como la ganadería extensiva y la agricultura migratoria de tala y quema (INADE, 2002).

INRENA (1996), debido a que las unidades de deforestación fueron delimitadas de manera más genérica y con menor precisión que las del estudio antes mencionado. Aquí, se incluyeron muchas áreas con bosque que se encontraban asociadas estrechamente con áreas de cultivo, lo cual implicaba realizar una interpretación muy fina y de mucho detalle, con un mayor esfuerzo y tiempo. Por otro lado se incluyeron, en el mismo estudio, las áreas semiáridas consideradas entonces como parte de la selva amazónica, tanto boscosas como antrópicas, las cuales, lógicamente, también hicieron incrementar la superficie deforestada. El promedio anual de deforestación estimado en 149 632 ha; para fines del estudio, éste ha sido denominado como "tasa de deforestación".

La extracción de madera no es la razón principal por la cual se pierden los bosques de la selva. La causa fundamental de este problema es el cambio de uso de las tierras boscosas, principalmente para fines agropecuarios, como consecuencia de la migración del agricultor de la sierra. Es conveniente tener en cuenta que la deforestación por agricultura migratoria y ganadería está en relación directa con la accesibilidad a los bosques. En tal sentido, la construcción de carreteras, sin planes de desarrollo que las justifiquen, es el medio por el cual se da inicio a complejos procesos de degradación y desertificación (UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, 2003).

La deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra, que se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales. Durante la década pasada, un promedio de 15.4 millones de hectáreas de bosques tropicales en el mundo desaparecieron cada año (0,8 %) y en total se perdieron el 10 % de ellos (VANHAEVERBEKE, 1989).

La deforestación tropical se reconoce en la actualidad como unos de los problemas ambientales más importantes que enfrenta el mundo hoy día, con serias consecuencias económicas y sociales de largo plazo. Esta deforestación, que, en gran parte, fue ignorada por los países desarrollados y los habitantes urbanos de los países en vías de desarrollo hasta los años 1980, ha recibido mucho más atención en los últimos años (AGENCIA CANADIENSE PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL, 1999).

La deforestación es el producto de la interacción de numerosas fuerzas ecológicas, sociales, económicas, culturales y políticas en una región dada. La

combinación de estas fuerzas varía según las décadas y los países, por lo que las generalizaciones son peligrosas. En la mayoría de los casos, la deforestación es un proceso que involucra la competencia entre diferentes usuarios de la tierra por los escasos recursos disponibles, un proceso exacerbado por política contraproducente e instituciones débiles (DÍAZ, 2008).

Se entiende por deforestación a la destrucción a gran escala del bosque por la acción humana. Avanza a un ritmo de unos 17 millones de ha al año (PACHECO, 1998).

Cuando la deforestación ocurre en mayor escala, se debe conocer qué especies existen en el área y registrar la frecuencia de su regeneración natural, se debe registrar y monitorear la ocurrencia de especies invasoras, tipos, alternativas de uso del suelo, condiciones, características del suelo, métodos de explotación utilizados y capacidad de regeneración de los bosques. Estas informaciones son muy útiles para la determinación y establecimiento de los posibles métodos del manejo forestal sostenido. Otro punto es cuando se procesa o se levanta la cartografía y la posterior identificación de las áreas críticas, es la identificación de las unidades o tipos de bosques, esta identificación debe estar subordinada a la escala y el material cartográfico utilizado, el objetivo específico del trabajo, la intensidad del trabajo de campo, los factores físicos naturales, como topografía y la heterogeneidad de la cobertura forestal (RIBEIRO, 1988).

Las causas de la deforestación son cuatro: Las condiciones facilitadoras, las causas directas, las causas indirectas y el papel de la explotación forestal y del desarrollo de las plantaciones en la pérdida de bosques naturales. Las condiciones facilitadoras crean un ambiente en que la deforestación puede ocurrir.



Las causas directas son las más visibles, las más fácilmente identificables y las que se asocian más rápidamente con los agentes de la deforestación. Las mismas están motivadas por otras fuerzas socioeconómicas menos visibles, las causas indirectas (AGENCIA CANADIENSE PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL, 1999). Las causas que generan la deforestación: 1) Tala inmoderada para extraer la madera. 2) Generación de mayores extensiones de tierra para la agricultura y la ganadería. 3) Incendios. Y 4) Construcción de más espacios urbanos y rurales. El mismo autor, menciona que los agentes de deforestación son las personas, corporaciones, organismos gubernamentales o proyectos de desarrollo que talan los bosques. Los agentes que representan vínculo con la deforestación son: agricultores de roza y quema, agricultores comerciales, agricultores en ganaderías, Pastoreos de ganado menor y mayor, madereros, Recolectores de leña, e industriales mineros y petroleros.

Es importante indicar que los patrones considerados para determinar las clases de deforestación y otras clases complementarias al mapa son la textura, brillo, color y forma, tamaño así como la proximidad a la red vial, red hidrográfica y centros poblados y ubicación geográfica.

Una de las principales razones de confusión en las diversas fuentes y estimaciones de deforestación es la multiplicidad de términos y definiciones usadas por los investigadores. Se usan términos como deforestación, desertificación, transformación, disturbio, perturbación, degradación, etc., con diferentes significados y clases de vegetación incluidas. El propio término forestal tiene diferentes interpretaciones. En la mayoría de los países y en la FAO, se refiere a vegetación de formaciones arboladas, es decir, no incluye zonas forestales no arboladas.

Por lo anterior, una consulta de expertos realizada por la FAO revisó esta situación y recomendó un sistema de clasificación y definiciones descritas en la "Guía para la ERF de 1990". Todos los cambios de forestal arbolado a no-forestal constituirán la deforestación. (FAO, 1990).

El Programa Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial 1995-2000 señalan al control de la deforestación como acción fundamental para el tránsito a la sustentabilidad, estableciendo que el estudio de su cuantificación precisa, su ubicación geográfica y las causas que lo motivan serán la base para frenar el avance del deterioro de los recursos forestales y para revertir esta tendencia. Las bases de datos presentan errores de posición y atributo que generan falsos cambios al evaluar procesos de deforestación, por lo que fue necesario llevar a cabo varios procedimientos en un SIG para corregirlas espacialmente y hacerlas equivalentes y comparables para este estudio (MAS *et al.*, 2004).

FENZL y MATHIS (2003), indican que la quema de carbón o de los bosques libera mercurio al aire para ser llevado por los vientos a través de grandes áreas desde el punto de emisión hasta ser depositados en cuerpos de agua. Afirman que la mayor fuente de mercurio en la atmósfera es la combustión de combustibles fósiles y de residuos.

SHUKLA *et al.* (1999), citado por KALLIOLA, (1993), indican que de acuerdo a modelos de simulación, convertir la cobertura de los bosques tropicales por vegetación gramínea causa, en escala continental, un aumento significativo en la temperatura superficial y la disminución de la evaporación y de la precipitación. La disminución de la biomasa aumentaría la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera y así contribuiría al calentamiento global (LUGO y BROWN, 1980, HOUGHTON, 1990, citados por KALLIOLA, 1993).

Los bosques no son sólo una fuente de recursos maderables, sino también de combustibles, medicinas, materiales de construcción y alimentos, además, los bosques producen servicios ambientales como el mantenimiento de las fuentes de agua, el hábitat de la diversidad biológica, la regulación del clima y el secuestro de carbono. Más aún, los bosques sirven como sitios turísticos y de recreación y son también importantes para las actividades socio culturales y religiosas de algunos habitantes (CONAM, 2001).

Los datos más recientes sobre la cubierta forestal mundial indican que en 1995 la superficie forestal mundial (incluidos los bosques naturales y las plantaciones forestales) era de 3,454 millones de ha. Entre 1990 y 1995, la superficie total de bosques disminuyó en 56.3 millones de ha, resultante de la desaparición de 65.51 millones de ha en los países en desarrollo y el aumento de 8.8 millones de ha en los países desarrollados. Las causas principales de la variación registrada en la cubierta forestal son la transformación de los bosques en las tierras agrícolas abandonadas en los países desarrollados (FAO, 1999).

En nuestro país tenemos 72 millones de hectáreas de bosques que cubren más del 56% del territorio nacional. De ellas, cerca de 46 millones de hectáreas tienen capacidad para la producción permanente de productos maderables. Adicionalmente, existen 10 millones de hectáreas de tierras aptas para la reforestación, localizadas principalmente en sierra y selva (CONAM, 2001).

Sobre el particular, durante la década del 60, MALLEUX (1988), manifiesta que con el acelerado aumento de la población en el Ande Peruano y la cada vez más limitada disponibilidad de tierras agropecuarias, así como el problema de la incidencia del cultivo de coca, se ha intensificado la migración de poblaciones serranas, hacia la región Amazónica, en los departamentos de Puno, Huánuco y

Cajamarca, causando graves irreparables daños a la vegetación y suelos de la Selva Alta, donde se han deforestado más de cinco millones de hectáreas. En este sentido, la deforestación es un proceso fundamentalmente socioeconómico que origina cambios drásticos en la cobertura vegetal en una zona determinada, pasando de un paisaje boscoso a un paisaje antrópico donde predomina diversos usos de la tierra, como por ejemplo: agricultura, ganadería, infraestructura urbana, minería, etc.

## **6.2. Monitoreo**

Relacionado a los recursos naturales, podemos entender como monitoreo al mapeo y evaluación periódica de un área, en intervalos de tiempo con la finalidad de analizar y controlar la dinámica de los cambios observados. Este control puede ser técnico, administrativo o político. Las operaciones de monitoreo son muy importantes como fuente de datos, para actualizar las medidas políticas y técnicas de la utilización de los recursos naturales de cada nación. Básicamente, el proceso de monitoreo puede ser dividido en tres fases. El Presente, que es el período actual, donde se observa la realidad del área. Este período, de acuerdo a los objetivos del estudio, puede variar en promedio de uno a dos años y para ser analizados, exige información de períodos pasados, que no tienen límites de tiempo, para que se pueda analizar, dentro de un período histórico, las modificaciones presentes. Una vez cartografiadas las modificaciones presentes y obtenidas las informaciones pasadas, sobre las causas que promovieron las modificaciones, puede establecerse un esquema Futuro para poder evaluar, controlar y fiscalizar los cambios (RIBEIRO, 1988).

La selva tropical húmeda es el ecosistema más productivo, intrincado, eficiente y organizado de todos los ecosistemas terrestres conocidos, pero al mismo tiempo,

uno de los más delicados y frágiles al ser manipulados. Es por ello que en los últimos años se viene dando un creciente interés en el mundo para la ejecución de políticas de desarrollo que conduzcan a un gran objetivo: conservar los bosques tropicales y, dentro de éstos los bosques amazónicos (KALLIOLA, 1998).

El monitoreo de la deforestación en la cuenca del río Huallaga utilizando técnicas de percepción remota y sistemas de información geográfica, en una superficie territorial de 9 019 600 hectáreas, determinó que existen 1 403 631 hectáreas (15,55%) deforestadas; sin embargo, la cifra es mayor debido a que existen áreas que no han sido evaluadas por la alta nubosidad en imágenes de satélites, lo que dificultó la interpretación visual de las mismas.

Las áreas con bosque natural alcanzan a 7 565 774,609 hectáreas (83,90%), mientras que los cuerpos de agua ocupan 50 400,70 hectáreas (0,56%) (SELPER, 1993).

Según, el monitoreo continuo de los procesos de deforestación en la Amazonia Peruana, reporta que la selva alta en general es la más deforestada, concentrándose la deforestación en las zonas de Jaén y San Ignacio en Cajamarca; Bagua y Rodríguez de Mendoza en Amazonas; Alto Mayo y Huallaga Central en San Martín; Alto Huallaga en Huánuco; y selva central en los departamentos de Pasco y Junín; en la zona del río Apurímac entre los departamentos de Ayacucho y Cusco (Reátegui, 1996). El mismo autor, menciona que la superficie deforestada al año 1985, fue de 5 642 447 ha aproximadamente, el 7,47% de bosque amazónico original. El incremento de la deforestación desde el año 1985 a 1990, fue de 1 305 790 ha, que equivale al 9,20% de la cobertura original. La tasa de deforestación nacional registra 261,158 ha/año (0,35%) que equivale a intervenir aproximadamente 716 ha por día. La superficie deforestada

proyectada al año 1995 a nivel nacional, fue de aproximadamente 9 559 817 ha de aproximadamente 8 254 027 ha (10,92%) (FAO, 2002).

La Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF, 2003) dependiente de la dirección de bosques tiene por misión el monitoreo de los bosques nativos, para la detección, cuantificación y seguimiento a lo largo del tiempo de procesos de origen natural y/o antrópico que modifican la estructura y/o extensión de los ecosistemas forestales naturales. Estos trabajos se desarrollaron utilizando técnicas de sensoramiento remoto y sistemas de información geográfica que conforman las tareas de actualización de la cartografía forestal.

Los volúmenes considerables de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo, zonificación, evaluación y otros, del ambiente natural en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es selva alta, como parte de la cuenca Amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (PONCE-HERNÁNDEZ, 1993 citado por TCA, 1994).

Para el presente estudio, se ha utilizado este concepto de monitoreo, pero sólo relacionado con la vegetación y el uso de la tierra. Los volúmenes considerados de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo de la deforestación y del uso de la tierra en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es la selva amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (FACHIN, 2004).

### **6.3. Sistema de información geográfica**

Un SIG, puede definirse como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial. Esto significa que la información que alberga está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio concreto, por lo que todas estas variables se relacionan mutuamente de formas muy diversas. Por cuanto la información que contienen se almacena en formato digital, los SIG aprovechan las posibilidades analíticas de los ordenadores, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales: generalización cartográfica, integración de variables espaciales, modelado del relieve, análisis de vecindad, entre otros. Además los SIG, permiten almacenar esa información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario. En definitiva, amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización (CHUVIECO, 1996).

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), es un conjunto de procedimiento involucrados de equipo (Hardware) y programa (Software) dedicados a la captura georreferencial, procesamientos, análisis de diseño de reporte y salidas múltiples de información cuyo ámbito es el espacio geográfico (PARRA, *et al.*; 1997).

El principal equipo utilizado en la interpretación visual de imágenes es el "SER HUMANO" por eso es importante comprender algunas características del mecanismo de la visión humana (T.C.A, 1994). La información, tanto espacial como de los atributos de los recursos naturales, existentes en forma de mapas en papel y otros medios de información analógica, su digitalización y procesamiento involucra una serie de operaciones que son parte de lo que se conoce como

Sistemas de Información Geográfica (SIG), (PONCE-HERNÁNDEZ, 1993 citado por TCA, 1994). Según Ponce-Hernández, citado por TCA (2002), la información, tanto espacial como de los atributos de los recursos naturales, existentes en forma de mapas en papel y otros medios de información analógica, su digitalización y procesamiento involucra una serie de operaciones que son parte de lo que se conoce como Sistemas de información Geográfica (SIG).

