

**NO SALE A
DOMICILIO**



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE
BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**“CLASIFICACIÓN DE BOSQUE UTILIZANDO IMÁGENES DE
SATÉLITE LANDSAT, CON CRITERIO FISIOGRÁFICO, EN
LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE
LORETO – PERÚ”.**

**Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques
Tropicales**

Autor

TATIANA MILUSCA ROMÁN RUÍZ

Iquitos - Perú

2013

DONADO POR:

TATIANA M. ROMÁN RUÍZ

Iquitos. de de



040



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 506

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por la Bachiller **TATIANA MILUSCA ROMAN RUIZ** titulado: **"CLASIFICACION DE BOSQUE UTILIZANDO IMÁGENES DE SATELITE LANDSAT, CON CRITERIO FISIOGRAFICO, EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO-PERU"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:

Con el calificativo de:

En consecuencia queda en condición de ser calificada:

Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

.....APROBADO.....

.....BUENO.....

.....APTO.....

Iquitos, 10 de octubre del 2013


Ing. RONALD BORGÁ ALVARADO, Dr.
Presidente


Ing. JORGE ELÍAS ALVAN RUIZ, M.Sc.
Miembro


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA
Miembro


Ing. RICHER RÍOS ZUMAETA, Dr.
Asesor

AGRADECIMIENTO

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Agradezco al Ing. PERCY MARTÍNEZ DÁVILA y al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana-IIAP del programa **PROTERRA**, por haber confiado en mi persona, la paciencia y la dirección de este trabajo.

A mis padres, mis hermanos y a toda mi familia, que a pesar de la distancia siempre estuvieron atentos y que me acompañaron en esta aventura que significó mi TÍTULO PROFESIONAL, de forma incondicional, entendieron mis buenos y mis malos momentos.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y en especial a la Facultad de Ciencias Forestales, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

Gracias a todos.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE	III
LISTA DE TABLAS	V
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE FOTOS	VII
LISTA DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. EL PROBLEMA	5
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
III. HIPÓTESIS	7
3.1. HIPÓTESIS GENERAL	7
3.2. HIPÓTESIS ALTERNA	7
3.3. HIPÓTESIS NULA	7
IV. OBJETIVOS	8
4.1. GENERAL	8
4.2. ESPECÍFICOS	8
V. VARIABLES	9
5.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES, INDICADORES É ÍNDICES	9
5.1.1. Variable	9
5.1.2. Indicadores e índice	9
5.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9
VI. MARCO TEÓRICO	10
VII. MARCO CONCEPTUAL	23
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	26
8.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	26
8.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS	26
8.3. MATERIALES	30
8.3.1 Material cartográfico	30
8.3.2 Material satelital	31
8.3.3. Mapas temáticos de los estudios previos:	33

8.3.4 Equipos y software	34
8.3.5 Materiales de impresión, escritorio.....	34
8.4. MÉTODO.....	35
8.4.1. Tipo de investigación.....	36
8.4.2. Población de estudio y muestra	36
A) Población	36
B) Muestra.....	36
8.4.3. Procedimiento, técnicas y análisis estadístico de datos.....	36
A) Elaboración del mapa base.....	37
B) Mapa fisiográfico.....	39
C) Mapa de deforestación	39
D) Mapa de tipos de bosque.....	40
E). Descripción de los tipos de bosque	43
IX. RESULTADOS.....	44
9.1. FORMACIONES VEGETALES DE ZONAS HÚMEDAS PLUVIALES	46
9.1.1. Bosque húmedo de llanura meándrica (BH_Llm).....	48
9.1.2. Boque húmedo de terrazas bajas inundables (BH_Tbi).....	51
9.1.3. Bosque húmedo de terraza media (BH_Tm).....	54
9.1.4. Bosque húmedo de terrazas altas (BH_Ta)	56
9.1.5. Bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas (BH_Cb)	59
9.1.6. Bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectadas (BHCb)	62
9.1.7. Aguajal (Ag)	64
9.1.8. Varillal (V).....	67
9.1.9. Pantano herbáceo / arbustivo (P_Ha)	70
9.2. OTRAS ÁREAS	72
9.2.10. Bosque intervenido deforestado (def).....	72
X. DISCUSIÓN	76
10.1. DELIMITACIÓN DE LOS TIPOS DE BOSQUE	76
10.2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE TIPOS DE BOSQUE .	77
XI. CONCLUSIONES	82
XII. RECOMENDACIONES	84
XIII. BIBLIOGRAFÍA	85

LISTA DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Comparación aproximada de los sistemas de clasificación propuestos por MALLEUX (1971, 1988) y ENCARNACIÓN (1985) para la vegetación en la Amazonía.....	16
2.	Lista de imágenes Landsat utilizadas en el estudio	32
3.	Características de la imagen de RADAR JERS-1 SAR.....	32
4.	Categorías fisiográficas, como fundamentos para el proceso del mapa forestal	41
5.	Unidades fisiográficas y tipos de bosques	43
6.	Unidades de tipos de bosque y otras asociaciones, en el área de estudio.....	45

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1:	Mapa de ubicación del área de estudio.....	28
2:	Índice gráfico de la carta nacional utilizada en el proyecto.	30
3:	Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico.	33
4:	Mosaico de Imágenes de Satélite	38
5:	Mapa de la deforestación	42
6:	Mapa de tipos de bosque de la provincia de Maynas.....	47
7:	Ubicación de los bosques húmedos de llanura meándrica	48
8:	Ubicación de los bosque húmedo de terrazas bajas inundables.....	52
9:	Ubicación de los bosque húmedo de terrazas medias	55
10:	Ubicación de los bosque húmedo de terrazas Altas.....	57
11:	Ubicación de los bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas	60
12:	Ubicación de los bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectadas 62	
13:	Ubicación de los aguajales.....	65
14:	Ubicación de los bosque de varillal	67
15:	Ubicación de los pantano herbáceo / arbustivo.....	70
16:	Ubicación de las áreas deforestadas	73
17:	Mapa fisiográfico de la provincia de Maynas.....	97
18:	Combinación de banda RGB 5-4-3 (para la interpretación de las características vegetativas).....	98
19:	Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características vegetativas de las zonas con mal drenaje como: aguajales y pantanos)	99
20:	Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características de las zonas intervenidas o deforestadas).....	100

LISTA DE FOTOS

N°	Descripción	Pág.
1.	Aspecto de los troncos de árboles en bosques de llanuras meándricas	51
2.	Paisaje de terraza baja inundables, troncos y estrato bajo	54
3.	Especies representativa de terraza media	56
4.	Especies representativas de terrazas altas	59
5.	Paisaje de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas	61
6.	Paisaje de colinas bajas fuertemente disectadas	64
7.	Paisaje típico de un aguajal	66
8.	Paisaje típico de un varillal	69
9.	Paisaje de un pantano herbáceo arbustivo	71
10.	Deforestación para realizar actividad agrícola	74
11.	Carreteras de penetración a los centros poblados	75

LISTA DE ANEXOS

N°	Descripción	Pág.
1	Mapa fisiográfico de la provincia de Maynas.....	97
2	Combinación de banda RGB 5-4-3 (para la interpretación de las características vegetativas).....	98
3	Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características vegetativas de las zonas con mal drenaje como: aguajales y pantanos).....	99
4	Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características de las zonas intervenidas o deforestadas).....	100

RESUMEN

El estudio sobre la clasificación de bosques utilizando imágenes de satélite Landsat, con criterio fisiográfico, se realizó en la provincia de Maynas, Departamento de Loreto. Los objetivos fueron Identificar, determinar, cuantificar y caracterizar los tipos de bosque del área de estudio. La información fue analizada a través de la interpretación visual de imágenes de satélite Landsat teniendo en cuenta el criterio fisiográfico y patrones de forma, textura, tamaños y topológicos entre objetos. Utilizando las combinaciones de bandas RGB 5-4-3 y 4-5-3, a una escala de interpretación de 1/100 000. Se identificaron 09 tipos de bosque (Bosque húmedo de llanuras meándricas, bosque húmedo de terrazas bajas inundables, bosque húmedo de terrazas medias, bosque húmedo de terrazas altas, bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada, bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada, una de palmeras (Aguajal), una de pantano herbáceo/arbustivo, una de varillal) y áreas deforestadas.

Los tipos de bosque que presentan mayor superficie en el área de trabajo son: Bosque húmedo de terrazas altas con 5 627 916 ha (43,85%), bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada con 2 735 568 ha (21,32%), bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada con 1 255 815 ha (9,79%). Mientras que los tipos de bosque que menor superficie presentan son: Varillal son 8 423 ha (0,07 %) y Pantano de herbáceo/arbustivo con 62 319 ha (0,49%). Se incluye también en el mapa de tipos de bosque otras áreas, como son las áreas deforestadas que ocupan una superficie de 262 456 ha (2,05%) del área total del estudio.

I. INTRODUCCIÓN

En la evaluación y el manejo de los recursos son necesarios tanto los mapas básicos plani-métrico y plani-altimétricos como los mapas temáticos de varias disciplinas. Unos y otros se combinan con la información específica de las actividades forestales para producir lo que podría denominarse “mapas forestales” (PERNÍA, 1996). El mismo autor menciona que en el Perú, la mayoría de las áreas forestales no cuentan con información cartográfica actualizada, ni siquiera de tipo básico. La información temática en las escalas adecuadas para el manejo es escasa. Esto significa que hay un gran volumen de trabajo por hacer para la actualización, en unos casos, y la preparación completa en otros casos de los mapas básicos y temáticos que han de servir de soporte para las actividades de evaluación y manejo eficiente de los recursos forestales (PERNÍA, 1996).

Para proyectar y desarrollar correctamente los planes de manejo en los bosques tropicales es necesario conocer los diferentes componentes que conforman la masa boscosa, entre ellos el tipo de bosque es uno de los más importantes, porque se constituye en la fase inicial y fundamental de todo trabajo, para lograr un plan de desarrollo que permita el aprovechamiento ordenado y permanente de las riquezas forestales. La cobertura vegetal del departamento de Loreto, presenta variaciones estructurales basadas en cambios en temperatura, edafología, fisionomía, fisiografía e intervenciones. Existen muchos sistemas para clasificar estas variaciones, cada uno con un nivel distinto de detalle y con su propia interpretación de los parámetros importantes (MALLEUX, 1975).

El tener un modelo de clasificación, permite a las entidades relacionadas con los recursos naturales, lograr un mejor planeamiento del recurso humano y técnico para la verificación en campo de la clasificación que se obtenga de una zona específica. Lo que redundará en una mayor eficiencia en el momento de determinar los usos del suelo, en función de la vegetación y a gran escala en el territorio nacional. Además, la aplicación temporal de este modelo permitiría conocer fácilmente cómo evolucionan las coberturas vegetales ante eventos climáticos o acciones del hombre (ORNEN, 1975).

La cobertura forestal de un determinado territorio se refiere a la presencia física en un determinado momento, de vegetación continua o fragmentada, definida como bosque, es decir un tipo de vegetación leñosa de un porte mínimo de 5 metros de altura total en su estado adulto y con una cubierta mínima del 10% de las copas de los árboles sobre la superficie del suelo; dentro de esta clasificación se incorporan los bosques densos (> 40% de cobertura), los bosques abiertos (> 10% to < 40% de cobertura), los bosques fragmentados (en rodales aislados pero que en su conjunto llegan a cubrir extensiones mínimas de 0,5 ha) (INPE, 2005).

Las experiencias previas de TUOMISTO (1998), llevan a la conclusión de que los datos de satélites de alta resolución disponibles, como los procedentes del sensor TM y ETM+ de los programas espaciales de Landsat son adecuados para los propósitos de REDD, al aplicar al análisis de textura, el análisis multi-espectral. Por esta razón, el uso de conjuntos de datos multi-fuente (fotografía aérea e imágenes de satélite de resolución media y alta), puede repercutir positivamente

en la calidad de los resultados y en la relación costo/hectárea entre ambos conjuntos de datos.

El desarrollo de la tecnología de sensores remotos, o mejor dicho, de la toma, procesamiento y uso de las imágenes de satélite artificiales; permite hacer estudios cada vez más detallados sobre las características y modificaciones que se producen en los bosques húmedos tropicales, y por lo tanto, permiten el control y medición en el tiempo y el espacio de los procesos de deforestación (TUOMISTO, 1998).

Es así, como el uso de las imágenes de satélite y el apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG), son recursos que se han introducido en los diversos campos de la actividad humana y, en especial en los estudios de la ciencia de la tierra, dentro de las cuales sobresalen estudios de vegetación natural con especial énfasis en los bosques.

El presente estudio proporcionará un mejor conocimiento sobre la clasificación de los tipos de bosque, en la provincia de Maynas, mediante la diferenciación de las unidades fisiográficas en imágenes de percepción remota, con la ayuda de los sistemas de información geográfica.

El presente trabajo tiene como objetivo clasificar los tipos de bosque, utilizando imágenes de satélite; tomando como base la fisiografía en la provincia de

Maynas, región Loreto. Plantea como objetivos específicos: a) Interpretar las imágenes de satélite Landsat, tomando como base las combinaciones de las bandas espectrales; b) Identificar, determinar, caracterizar y cuantificar los tipos de bosque del área de estudio; y c) Elaborar el mapa de tipos de bosque de la provincia de Maynas, a escala de trabajo de 1:100 000.

II. EL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Nuestra amazonia está conformado por diferentes tipos de bosque dentro de ellos encontramos desde terrazas bajas inundables hasta montañas altas, que por su naturaleza tienden a tener un tratamiento diferente; por su grado de disección o pendiente (GOBIERNO REGIONAL DE LORETO, 2005).

La clasificación de los bosques puede ser un instrumento que permitirá conocer los diferentes tipos de bosques que existen en nuestra amazonia, que será útil para contar con planes de manejo que permitirán a las entidades relacionadas, lograr un mejor planeamiento del recurso forestal, que se obtenga de una zona específica. Lo que redundará en una mayor eficiencia en el momento de la identificación de los tipos de bosques, en función de la vegetación (KALLIOLA, 1993).

La clasificación de los tipos de bosques, aunque parezca una labor relativamente simple, se vuelve bastante compleja cuando las referencias y los documentos cartográficos son elaborados en formas muy distintas de acuerdo al sistema de clasificación que cada país, institución o autor utiliza, de acuerdo a un determinado fin para el cual se elabora el estudio correspondiente, ZOROGASTÚA, *et al* (2011). En particular la complejidad eco florística de la región amazónica así como su enorme superficie, son factores que han determinado la adopción de variados y complejos sistemas de clasificación a su

vez basados en criterios distintos, lo cual hace difícil una evaluación global de la cobertura vegetal.