#### **6.4. Percepción remota**

La teledetección o percepción remota, consiste esencialmente en la utilización de instrumentos sensitivos de una gama de longitudes de onda de emisiones o reflexiones de la superficie terrestre o su cobertura. Tales instrumentos son transportados en plataformas de satélite o en avión. Los valores captados por los sensores son transformados a valores digitales y grabados en material magnético (cintas o discos). La estructura de los datos es de tipo Raster (SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL – SELPER, 1993).

La Resolución de los pixeles y el número de bandas espectrales que son captadas por los sensores están predeterminadas tanto por la órbita del satélite como por los instrumentos sensores abordo. Cada "imagen" de una porción determinada de la tierra, físicamente consiste de un archivo raster, esto es, de un arreglo bi-dimensional de pixeles conteniendo información de radiación dentro de una banda específica del espectro radiactivo (PONCE-HERNÁNDEZ, (1993) citado por TCA, 1994). Para la ubicación del área de estudio y georreferenciación de las imágenes se emplearan los sistemas de coordenadas. Las técnicas de percepción remota, constituyen una excelente herramienta operacional para la



adquisición de datos primarios y éstos a su vez resultan apropiados para detectar cambios sobre extensas superficies, siempre y cuando estos cambios sean lo suficientemente importantes como para ser registrados. Cuando estos datos son utilizados comprobados con el trabajo de campo, unidas a la informática; se puede obtener, a bajo costo y en corto tiempo, informaciones muy valiosas para la toma de decisiones técnicas, administrativas y políticas. La percepción remota sin ninguna otra fuente de información, no proporciona datos acerca de los orígenes o causas de los cambios evaluados (RIBEIRO, 1988).

El empleo de la teledetección está disponible desde hace dos décadas, los cuales son capaces de registrar la energía emitida por los distintos elementos de la superficie de la tierra o de la atmósfera, entre estos sistemas tenemos los satélites meteorológicos y oceanográficos así como los de los recursos terrestres. Estos últimos revisten un gran interés en un estudio de evaluación y valoración ambiental a nivel espacial. Entre ellos los LANDSAT (cinco entre 1972 y 1991) y los SPOTS (dos desde 1985) son los más conocidos. (BERNEX, y MONTES, 1992).

### **6.5. Imagen de satélite**

El término "imagen" en general es utilizado para cualquier representación pictórica, en forma independiente de su longitud de onda o la forma utilizada para su obtención, en todo caso el término imagen está restringido a los cuadros detectados por medio de películas sensitivas. Para fines de sensores remotos, la energía electromagnética detectable por medio de películas está restringida a la región cuyas longitudes de onda van aproximadamente de 0,3 a 0,9  $\mu\text{m}$  (MALLEUX, 1988).

Una imagen LANDSAT abarca un total de 34 000 km<sup>2</sup>, con lo que permite una vista más vasta que cualquier método en el suelo. Gracias a la separación espectral de las bandas, estos datos proveen información sobre los elementos terrestres que son equivalentes a un laborioso trabajo en tierra. El mosaico de imágenes contiguas permite una vista sinóptica que conduce al estudio de grandes regiones sin necesidad de perder el detalle; tal es el caso de desierto, cadenas montañosas entre otros. Los satélites LANDSAT pasan de forma periódica sobre la misma zona. Aunque la nubosidad o fallos técnicos pueden disminuir el número de imágenes disponible, normalmente hay la posibilidad de conseguir imágenes área en épocas diversas. Esta repetitividad es de gran interés. Normalmente es posible seleccionar imágenes de una estación particular, o de diferentes estaciones para evidenciar cambios estacionales, o de diferentes años para controlar desastres naturales (terremotos, volcanes, inundaciones) o alteraciones del terreno debidas al hombre (deforestación) (ORIOL, 1986).

La información del LANDSAT TM, es particularmente útil para la cartografía de la cobertura vegetal, el uso de la tierra, y el monitoreo de cambios de la cobertura vegetal. Esto es debido a la amplia gama de bandas que permite un número mayor de posibles combinaciones de las mismas, las cuales a su vez brindan mayores oportunidades para la detección de diferencias más finas en la cobertura (INTERSAT, 1999).

## VII. MARCO CONCEPTUAL

**Monitoreo.-** El seguimiento rutinario de actividades de un programa para medir con regularidad y de manera permanente si las actividades se están llevando a cabo conforme a lo planeado (FAO, 2002).

**Deforestación.-** Es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal (FAO, 2002).

**Disturbio:** Alteración que directa o indirectamente ha provocado el hombre en la vegetación, ocasionada también por fenómenos naturales (incendios, plagas, etc.) (MALLEUX, 1988).

**Coordenadas Geográficas:** Son las que representa la ubicación de cualquier punto sobre la superficie terrestre con base en un par de coordenadas representadas en medidas angulares: latitud y longitud. La latitud es el ángulo formado por la línea del Ecuador y la línea que pasa por el punto que se va a medir. La longitud es la magnitud representada por el ángulo entre el meridiano de Greenwich y la línea paralela (CHUVIECO, 1996).

**Degradación:** Afectación de un área forestal arbolada por diferentes factores de perturbación. Impacta en una reducción de densidad, biomasa y calidad del arbolado, y afectación del suelo, sin implicar un cambio de uso o disminución de superficie (MALLEUX, 1988).

**Cobertura vegetal.-** Proporción del suelo ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de las plantas sobre el suelo. Por ejemplo, si iluminásemos la vegetación desde arriba y verticalmente, la cobertura sería la proporción del suelo que está sombreado (MALLEUX, 1988).

**Perturbación:** Cambios en la constitución de la vegetación natural producidos por agentes destructores y engloba deforestación, degradación y disturbio (MALLEUX, 1988).

**Teledetección.-** La teledetección o detección remota es la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el objeto (como por ejemplo aviones, satélites, astronave, boyas o barcos) (CHUVIECO, 1996).

**Tasa de deforestación.-** Razón de pérdida de bosque en determinada área con respecto al total preexistente, en un periodo de tiempo (FAO, 2002).

**Satélite.-** Aparato lanzado al espacio exterior sobre una órbita alrededor de la Tierra mediante una nave espacial o cohete. Los satélites son capaces de recibir y enviar información (fotos, mediciones de temperatura, magnetismo, entre otros) (CHUVIECO, 1996).

**SIG (sistemas de información geográfica).-** Sistema computarizado para producir mapas, fotos e imágenes virtuales que contribuyen a definir mejor una situación o problema (CHUVIECO, 1996).

**Imágenes de satélite.-** Una imagen consiste de un arreglo de píxeles (picture elements) o celdas, las cuales están ordenadas en filas y columnas. Cada píxel tiene un número digital (DN, por las siglas en inglés), que representa la intensidad de la señal recibida o reflejada por un área dada de la tierra (CHUVIECO, 1996).

**Sensores.-** Son los elementos que captan los datos provenientes de la superficie terrestre. Según el procedimiento utilizado, se los denomina pasivos o activos (CHUVIECO, 1996).

**Agricultura migratoria.-** Se define como el conjunto de técnicas que utilizan los agricultores que sólo disponen de instrumentos de labranza básicos, que no pueden invertir ningún capital en el trabajo y cuya finalidad esencial es producir alimentos para ellos mismos (FAO, 2002).

**Tala ilegal.-** Es una actividad en la cual cortan árboles, los transportan, los venden o compran violando las leyes nacionales de cada país. El proceso en sí puede ser ilegal, incluyendo corrupción para lograr acceso a los bosques, o extrayendo madera de bosques protegidos, o cortando especies en peligro de extinción, o simplemente extrayendo madera en exceso (FAO, 2002).

## VIII. MATERIALES Y MÉTODO

### 8.1. Características geográficas

#### 8.1.1 Superficie y ubicación geográfica

La Región Ucayali tiene una superficie de 102,410.55 km<sup>2</sup> equivalente al 7,97% del territorio nacional y al 19,6% de la Amazonía, siendo la segunda región más extensa del Perú, después de Loreto. Cuenta con una población aproximada de 433,218 habitantes, según el análisis de situación de salud de Ucayali, lo que determina una densidad poblacional de 4,23 habitantes por km<sup>2</sup>. Geográficamente se ubica entre las Latitud 08°22'40"S y Longitud 74°34'27"O (CÁMARA NACIONAL FORESTAL, 2009).

La región Ucayali se localiza en la parte centro oriental del Perú. Limita por el Este con la República del Brasil; por el Oeste con las regiones de Pasco y Huánuco; por el Norte con la región Loreto; y por el Sur con las regiones de Madre de Dios, Cuzco y Junín. (Figura 1. Mapa de ubicación).

Su territorio se divide en cuatro provincias: Coronel Portillo, Atalaya, Padre Abad y Purús. Coronel Portillo, con su capital Pucallpa es la que concentra la mayor población de la región (74,40%), seguida por Padre Abad (13,87%); Atalaya (10,88%) y Purús (0,89%9) como se muestra en el Cuadro 1 (CÁMARA NACIONAL FORESTAL, 2009).

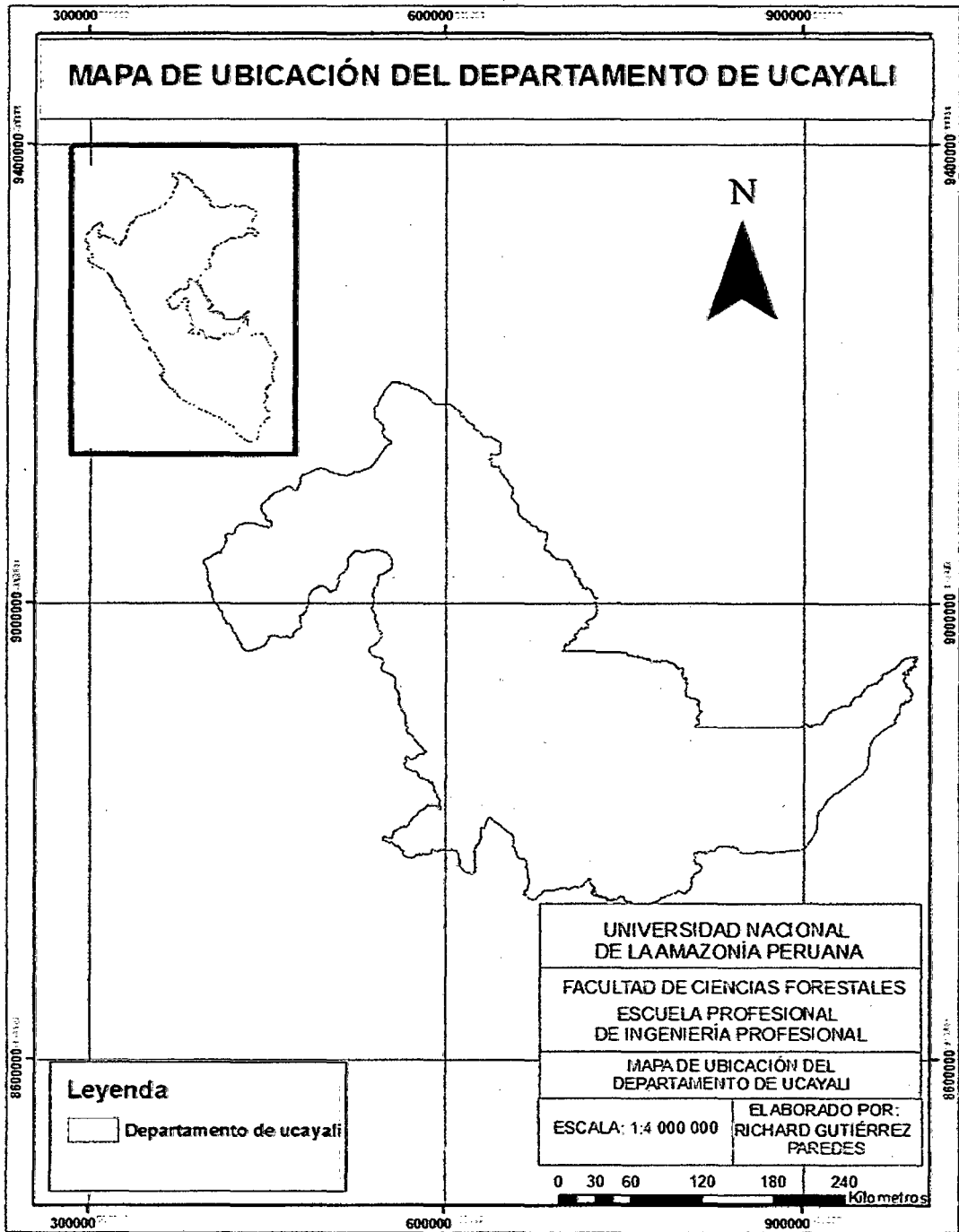


Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Ucayali.

**Cuadro 1.** División política del departamento de Ucayali por provincias y distritos

PROVINCIA	DISTRITOS
Coronel portillo	
1	Callaria (pucallpa)
2	Campo verde
3	Iparia
4	Masisea
5	Yarinacocha (puerto callao)
6	Nueva requena
Atalaya	
1	Raymondi
2	Sepahua
3	Tahuania (bolognesi)
4	Yurua
Padre abad	
1	Padre abad (aguaytía)
2	Irazola (san alejandro)
3	Curimana
Purús	
1	Purús(esperanza)

(Fuente: INEI, Perú: El censo nacional del año 2007: XI de población y VI de vivienda).

## 8.2. Características del área

### 8.2.1. Clima e hidrografía

El clima predominante pertenece al bosque húmedo tropical. En función a la información recopilada entre los años 1966 y 2001, en cuatro de las cinco estaciones meteorológicas, se puede concluir que el clima es del tipo cálido – húmedo, con ligeras variaciones que dan lugar a la llamada época seca y época lluviosa.

El promedio de precipitación es de 1535 a 2100 mm/año, y su distribución mensual se puede agrupar en los siguientes ciclos:

Ciclo lluvioso: febrero – mayo

Ciclo seco: junio – agosto

Ciclo semi seco: septiembre – noviembre



Ciclo semilluvioso: diciembre – enero

La temperatura media mensual es de 27,0 ° C (2001) con extremos de 20,1°C y 36°C. La humedad relativa media anual es de 83,5%, disminuyendo ligeramente en los meses de julio a octubre. Los vientos tienen una dirección predominante de norte a sur, con una velocidad promedio de 1,4 m/s. (IIAP, 2003).

### **8.2.2. Geología**

La región posee excelentes suelos para la actividad agrícola, aunque en una proporción minúscula si comparamos con los suelos disponibles para la producción forestal, y aún mucho menor con relación a los destinados a las áreas de protección, que conjuntamente constituyen el 76,5% del territorio. Los principales tipos de suelos que se encuentran en la región son: ultisoles, entisoles e inceptisoles (IIAP, 2003).