La diversidad de especies vegetales presentes en Loreto, la falta de inventarios y el escaso conocimiento de su clasificación dificulta la labor de los investigadores en estas disciplinas. Los sensores remotos satelitales como el LANDSAT ETM+ y las técnicas de clasificación, podrían proveer una alternativa viable para avanzar en la obtención rápida de información que corresponda a zonas con diferentes coberturas vegetales presentes en nuestra Amazonía.

Es así, como el uso de las imágenes de satélite con el apoyo del Sistema de Información Geográfica (SIG), son recursos que han introducido en los diversos campos de la actividad humana y, en especial en los estudios de la ciencia de la tierra, dentro de las cuales sobresalen estudios de vegetación natural en especial énfasis en los bosques.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se clasifican los tipos de bosque, tomando como criterio la fisiografía y las imágenes de satélite, de la provincia de Maynas, región Loreto?

III. HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS GENERAL

Tomando como base criterios fisiográficos y utilizando imágenes de satélite Landsat es posible clasificar los bosques por “tipos”, en la provincia de Maynas, departamento de Loreto – Perú.

3.2. HIPÓTESIS ALTERNA

Tomando como base criterios fisionómicos, florísticos y utilizando imágenes de satélite Landsat es posible clasificar los bosques por “tipos”, en la provincia de Maynas, departamento de Loreto – Perú.

3.3. HIPÓTESIS NULA

Tomando como base criterios fisiográficos y utilizando imágenes de satélite Landsat no es posible clasificar los bosques por “tipos”, en la provincia de Maynas, departamento de Loreto – Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Clasificar los tipos de bosque, utilizando imágenes de satélite, tomando como base la fisiografía en la provincia de Maynas, departamento de Loreto.

4.2. ESPECÍFICOS

- Interpretar las imágenes de satélite Landsat, tomando como base las combinaciones de las bandas espectrales.
- Identificar, determinar, caracterizar y cuantificar los tipos de bosque del área de estudio.
- Elaborar el mapa de tipos de bosque de la provincia de Maynas, a escala de trabajo de 1:100 000.

V. VARIABLES

5.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES, INDICADORES É ÍNDICES

5.1.1. Variable

Unidades fisiográficas.

5.1.2. Indicadores e índice

VARIABLE	INDICACORES	ÍNDICE
Unidades fisiográficas	Superficie total del área de estudio.	Hectárea (ha)
	Superficie de las unidades fisiográficas	Hectárea (ha)
	Superficie total de las áreas deforestadas.	Hectárea (ha)

5.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La variable son las unidades fisiográficas que se encuentran en el área de estudio. Se llevó a cabo mediante la delimitación de las unidades fisiográficas y áreas antrópicas, interpretando imágenes de satélite Landsat, tomando como base las combinaciones de las bandas espectrales, para poder clasificar los diferentes tipos de bosque.

VI. MARCO TEÓRICO

En la región Loreto los bosques forestales representa el recurso natural renovable más importante, por su extensión geográfica que abarca una superficie aproximada de 31962892.07 ha, por su importancia económica, el cual contribuye a la generación de divisas y además porque el Perú ocupa el 2° lugar en extensión de bosques naturales luego de Brasil, en el ámbito latinoamericano, y el 7° lugar en el mundo (Perú posee unos 73 millones de ha de bosques). Esta superficie forestal de la región representa un potencial maderero de 2915000000 m³, además de otros productos diferentes a la madera que son extraídos de los bosques (GOBIERNO REGIONAL DE LORETO, 2005).

La mayor parte de los primeros mapas forestales o de vegetación elaborados en la América Latina, utilizando sistemas modernos de cartografía, es decir mediante el uso de imágenes de satélite o radar, datan de la década del 70 y fueron elaborados con el objetivo de obtener una visión panorámica o global sobre la disponibilidad, ubicación, superficie y potencial de los recursos forestales a nivel de tipos de bosque, pero al mismo tiempo sucede que cada mapa producido utiliza por lo general criterios de clasificación diferentes, los más comúnmente usados son el criterio ecológico (potencial florístico), eco florístico (bioclimático-florístico) y fisionómico, aunque este último no necesariamente como un sistema en sí, sino como integrante de otro sistema principal (FAO, 2002).

El primer mapa forestal del Perú según MALLEUX (1975), fue elaborado teniendo en consideración la capacidad de uso de los bosques (accesibilidad y densidad), nivel de heterogeneidad (homogéneos y heterogéneos), tierras de aptitud forestal o con potencial forestal (matorrales, tierras aptas para plantaciones), bosques de producción (limitaciones de orden topográfico y tipo de vegetación), el sistema detallado de clasificación, tiene 5 niveles: i. paisaje: aluvial, colinoso, ii. Limitaciones edáficas o topográficas: inundables, no inundables, colinas bajas colinas altas, montañas, iii. Condición edáfica y topográfica: permanentemente o temporalmente inundables, bosques de galería, terrazas altas, terrazas baja, bosques de colinas clase I, II y III, IV; asociaciones específicas y, v. densidad y altura del dosel (vigor de vegetación).

El segundo mapa forestal del Perú INRENA (1995), fue elaborado teniendo en cuenta criterios diferentes al primero, lo que hace que hasta cierto punto sean difíciles de comparar con las unidades del primer mapa, en este caso primó sobretudo la condición de humedad y la fisiográfica: i. Bosques secos: sabana, colinas, valles, ii. Formaciones especiales: manglares, matorrales de dunas, lomas, iii. Bosques húmedos: montañas, valles, llanura meádrica, terrazas, colinas y, iv. Otros: queñoales, pantanos, aguajales, sabana hidromórfica, pacaes, pajonal y áreas deforestadas.

Tal como se puede observar, en esta clasificación, identifican la unidad de bosque secundario, lo cual por ejemplo no mencionan en el primer mapa forestal del Perú, en este último caso, se delimita un mosaico de áreas agrícolas y bosques

secundarios, que presentan en la región amazónica (<http://www.fao.org/docrep/007/ad680s/ad680s04.htm>).

El mapa forestal de la región elaborado por el INRENA en colaboración con el IIAP – Iquitos (año 1997), señala las características y el potencial de los diferentes tipos de bosque. Clasificándolos en 9 tipos entre los cuales tenemos: aguajales, pantanos, llanuras meándricas, terrazas bajas, terrazas medias, terrazas altas, colinas bajas, colinas altas, bosque de montañas; además de áreas deforestadas, como también cuerpos de agua y centros poblados, totalizando una superficie global de 36885194 ha.

Como se ha referido anteriormente, los bosques, de la región son heterogéneos y cubren prácticamente el 100 % de su superficie. Son bosques propios de la ecología de los trópicos húmedos, caracterizados por presentar una composición florística compleja, donde existen especies maderables que no están identificadas según sus propiedades físico – mecánicas. Sin embargo, el contenido volumétrico es más uniforme, conteniendo en promedio 100 a 120 m³ de madera aprovechada por ha.

Debido a la gran diversidad de especies que contienen los bosques, es que se presentan características diferentes de regeneración, así como distintas propiedades físico – mecánicas. Esto significa un amplio espectro de posibilidades de uso del bosque, así como también dificulta un adecuado manejo del bosque (GOBIERNO REGIONAL DE LORETO, 2005).

Un buen análisis de la deforestación y de la degradación de los bosques se necesita establecer con claridad la diferencia entre ambos términos, entre los factores y las causas de base de estos procesos, así como entre los factores directos (por ejemplo, las distintas formas de agricultura) y los factores indirectos (como la construcción de infraestructura carretera de explotación forestal) (FAO, 2002).

De igual forma el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE), en el marco del monitoreo satelital de la Amazonía brasileña a través de los proyectos PRODES (Estimación de deforestación de la Amazonia) y DETER (Detección de áreas deforestadas en tiempo real); aplica el Modelo Lineal de Mixtura Espectral (MLME) para obtener imágenes fracción de vegetación, suelo y sombra/agua a partir de imágenes multi-espectrales Landsat y MODIS. La imagen fracción de vegetación resalta las áreas de cobertura vegetal, la imagen fracción de suelo resalta las áreas de suelo expuesto; mientras la imagen fracción de sombra/agua resalta las áreas ocupadas con sombra, los cuerpos de agua, áreas de quema y áreas inundadas. El INPE utiliza la imagen fracción de suelo, para realizar la clasificación en las categorías de bosque, no bosque, hidrografía y deforestación total (INPE, 2005).

En el Perú se han realizado varios inventarios forestales. Como ejemplos se pueden mencionar los trabajos de MONTENEGRO *et al.* (1970), MALLEUX (1974) y MALLEUX *et al.* (1982), y los informes de ORNEN (1972, 1975, 1980 a-c, 1981, 1982 a-d). Los trabajos más importantes que han tratado de establecer

clasificación y nomenclatura para la vegetación en grandes áreas de la selva peruana son los de MALLEUX (1971, 1982) y de ENCARNACIÓN (1985).

El sistema de MALLEUX (1988), fue propuesto con la finalidad de establecer una metodología estandarizada para el uso de fotografías aéreas en la clasificación y cartografiado de formaciones vegetales de la selva peruana. El uso de fotografías aéreas tiene muchas ventajas en inventarios de la vegetación: hace posible el análisis de áreas extensas con criterios iguales, e incluso da información sobre zonas de difícil accesibilidad; los estereogramas hacen posible la identificación exacta de diferentes texturas de la cobertura vegetal y facilita la determinación de la topografía.

MALLEUX (1988), ha definido los tipos diferentes de vegetación con base en características visibles en las fotografías, especialmente la topografía del terreno y la textura de la cobertura vegetal. El mayor interés ha sido en el potencial forestal de los diferentes bosques, y por eso mucha atención se da a las características como vigor de la vegetación, posibilidades de transporte y riesgo de erosión.

La clasificación de ENCARNACIÓN (1985), está basada en el conocimiento profundo de la vegetación de Loreto, y utiliza la misma nomenclatura vernacular que utilizan los habitantes de la zona. La división primaria de los tipos de vegetación es de mayor importancia práctica y ecológica: si son inundados por el crecimiento de los ríos o no. Los bosques inundados se llaman bosques de bajial,

y los no inundados bosque de altura en ese sistema. Los bosques de bajial están, generalmente, situados cerca de los canales de los ríos en las partes bajas de la cuenca. Su terreno es casi plano o refleja la topografía generada por los cambios recientes en los canales de los ríos. Los bosques de altura crecen en partes más altas de la cuenca amazónica y están, generalmente, situados más lejos de los cuerpos de agua. Su topografía puede ser plana o colinosa. También se considera la estructura de la vegetación, y en algunos casos, especies u otros grupos de plantas que indican ciertos tipos de vegetación.

Los sistemas universales de clasificación de la vegetación tienden a una simplificación de los tipos de bosques, desde los niveles más amplios como: i. Formaciones forestales, ii. Formaciones arbustivas, iii. Formaciones herbáceas y iv. Formaciones desérticas (SHIMPER 1903), a su vez estas grandes unidades pueden ser sub-divididas en ecosistemas específicos en base a criterios climáticos más específicos y aún en base a la densidad o composición de la vegetación, como por ejemplo la clasificación hecha por BURT y DAVY (1938), en que las formaciones arbóreas o forestales se subdividen de acuerdo con gradientes de humedad y características florísticas, lo mismo sucede con las formaciones herbáceas.

Tabla 1: Comparación aproximada de los sistemas de clasificación propuestos por MALLEUX (1971, 1988) y ENCARNACIÓN (1985) para la vegetación en la Amazonía.

MALLEUX	ENCARNACIÓN
Pantanos	
Aguajal denso, semidenso y de poca densidad	Aguajal
	Pungal
Pantanos con <i>ficus-Symphonia-Virola</i>	
Pantanos con vegetación arbórea dispersa	
Pantanos sin vegetación arbórea	
Bosques temporalmente inundables	
Bosque ribereño alto cetical	Tahuampa
	Tahuampa de agua negra Bosque de restinga
	Vegetación de barrial Vegetación de playa
Bosque ribereño bajo	Yarinal
Bosque transicional	Bosque de planicie de bajial
	Agua de altura Yarinal de altura
Bosque de galería	
Tierra firme	
Bosque de terraza baja; vigor alto	Bosque de Terraza
Bosque de terraza alta; vigor alto, medio y bajo	
Bosque de terraza baja; vigor medio	Varillal
Bosque de terraza baja; vigor bajo	Chamizal
	Supaichacra
Colinas bajas clase I – II; vigor alto, medio y bajo	Bosque de colina
Colinas altas clase I – II; vigor alto, medio y bajo	
Montañoso; vigor medio y bajo	
Bosque secundario y degradado	
Bosque de protección	

Fuente: KALLIOLA, *et. al.* 1993.

Existen algunas diferencias básicas entre los sistemas de clasificación vegetal de MALLEUX (1982) y ENCARNACIÓN (1985). En primer lugar, Malleux define sus tipos a base de fotografías aéreas y potencial forestal. La fotointerpretación puede realizarse en diferentes niveles de detalle, y la jerarquía en la clasificación de Malleux refleja claramente esta posibilidad. En cambio, la división de la vegetación que usa Encarnación está basada más que todo en la tradición de los habitantes de los alrededores de Iquitos, y en consideraciones ecológicas (KALLIOLA, *et. al.* 1993).

Probablemente uno de los sistemas de clasificación de la vegetación más difundidos, es el de AUBREVILLE (1953), el mismo que luego fue adoptado como sistema oficial para la clasificación de los tipos de vegetación forestal en el continente africano (sistema de clasificación de Yamgambi), en el que se combinan criterios climáticos, edáficos y de densidad. El sistema adoptado por la UNESCO (1973), es también un excelente aporte a la uniformización de los sistemas de clasificación de la vegetación; LANLY (1983), también elaboró un sistema de clasificación de la vegetación forestal, en este caso con el fin de permitir una recopilación ordenada y sistematizada de referencias sobre la cubierta forestal y sus cambios, es decir adecuado a las necesidades del programa ERF (evaluación de los recursos forestales) que permite incorporar todos los tipos de vegetación forestal o no forestal en un esquema bastante simple (KALLIOLA, *et. al.* 1993).