### **8.2.3. Vegetación**

La región Ucayali presenta 11 zonas de vida, siendo las más importantes: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical y bosque pluvial premontano tropical y transicional. Los bosques cubren cerca del 85% de la superficie de la región, se caracteriza por su elevada heterogeneidad, que posibilita o limita su manejo. La región presenta una gran diversidad biológica. En función a los ecosistemas encontramos especies de plantas, animales y microorganismos, los que son explotados en concordancia con las necesidades del mercado que demanda un determinado producto, ya sea como materia prima o de transformación primaria (IIAP, 2003).

#### **8.2.4. Características socioeconómicas**

Ucayali es una región que viene presentando un crecimiento favorable desde el año 2002, en el año 2007, el valor bruto de la producción agropecuaria creció 9,6%. Sin embargo, el crecimiento no fue homogéneo en todos los sectores. Por ejemplo, la producción manufacturera, que representa una parte muy significativa de la producción total en la región, sufrió una reducción de 10,3% respecto al año anterior.

En la región Ucayali, la economía se basa en la actividad agropecuaria y la extracción de recursos primarios. Pucallpa, ciudad capital, constituye el punto de concentración de los productos que aportan sus áreas rurales, tanto para el mercado nacional como para satisfacer su demanda interna; además, existe una industria de transformación maderera que moviliza recursos fuera de la región. La actividad productiva de la región Ucayali se sustenta, principalmente, en los sectores de agricultura y silvicultura; energía y recursos minerales; industria; comercio y manufactura, pesquería, entre otros.

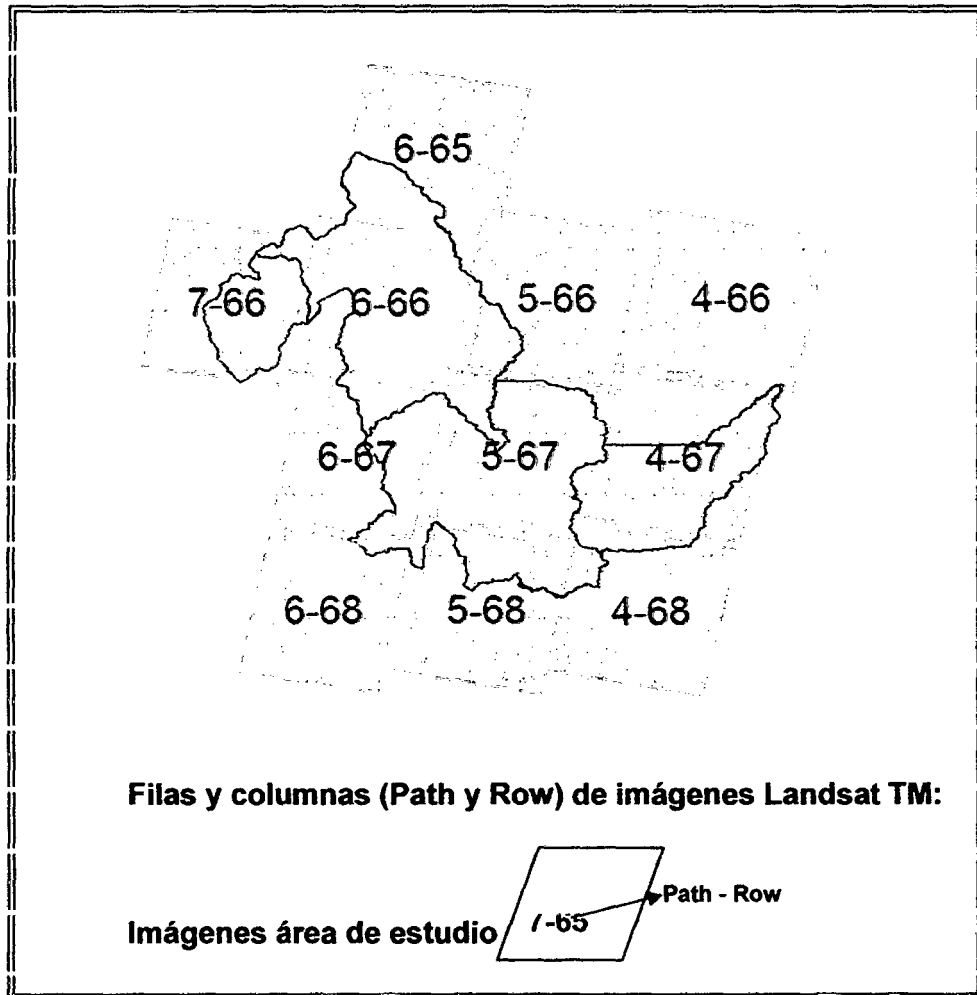
### **8.3 MATERIALES**

Los materiales que se utilizaron fueron:

#### **8.3.1 Material cartográfico**

Se utilizó la carta nacional como fuente de referencia para la corrección geométrica que es elaborado por el Instituto Geográfico Nacional - IGN a escala de 1:100 000 (Figura 2).





**Figura 3.** Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico

**Cuadro 2.** Características de las bandas espectrales del sensor TM para Landsat

Banda del espectro	Rango del Espectro Electromagnético ( $\mu\text{m}$ )	Resolución espacial (m)	Características de la Banda espectral
1 Visible – Azul	0,45 a 0,52	30	Azul: Presenta gran penetración en cuerpos de agua, con elevada transparencia, permitiendo estudios batimétrico. Sufre absorción por la clorofila y pigmentos fotosintéticos auxiliares (carotenoides).
2 Visible – Verde	0,53 a 0,61	30	Verde: Presenta gran sensibilidad a la presencia de sedimentos en suspensión, posibilitando su análisis en términos de cantidad y calidad. Buena penetración en cuerpos de agua. También es usada para la identificación de centros poblados.
3 Visible – Rojo	0,63 a 0,69	30	Rojo: La vegetación, densa y uniforme, presenta una absorción quedando oscura, permitiendo buen contraste entre las áreas ocupadas con vegetación (Ej. Suelo expuesto y áreas urbanas).
4 Infrarrojo cercano	0,78 a 0,90	30	Infrarrojo reflectivo: Los cuerpos de agua absorben mucha energía en ésta banda y quedan oscuros, permitiendo el mapeo de la red de drenaje y delineamiento de los cuerpos de agua.
5 Infrarrojo medio	1,55 a 1,75	30	Infrarrojo medio: Presenta sensibilidad a la humedad de las plantas, sirviendo para observar estrés en la vegetación, causado por el desequilibrio hídrico.
6 Infrarrojo termal	10,4 a 12,5	60	Infrarrojo termal: Presenta sensibilidad a los fenómenos relativos a los contrastes térmicos, sirviendo para detectar propiedades termales de rocas, suelos, vegetación y agua.
7 Infrarrojo medio	2,08 a 2,35	30	Infrarrojo medio: Presenta sensibilidad a la morfología del terreno, permitiendo obtener información sobre Geomorfología, Geología, y Suelos. Esta banda sirve para identificar minerales con iones hidrófilos.

**Cuadro 3.** Lista de imágenes Landsat utilizadas en el estudio

Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Año 2005	Año 2009	Fuente
Landsat	TM5	4_66	2005/07/23	2008/08/16	INPE
Landsat	TM5	4_67	2005/07/23	2008/09/01	INPE
Landsat	TM5	4_68	2004/11/09	2008/09/01	INPE
Landsat	TM5	5_66	2005/09/16	2010/07/28	INPE
Landsat	TM5	5_67	2005/07/30	2010/07/28	INPE
Landsat	TM5	5_68	2005/07/30	2007/07/04	INPE
Landsat	TM5	6_65	2005/06/19	2009/08/17	INPE
Landsat	TM5	6_66	2004/08/03	2009/09/18	INPE
Landsat	TM5	6_67	2004/08/03	2010/08/20	INPE
Landsat	TM5	6_68	2004/08/03	2009/06/30	INPE
Landsat	TM5	7_66	2004/01/31	2010/08/11	INPE

**Cuadro 4.** Características de la imagen de radar Modis

Satélite	Sensor	Fecha captura de la imagen	Fuente
MODIS	RADAR	01/03/2007	Global Rain Forest Mapping Project

### 8.3.3 Equipos y software

Para la ejecución del proyecto se utilizó software y equipos de última generación:

➤ Software:

- ✓ Erdas imagine v9.2 (Procesamiento digital de imágenes de satélite)
- ✓ ArcGis 10, ArcView 3.3
- ✓ Office 2010 (Procesador de textos y tablas)

➤ Equipos

- ✓ Computadora Pentium IV, corei5 Intel 2,6 GHZ, 04 GB de memoria RAM, disco duro 1000 GB, con monitor de 19" LCD pantalla plana.
- ✓ Impresora kyocera y plotter HP designjet 460 C.
- ✓ Cámaras digitales Cannon y Sony.

### 8.3.4 Materiales de impresión y escritorio

- **Materiales de impresión:** Papel A4 80 gr y papel para plotter HP, cartuchos de tinta HP (cyan, magenta, yellow y black), tonner para impresora Cannon y disco compacto de escritura (CD-R y DVD-R caja x 12 unid).
- **Materiales de escritorio:** Útiles de oficina, libretas de campo, plumón p/filmina P/fina, borradores, lápices y lapiceros.

### 8.3.5 Organización de la carpeta matriz

En el proceso de la construcción de datos, producto del procesamiento digital de imágenes de satélite; se generan muchos archivos, éstos tienen que llevar un orden lógico y organizado en carpetas. La interface gráfica que utiliza el programa Erdas imagine genera archivos de varios formatos: \*.img, \*.vue y \*.mos, entre otros. Estas contienen estos archivos en diferentes formatos y de diferentes fuentes. Es por este motivo que se ha diseñado una estructura muy simple en la estructura del directorio matriz que lo nombramos: Img\_Ucayali, como se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Estructura de la Carpeta Matriz: Img\_Ucayali

<b>Carpetas</b>	<b>Contenido de las carpetas</b>	<b>Formato de archivos</b>
Vue	Visualización de viewers	*.vue
Escenas_2005	Imágenes del año 2005	*.img
Escenas_2009	Imágenes del año 2009	*.img
Jpg	Archivos de gráficos	*.jpg
Mos	Archivos de la estructura del mosaico	*.mos
Shp	Archivos shape files	*.shp
Txt_doc	Archivos de textos	*.txt, *.doc

## **8.4 MÉTODO**

El método utilizado fue el análisis visual a una escala de 1:80 000 cuya escala de salida fue de 1:100 000 empleando para ello imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica.

### **8.4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es descriptivo comparativo, a través del cual fue posible describir las características de los diferentes tipos de bosque.

### **8.4.2 Población de estudio y muestra**

#### **Población**

La población de estudio son los bosques con vegetación natural e intervenida distribuida en el departamento de Ucayali con un total de 10 512 090,78 ha.

### **8.4.3 Procedimiento**

#### **8.4.3.1. Identificación, recopilación y evaluación de datos satelitales**

- La identificación y recopilación de la data satelital (imágenes de satélite) se realizó en diferentes proveedores a través de Internet <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, Anexo 1. Asimismo, la imagen de RADAR, MODIS del 2007 se obtuvo de los archivos almacenados en el IIAP.
- TIFF o GeoTIFF es el formato más común para descargar imágenes del proveedor identificado. Este formato fue exportado al formato \*.img que es el formato matriz de ERDAS IMAGINE.



- En la evaluación de las imágenes se tuvo en cuenta los tipos de satélites y sensores desde el punto de vista de sus características espaciales, espectrales, radiométricas, entre otras, de importancia y útiles para el proyecto.
- Las características de estas imágenes se ajustaron al análisis visual aplicado en el estudio debido a que tienen una resolución espacial de 30x30 m; es decir, se puede trabajar hasta una escala de 1:80000.
- En la selección de las imágenes se consideró el bajo porcentaje de nubes que cubren las escenas (imagen de 185 x 185 km<sup>2</sup>), siendo el 10% el más adecuado, pues de lo contrario la interpretación visual se vería limitada enormemente.
- Otra característica evaluada en el uso de imágenes fue la resolución espectral, a través del cual se manipulo las bandas de tal manera que nos permitió realizar las mejores combinaciones discriminando los elementos de la superficie que se interpretó.

#### **8.4.3.2. Procesamiento de imágenes de satélite**

En total se utilizaron 11 imágenes que cubrieron toda el área de estudio para los años 2005 y 2009. Seguidamente a las imágenes satelitales se les practico el mejoramiento geométrico y radiométrico para obtener un mejor desempeño en el análisis de las mismas. Después, se realizó una interpretación de las áreas deforestadas, para cuantificar la tasa de deforestación de la zona de estudio. Como se muestra en la Figura 15.

### **8.4.3.3. Mejoramiento de las imágenes**

Este proceso se concibe como aquellas operaciones que permiten mejoras en las imágenes de satélite con la finalidad de realzar su apariencia visual y su corrección geométrica para obtener datos útiles en el análisis y la generación de información temática. No siempre las imágenes adquiridas tienen la mejor presentación o aspecto visual para el trabajo de interpretación, es por ello necesario aplicar ciertas operaciones para corregirlas.

- Las imágenes por lo general son suministradas, en formatos crudos (raw image) o en algunos casos con ciertas correcciones básicas. Estas imágenes tiene que ser validadas y corregidas con la cartografía base del territorio nacional para ello se utilizó la carta nacional.
- Al momento de descargar las imágenes de los servidores, las bandas espectrales viene por separado y en un formato comprimido. Se descargó y luego descomprimió estos archivos individuales las cuales fueron unidos y como producto se tuvo la imagen multiespectral completa y funcional para la combinación de bandas.
- Se utilizaron todas las bandas espectrales de cada imagen, es decir las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7. Para la construcción del mosaico se utilizó solamente 3 bandas la que corresponde a los canales 543-RGB.
- Esta selección se hizo considerando que las características espectrales de la banda 3 (0,63 a 0,69 micrones) puede ser absorbida por la clorofila, muy útil para la clasificación de la cobertura vegetal, esta banda pertenece al grupo de las visibles. La banda 4 (0,76 a 0,90 micrones), es útil para determinar el contenido de biomasa, para la delimitación, principalmente, de cuerpos de agua

y finalmente la banda 5 (1,55 a 1,75 micrones) discrimina el contenido de humedad de la vegetación y del suelo. Estas dos últimas bandas pertenecen al grupo de las infrarrojas cercanas (Cuadro 2).