Las clasificaciones de vegetación de escala regional son una herramienta valiosa para reforzar estrategias de conservación y manejo de bosques. Es en especial en las regiones tropicales, ricas en especies y endemismos, donde se necesitan con más urgencia ya que éstas enfrentan procesos acelerados de fragmentación y desaparición de la vegetación natural (WHITMORE, 1997). Hay diversas formas de clasificar la vegetación; WHITTAKER (1973), reconoce doce enfoques diferentes, desde aquellos basados en unidades fisonómicas (BEARD, 1955) y ambientales (HOLDRIDGE, 1947), hasta aquellos que usan unidades florísticas (BRAUN-BLANQUET, 1964). Las variaciones y combinaciones de estos enfoques han sido usadas exitosamente en el trópico. Los bosques tropicales lluviosos de la Amazonia, por ejemplo, se han clasificado usando precipitación anual, combinaciones de condiciones de drenaje, topografía y estructura de vegetación o interpretación de imágenes satélite (SALOVAARA *et al.*, 2004). La opción de clasificar detalladamente la vegetación basada en criterios puramente florísticos es muchas veces inviable por la cantidad de tiempo que se necesita invertir. Es por ello que existen numerosas experiencias de mapeo de vegetación que han combinado imágenes satélite e inventarios de diferente resolución e intensidad, respectivamente (KUENTZ *et al.*, 2007).

SOBREVILLA Y BATH (1992), manifiestan, que la clasificación de la vegetación es una disciplina antigua y compleja. Es esencial para la fotointerpretación y la verificación posterior en el campo, desarrollar una clasificación y leyenda que sean sencillas pero consistentes, donde cada unidad a considerar, esté inequívocamente definida y donde intervengan principalmente los parámetros más

factibles de detectar en las imágenes. Por su parte ONERN (1986), manifiesta que la amplitud de la Amazonía, su inaccesibilidad y las condiciones meteorológicas, muchas veces adversas, hacen indispensables el uso de los sistemas de satélite y su almacenamiento de la información en una base de datos, es importante para el estudio y control de grandes áreas, así, como para la producción de documentos cartográficos y mapas temáticos.

CHUVIECO (1996), dice que las aplicaciones de la percepción remota, puede relacionarse a las actividades de levantamiento y caracterización de los suelos, de la identificación de los cultivos y mapeo de la vegetación. Datos de Landsat MSS, se vienen utilizando en el levantamiento y monitoreo de la vegetación. Así CONIDA (1977), dicen que la Percepción Remota significa “reconocimiento a distancia”, para lo cual usan los sensores remotos que son sistemas que utilizan instrumentos capaces de detectar determinadas características de los objetos sin estar en contacto directo con ellos. La Percepción Remota abarca un campo más amplio, ya que incluye también el estudio y aprovechamiento de partes no visibles del espectro electromagnético; por ejemplo radiación termal como en imágenes de satélite y microondas en radar. De esta manera, la información que se obtiene es variada y ofrece un excelente material del estudio a las diferentes ciencias.

TCA (1994), manifiestan que el proceso de interpretación visual de imágenes, se basa en ciertos principios de análisis que incluyen métodos para detectar, identificar y medir objetos observados a partir de datos de una perspectiva aérea u orbital. Así mismo MALLEUX (1971) y (1988), afirma que la técnica de

fotointerpretación ha alcanzado tal desarrollo que mediante ella se extrae los datos necesarios para diversos estudios y sus resultados son bastante confiables y por lo tanto proporcionan una información valiosa.

MALLEUX (1975), menciona que la técnica de la fotointerpretación forestal y de vegetación natural data desde el año 1887, a partir de esa fecha, la fotointerpretación forestal fue desarrollándose rápidamente, primero como una técnica de mapeo de grandes áreas, luego como delimitación de tipos o unidades de bosques y más recientemente como una técnica de muestreo. Como resultado de este desarrollo el método de la fotointerpretación se ha convertido en casi indispensable en inventarios forestales de grandes áreas, siendo también valiosos en los planes de manejo forestal. El mismo autor MALLEUX (1971) y (1988), asegura que la fotointerpretación forestal es una de las técnicas que va avanzando más rápidamente y, en la actualidad, ha adquirido un nivel bastante elevado en las fases del trabajo práctico, así como en la investigación.

MALLEUX (1971), dice que el reconocimiento o delimitación de los tipos de bosques y/o especies, en los trópicos es todavía un gran problema, en estos bosques las fotografías aéreas sirven en primer lugar para la delimitación amplia de tipos de vegetación, los cuales son principalmente determinados por la configuración de la fotografía, la fisiografía y por las condiciones de suelo, tales como textura y humedad. Los tipos son clasificados primeramente de acuerdo con el aspecto que tengo la imagen en la fotografía, lo que en algunos casos se

llaman aspectos típicos, para este fin se puede utilizar con éxito fotografías aéreas a escalas de 1:20000 a 1:50000.

PERNÍA y LÓPEZ (1997), indican que un mapa es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto, con el propósito de conocer su mundo y apoyados primeramente sobre teorías filosóficas, como también los mapas constituyen hoy una fuente importantísima de información, y una gran parte de la actividad humana está relacionada de una u otra forma con la cartografía.

PERNÍA (1996), manifiesta que las tolerancias que se adoptan en la elaboración de los mapas forestales son mayores que las que rigen la elaboración de los mapas básicos. La tolerancia plani-métrica de un mapa base está generalmente entre 0,2 y 0,3 mm, a la escala de preparación del mapa. En la producción de mapas forestales se presentan las circunstancias y dificultades propias de muchos mapas temáticos. La mayoría de los mapas temáticos se preparan tomando como referencia los mapas básicos existentes, es decir, la información temática es apoyada o sobrepuesta a la información de los mapas básicos, los cuales contienen el error implícito en su preparación.

CHUVIECO (1996), menciona que los satélites pueden proporcionar grandes cantidades de datos que en principio pueden ser procesados y proveer de una información muy útil a áreas como la agricultura, forestaría, planificación urbana, zonificación, entre otros.

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 (PONCE-HERNÁNDEZ, 1993 citado por TCA, 1994).

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).

VII. MARCO CONCEPTUAL

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: Programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial (CHUVIECO, 1996).

MOSAICO: Conjunto de dos o más imágenes enlazadas en forma contigua, tal ensamblaje es necesario cuando el área de interés supera el área cubierta por una sola imagen (FACHÍN, 2011).

PERCEPCIÓN REMOTA: Colección de información de un objeto sin estar en contacto físico con él. Aeroplanos, aviones y satélites son las plataformas más comunes desde donde las observaciones remotas son realizadas. Es restrictivo a métodos que emplean energía electromagnética como medio de detección y medición de las características de un objeto (SABINS, 1978).

INTÉRPRETE: Es el que analiza esta información normalmente en forma de imágenes analógicas o digitales, convirtiéndolas en una clave temática o cuantitativa orientada a facilitar la evaluación del problema en estudio (FACHÍN, 2011).

IMÁGENES SATELITALES: Producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial mediante la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste, producto que posteriormente se

transmite a estaciones terrenas para su visualización, procesamiento y análisis (FERRER, 1994).

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES: Las imágenes obtenidas por satélites pueden ser tratadas para realzar su apariencia visual y su exactitud geométrica. Al proveer las imágenes los proveedores ofrecen múltiples posibilidades de procesamiento que deben ser consideradas. Esta consideración se hará teniendo en cuenta el tipo de programa informático que se utilizará para trabajar con éstas (FACHÍN, 2011).

CLASIFICACIÓN: Forma de aprendizaje, un proceso que acumula y concentra experiencias dentro de modificaciones internas de un sistema. Ésta es posible hacerla de dos maneras, con orientación de un experto en el tema a clasificar o sin esa orientación. La primera es un proceso más del reconocimiento y la segunda aprovecha las características de la imagen para definir las agrupaciones con valores similares (UNESCO, 1973).

GEORREFERENCIACIÓN: Tiene como finalidad corregir la geometría de la imagen para hacerla corresponder con la del terreno, en un sistema cartográfico específico (HUERTA, 2005).

UNIDAD DE VEGETACIÓN: Asociación o comunidad de composición florística determinada, con condiciones ecológicas uniformes (apariencia externa de la vegetación) (UNESCO, 1973).

BOSQUE: Asociación característica de las plantas arbóreas; se presenta con distintas modalidades según las características climáticas y edafológicas del lugar en que crece. Forma una asociación biológica o biocenosis completa (de especies arbóreas, dominantes y secundarias, de plantas y arbustos y de fauna típica) (Diccionario Manual de la Lengua Española, 2007).

DISTURBIO: alteración que directa o indirectamente ha provocado el hombre en la vegetación, ocasionada también por fenómenos naturales (incendios, plagas, etc.) (MERINO y SEGURA, 2002).

DEFORESTACIÓN: Cambio de uso del suelo de forestal a no forestal en un período determinado, (JOINT RESEARCH CENTER – EUROPEAN COMMISSION, 1998).

PERTURBACIÓN: cambios en la constitución de la vegetación natural producidos por agentes destructores y engloba deforestación, degradación y disturbio (PONCE - HERNÁNDEZ, 1993).

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 (PONCE-HERNÁNDEZ, 1993).

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio sobre la clasificación de los bosques, se realizó en toda la provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

La Provincia peruana de Maynas es una de las siete que conforman el departamento de Loreto, perteneciente a la región Loreto. Limita al norte con Colombia, al este con la provincia de Mariscal Ramón Castilla, al sur con la provincia de Requena y al oeste con la provincia de Loreto y el Ecuador. Presenta una altitud de 106 msnm. Creada el 7 de febrero de 1866, con una superficie terrestre de 1,198 59.40 km² (INEI, 2010).

Las coordenadas de ubicación proyectadas a la zona 18 de la provincia de Maynas son: Coordenadas inferior derecho: UTM: 1 055 068 m E y 9 472 531 m N y Coordenadas superior izquierdo: UTM: 406 620 m E y 10 008 255 m N.; con una altitud de 106 msnm (Figura 01).

8.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

El clima es cálido y húmedo, sin estación bien definida. La temperatura varía de 22°C a 32°C con un promedio de 26°C, variando excepcionalmente a un mínimo de 17°C algunos días entre junio y julio, y a un máximo de 36°C entre octubre y

enero. El ambiente es bastante húmedo, registrándose valores de humedad relativa media promedio entre 86,8% a 89,7%(IIAP, 2000).

Las lluvias se presentan durante todo el año; sin embargo, se pueden distinguir dos estaciones: la lluviosa, entre los meses de octubre y junio y la menos lluviosa entre julio y setiembre. Los niveles de precipitación total se encuentran alrededor de 3,000 mm (IIAP, 2000).

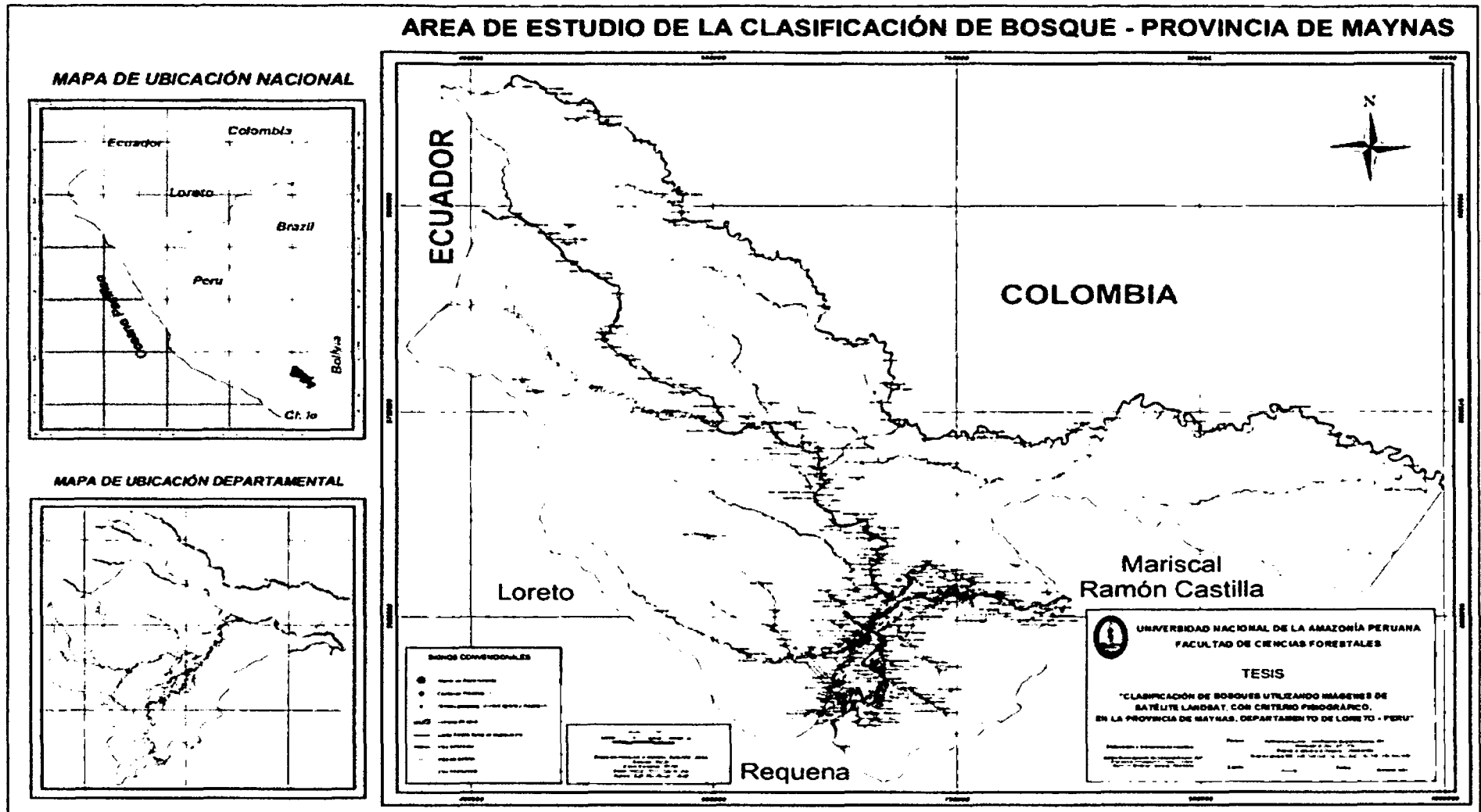


Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

Desde el punto de vista geológico, se encuentra en la Gran Llanura de Loreto, entre dos grandes unidades morfo-estructurales: el Escudo Guyano-Brasileño y la Cordillera de los Andes (Cordillera sub-andina), las cuales conjuntamente con otra estructura menor (Arco de Iquitos) controlan el equilibrio de la cuenca. Las características lito-estratigráficas (secuencias litológicas horizontales y sub-horizontales), así como los procesos geo-dinámicos (agentes modeladores del terreno) y los eventos tectónicos (fallas, fracturas, plegamientos), han generado relieves relativamente planos (sistemas de terrazas) y ondulados (sistemas de colinas) (IIAP, 2002). Se diferencian tres tipos de depósitos sedimentarios: (1) La Formación Pebas, (2) La Formación Ipururo y (3) Algunos de los depósitos de las terrazas fluviales en Jenaro Herrera han sido estudiados por DUMONT *et al.*, (1988) y RASANEN, (1998).

Según el IIAP (2001), los suelos del área de estudio en general, son de baja fertilidad, con textura que varía entre arenosos y franco arcillosos, generalmente de reacción extremada a fuertemente acida, alta saturación de aluminio cambiante. Los suelos arenosos cuarcíticos, correspondientes a la formación Iquitos, son las más pobres de la Amazonia.

De acuerdo a la información realizada en la ZEE del departamento de Loreto, niveles de estudio y a los empleados, existen 8 unidades de formaciones vegetales de zonas húmedas pluviales, 1 unidad de pantano arbóreo, 1 unidad de pantano herbazal-arbustivo, 1 unidad de aguajal, complementándose con la unidad de bosque intervenido o deforestado (KALLIOLA y FLORES, 1998).

8.3. MATERIALES

Para la ejecución del presente proyecto, se utilizó los siguientes materiales:

8.3.1 Material cartográfico

El material cartográfico que sirvió como fuente de referencia para la corrección geométrica fue la Carta Nacional que es elaborado por el Instituto Geográfico Nacional - IGN y está a una escala de 1:100 000 (Figura 2).

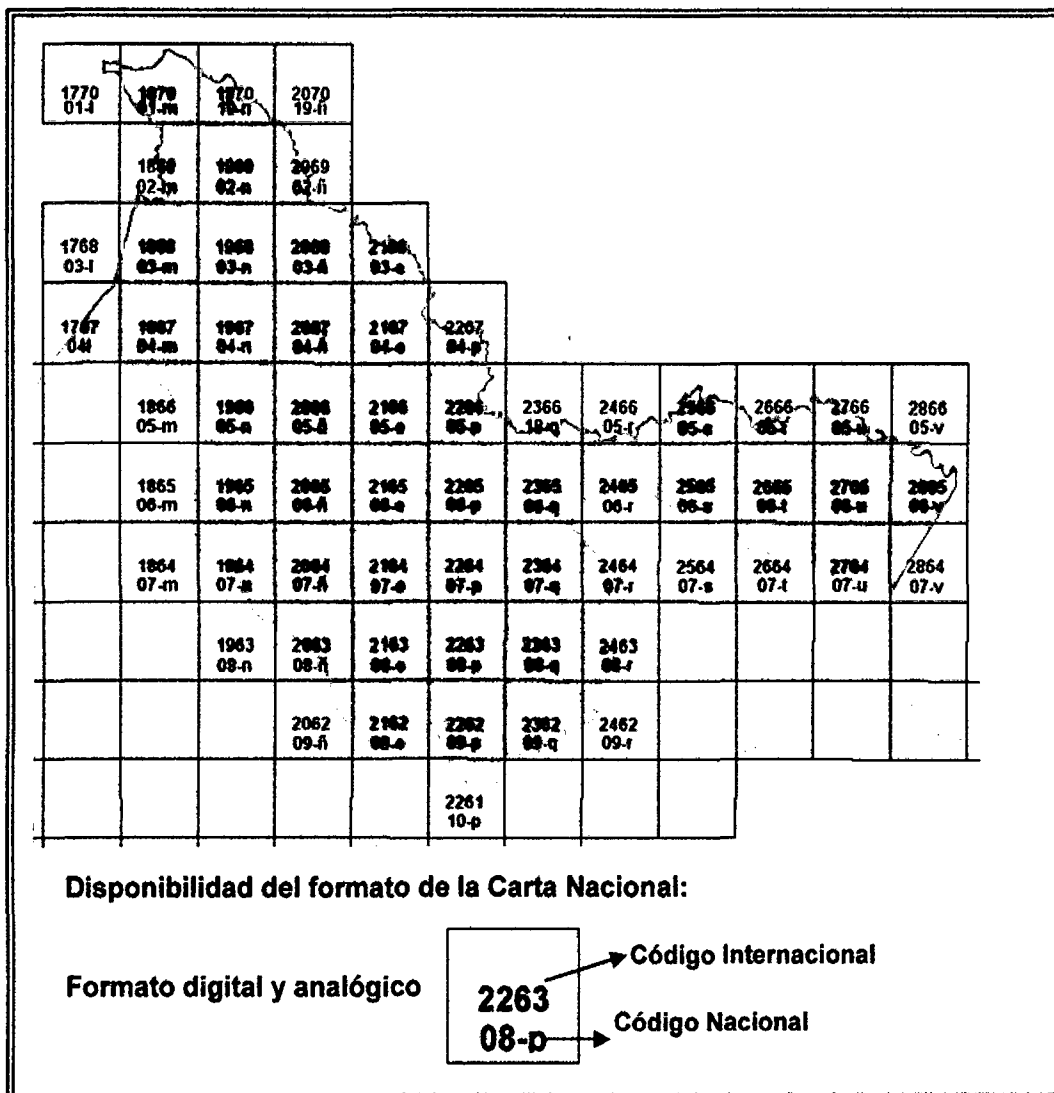


Figura 2: Índice gráfico de la carta nacional utilizada en el proyecto.

Cada hoja de la carta nacional presenta algunas características propias las cuales son presentadas en la Tabla 1.

La carta nacional incluye los datos de los temas de curvas de nivel, ríos y quebradas (líneas), lagos e islas (polígonos), cotas y señales (puntos). Algunas hojas contienen data de la toponimia (nombres de los ríos), la cual fue utilizada, como referencia para la localización de algunos puntos de interés en la elaboración de los mapas para el trabajo de campo y en algunos casos para los mapas temáticos.

8.3.2 Material satelital

En el estudio se han utilizado 24 imágenes del satélite Landsat TM (Thematic Mapper) ETM (Enhanced Thematic Mapper), que cubre toda la zona en estudio. Se usó imágenes del satélite Landsat, sensor TM5 del año 2009, (Tabla 2 y Figura 3).

Tabla 2: Lista de imágenes Landsat utilizadas en el estudio

Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Año 2005	Año 2009	Fuente
Landsat	TM5	004_062	15/07/2005	03/08/2009	INPE
Landsat	TM5	005_062	19/01/2005	14/11/2009	INPE
Landsat	TM5	005_063	14/07/2005	24/09/2009	INPE
Landsat	TM5	006_061	22/08/2005	07/12/2009	INPE
Landsat	TM5	006_062	22/08/2005	02/09/2009	INPE
Landsat	TM5	006_063	22/08/2005	02/09/2009	INPE
Landsat	TM5	007_060	09/30/2005	13/10/2009	INPE
Landsat	TM5	007_061	13/08/2005	13/10/2009	INPE
Landsat	TM5	007_062	13/08/2005	27/10/2009	INPE
Landsat	TM5	007_063	13/08/2005	11/10/2009	INPE
Landsat	TM5	008_060	29/09/2005	12/02/2009	INPE
Landsat	TM5	008_061	28/08/2005	12/01/2009	INPE

Con la finalidad de tener una idea del relieve se utilizó la imagen de RADAR Jers-1 SAR que tiene una resolución espacial de 90 metros (Tabla 3).

Tabla 3: Características de la imagen de RADAR JERS-1 SAR.

Satélite	Sensor	Fecha captura de la imagen	Fuente
Jers-1 SAR	RADAR	09/12/1995	Global Rain Forest Mapping Project

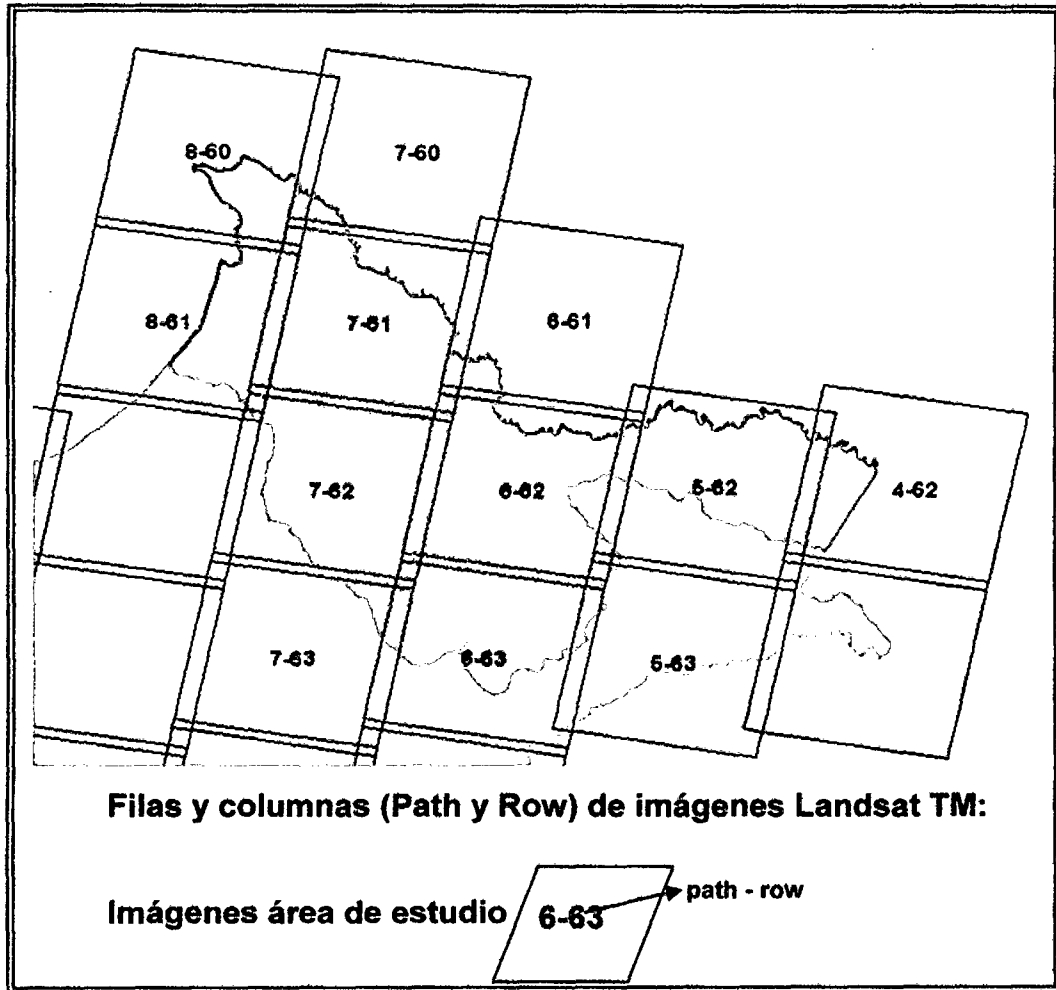


Figura 3: Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico.

8.3.3. Mapas temáticos de los estudios previos:

- Límite del departamento de Loreto, escala 1: 250 000
- Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, 2000, escala 1: 250 000
- Mapa forestal 2000, escala 1: 250 000
- Hidrografía principal actualizada (Subprograma IM-03)
- Red vial, 2003, escala 1: 100 000
- Mapa físico político de Loreto, escala 1: 250 000.

- 329 cartas nacionales digitales: hidrografía, curvas de nivel,
- Escala 1: 100 000
- Límites políticos, 2003, escala 1: 100 000
- Centros poblados, 2003, escala 1: 100 000.
- Hojas del mapa lanimétrico a escala de 1:250,000.

8.3.4 Equipos y software

- **Software:**
 - ERDAS IMAGINE v9.2 (Procesamiento digital de imágenes de satélite)
 - ArcGis 10, ArcView 3.3
 - Office 2010 (Procesador de textos y tablas)
- **Equipos**
 - - 01 PC Intel CORE i5, 2.6 GHZ, 04 GB de memoria DDR2, disco duro 1000 GB, con monitor de 21" LCD pantalla plana.
 - - Impresora y plotter HP design Jet 460 C.

8.3.5 Materiales de impresión, 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.
 - - 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.

8.4. MÉTODO

Se aplicó el uso del método de análisis visual, empleando para ello imágenes de percepción remota y los sistemas de información geográfica, como las más óptimas.

La teledetección o percepción remota, permitió detectar los cambios en las áreas de estudio, pero está por sí sola no proporcionó los datos acerca de los orígenes o las causas de los cambios que se están evaluando, estuvo combinada con otros datos utilizando los sistemas de información geográfica.

Como también se realizaron actividades de recopilación y sistematización de información bibliográfica, estadística y cartográfica existente de la zona, especialmente las relacionadas a la clasificación de bosques con la finalidad de complementar en el presente trabajo los vacíos de información.

Todo este procesamiento es trabajo de gabinete y se presenta de manera gráfica a través del uso de figuras y de manera textual a través de la descripción

secuencial de los procesos, de manera que pueda ser entendible y replicable por el interesado y utilizado para otros trabajos similares.

8.4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo, teniendo en cuenta que se describirá los diferentes tipos de bosque, con sus respectivas características y con ayuda de algunas revisiones bibliográficas, se contrastó los resultados.

8.4.2. Población de estudio y muestra

A) Población

La población de estudio fueron los bosques con vegetación natural distribuida en la provincia de Maynas, en la cual están integradas desde llanuras meándricas, terrazas bajas, terrazas medias, terrazas altas hasta colinas bajas.

B) Muestra

Para el estudio de la población, la muestra estuvo constituida por los tipos de bosques y las áreas deforestadas de la provincia de Maynas.