- Se hicieron algunas pruebas en cuanto a combinación de bandas espectrales con la finalidad de observar la apariencia visual en ciertos rangos del espectro. Se realizó dos combinaciones como prueba para observar las características en cuanto a tonalidad y manifestación de colores. Las bandas se combinaron teniendo en cuenta los cañones o colores que presentan los programas Red, Green y Blue o RGB.
- Las combinaciones tratadas fueron 453-RGB y 543-RGB. En estas combinaciones se puede tener una visión de pseudo color, lo que significa que los colores naturales de las características del paisaje no son los reales, pero éstos son completamente perceptibles y diferenciables al momento de discriminar para caracterizar los elementos del paisaje, muy especial las características de bosque y no bosque (deforestación).
- La imagen de radar tiene solamente una banda espectral, es decir, que se considera a ésta una imagen pancromática (tonalidades que van del blanco al negro pasando por una tonalidad de grises). Esta imagen se utilizó para tener una idea de las características topográficas del territorio en observación.
- Todas estas imágenes después de haber sido transformadas al formato adecuado (\*.img) se prepararon para ser corregidas geométricamente (georreferenciadas) y mejoradas radiométricamente.



#### 8.4.3.4. Georreferenciación

- La georreferenciación de las imágenes de satélite constituye el proceso más importante en el procesamiento de imágenes. Las imágenes deben estar correctamente localizadas en un mismo espacio geográfico para que, al momento de hacer el empalme de las mismas, no exista desplazamiento una respecto a otra y el área de traslape tenga coincidencia de imagen a imagen. Esto se aprecia fácilmente en la hidrografía, vías de comunicación (carreteras), cadena de montañas, entre otros aspectos con características lineales.
- Existen cuatro procesos de georreferenciación; a) imagen a imagen, b) cartografía digital a imagen c) cartografía análoga a imagen y d) datos GPS a imagen. En el primer caso la corrección se hace con una imagen que cuenta con un sistema de proyección. En el segundo caso se utiliza la cartografía digital transfiriendo los puntos de control terrestre (GCP) a la imagen sin proyección (imagen cruda). El tercer es similar al segundo excepto que en este caso se utiliza la cartografía de la carta nacional para localizar los GCP. Finalmente en el cuarto caso se utilizan datos colectados con los GPS para determinar los GCP que serán usados para la corrección de la imagen, por lo general este tipo de corrección se aplica a imágenes de alta resolución y que cubren un espacio relativamente pequeño.
- En el IIAP se cuenta con la cartografía en formato digital motivo por el cual el segundo caso fue el utilizado para la corrección geométrica; es decir, las imágenes se corrigieron utilizando los mapas topográficos de la carta nacional en formato digital (vectores de la red hidrográfica en formato shape). Las imágenes de archivo sirvieron para la validación de la corrección.

- Se tuvo en cuenta la ubicación de 10 a 20 GCP como mínimo, los cuales fueron distribuidos de tal manera que los primeros cinco estuvieran localizados en los extremos y el centro de la imagen (escena) formando una "X" y seguidamente se ubicaban los restantes, siempre siguiendo una secuencia, situándolos uno en un punto determinado y su par en otro punto opuesto. Todo esto se hizo tratando de que los GCP se distribuyan homogéneamente en toda la imagen.
- El tamaño del píxel (resolución espacial) fue de 30x30 m y un RMS (Root Mean Square) o Error Medio Cuadrático de 1,0 a 2,0 píxeles que fue una constante en el proceso de georreferenciación (Cuadro 6).
- Es propicio mencionar que el error debe ser mínimo de lo contrario el desplazamiento de la imagen es evidente lo cual se observa al momento de hacer el empalme con otra imagen adyacente. Para hacer la verificación del resultado de la corrección se utilizó la carta nacional en formato digital sobreponiéndola con la imagen corregida. Figura 4.



**Figura 4.** Verificación de la corrección geométrica utilizando la cartografía base sobre la imagen corregida.

- En algunos casos, la coincidencia de la cartografía con la imagen corregida no fue la más adecuada, es así que se tuvo que hacer nuevamente la corrección hasta que la coincidencia de ambas (vector y raster) sea la más cercana. Este proceso tardo muchas horas y dependió del criterio del especialista para determinar cuándo la imagen está correctamente corregida. Este no es el caso pero se puede presentar algunos inconvenientes cuando se trata de imágenes que están en zonas de transición entre selva alta y selva baja, pues la estructura del relieve (relativamente plano y rugoso) son factores que influyen en la aplicación del modelo de corrección y por consiguiente en el resultado.
- La coincidencia en el área de empalme fue eficiente, a pesar que la fuente empleada en la elaboración de la base cartográfica fue producto de la interpretación de imágenes muy antiguas respecto la que se está corrigiendo. En este caso se observó diferencias en la hidrografía (ríos polígonos) debido a que en esta parte de la Amazonía la parte fluvial es muy dinámica, en este caso se tuvo que considerar los vectores ríos líneas para hacer el acondicionamiento cartográfico.
- Utilizando el software ERDAS IMAGINE se hizo la georreferenciación. El modelo de orden sirvió mucho para zonas de topografía relativamente plana que es el caso del departamento de Ucayali.

**Cuadro 6.** Fuente de datos para la georreferenciación.

<b>Escenas</b>	<b>GCP_2005</b>	<b>RMS_2005</b>	<b>GCP_2009</b>	<b>RMS_2009</b>
4_66	25	0.030	25	0.030
4_67	25	0.045	25	0.023
4_68	25	0.035	25	0.030
5_66	25	0.044	25	0.025
5_67	25	0.056	25	0.045
5_68	25	0.065	25	0.055
6_65	25	0.043	25	0.042
6_66	25	0.055	25	0.039
6_67	25	0.067	25	0.055
6_68	25	0.055	25	0.045
7_66	25	0.045	25	0.025

En el Cuadro 7, se muestra el sistema de proyección utilizado como base en el proceso de corrección geométrica del área de estudio.

Cuadro 7. Sistema de proyección usado en la georreferenciación de las imágenes de satélite.

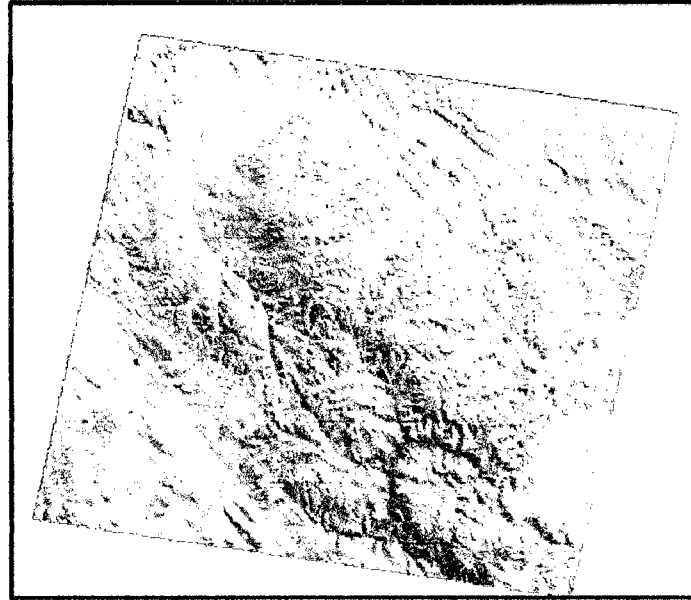
<b>SISTEMA DE PROYECCIÓN UTILIZADA EN EL PROYECTO:</b>	
<b>Datum Horizontal</b>	<b>: WGS84</b>
<b>Datum Vertical</b>	<b>: Nivel medio del mar</b>
<b>Esferoide</b>	<b>: WGS84</b>
<b>Proyección</b>	<b>: UTM</b>
<b>Zona UTM</b>	<b>: 18 Sur</b>

#### **8.4.3.5. Mejoramiento radiométrico**

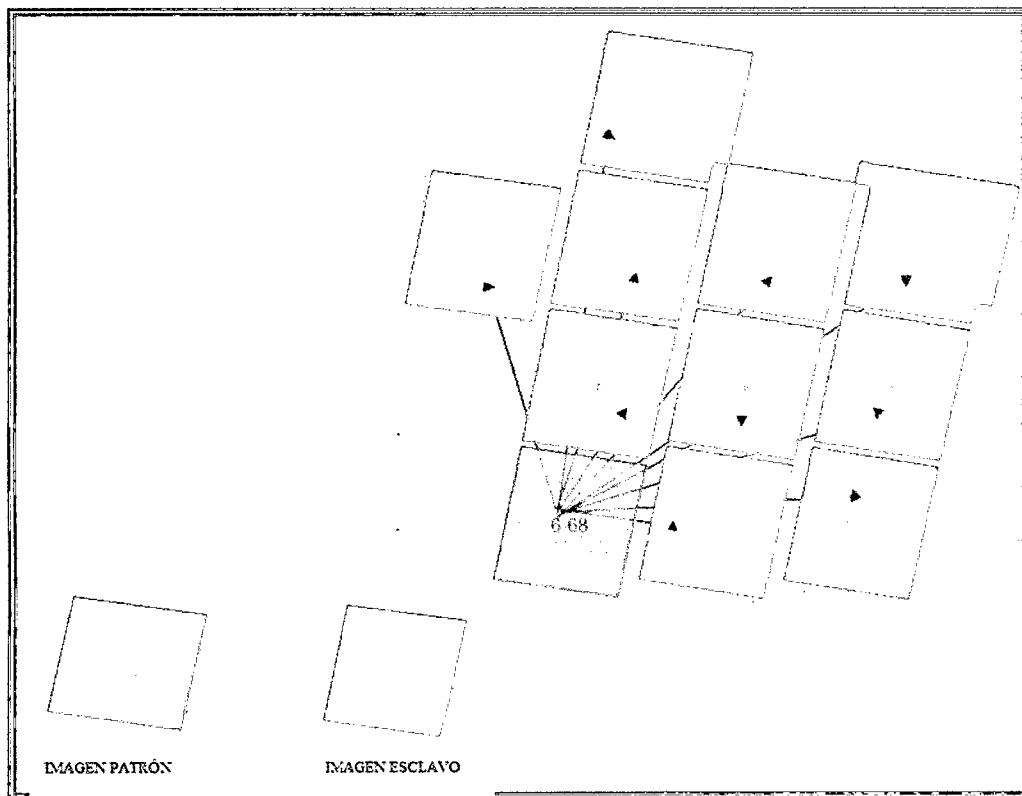
El mejoramiento radiométrico se hizo sobre los valores digitales de las imágenes y estos permitieron una mejor apariencia visual de la misma de tal manera que la interpretación fue la más óptima.

- Previo a la construcción del mosaico de imágenes éstas tuvieron que ser mejoradas en términos de apariencia visual (radiometría). Este proceso se aplicó a cada escena. Este mejoramiento permitió que el mosaico tenga una apariencia de continuidad de las imágenes en términos radiométricos (tonalidad y color). Se emplearon algunos algoritmos sugeridos por el software ERDAS IMAGINE que consistió en la igualación del histograma (matching histogram).
- Es proceso de mejoramiento se hizo teniendo en cuenta una imagen base o también conocida como imagen "patrón" con características visuales adecuadas (especialmente la radiometría). El algoritmo empleado permitió igualar los histogramas de dos imágenes mediante una operación matemática en la look up table, la cual sirvió como una función de igualamiento del histograma respecto a otro de referencia. Este procedimiento tuvo una secuencia y fue realizado a cada banda espectral de cada escena.
- La secuencia de imagen patrón e imágenes esclavo para cada mosaico se indican a continuación mediante un esquema gráfico el cual tiene una secuencia lógica. Es decir, en el gráfico la imagen verde es la que originalmente se consideró con las características visuales (radiometría) más adecuada para tomarla como "patrón" (Figura 5). Seguidamente se realizó la igualación del histograma con la figura verde. Con este resultado se procedió a tomar las demás imágenes como "Esclavos" como se muestra en la Figura 6.



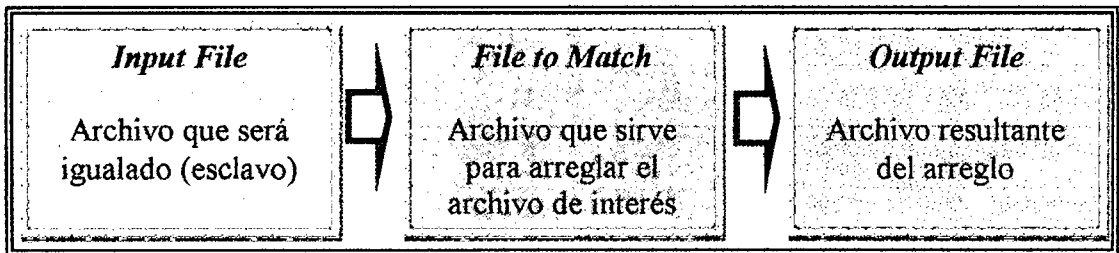


**Figura 5.** Imagen utilizada como referencia para el mejoramiento radiométrico (igualación del histograma) de las imágenes de los años 2005 y 2009

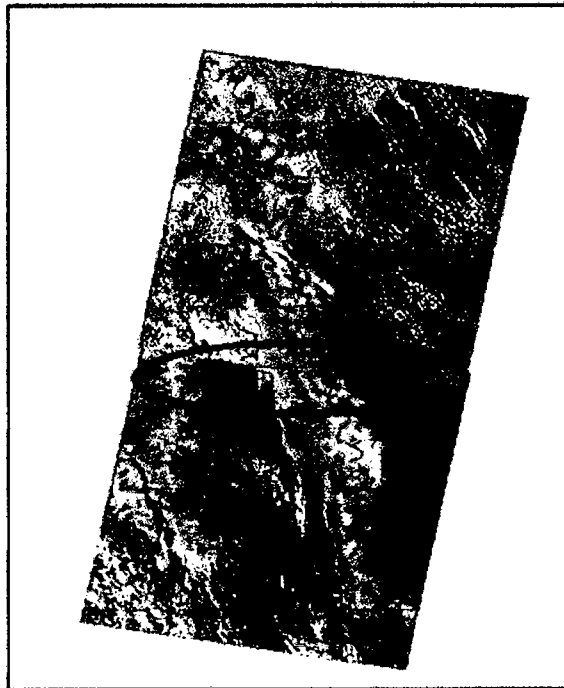


**Figura 6.** Imagen de referencia (patrón) para corrección radiométrica de otras imágenes (esclavo) del año 2005 y 2009.

- En la Figura 7, se indica el proceso que se siguió para ejecutar el mejoramiento radiométrico (igualación del histograma) a través de un flujograma de operaciones.