8.4.3. Procedimiento, técnicas y análisis estadístico de datos

El presente trabajo de investigación se desarrolló en tres etapas: pre-campo, campo y post-campo. En el trabajo de pre-campo, se realizó la recopilación, revisión, análisis y selección de la información existente sobre el tema. También

se elaboró en versión preliminar los mapas base, fisiográfico y de tipos de bosque, mediante el análisis digital y visual de la imagen de satélite Landsat TM5 del año 2009, con una ampliación hasta de 1:100 000 y utilizando como apoyo el Sistema de Información Geográfica (SIG); en la etapa de campo se ejecutó la verificación de las unidades cartográficas; y en la etapa de post campo, se elaboró los mapas definitivos, teniendo en cuenta la verificación en los trabajos de campo, cuyos resultados se presentan en cuadros y figuras.

A) Elaboración del mapa base

El mapa base, se elaboró utilizando el software SIG ArcView 3.3 y ArcGis bajo el sistema de coordenadas planas, con la Proyección Universal Transversal Mercator (UTM), referida a la zona 18 y utilizando el Datum WGS 84.

Esta fase se inicia con la selección y procesamiento de Imágenes de Satélite Landsat TM y ETM; en trabajo conjunto con el especialista en SIG, identificando las imágenes de satélite (Figura 3), realizando la corrección geométrica y radiométrica. Posteriormente se elaboró un mosaico (Figura 4).

Con las imágenes de satélites y el mosaico (Figura 4) geo-referenciadas se procedió a la interpretación visual en pantalla de las imágenes de satélite, digitalizando cuerpos de agua, quebradas, centros poblados y algunos aspectos artificiales como carreteras, entre otros.

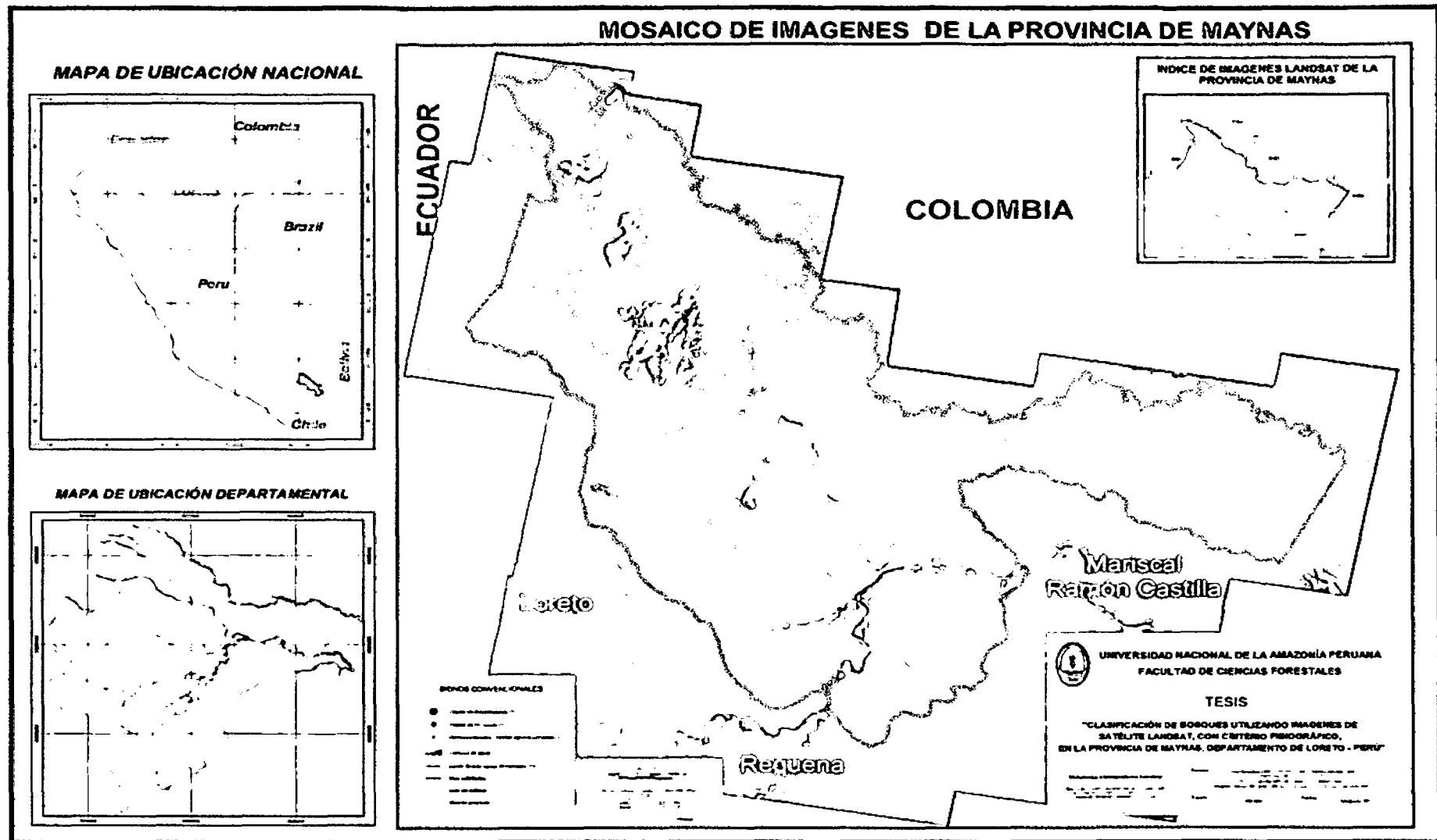


Figura 4: Mosaico de Imágenes de Satélite

B) Mapa fisiográfico

Para la clasificación, estratificación de los bosques, mediante la división y/o agrupación en unidades relativamente homogéneas, se tomó como base la información generada por el IIAP (mapa fisiográfico) la que nos sirvió para la elaboración de nuestro mapa, tomando las unidades fisiográficas, donde se aplicaron los criterios fisonómicos y fisiográficos (MALLEUX, 1982), teniendo en cuenta las características de tonalidad, textura, dimensión, contraste y forma. Las unidades fisiográficas fueron: islas, complejo de orillares, terrazas bajas, medias y altas, colinas bajas, aguajales y pantanos (Tabla 4).

C) Mapa de deforestación

En la elaboración del mapa de deforestación (Figura 5) se utilizó como referencia la metodología implementado por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil (INPE), con ciertas modificaciones adecuadas a la realidad del área de estudio. Las unidades de deforestación delimitados fueron: Deforestado (complejo de chacras y "purmas"¹, bosque secundario, centros poblados y carreteras), bosque natural. Este mapa nos sirvió como insumo para el mapa forestal (Figura 5).

¹ "purma", áreas que fueron utilizadas en actividades agrícolas y que se encuentran en descanso durante algún tiempo (2 a 3 años) debido al agotamiento de la fertilidad natural y con la finalidad de que esto se regenere.

D) Mapa de tipos de bosque

El mapa de tipos de bosque (Figura 6) se elaboró mediante el análisis visual de las imágenes de satélite, teniendo como base los mapas: fisiográfico (Figura 17) y deforestación (Figura 5). Para la estratificación en "tipos" se utilizó criterios principalmente fisonómico y fisiográfico. Los límites fisiográficos conducen a la distinción de espacios casi homogéneos de tipos de bosque caracterizados por los aspectos de coloración, textura y granulosidad; utilizando como referencias las clasificaciones propuestas por Malleux (1982), Encarnación (1985) y Kalliola *et al.* (1993). Los tipos de bosques delimitados fueron: bosque de llanuras meándricas, bosque de terrazas bajas, medias y altas, bosque de colinas bajas, aguajales, pantanos, áreas deforestadas formados por complejo de chacras y purmas, bosque secundario, centros poblados y carreteras.

Tabla 4: Categorías fisiográficas, como fundamentos para el proceso del mapa forestal

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE
Colinoso	Colinas del terciario	Colinas bajas	Fuertemente Disectadas
			Moderadamente Disectadas
			Ligeramente Disectadas
		Lomadas	Lomadas
		Valles intercolinosos	Valle intercolinosos
Superficie plano ondulado	Superficie plano ondulado del terciario	Terrazas altas	Drenaje muy pobre
			Ligeramente Disectadas
Llanura aluvial	Llanura no inundable	Terrazas medias	Drenaje muy pobre
			Ligeramente Disectada
	Llanura inundable	Complejo de orillares	Restingas
			Bajiales
			Tahuampas
		Terrazas bajas	Drenaje muy pobre
			Drenaje pobre
			Drenaje imperfecto
			Bueno a moderado
		Meandros abandonados	Drenaje bueno a moderado
Playas, playones	Playas, playones o bancos de arena		
Islas	Islas		

Fuente: IIAP, 2009.

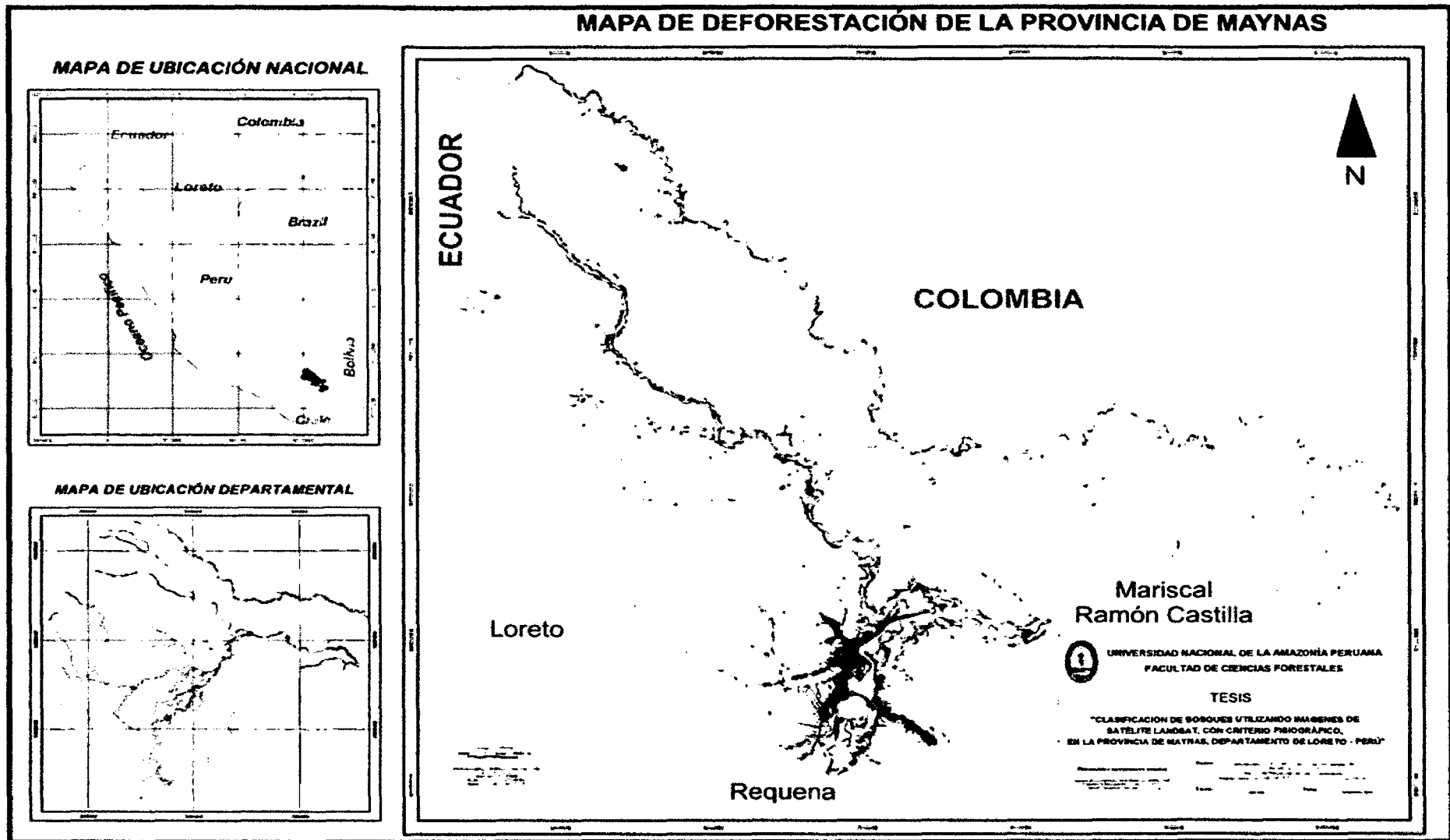


Figura 5: Mapa de la deforestación

Tabla 5: Unidades fisiográficas y tipos de bosques

SUB PAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE	Tipo de bosque
Colinas bajas	Fuertemente disectadas	Bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada
	Ligera a Moderadamente disectadas	Bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada
Terrazas altas	Drenaje muy pobre	Aguajal
	Ligeramente disectada	Bosque húmedo de terrazas altas
Terrazas medias	Drenaje muy pobre	Aguajal
	Ligeramente disectada	Bosque húmedo de terrazas media
Complejo de orillares	Restingas	Bosque húmedo de llanuras meandricas
	Bajiales	Bosque húmedo de llanuras meandricas
	Tahuampas	Bosque húmedo de llanuras meandricas
Terrazas bajas	Drenaje muy pobre	Aguajal
	Drenaje bueno a moderado	Bosque húmedo de terrazas bajas
Playas, playones	Playas, playones o bancos de arena	
Deforestación*		

(*) La fisiografía no toma en cuenta la deforestación (IIAP, 2009)

E). Descripción de los tipos de bosque

La descripción de los tipos de bosque se realizó teniendo como base las unidades del mapa forestal y se incluyeron el área, ubicación geográfica, estimadores forestales (volumen, área basal y número de árboles por ha) y especies forestales, todo ellos a partir de información secundaria.

IX. RESULTADOS

De acuerdo al nivel del estudio, con el apoyo de la interpretación del mapa fisiográfico y los criterios empleados se determinaron 09 unidades de cobertura arbórea latifoliadas, una de palmeras (aguajal), una de pantano herbáceos/arbustivo, una de varillal, y una en calidad de áreas deforestadas (Tabla 6).

A fin de mostrar, en el mapa de tipos de bosque, el grado de facilidad o dificultad en la viabilidad de las diferentes actividades a ejecutarse durante los planes de manejo, para el aprovechamiento de los bosques presentes en los sectores. Sin embargo, a efectos de evaluar la caracterización y potencial por el nivel de estudio, se realizó un reporte más genérico por considerarse que no hay una variabilidad significativa en la estructura de los bosques dentro de un mismo paisaje fisiográfico.

Tabla 6: Unidades de tipos de bosque y otras asociaciones, en el área de estudio

N	SIMBOLO	FORMACIONES VEGETALES Y OTRAS ASOCIACIONES	Ha	%
A	BH	FORMACIONES VEGETALES DE ZONAS HUMEDAS PLUVIALES		
1	BHLIm	Bosque húmedo de llanuras meándricas	147 244	1.15
2	BHTbi	Bosque húmedo de terrazas bajas inundables.	1 165 331	9.08
3	BHTm	Bosque húmedo de terrazas medias	156 207	1.22
4	BHTa	Bosque húmedo de terrazas altas	5 627 916	43.85
5	BHCblmd	Bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada	1 255 815	9.79
6	BHCbfd	Bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada	2 735 568	21.32
7	Ag	Aguajal.	981 085	7.64
8	V	Varillal	8423	0.07
9	PaH/Ar	Pantano de herbazal/arbustivo	62 319	0.49
B		OTRAS AREAS		
10	Def	Área deforestada	262 458	2.05
11	Ca	Cuerpos de agua	430 938	3.36
TOTAL			12 833 304	100.00

Estas unidades se encuentran ubicadas en diferentes relieves topográficos y suelos, con diferentes texturas y drenajes, factores importantes, complementadas con el clima para determinar el tipo de vegetación y su variabilidad florística, las que con apoyo de Imágenes de Satélite Landsat TM, permiten cartografiar las formaciones vegetales que se muestran en el Tabla 6.

A continuación se describen los diferentes tipos de bosques observado y evaluado en el campo:

9.1. FORMACIONES VEGETALES DE ZONAS HÚMEDAS PLUVIALES

Es la unidad con mayor superficie con aproximadamente de 12069166 ha, que representa el 94,05 % de la provincia de Maynas. Generalmente son comunidades vegetales siempre verdes o perennifolios, conformada por los bosques de llanura meándrica, terrazas bajas inundables, terrazas medias, terrazas altas, colinas bajas ligera a moderadamente disectadas, y colinas bajas fuertemente disectadas, estas coberturas vegetales identifican a la selva amazónica, la cual están ubicadas en las partes bajas cercanas a los ríos Amazonas, Putumayo y Napo, observando en forma cualitativa, árboles de muy buena fisonomía, con copas amplias, fustes rectos y gruesos, destacando entre ellos las especies *Cedrelinga catenaeformis* "tornillo", *Virola* sp "cumala", *Cariniana* sp "cachimbo", *Inga* sp "shimbillo", *Guarea trichilioides* "requia", *Aniba* sp "moena" y *Ocotea* sp., *Hymenaea* sp. "azúcar huayo", *Cedrela odorata* "cedro", *Hura crepitans* "catahua", *Perebea* sp. "chimicua", y *Terminalia oblonga* "yacushapana", entre otras, asociada con especies de palmeras como *Iriartea deltoides* "huacrapona", *Wettinia augusta* "pona" y *Hyospathe elegans* "ponilla". En esta formación se encuentran los siguientes tipos de bosques:

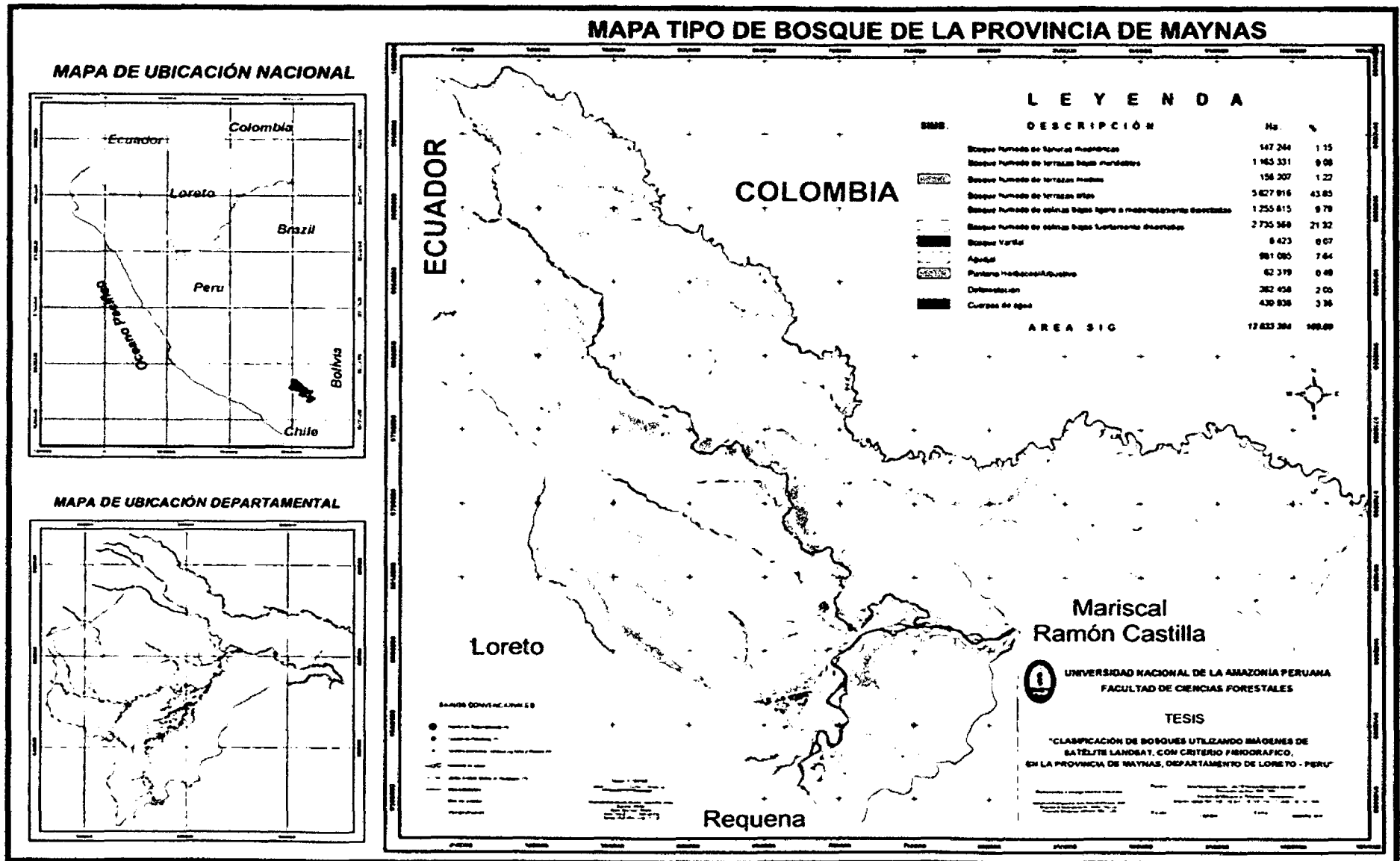


Figura 6: Mapa de tipos de bosque de la provincia de Maynas

9.1.1. Bosque húmedo de llanura meándrica (BH_Llm)

Cubre aproximadamente una superficie de 147 244 ha (1,15% del área total). Están ubicados a ambas márgenes del río Amazonas, río Napo y la margen derecha del río Putumayo (Figura 7). Ocupa espacios de unidades fisiográficas de complejos de orillares, generalmente adyacentes a los ríos principales. Por lo general son de relieves planos con micro-relieve convexo y cóncavo, los que asociados a su drenaje, hacen que también presenten diferentes tipos de vegetación. Esta zona corresponde a una asociación de restingas y tahuampas. Son zonas temporalmente inundables. Su altura respecto al nivel de la base local puede fluctuar de 0 a 5 metros (IIAP, 2002).

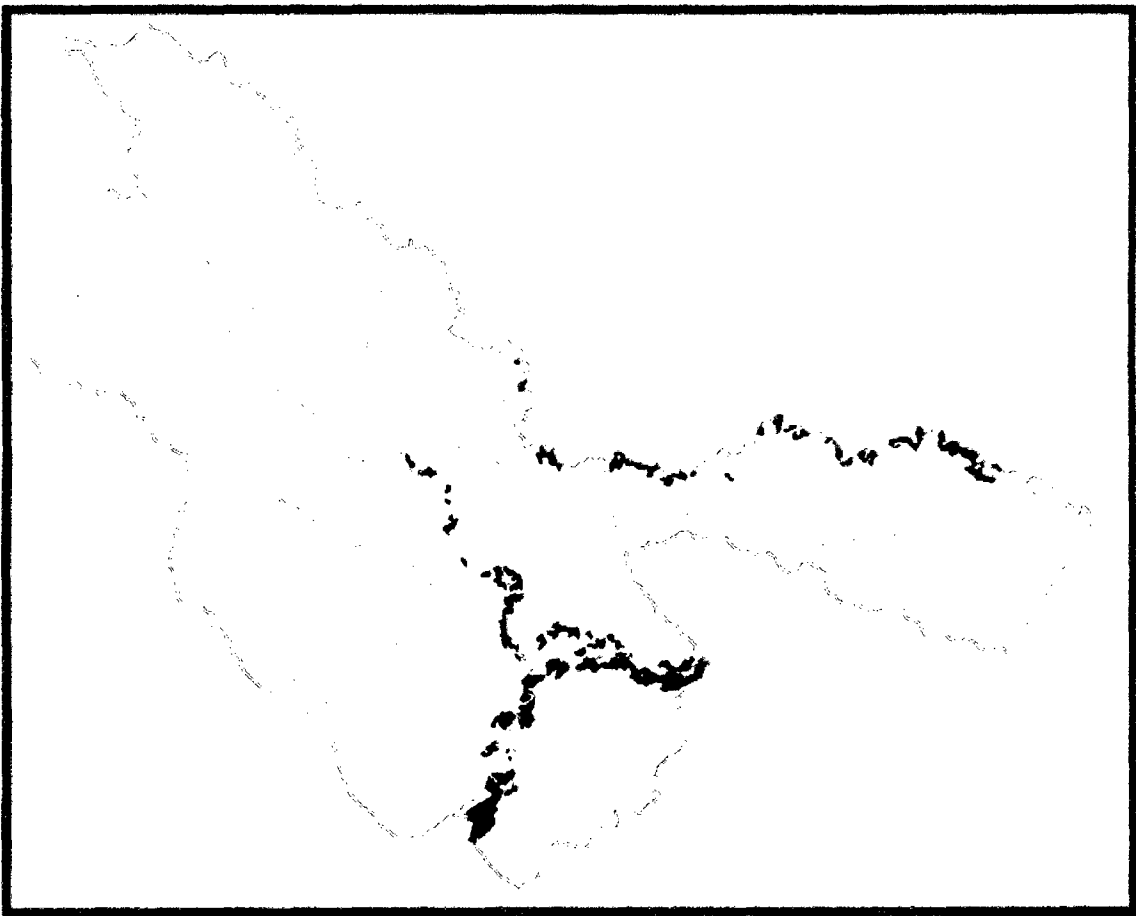


Figura 7: Ubicación de los bosques húmedos de llanura meándrica

Son fáciles de identificar en las imágenes de satélite por la presencia de estrías y barras semilunares. Están conformados por islas, explayamientos y bancos de arena, meandros y orillares. Dentro de este tipo de bosque se encuentran los espejos de aguas permanentes o cochas, que constituyen antiguos cauces del río Napo que han quedado aislados, debido a dinámica fluvial ha cortado o estrangulado sus propias curvas. Las barras semicirculares originan formas cóncavas y convexas, donde se desarrollan restingas y bajéales y además se producen en forma secuencial una sucesión vegetal característica, (INADE-PEDICP, 2002).

La vegetación se presenta en forma sucesional desde las partes herbáceas ubicadas a la orilla del río constituidas por plantas de gramíneas y otras no leñosas, pasando por los matorrales entre ellas los caña-bravales y pájaro bobo, especies arbóreas pioneras como los ceticales y arbóreas permanentes. Estas últimas, generalmente, se ubican muy lejos de la orilla del río, por la misma dinámica fluvial donde existen asociaciones de renacales, con aguajales, shimbillos, pungas, capironas, catahuas, lupunas, tangaranas, cumalás, etc. algunas de ellas pueden llegar a sobrepasar los 20 m de altura total con copas que van de medianas a amplias, con fustes deformes e indefinidos para los renacos y para las otras especies en su mayoría bien conformados, redondos, de altura comercial que en promedio pueden alcanzar los 10 m de altura, (NRENA, 2006).

Para este tipo de bosque UNALAM/WWF-OPP (2002), reportan similares especies de mayor importancia ecológica: en el estrato superior destacan, *Matisia bicolor* "sapote de monte", *Iriartea deltoides* "huacrapona", *Batocarpus amazonicus* "llanchama", *Astrocaryum murumuru* "huicungo", *Oenocarpus batahua* "ungurahui", *Pouteria cuspidata* "quinilla", *Nectandra vimurnoides* "moena", *Parkia igneifolia* "pashaco" y *Attalea butyracea* "shebón", el cual forma en ciertos sectores comunidades muy densas. También se encuentran individuos de *Cedrela odorata* y *Cedrela fissifolia* "cedro", *Copaifer apaupera* "copaiba", *Ficus insipida* "ojé", *Calycophyl lumspruceanum* "capirona", *Sloanea robusta* "cepanchina", *Ceiba pentandra* "lupuna", *Ceiba samauma* "huimba", y *Tachiga lipoepigiana* "tangarana de altura".

En el reporte del INADE (2002), se señala que en el primer plano de la terraza baja inundable, principalmente en los ríos más grandes, se observa una vegetación ribereña de rápido crecimiento, porte bajo, entre árboles, arbustos y herbáceos, sobresaliendo algunas comunidades homogéneas, como *Gynerium sagittatum* "cañaverales", *Tessaria integrifolia* "arbustales de pájaro bobo", *Salix martiana* y *Acalypha* sp. "sauce"; *Cecropia membranacea* "ceticales", *Pseudobombax munguba* y *Pachira acuatica* "pungales"; *Calycophyl lumspruceanum* "capironales"; *Ficus trigona* y *Ficus maxima* "renacales"; *Ochroma pyramidale* "topa", *Triplaris* sp. "tangarana", *Erhitrina* sp. "amaciza". También son frecuentes las siguientes palmeras: *Astrocaryum huicungo* "huicungo", *Astrocaryum umjauari* "huiririma", *Bactris* sp. "ñejía", entre otros.