**Figura 7.** Diagrama de flujo para ejecutar el mejoramiento radiométrico según Erdas Imagine



**Figura 8.** Escena con corrección radiométrica

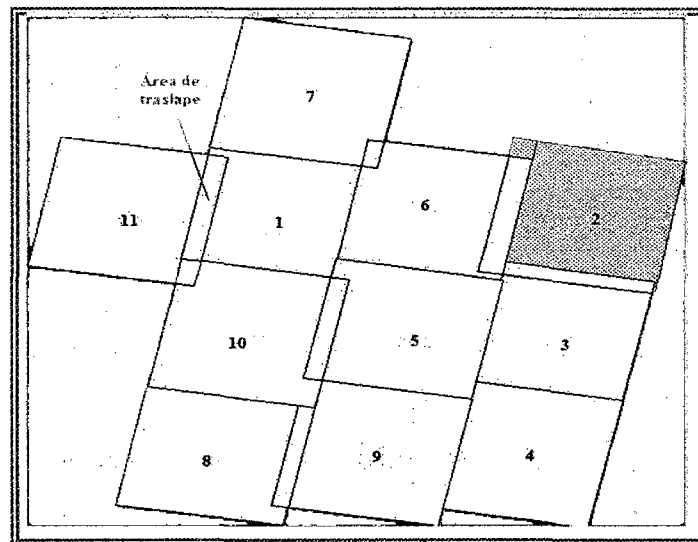
#### 8.4.3.6. Elaboración del mosaico de imágenes de satélite

El proceso de elaboración de un mosaico viene a ser el ensamblaje de dos o más escenas con la finalidad de cubrir un área relativamente grande. Para ensamblar las imágenes se utilizó la opción Mosaic image el cual sugiere ciertos pasos.

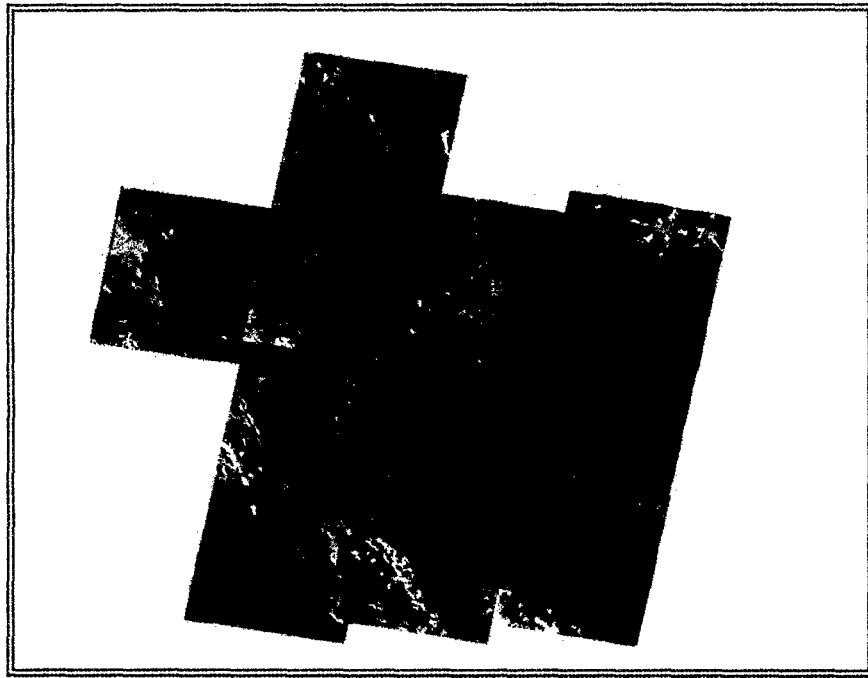
- Compute Active Area: Esta opción permitió seleccionar el área a ser procesada. Por defecto toma toda la imagen pero puede ser seleccionada con un AOI (Área de Interés), si es el caso.
- Después de haber ubicado las imágenes de acuerdo a nuestro interés (por fechas de captura, visualización de los elementos del paisaje, entre otros), se aplicó la opción de igualación (Matching Option) la misma que se utilizó cuando se tuvo problemas de diferencias en tono y claridad entre o dentro de la imagen o en el área de interés. En resumen, esta opción tomó el histograma de cada imagen y las ajustó de tal manera que el resultado fue un histograma similar.
- Para el contraste de los colores en términos de balance, se seleccionó la opción color balancing – set – (automatically). En la opción Matching method se seleccionó Overlap áreas, la cual consideró en el procesamiento las áreas de traslape.
- El tipo de histograma que se utilizó fue banda por banda.
- Al establecer las funciones de traslapado se optó por la opción de intersección no cut line exist donde se escoge el promedio (average) como alternativa.
- Finalmente se corrió el modelo con la opción resample obteniéndose un mosaico casi homogéneo en cuanto a su tonalidad y color.
- Las imágenes individuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta la apariencia visual de éstas así como un orden para el empalme. Se tuvo en

cuenta, en primer lugar, la fecha de toma de la misma para que de esta manera la información en la zona de traslape sea la más reciente. Al presentarse cobertura de nubes en la imagen más actual en la zona de traslape se tuvo que situar esta imagen por debajo de la imagen más antigua para evitar el vacío de información (Figura 9).

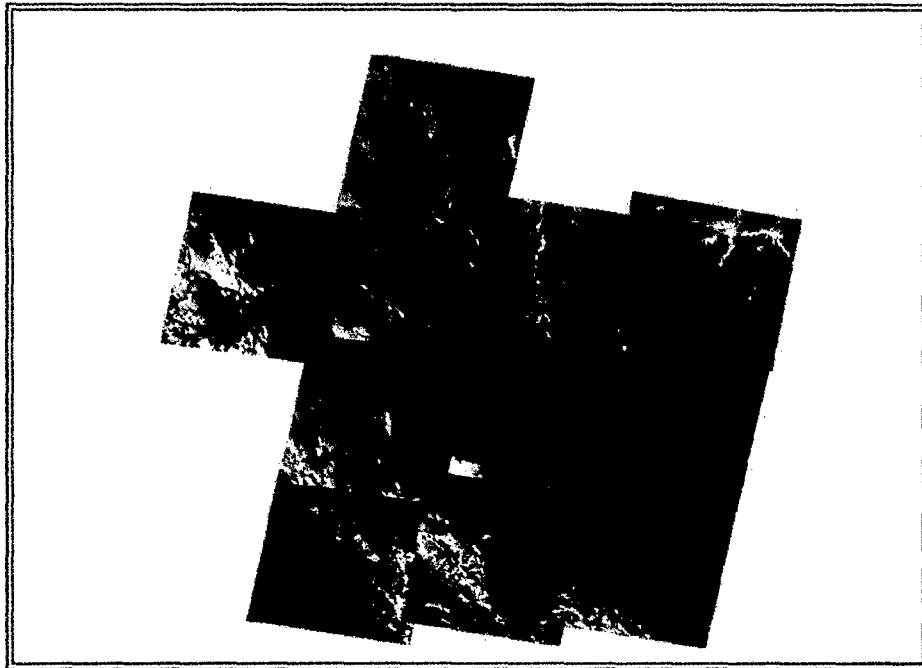
- En este caso se consideró que la imagen 6\_66 sea la número 1, porque la zona de traslape tenía gran cantidad de nubes. Este es un proceso donde tuvo que ver mucho el criterio personal ya que se pudo tener una imagen reciente pero con mucho porcentaje de nube en el área de traslape. En este caso se consideró la imagen sin nubes antes que la imagen más reciente (Figura 10 y 11).



**Figura 9.** Orden de ubicación de las imágenes para elaborar el mosaico de los años 2005 y 2009

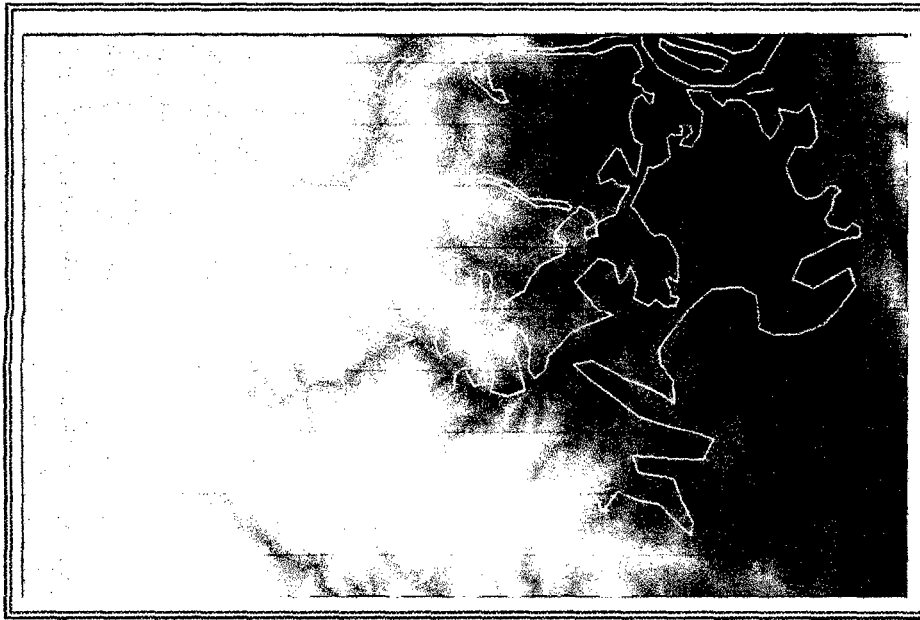


**Figura 10. Mosaico al año 2005**



**Figura 11. Mosaico al año 2009**

- Con la finalidad de facilitar la interpretación para rasgos de relieve se utilizó la imagen de RADAR MODIS, zona 18 – año 2007, Figura 12.



**Figura 12.** Imagen de radar MODIS

### **8.5. Interpretación multitemporal de la deforestación y de la cobertura vegetal**

La interpretación multitemporal de la deforestación y de la cobertura se refiere al aumento de deforestación y los cambios que ha producido en la cobertura vegetal en el departamento de Ucayali entre los periodos 2005 – 2009. Para la interpretación se utilizaron las imágenes de satélite landsat TM 5 con una resolución de 30 x 30 m.

### **8.6. Incremento de la deforestación**

El incremento de la deforestación viene a ser el aumento de la deforestación producido entre los años 2005 y 2009. Por consiguiente es la diferencia del área deforestada perteneciente al año 2009 con la del año 2005, por lo cual se tuvo en cuenta la recomendación propuesta por PROCLIM, (2005):

$$\text{Incremento} = \text{área deforestada año 2009} - \text{área deforestada año 2005}$$

### 8.7. Cuantificación del área deforestada

Para la cuantificación del área deforestada se empleó el programa ArcGis 10, en el cual se digitalizó en formato shapefile polígonos de las áreas deforestadas, vegetación natural, cuerpos de agua e islas.

### 8.8. Tasa anual de deforestación

Los indicadores que se tomó en cuenta para el análisis de los cambios en la cobertura vegetal se tuvo en cuenta la recomendación propuesta por (PROCLIM), (2005):

- Superficie total deforestada (ha)
- Incremento de la deforestación (ha)
- Tasa de deforestación (%)

La tasa anual de deforestación fue calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{TAD} = (X - Y) / N$$

Dónde:

TAD : Tasa anual de deforestación, expresada en ha/año.

X : Superficie deforestada en el año 2009, expresada en ha.

Y : Superficie deforestada en el año 2005, expresada en ha.

N : Número de años transcurridos en el período 2005-2009

## **8.9 Elaboración de base de datos espacial y mapa temático del área de estudio.**

### **8.9.1 Preparación del material cartográfico base:**

Este proceso se inició con la evaluación de la información temática generada en fechas pasadas. Es decir, se tomó como referencia la deforestación del año 2000, seguidamente se digitalizó el incremento de la deforestación (año 2005 y 2009) y se tuvo como referencia la hidrografía del año 2006. Asimismo, se consideró los mismos patrones en la caracterización de las unidades de bosque y no bosque.

### **8.9.2 Interpretación y digitalización de la información temática**

Se refiere a la observación, análisis y trazado de las características de la superficie terrestre desde el punto de vista del cambio de bosque a no bosque, es decir sobre los patrones de deforestación.

- La interpretación de la deforestación, en este caso, fue un proceso que se fundamentó en la delimitación y separación de unidades sobre la base de elementos identificables utilizando imágenes de satélite ópticas (Landsat TM) a escala 1:100,000.
- A través del análisis visual y la delineación de las características particulares de deforestación se consideraron elementos como:
  - ✓ El tono; que nos da una referencia de la intensidad de energía registrada por el sensor en una determinada banda espectral. Cada cubierta que manifiesta un tipo de uso u ocupación presenta determinados tonos según la banda espectral. Para el caso de Landsat son las bandas 3, 4 y 5 las que mejores registran la ausencia de cobertura arbórea. Las tonalidades oscuras se

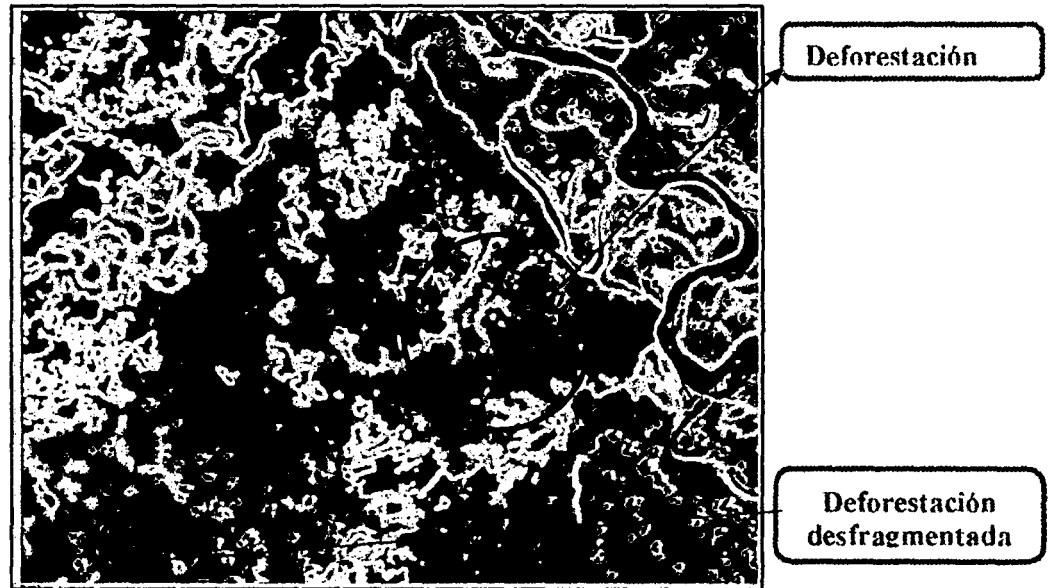


refieren a espacios con mucha humedad o en algunos casos con espacios de quema.

- ✓ La forma es otro elemento y quizá el más importante para determinar las características de las áreas deforestadas, en especial cuando se diferenciaron los tipos de uso. Los patrones de formas geométricas relativamente regulares son las más usadas al momento de utilizar la tierra, como cuadrados, rectángulos, triángulos (actividades agrícolas, pastos, agropecuarias y de construcción de infraestructura como centros urbanos), formas lineales (carreteras), entre otros.
- ✓ El color también es otro elemento que se tomó en cuenta para interpretar la deforestación y los tipos de uso ya que se puede apreciar una diferencia sustancial entre la cobertura vegetal y las zonas que han sido intervenidas. Además la diferencia de colores es bien marcada cuando se trata de determinar los diferentes estadios vegetativos de la masa forestal. Es decir, las zonas de purmas (bosque secundario) de diferentes fechas y composición de especies es determinada por la diferencia de colores.
- ✓ La textura; por su parte, es una cualidad que hace referencia a la aparente suavidad o rugosidad de determinadas áreas de la imagen, esto se debe al tamaño de los objetos representados y la resolución espacial de la imagen.
- ✓ La distribución o contexto espacial es un elemento que difícilmente puede ser abordado por técnicas digitales, es la interpretación visual a través de la experiencia del intérprete que permite la incorporación de estos criterios pues este es un elemento que nos permite tener una idea de la localización de la cubierta de interés en relación con los elementos vecinos visibles en la imagen, es decir permite tener un conocimiento previo de la zona en estudio

y de las áreas circundantes. Se puede diferenciar una cubierta de vegetación arbórea con una cubierta donde ya no hay vegetación teniendo como referencia una carretera o como es el caso en Amazonía, la ribera de los ríos.

- ✓ Otro aspecto de importancia es el periodo de adquisición o fecha de captura de las imágenes. Esto permite tener la observación sistemática de los cambios en la superficie terrestre. Para este propósito se ha utilizado imágenes del año 2005 y del 2009.
- ✓ De acuerdo a las posibilidades que nos brinda las imágenes de satélite de media resolución como es el caso de Landsat, se debió determinar una unidad mínima observable o cartografiable a escala 1:100,000. Esta unidad mínima se consideró como de 1 mm en pantalla, lo que representa un aproximado de 1 ha en el terreno. Cabe indicar que si bien la escala de interpretación visual era de 1:100,000 en algunos casos se tuvo que aumentar la escala a 1:80,000 con la finalidad de rescatar aquella deforestación muy fragmentada y poder identificar con mayor exactitud los tipos de uso de la tierra, Figura 13.
- ✓ El modelamiento SIG basados en procesos digitalización, edición y registro de atributos cualitativos para caracterizar la deforestación se hizo utilizando el componente ArcMap del módulo ArcView de la suite ArcGIS.
- ✓ El trabajo fue solamente de gabinete y no se realizó visitas de campo.



**Figura 13.** Tema vector polígono de deforestación (no bosque). Base de datos Espacial

### 8.9.3 Edición y atribución (codificación)

Dos tipos de información es la característica de una base de datos digital: Información espacial y descriptiva. La información espacial consta de entidades representadas por vectores polígonos, líneas y puntos. En este proyecto se ha trabajado con vectores polígonos.

- La digitalización de los patrones de deforestación del año 2005 y 2009 se tienen que hacer teniendo en cuenta el año base, que para este caso se tomó el 2000 (INRENA, 2005). Es decir, se digitalizó la deforestación acumulada.
- Es importante mencionar que al momento de hacer la edición del tema (shape file) de deforestación al año 2005 y 2009 respecto a la del 2000, se consideró la red hidrográfica del año 2006, pues es un elemento que no cambió mucho entre ambas fechas. Esto significa que los límites de la deforestación próximas a los ríos son coincidentes entre el 2005, 2006 y 2009.
- Para la codificación de los elementos deforestados se han generado dos

campos o columnas en los atributos de los temas, uno donde se asigna el dato o código que almacena caracteres numéricos y el otro donde se asigna la información o descripción de la deforestación con caracteres alfanuméricos. Los espacios que conservaron vegetación y que estuvieron dentro de las áreas deforestadas no fueron consideradas a las cuales se les asignó un atributo y simplemente se dejaron espacios vacíos. Además se calcularon las superficies en hectáreas y el perímetro en metros de los polígonos con la finalidad de poder tener el total de deforestación acumulada (Figura 14).

FID	Shape	CODE	DESCRIPCIÓN	AREA	ACRES	HECTARES	PERIMETER
349	Polígono	99	Cuerpos de agua	15525789.125	3836.422	1552.579	488671.466
350	Polígono	99	Cuerpos de agua	7668612.033	1894.914	766.861	252088.271
351	Polígono	99	Cuerpos de agua	36906.433	9.12	3.691	1565.01
352	Polígono	99	Cuerpos de agua	35268.339	8.715	3.527	1354.246
353	Polígono	99	Cuerpos de agua	11290.352	2.79	1.129	431.918
354	Polígono	99	Cuerpos de agua	37410.467	9.244	3.741	821.708
355	Polígono	99	Cuerpos de agua	690809.122	170.699	69.081	6448.237
356	Polígono	99	Cuerpos de agua	308252.965	76.179	30.629	3652.308
357	Polígono	99	Cuerpos de agua	41030.788	10.139	4.103	950.041
358	Polígono	99	Cuerpos de agua	80796.934	19.965	8.08	1326.316
359	Polígono	99	Cuerpos de agua	22027.821	5.443	2.203	762.987
360	Polígono	99	Cuerpos de agua	40379.548	9.978	4.038	1065.256
361	Polígono	99	Cuerpos de agua	323609.321	79.564	32.361	2789.402
362	Polígono	99	Cuerpos de agua	31713.774	7.836	3.171	1128.163
363	Polígono	99	Cuerpos de agua	234756.111	58.008	23.476	1975.083
364	Polígono	99	Cuerpos de agua	231015.254	57.084	23.102	3669.564
365	Polígono	99	Cuerpos de agua	42748.32	10.563	4.275	919.691
366	Polígono	99	Cuerpos de agua	60922.008	15.039	6.096	1577.746
367	Polígono	99	Cuerpos de agua	121251.496	29.961	12.125	2332.022
368	Polígono	99	Cuerpos de agua	44970.972	11.112	4.497	1333.209
369	Polígono	99	Cuerpos de agua	159967.539	39.528	15.997	3092.075
370	Polígono	99	Cuerpos de agua	51371.073	12.694	5.137	1325.537
371	Polígono	99	Cuerpos de agua	92117.124	22.762	9.212	3099.936
372	Polígono	99	Cuerpos de agua	93992.109	23.225	9.399	2635.343
373	Polígono	99	Cuerpos de agua	34809.814	8.602	3.481	1222.707

↓ campo de codificación                      ↓ campo de descripción de los códigos

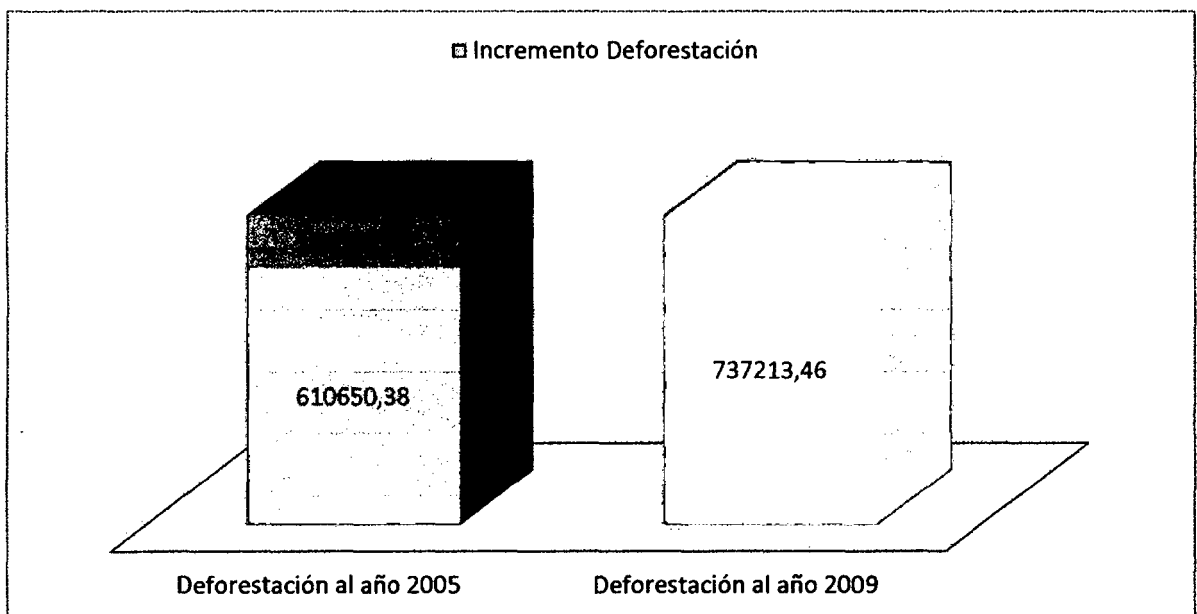
Figura 14. Tabla de atributos indicando los campos de codificación.



**Figura 20.** Bosques secundarios o purmas asociados con cultivos

## 9.2. Incremento de las áreas deforestadas

El incremento de la deforestación se debió en su mayoría a las actividades antrópicas como la agricultura migratoria, tala ilegal y la construcción de carreteras. El incremento entre los años 2005 y 2009 es de 126 563,08 ha, tal como se muestra en la Figura 23.



**Figura 21.** Incremento de la deforestación del periodo 2005 al 2009

### 9.3. Cuantificación de las áreas evaluadas

Los resultados obtenidos en el cuadro 8, presenta las coberturas que se agruparon en cuatro categorías para los periodos 2005 y 2009:

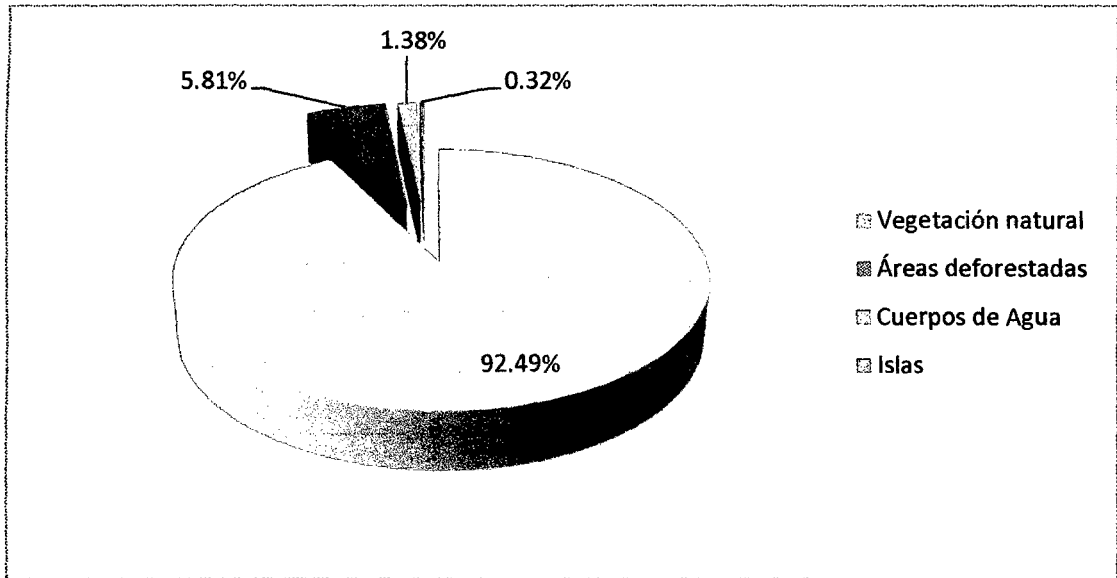
- La vegetación natural cubrió la mayor superficie del área estudiada para ambos años con 9 722 538,06 ha para el año 2005 y 9 599 130,44 ha para el 2009, que representan el 92,49 y 91,32 respectivamente, mientras que las islas presentan la menor área con 34 010.33 (0,32) y 19 962.55 (0,19) para ambos años.

**Cuadro 8.** Caracterización cuantitativa de las áreas evaluadas

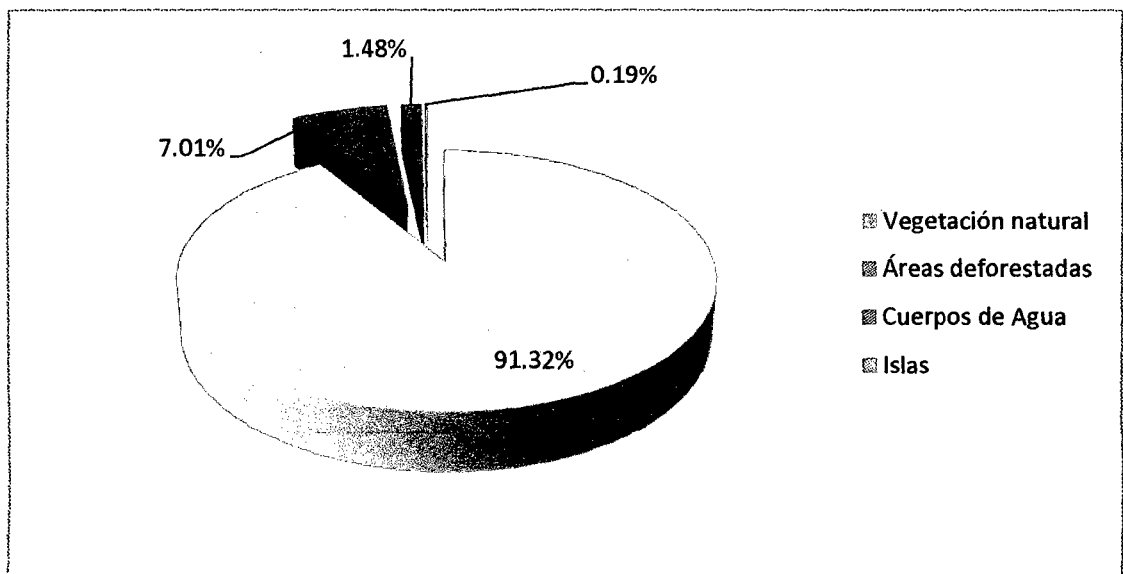
Descripción	2005		2009	
	Ha	%	Ha	%
Vegetación natural	9722538,06	92,49	9599130,44	91,32
Áreas deforestadas	610650,38	5,81	737213,46	7,01
Cuerpos de Agua	144892,01	1,38	155784,33	1,48
Islas	34010,33	0,32	19962,55	0,19
<b>Total</b>	<b>10512090,78</b>	<b>100</b>	<b>10512090,78</b>	<b>100</b>

El departamento de Ucayali tiene una superficie de 10 512 090,78 ha (SIG) que representa 8,17% del Perú. La vegetación natural al año 2005, cubre una superficie de 9 722 538,05 ha, con el 92,49% del área de estudio y con 9 599 130,44 ha que representa el 91,32% al 2009 que comprende todas las tierras con una cubierta continua de cobertura arbórea o en algunos casos como los pantanos, áreas de mal drenaje cubierta por vegetación herbácea o arbustiva, asociadas o no con especies arbóreas. En esta zona se han identificado las siguientes categorías de cobertura vegetal: Aguajales, esta categoría está constituida por asociaciones homogéneas tanto florístico como fisonómica, donde

predominan las comunidades de palmeras en especial el aguaje *Mauritia flexuosa*. Se ubican en áreas depresionadas con mal drenaje adyacente al río Ucayali y sus afluentes ríos Alto Huallaga, Purús y Alto Yurúa; además en las Figuras 21 y 22 se muestran la distribución porcentual de cada periodo.