040



Foto 1: Aspecto de los troncos de árboles en bosques de llanuras meándricas

9.1.2. Boque húmedo de terrazas bajas inundables (BH_Tbi)

Este tipo de bosque cubre aproximadamente 1 165 331 ha (9,08% del área). Están ubicadas en ambas márgenes de los ríos Amazonas, Putumayo Napo, Corrientes, etc., (Figura 8). Está conformada por terrazas de relieves planos, expuestas a las inundaciones de los ríos mencionados, por su ubicación, relieve y altura respecto al nivel de base local del río (de 0 a 5 m) (IIAP, 2002).

Se desarrolla sobre áreas expuestas a inundaciones periódicas por su cercanía a los ríos principales, de topografía plana, laterales a los ríos secundarios o de tercer orden, por su altura respecto al nivel base del río que fluctúa de 0 a 5 metros, con suelos pesados de mal drenaje, que constituye hábitat especial para

una comunidad vegetal que soporta y tolera las inundaciones. En términos generales es un bosque denso, con estrato inferior denso durante el estiaje y ralo en periodo post inundación, en los estratos medios los árboles son bajos y deformes, pero en buena densidad al igual que en el estrato superior, con árboles que llegan hasta los 25 m de altura, pudiendo medir hasta 80 cm de DAP. También se presentan algunos bejucos como "Abuta", "Clavo huasca", entre otras (IIAP, 2002).

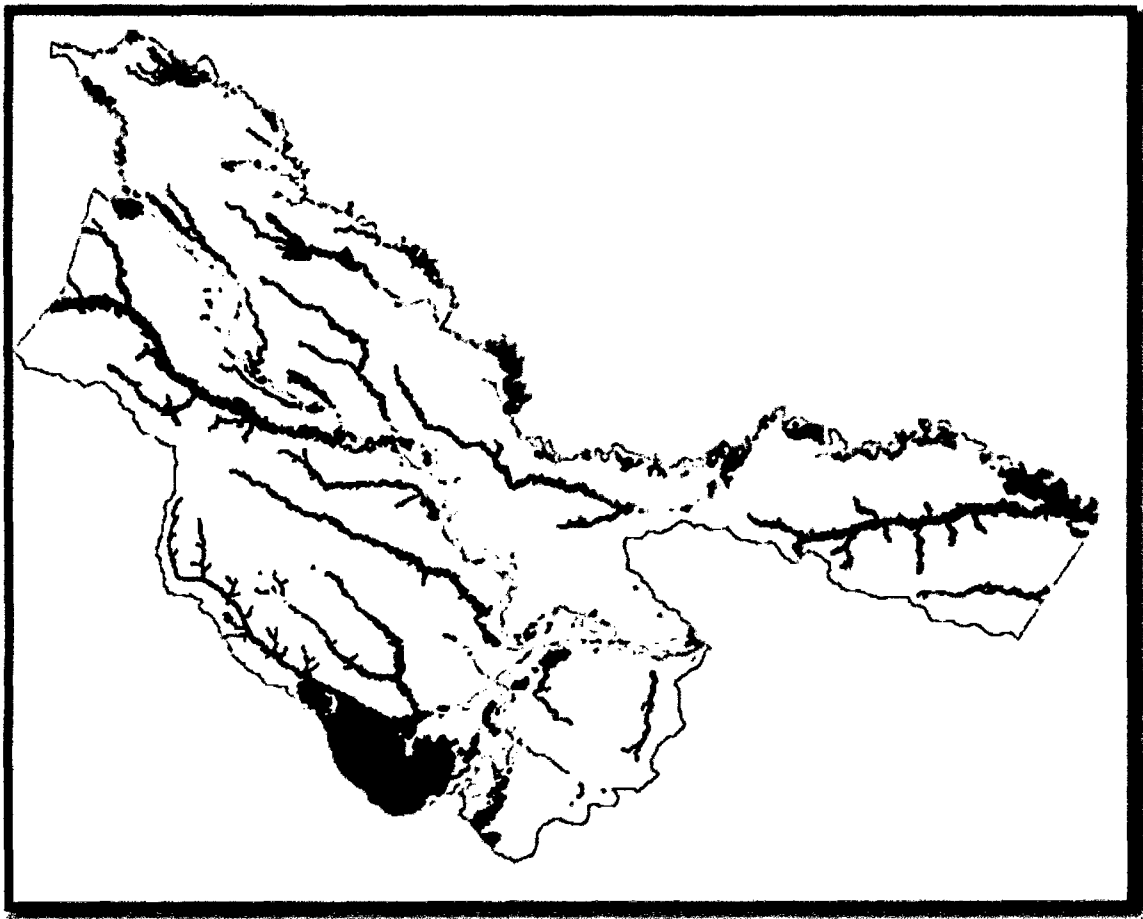


Figura 8: Ubicación de los bosque húmedo de terrazas bajas inundables

Estos tipos de bosque se forman por acumulación fluvial reciente y actual que forma terrazas, con 0 a 4 % de pendiente y están sujetos a inundaciones estacionales, en la época de crecida normal de los ríos. Los suelos son de textura moderadamente fina a gruesa, tienen un buen drenaje (INADE, 2002).

Posee una vegetación relativamente dinámica, debido a la fluctuación de los cauces de los ríos presentándose en su orillas de suelos muy recientes desde vegetación herbácea, arbustiva con especies pioneras de porte bajo como son la *Gynerium sagittatum* "caña brava", *Tessaria integrifolia* "pájaro bobo", y en los suelos sub-recientes los bosques de *Cecropia* sp. "ceticos", *Calycophyllum spruceanum* "capironas" y posteriormente la presencia de bosque primario maduro heterogéneo con árboles que sobre pasan los 25 metros de altura sobresaliendo la *Triplaris* sp "tangarana", *Eerisma bicolor* "quillosa", *Eritrina* sp "amasisa", *Ficus insipida* y *Ficus maxima* "oje", *Inga* sp "shimbillo", *Ceiba* sp "lupuna", *Parkia* sp "pashaco", *Euterpe precatoria* "huasai", entre otras, asociadas con vegetación de fisionomías muy irregulares como de lianas que trepan los árboles de este tipo de bosque, asociadas con palmeras de *Bactris* sp "ñejilla", *Astrocaryum jauari* "huiririna", *Euterpe precatoria* "huasai", *Astrocaryum huicungo* "huicungo", etc. (Foto 2) (OEIRN-INRENA, 2002).



Foto 2: Paisaje de terraza baja inundables, troncos y estrato bajo

9.1.3. Bosque húmedo de terraza media (BH_Tm)

Este tipo de bosque ocupa una superficie aproximada de 156 207 ha, que representa el 1,22 % del área de estudio. Se ubica en forma dispersa por toda la provincia de Maynas (Figura 9). Está conformada por terrazas de relieves planos de origen aluvial, generalmente no inundables de buen drenaje. Su altura respecto al nivel de base local fluctúa de 5 a 10 metros (IIAP, 2002).

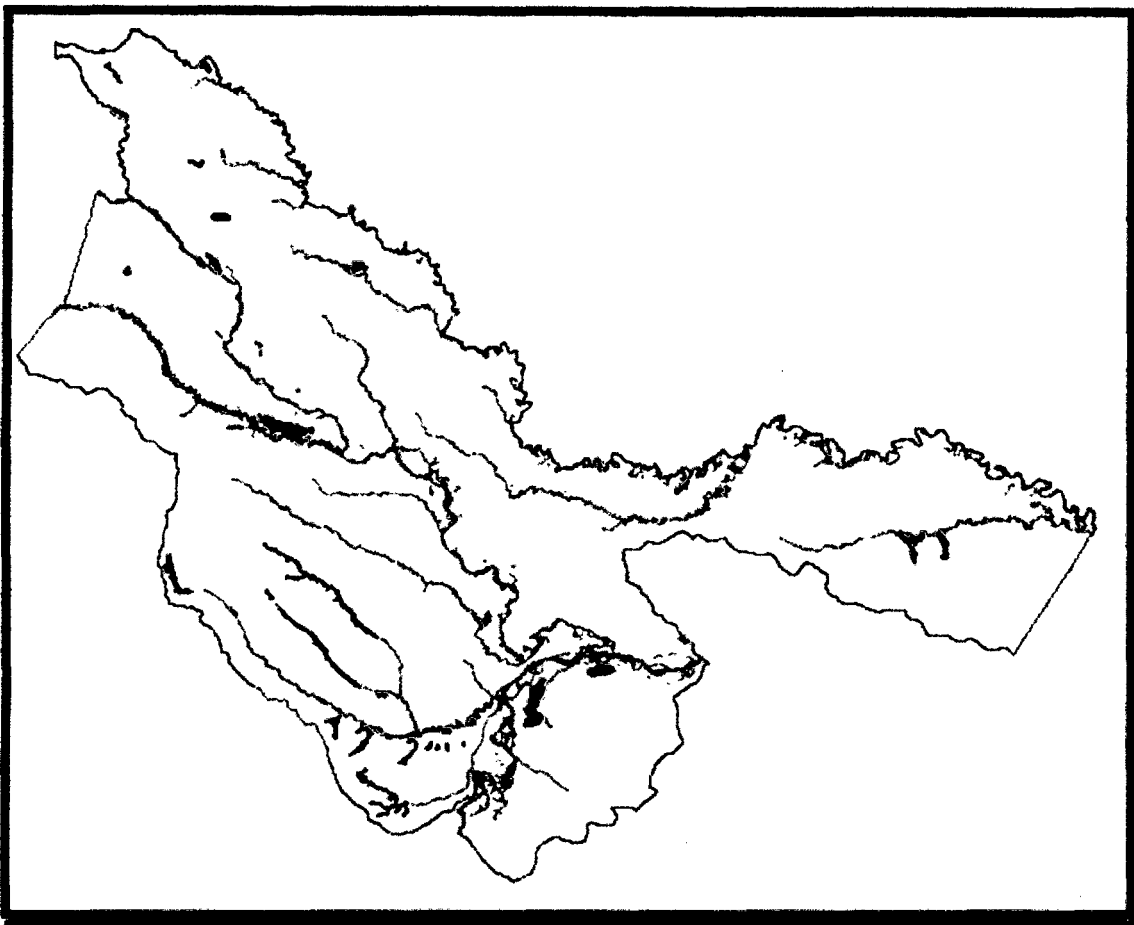


Figura 9: Ubicación de los bosque húmedo de terrazas medias

La vegetación es predominantemente arbórea con fustes bien conformados, redondos y rectos, de copas amplias y densas, pudiendo llegar a alturas que sobrepasan los 30 metros y una altura comercial promedio de 15 metros, destacando entre ellos los árboles de caraña, *Parkia velutina* "pashaco", *Ocotea amazonica* "moena amarilla", *Ocotea olivacea* "moena", *Ocotea cernua* "moena blanca", entre otras, asociada con palmeras de "huambe" , huacrapona, cashapona, ungurahui, etc, presentando además un sotobosque semidensco a ralo, con regeneración natural sobresaliente de especies como caraña, moena, ubilla, huacrapona, ungurahui, etc. (Foto 3). Ocupan una posición más alta que la anterior, razón por la cual se encuentran exento de inundaciones periódicas, pero son afectadas por inundaciones de carácter excepcional que puedan producirse

cada cierto año. Presenta relieves planos a ligeramente inclinados (INADE-PEDICP, 2002).



Foto 3: Especies representativa de terraza media

Este bosque se encuentra perturbado por la extracción de especies selectivas de valor comercial alto como el *Cedrela odorata* "cedro" y el *Cedrelinga catanaeformis* "tornillo". Existe factibilidad de su aprovechamiento en épocas de baja precipitación con extracción mecanizada usando tractores (IIAP, 2000).

9.1.4. Bosque húmedo de terrazas altas (BH_Ta)

Este tipo de bosque cubre una superficie aproximada de 5 627 916 ha, que representa el 43,85% de la superficie de la provincia de Maynas, (Figura 10). El relieve es relativamente plano, con alturas respecto al nivel de base local del río que sobre pasa los 10 metros, presenta pendientes suaves llegando al 3 %, con

algunos sectores disectados, que hace que el diseño de un aprovechamiento forestal maderable y de productos diferentes de la madera, sea relativamente factible sin el riesgo del deterioro del ecosistema (Foto 4) (IIAP, 2002).

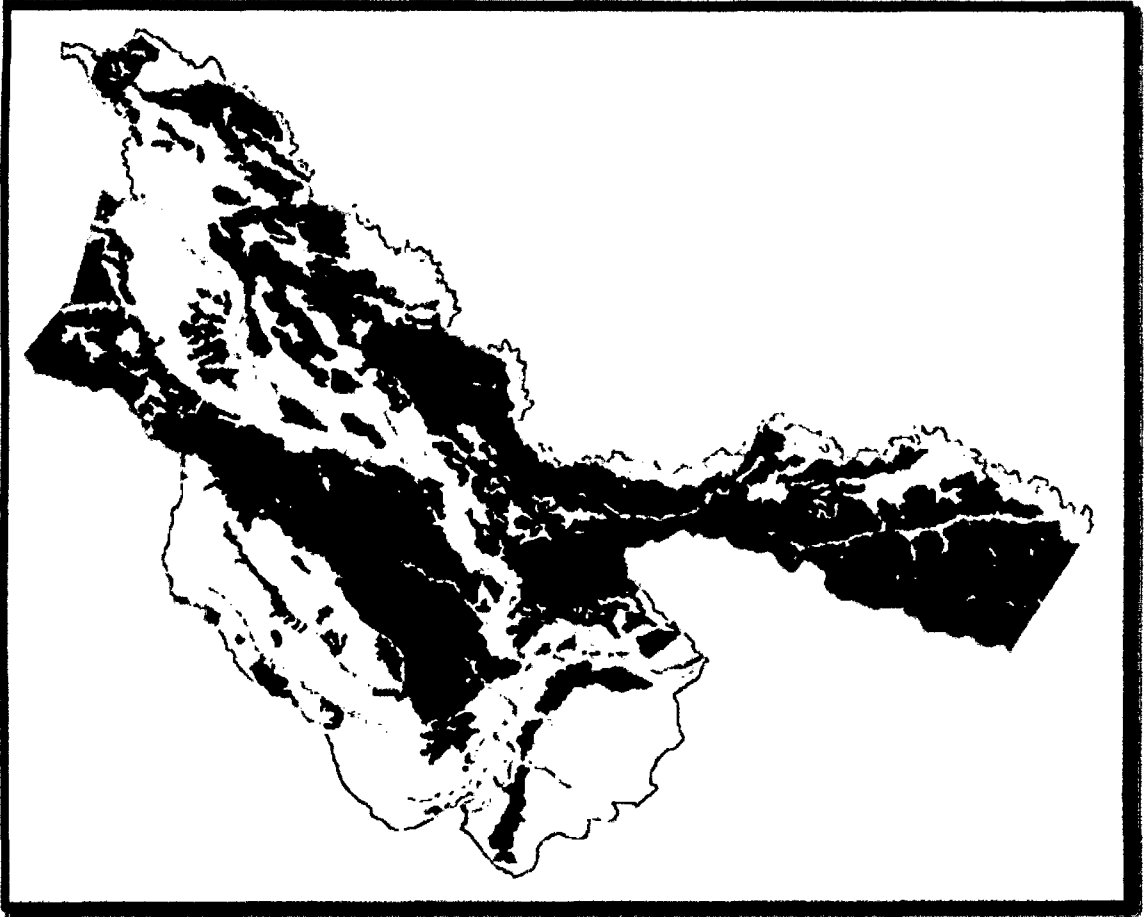


Figura 10: Ubicación de los bosques húmedos de terrazas Altas

La vegetación predominante es la arbórea llegando muchos de ellos a sobrepasar los 35 metros de altura al igual que sus DAP superan un metro (100 cm), esta unidad presenta especies de *Cedrelinga catanaeformis* "tornillo", *Virola* sp "cumala", *Cariniana* sp "cachimbo", *Inga* sp "shimbillo", *Guarea trichilioides* "requia", *Aniba* sp y *Ocotea* sp "moena", *Hymenaea* sp "azucar huayo", *Cedrela odorata* "cedro", *Ceiba* sp "lupuna", *Hura crepitans* "catahua", *Perebea* sp "chimicua", y *Terminalia oblonga* "yacushapana" entre otras, asociada con

especies de palmeras como huacrapona, pona, ponilla; con un sotobosque relativamente ralo con especies de regeneración natural de palmeras y árboles. Su accesibilidad para el aprovechamiento de los recursos forestales es relativamente fácil por el relieve plano del terreno (IIAP, 2001).