**Figura 22.** Distribución porcentual al 2005



**Figura 23.** Distribución porcentual al 2009

#### 9.4. Tasa de deforestación

Para el cálculo del área total deforestada durante el período 2005 - 2009 fue de 126 563,08 ha, que representa el 1,20% de la superficie total de bosques, siendo el promedio anual de las áreas deforestadas al dividir esta cantidad entre 4 años, resultó un valor de 31 640,77 ha/año como se puede observar en el Cuadro 9 y Figura 23.

**Cuadro 9: Tasa de Deforestación anual 2005-2009**

<b>Estudios</b>	<b>Superficie (ha)</b>
<b>Deforestación al año 2005</b>	610 650,38
<b>Deforestación al año 2009</b>	737 213,46
<b>Superficie deforestada, periodo 2005-2009</b>	126 563,08
<b>Promedio anual de deforestación, periodo 2005-2009</b>	31 640,77



9.5. Mapa temático del área de estudio

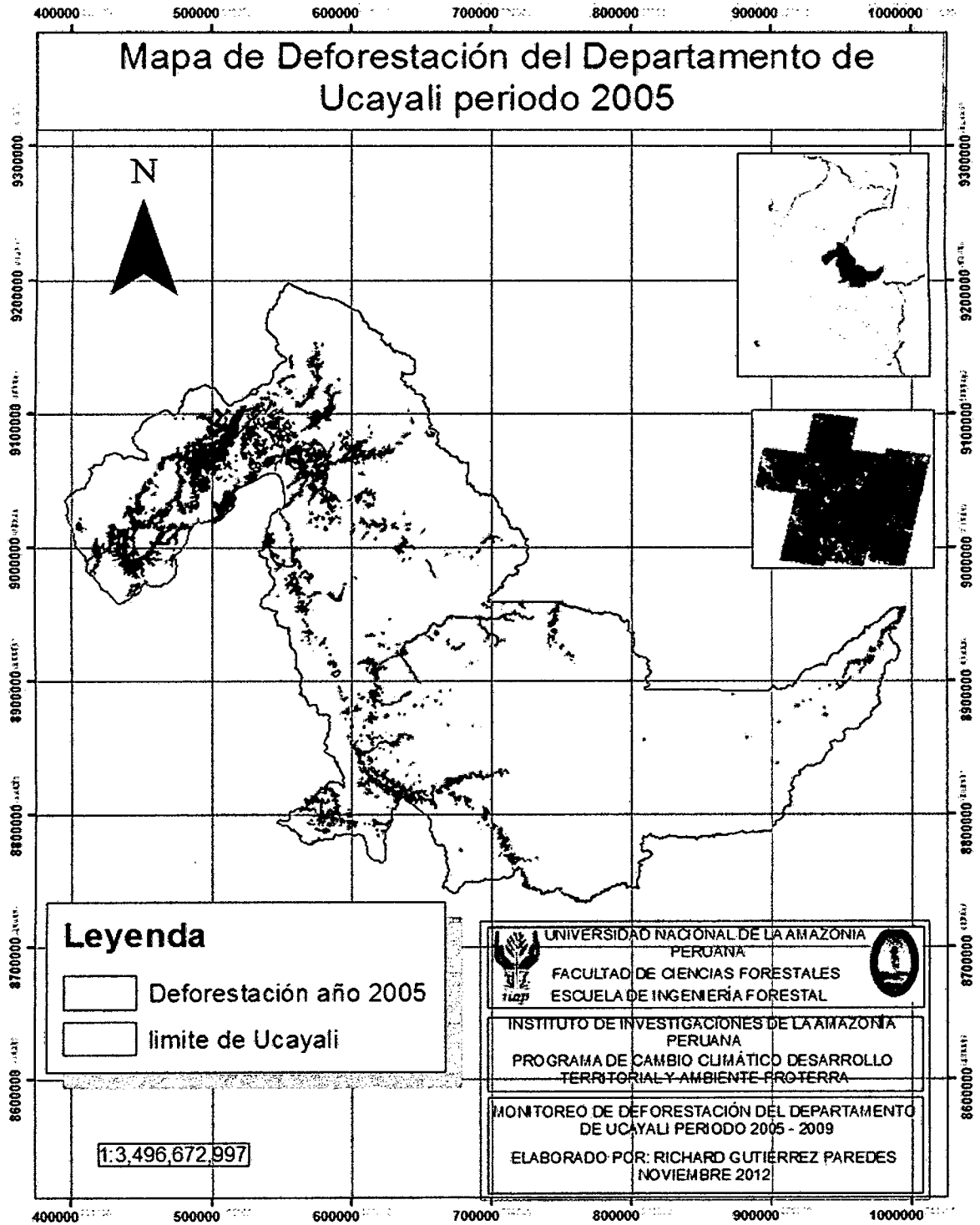
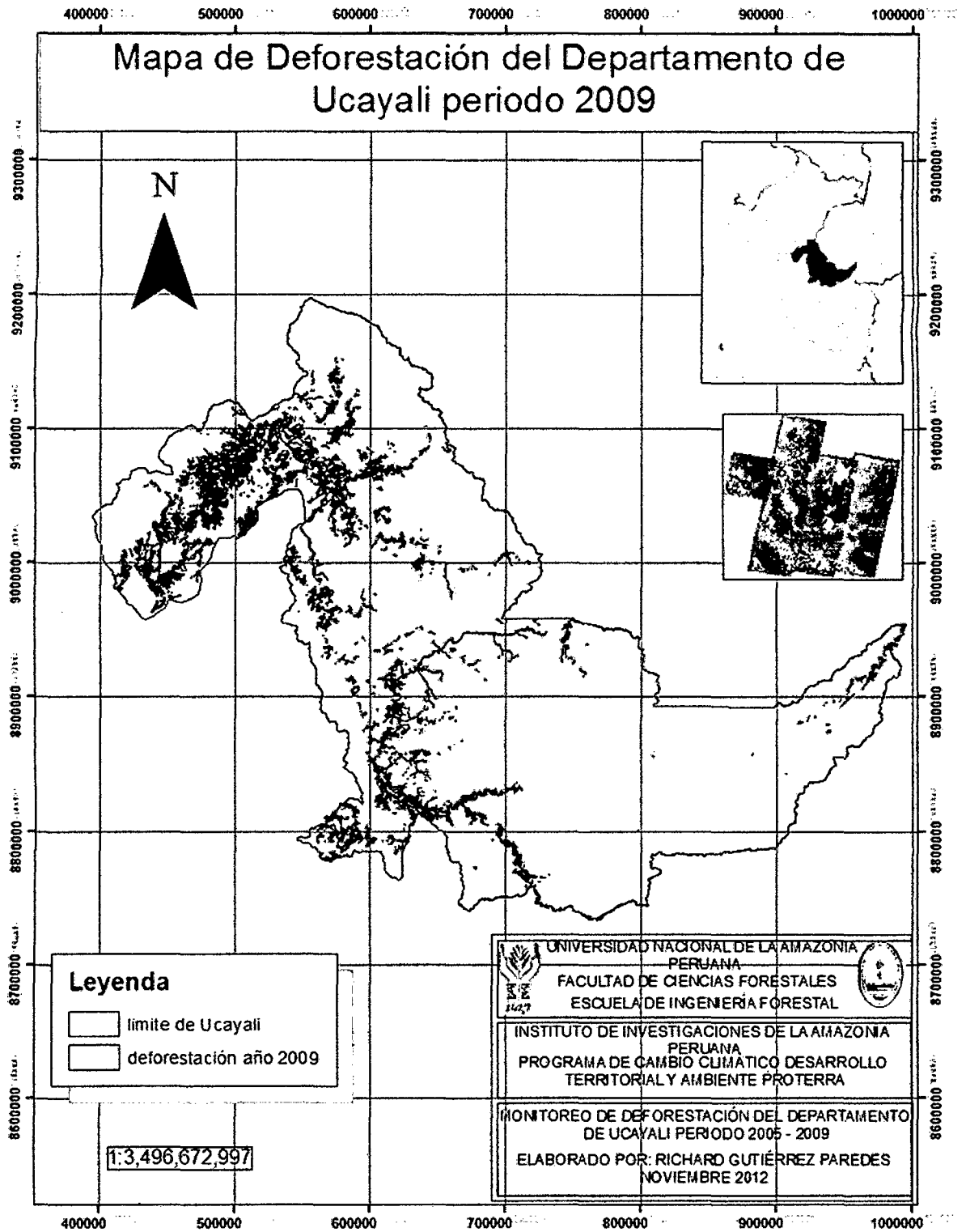


Figura 24. Deforestación del Departamento de Ucayali al 2005

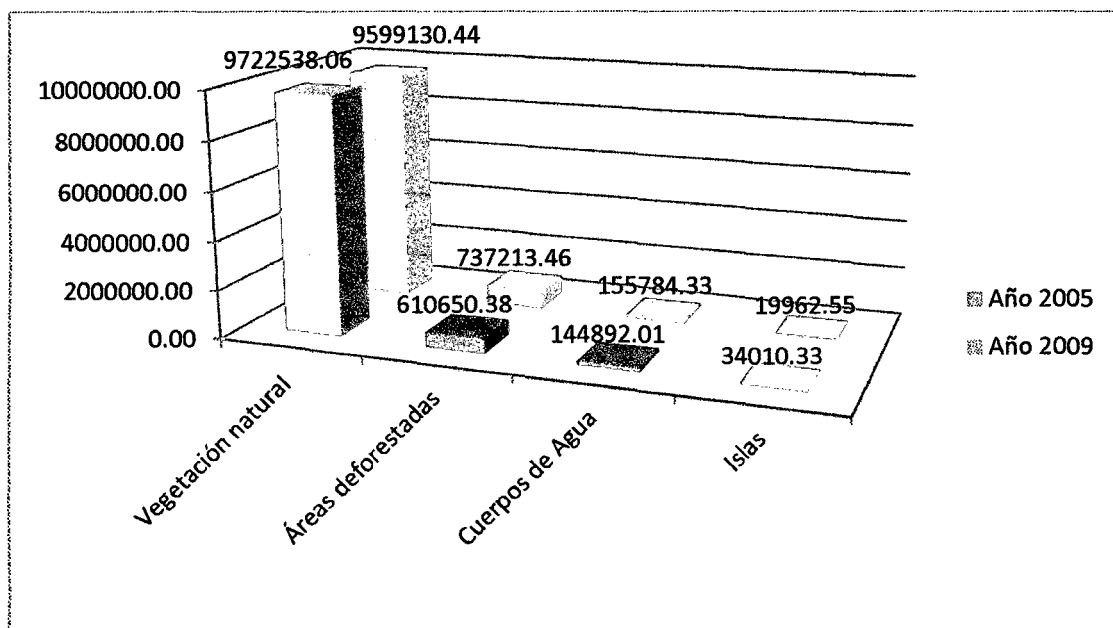


**Figura 25.** Deforestación del Departamento de Ucayali al 2009

## 9.6 Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal durante el período 2005-2009

En la Figura 26, se muestra las coberturas vegetales para los años 2005 y 2009. Durante este período (4 años) se han registrado los siguientes cambios que son considerados como más significativas:

La cobertura vegetal que en el año 2005 reportaron una superficie de 9 722 538,06 ha, registran procesos de deforestación que ha significado un decrecimiento del 1,17% en el año 2009, debido a que 123 407,62 ha han sido utilizadas en pastos, cultivos, regeneración, cultivos migratorios y en la condición de purmas (áreas deforestadas por procesos naturales, en este caso por acciones de fuertes vientos registrados en la zona).



**Figura 26.** Cambios de la cobertura vegetal

## **X. DISCUSIONES**

### **10.1. Interpretación multitemporal de la deforestación y de la cobertura vegetal para detectar cambios y tendencias**

PROCLIM (2005), manifiesta que la escala de trabajo para la elaboración del mapa fijada en 1:100 000, incluyendo en casos requeridos su ampliación hasta en 1:80 000 ha nos permitió delimitar las unidades del mismo con mayor detalle exactitud y precisión, habiéndose obtenido polígonos con superficies mínimas de hasta 10 ha.

El nivel de detalle utilizado, el cual está relacionado directamente con la escala de trabajo, ha permitido obtener valores más ajustados a la realidad, frente a estudios de deforestación realizados por el PROCLIM. Asimismo, se ha podido delimitar la superficie del departamento de Ucayali considerado como un gran y especial ecosistema, la misma que incluye a los bosques húmedos tropicales hoy con una superficie actualizada al año 2009.

### **10.2. Incremento de las áreas deforestadas**

No fue conveniente utilizar la información del estudio "Monitoreo de la Deforestación de la Amazonía" INRENA (2000), debido a que las unidades de deforestación, fueron delimitadas de manera más genérica y con menor precisión. En el presente estudio, se incluyeron muchas áreas deforestadas que se encontraban con bosque, las cuales lógicamente, también hicieron incrementar la superficie deforestada. Como por ejemplo la provincia de Maynas, INRENA al año 2000 presenta una deforestación de 432 521 ha y los resultados obtenidos al año 2009 fueron de 430 928 ha.

### **10.3. Cuantificación de las áreas evaluadas**

Según FAO (2002), los bosques naturales en el Perú comprenden una superficie total de 78 800 000 ha, de las cuales 74 200 000 ha se encuentran en la región de la selva, 3 600 000 ha en la región de la costa y 1 000 000 ha en la región de la sierra. En términos puramente económicos los bosques de la selva son los más importantes para el desarrollo económico del país y de las poblaciones locales asentadas en estos bosques.

La principal causa de la destrucción de estos bosques en la actualidad y en el futuro es la deforestación, la misma que ha ocasionado hasta la actualidad la destrucción de 9,2 millones de ha (12% de la superficie boscosa), con un promedio anual de alrededor de 261 158 ha deforestadas, a razón de 725 ha por día. El departamento de Ucayali presenta una superficie total de 10 512 090,78 ha (SIG), de las cuales las áreas deforestadas del año 2005 reporta 610 650,38 ha que representa el 5,81% de la superficie total, mientras que para el año 2009 muestra 737 213,46 ha que representa el 7,01%.

### **10.4. Tasa de deforestación**

Los proyectos que se desarrollaron en la Amazonia peruana en su mayoría presentan porcentajes altos de deforestación. Estos proyectos han promovido la ocupación planificada del territorio y la articulación regional a través de la carretera Federico Basadre con el fin de incrementar la producción y productividad del agro y por ende más deforestación.

PROCLIM (2005), indica que para la estimación de la superficie total deforestada, así como, el promedio de deforestación anual ("tasa") en el periodo 1990-2000, fue necesario contar con datos del año inicial (1990), los más cercanos posibles a

lo real, es decir, con mayor exactitud o precisión, motivo por el cual se optó por utilizar los datos del "Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra" - Base de Datos de Recursos Naturales e Infraestructura (INRENA, 2000), el cual fue elaborado mediante la interpretación de imágenes de satélite en papel impreso, el mismo que para fines del presente estudio, ha sido actualmente revisado y ajustado, haciendo una verificación de imágenes en formato digital, con ampliaciones de escala en ciertos casos a través de su visualización en computador. Este mapa ajustado, sin duda, resultó ser el que más convenía utilizar para efectos de estimar el incremento de la deforestación e el mencionado período. Por consiguiente para la estimación de la tasa de deforestación se tuvo en cuenta la propuesta otorgada por el PROCLIM, (2005); por lo cual el total de áreas deforestadas durante el periodo 2005 - 2009 reporta 126 563,08 ha con un promedio anual de 31640,77 ha/año.

#### **10.5. Mapa temático del área de estudio**

INRENA (2000), menciona que para la validación basada en puntos de control predefinidos, se debe de reforzarlos mapas con observaciones realizadas fuera del área de estudio, especialmente en áreas muy alejadas, tanto por vía terrestre, como fluvial y aérea. Asimismo, luego de los resultados de la validación, es necesario realizar en algunas partes de las imágenes una reinterpretación del mapa con el objeto de corregir algunos errores. Para lo cual en el presente estudio se tomó como referencia lo impuesto por el INRENA, (2000) y mediante las imágenes elaboradas por el Programa de cambio climático, desarrollo territorial y ambiental (PROTERRA) del IIAP poder validar los puntos de control en las imágenes de satélite y minimizar errores geométricos.

## **10.6. Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal durante el período 2005 - 2009**

Las limitaciones en cuanto a la resolución espectral de las imágenes de satélite utilizadas, no permitieron llegar a niveles mayores, para cada una de las clases de uso de la tierra, así por ejemplo, no fue posible separar cultivos agrícolas, pastos, purmas, áreas degradadas, entre otros.

Si hacemos un rápido análisis del comportamiento de la deforestación del departamento de Ucayali, veremos que ésta ha sido de carácter muy irregular a través de los años, intensificándose en ciertos períodos de años y decayendo en otros. Por ejemplo, se puede citar como uno de los factores que inciden notablemente, son los cambios de gobernantes, cambio de políticas, planes y programas, sumado al comportamiento en el tiempo de problemas socio-económicos (IIAP, 2003).

Para fines del presente estudio, las áreas producto de deslizamiento de tierra, ubicadas en laderas con fuertes pendientes, con vegetación secundaria o no, no han sido incluidas como áreas deforestadas, por cuanto, se considera que estos claros del bosque ocasionados por fenómenos naturales, se vuelven a cicatrizar, sin influencia antrópica.

## **XI. CONCLUSIONES**

1. El área de estudio muestra una superficie anual deforestada de aproximadamente 31 640,77 ha; de las cuales 5,81% le corresponde al año 2005 y 7,01% al año 2009, de una superficie total de 10 512 090,78 ha.
2. La tasa anual de deforestación registrada en el departamento de Ucayali en el período 2005-2009 es de 0,30%.
3. De acuerdo a los cambios y tendencias de la cobertura vegetal el aumento de la deforestación es progresivo incrementándose la superficie con diversos usos de tierra de 610 650,38 ha a 737 213,46 ha.
4. El incremento de la deforestación es producida por las actividades antrópicas como la agricultura migratoria, la tala ilegal y construcción de carreteras.
5. En la elaboración de los mapas el uso de herramientas geoinformáticas ha facilitado grandemente el estudio y entendimiento del territorio en muchos niveles, aun habiendo presencias de nubes por lo que el uso de imágenes ópticas presenta ciertos inconvenientes en términos de la interpretación visual.



## **XII. RECOMENDACIONES**

- ✓ El presente estudio servirá como referencia para la toma de decisiones por parte de las entidades gubernamentales del sector.
- ✓ Se propone el uso de imágenes de alta resolución como SPOT para que los resultados sean más confiables.
- ✓ El monitoreo de la deforestación debe ser realizado en periodos más cortos de tiempo, que permitirán detectar mejor las variaciones anuales del proceso de la deforestación.
- ✓ Capacitaciones y charlas con temas educativos ambientales a la población para minimizar la tasa de deforestación.

### **XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**AGENCIA CANADIENSE PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (ACDI).**

1999. Observaciones para la interpretación de imágenes de satélite de alta resolución para los sitios de muestreo del Proyecto TREES. Anexo técnico. 15 p.

**BEDOYA GARLAND, E. 1991.** Las causas de la deforestación en la Amazonía

Peruana: un problema estructural: Lima. CIPA, 130 pp.

**CARDENAS, L. 1986.** Estudio Ecológico y Diagnóstico silvicultural de un bosque

de terraza media en la llanura aluvial del Río Nanay en la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. Tesis MSc. Turrialba – Costa Rica. UNC – CATIE. 85 p.

**CHUVIECO, E. 1996.** Fundamentos de Teledetección Espacial. Universidad de

Alcalá. Madrid, España. Edición RIALP. S.A. 568 p.

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES – UNIVERSIDAD NACIONAL**

**AGRARIA “LA MOLINA”. 1995.** Productividad y costos en el desembosque con Bueyes en Villa Rica (Oxapampa). Art. Revista Forestal del Perú. Vol. XXII Nro. 1 – 2. 89 p.

**FAO 2001, FRA 2000.** Causas y Tendencias de la Deforestación en América

Latina. Documento de Trabajo 52. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Roma: Departamento de Montes, 91 p.

**FAO 2002.** Situación de los Bosques del Mundo 2001. Roma: Departamento de

Montes, 175 p.

- FAO 2002. Estrategia Nacional Forestal. Versión Concertada con Instituciones y Actores Forestales. Proyecto FAO GCP/PER/035/NET. Apoyo a la Estrategia Nacional para el Desarrollo Forestal, 120 p.
- FAO 2004. La perspectiva de los usuarios de la estimación de las evaluaciones de los recursos forestales mundiales realizadas por la FAO. Documento electrónico. Página Web
- GOMEZ, E y T, TAMARIZ. 1998. Uso de la tierra y patrones de Deforestación en la zona de Iquitos. Parte 3. Uso de la Tierra. Capítulo 8. In: Kalliola, R. & Flores Paitàn, S. (eds.) 1998. Geoecología y Desarrollo Amazónico. Estudio Integrado en la zona de Iquitos, Perú. Annales Universitatis Turkuensis Ser A 11114:369-387.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP). 1996. Deforestación en el Área de Influencia de la Carretera Federico Basadre – Pucallpa. Iquitos – Perú. 73 p.
- INTERSAT. 1999. LANDSAT. INTERSAT IMAGENS DE SATELITE.
- KALLIOLA, R; PUHAKKA, M; DANJOY, N. 1993. Amazonia Peruana, Vegetación humedad tropical en el llano subandino. Universidad de Turku. Oficina nacional de evaluación de recursos naturales.265p.
- KALLIOLA, R. – FLORES, P. S. 1998. Geoecología y Desarrollo Amazónico.- Estudio Integrado en la zona de Iquitos, Perú. Editorial Finnreklama Oy. Finlandia. 544 p.

LANDSAT PROGRAM. 1999. LANDSAT 7 Homepage.  
<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html>.

MALLEUX, J. 1988. Percepción Remota para la Fotointerpretación. Documento de Campo Nro. 01. FAO. Lima – Perú. 44 p.

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE) 2001. Estudio de Zonificación Ecológica Económica, sector: Yaguas-Atacuari. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la cuenca del río Putumayo (PEDICP), Iquitos-Perú. 125 pág.

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE) 2005. Compatibilización e Integración de la ZEE del ámbito del PEDICP, Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la cuenca del Putumayo (PEDICP), Iquitos-Perú. 245 pág.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA-INEI, Perú: Principales Indicadores Departamentales 2006-2009, Lima, Octubre 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía explicativa. Editorial Talleres Gráfico de INRENA. Lima-Perú. 221 p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1996. Guía explicativa del mapa forestal. Ministerio de Agricultura. INR-49-DGF. Editorial FRANPIGRAF. Publicación INRENA. Lima-Perú. 147 p.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2000. Guía explicativa del mapa forestal. Ministerio de Agricultura. INR-49-DGF.

Editorial FRANPIGRAF. Publicación INRENA. Lima-Perú. 150 p.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1991. Ran Atlas Geográfico del Perú y el Mundo. Ministerio de Defensa-A.F.A. Editores. 946 p.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (ONER). 1982. Clasificación de las Tierras del Perú. Publicado e Impreso por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 113 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA AMIENTACION (FAO). 1993. Conservation of genética resources in tropical forest management. Principies and concepts. FAO, Roma. FAO Forestry Paper. 107 pág.

ORIOLO, P. E. 1986. Tercer Curso Internacional de Capacitación en las Aplicaciones de la Teledetección, Agrometeorología y la Hidrología Operacionales. Agencia Espacial Europeo. Frascati. 8 p.

PARRA, S. R. et all. 1997. Sistemas de Información Geográfica. Base de la Gestión Ambiental. Primera Edición. Medellín. Colombia. Edición Universidad Nacional. 189 p.

PONCE - HERNADEZ, R. 1993. La Zonificación Ecológica - Económica de la Amazonía y los Sistemas de Información Geográfica, p 21 – 45.

Programa Nacional de Fortalecimiento de Capacidades para manejar el impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM). 2005. Memoria descriptiva del Mapa de la Deforestación de la Amazonía Peruana. 81p.

- UGARTE L. 2005. Migración, carreteras y la dinámica de la Deforestación Ucayali. Lima – Perú. 8p.
- REATEGUI, R. F. 1996. Monitoreo Continuo de los Procesos de Deforestación en la Amazonía Peruana. Trabajo profesional. Lima – Perú. 84 p.
- RIBEIRO, C. 1988. Guía práctica para el monitoreo de procesos de deforestación en bosques tropicales. Documento de Campo Nro. 06. FAO. Lima – Perú. 33 p.
- SCHUBART OR, FRANJEN W, LUIZAO F (1984) Uma floresta sobre solos pobres. Cienc. Hoje 10: 26-32.
- SOCIEDAD LATINOAMERICANA DE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL – SELPER. 1993. VI Simposium Latinoamericano de Percepción Remota. Memorias. Cartagena Colombia. 472 p.
- TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA – TCA. 1994. Zonificación Ecológica – Económica. Instrumento para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Recursos de la Amazonía. Memorias de la Reunión Regional realizada en Manaus, Brasil. 382 p.
- VANHAEVERBEKE, S. 1988. Monitoreo de los Procesos de Deforestación y Degradación en la Selva Central – Pucallpa. Documento de Campo Nro. 15. Monitoreo de procesos de Deforestación/Degradación en Bosques Húmedos Tropicales. FAO. Lima – Perú. 137 p.

## ANEXO

Para poder tener una idea de las condiciones de las imágenes distribuidas por el INPE se hace uso de una interfase que permite visualizar las imágenes a manera de quicklooks (vistas rápidas) <http://www.inpe.br/> existiendo el vínculo <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>

The image shows two screenshots of the INPE website. The top screenshot is the main page, featuring the INPE logo, navigation menus, and a prominent announcement for a public competition (CONCURSO PÚBLICO) for the year 2008. The announcement details the opening of envelopes for exam results on June 28th. The bottom screenshot shows the 'Catálogo de Imagens' (Image Catalog) interface, which includes search filters for parameters like date, time, and geographic location (country, state, city, orbit, point), and a search button.

**Ministério da Ciência e Tecnologia** Destaque do governo

Busca

**INPE** INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**Institucional**  
Sobre o INPE  
Quem é Quem

**CONCURSO PÚBLICO**  
INPE 2008

**Catálogo de Imagens CBERS**

Nota das provas escritas do concurso para pesquisador serão divulgadas nesta sexta-feira

Nesta sexta-feira (28/11), serão abertos os envelopes com as notas de cada candidato nas provas escritas do concurso para o cargo de pesquisador. A abertura será feita pelos membros da Comissão de Provas Escritas.

Brasília (DF)  
Imagem CBERS-2 - Câmera CCD

**PREVISÃO DE TEMPO**  
Cidades mín.máx.cond.

**INPE** Catálogo de Imagens

**Parâmetros Básicos**

Unidade:

Mostrando:

País:

Município:

Estado:

Orbita:

Ponto:

Per Região:

Interface Gráfica:

Prezado Usuário,

Bem-vindo à página que permite a interação entre você e o Banco de Imagens da DGI/INPE. Neste Banco de Imagens estão disponíveis as imagens dos satélites Landsat-1, Landsat-2, Landsat-3, Landsat-4, Landsat-5, CBERS-2 e o Brasileiro de Recursos Terrestres.

As imagens destes satélites são inteiramente gratuitas (não tarifadas). O meio de envio padrão das imagens (grupos de arquivos (FTP) via Internet. Desejando, o usuário poderá solicitar o envio das cenas (imagens) em CD-ROM (envio por via postal), bastando para tanto possuir cadastro de compra, uma vez que esta modalidade de envio também é por via FTP. Os pedidos de cenas (imagens) em CD-ROM serão acompanhados de envio também por via FTP.

O usuário credenciado no cadastro de compras poderá solicitar qualquer item do Catálogo; os usuários não credenciados poderão solicitar apenas os produtos não tarifados. O símbolo \$ aparecerá na moldura superior de cada item tarifado.

O INPE espera que você faça o melhor proveito possível dos produtos aqui oferecidos. Solicitamos a gentileza de nos enviar, na medida do possível, os resultados de seus trabalhos com as imagens e comentários e sugestões, subsidiando assim, a continuidade de nosso empenho com vistas a uma permanente melhoria dos serviços.

Aqui você poderá:

1. PESQUISAR IMAGENS do seu interesse, segundo vários meios de busca por satélite e sensor, por órbita/ponto, por região ou por meio de navegação gráfica. A consulta ao catálogo é livre, mas para fazer download é necessário que você se registre.

Anexo Nº 1. Recurso web para la descarga de imágenes de satélite.