Presentan un proceso erosivo originado por la precipitación pluvial, los mismos que originan disecciones en diferentes grados de intensidad, y dividen a las terrazas, formando un panorama de cauces superficiales y profundos, espaciados entre sí. Se caracterizan por presentar una topografía esencialmente llana, con pendientes variables que no sobrepasan el 10%, así como por sus suaves ondulaciones y disecciones espaciadas, pero profundas, resultado de una mayor intensidad y duración en la actividad erosiva. Comprende las terrazas planas y onduladas, de origen pluvial muy antiguo y tectónico (estructural), con drenaje moderado a bueno (INADE-PEDIC, 2002).

El reporte de UNALAM/WWF-OPP. (2002), menciona que las especies de porte arbóreo predominante son: la *Micandra spruceana* "shiringa masha", *Pseudolmedia laevigata* "guariuba", *Caryocar glabrum* "almendro colorado", *Ruizterania trichanthera* "yesca caspi", *Chrysophyllum argenteum* "masaranduba", *Pouteria guianensis* "quinilla", *Aspidosperma nitida* "remo caspi", *Oenocarpus batahua* "ungurahui", *Osteophloeum platyspermum* "favorito", *Pachira insignis* "punga negra", *Buchenavia congesta* "yacushapana", *Virola pavones* "caupuri" y *Trichilla* sp "requia".



Foto 4: Especies representativa de terrazas altas

9.1.5. Bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas (BH_Cb)

El tipo de bosque cubre una superficie aproximada de 1 255 815 ha, que representa el 9,79% del área total de estudio (Figura 15). Se ubica en forma dispersa, a ambos márgenes de los ríos. Su relieve es de tipo colinoso, con disecciones que varían de ligeras a moderadamente disectadas y pendientes que pueden variar de 15 a más del 50 %, Su altura respecto al nivel de base local fluctúa de 20 a 80 m. La vegetación es predominantemente arbóreo, donde el bosque primario presenta árboles muy bien conformados, donde algunos de ellos pueden alcanzar alturas hasta de 40 metros, de copas amplias y densas que van de 15 a 20 m, con un dosel serrado y con fustes bien conformados, redondos y rectos, donde algunos individuos pueden llegar a superar 100 cm de DAP las que

son aprovechables por la población cercana como madera moto aserradas (Figura 11) (IIAP, 2002).

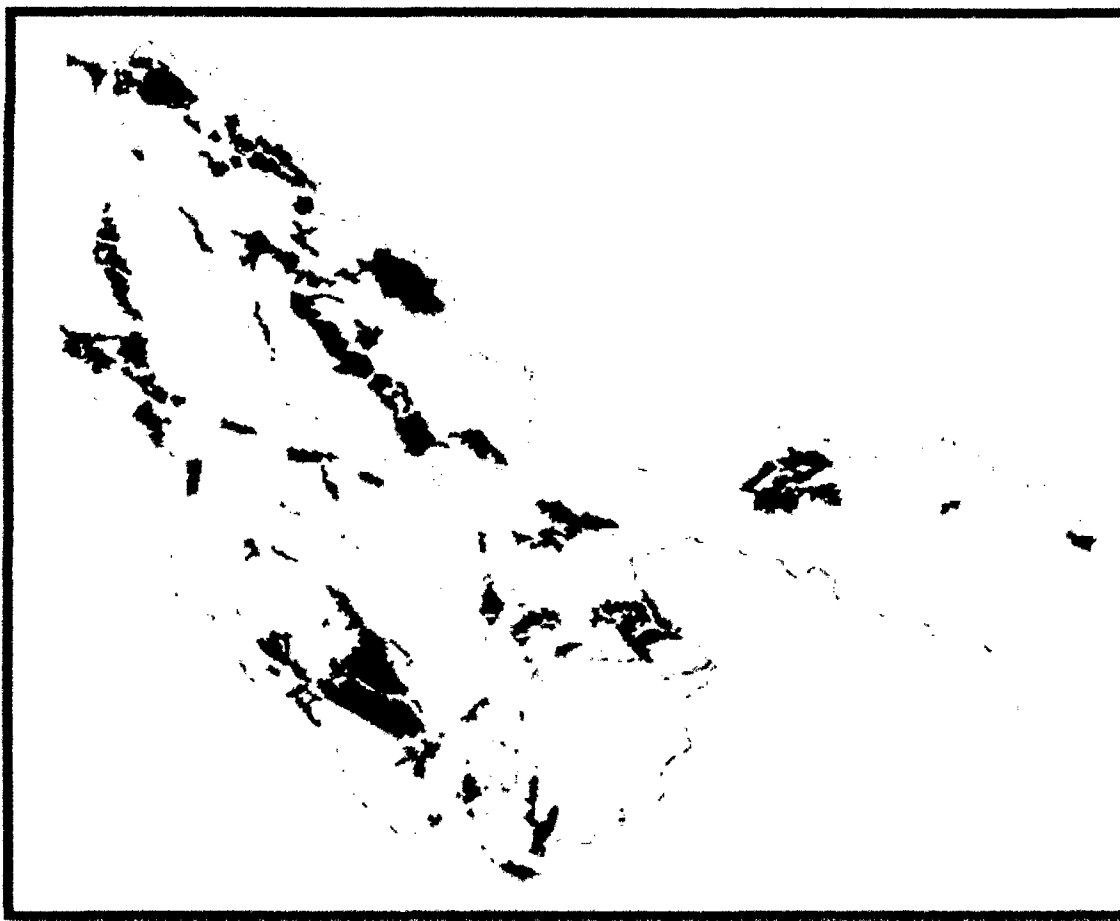


Figura 11: Ubicación de los bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas

La vegetación predominante es la arbórea llegando muchos de ellos a sobrepasar los 35 metros de altura al igual que sus DAP superan un metros (100 cm), con fustes bien conformados, redondos y rectos poseen alturas comerciales que, en promedio, llegan a medir los 15 m, con copas entre medianas y amplias, con una fisionomía estructural densa, destacando entre ellas especies de *Iryanthera sp* "cumala", *Inga sp* "shimbillo", *Ocotea olivácea* "moena", *Schizolobium sp* "pashaco", *Pouteria glomerata* "quinilla", *Eschweilera coriácea* "machimango",

Symphonia gloubulifera "azufre caspi", *Ocotea glauca* "quinilla blanca", "rifari", entre otras, asociadas con especies de palmeras de *Iriartea deltoidea* "huacrapona", *Astocaryum huicungo* "huicungo", "pona", "ponilla", con un sotobosque relativamente ralo con especies de regeneración natural de palmeras y especies arbóreas de leguminosas (INDADE 2002). Según ONERN (1984), las especies forestales más representativas del bosque en cuanto al volumen son: *Iryanthera* sp "cumala", *Eschweilera coriácea* "machimango", *Schizolobium* sp "pashaco", *Inga* sp "shimbillo", *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" y *Erythina* sp "amasisa", (Foto 5).



Foto 5: Paisaje de colinas bajas ligera a moderadamente disectadas

9.1.6. Bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectadas (BHCb)

Este tipo de bosque cubre una superficie aproximada de 2 735 568 ha, que representa el 21,32 % del área total de estudio. Se encuentran en forma dispersa por toda la provincia de Maynas (Figura 18). Su relieve es de tipo colinoso, con alturas respecto a la base local que fluctúa de 20 a 80 metros, con fuertes disecciones y pendiente que sobrepasa el 50%, ofreciendo limitaciones en los diferentes niveles de diseño de los planes de manejo para su aprovechamiento maderero. Por este motivo, es preferible mantenerlo como una unidad de protección, donde es factible desarrollar actividades de recolección o aprovechamiento de productos diferentes de la madera que no implique tala como: conservación de flora y fauna silvestre, ecoturismo, belleza paisajística y como fuente regulador del régimen hídrico de la zona (Figura 12) (IIAP, 2002).



Figura 12: Ubicación de los bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectadas

Se desarrollan también sobre paisajes colinosos que ofrecen dificultades de accesibilidad, especialmente para desarrollar actividades de extracción forestal por la fuerte pendiente que ofrecen. Florísticamente, también presenta menos diversidad de especies, pero las que están presentes llegan a alcanzar los 40 m de altura y un DAP mayor de 100 cm. El sotobosque y estrato medio es ralo en las partes altas. Las especies representativas son: *Licania elata* "apacharama", *Ecclinusa lanceolata* "quinilla", *Hevea brasiliensis* "shiringa", *Cariniana decandra* "papelillo" y *Virola elongata* "cumala". Actualmente nueve especies tienen uso comercial: *Ecclinusa lanceolata* "quinilla", *Virola elongata* "cumala", *Endlicheria bracteata* "moena", *Virola calophylla* "moena blanca", *Maclobium discolor* "pashaco blanco", *Ocotea bofo* "moena negra" y *Ocotea aciphylla* "moena amarilla" (INADE, 2005).

La vegetación es predominante arbóreo, donde el bosque primario presenta árboles muy bien conformados, que pueden alcanzar alturas hasta 40 m, de copas amplias y densas, con fustes bien conformados, redondos y rectos, donde algunos de los individuos pueden llegar a superar 1 m de DAP, con ligeras perturbaciones por la extracción forestal selectiva, influenciadas por los ríos, quebradas y centros poblados de la zona y que al mismo tiempo en cierta forma es controlada por los grupos nativos de las mismas (IIAP, 2007).



Foto 6: Paisaje de colinas bajas fuertemente disectadas

9.1.7. Aguajal (Ag)

Cubre una superficie aproximada de 981 085 ha, que representa el 7,64 % del área total. Se ubica en ambas márgenes de los río Amazonas, Putumayo, Napo, entre otros (Figura 14). Asociadas con otras especies. Esta unidad se desarrolla sobre áreas depresionadas, formando ecosistemas inundables en forma permanente, producto del desborde del río y la esorrentía superficial por efecto de las lluvias de la zona.

Corresponde a la unidad vegetal tipo hidromórfica, dominada en su composición florística por individuos de la especie *mauritia flexuosa* conocida como aguaje, de porte arbóreo, llegando a sobrepasar en algunos casos los 25 metros de altura, con diámetros de los estípites que pueden llegar a medir 60 cm de dap, casi uniformes desde la base hasta donde se inicia el follaje o cresta de los

pecíolos de las hojas gigantes, las mismas que también pueden llegar a medir hasta 5 metros de largo (INADE, 2005).



Figura 13: Ubicación de los aguajales

Está conformada mayormente por poblaciones de palmeras de “aguaje” por lo que es conocido regionalmente como “aguajales”, con diferentes grados de concentración, llegando en los casos de mayor densidad o formación pura, con un poco más del 90 % de la presencia de estas palmeras respecto a otros individuos arbóreos que conforman la asociación, y en los aguajales mixtos esta proporción es menor, pero siempre con la dominancia de la misma, donde las palmeras se asocian con árboles que soportan el mal drenaje (IIAP, 2001).

La especie predominante es *Mauritia flexuosa* "aguaje", luego otras palmeras como: *Oenocarpus batahua* "ungurahui", *Euterpe precatoria* "huasai", *Socratea exorrhiza* "huacrapona", *Iriatea deltoidea* "cashapona", *Mauritiella oculeata* "aguajillo", *Astrocaryum huicungo* "huicungo" y *Scheelea sp* "Shapaja" y como individuos arbóreos: *Simphonia globulifera* "palo azufre", *Calophyllum brasiliensi* "lagarto caspi o Alfaro" y algunas Miristicaceas del género *Virola sp* "cumalas" generalmente (Foto 8) (IIAP, 2002).



Foto 7: Paisaje típico de un aguajal

Ofrece como potencial de aprovechamiento, a los frutos de aguaje y ungurahui, factibles de consumir en forma directa o industrializándolo como helados, refrescos, pastas comestibles, aceites comestibles y cosméticos, etc. y la producción del palmito del huasaí, todos ellos como productos diferentes de la madera. Estas áreas se encuentran comprendidas dentro del dispositivo de Zonas

de Protección y conservación ecológica, aprobada por Decreto Supremo 087-2004-PCM (IIAP, 2007).

9.1.8. Varillal (V)

Esta unidad forestal cubre una superficie aproximada de 8 423 ha, que representa el 0,07% del área total de estudio (Figura 13). Geográfica y geomorfológicamente se distinguen en parches continuos entre las terrazas onduladas y colinas bajas de la cuenca derecha del río Nanay, sector Allpahuayo-Mishana, y otro en parches laterales, casi continuos, cerca al centro poblado Varillal y por la trocha carrozable que va al centro poblado Nina Rumí (IIAP, 2002).

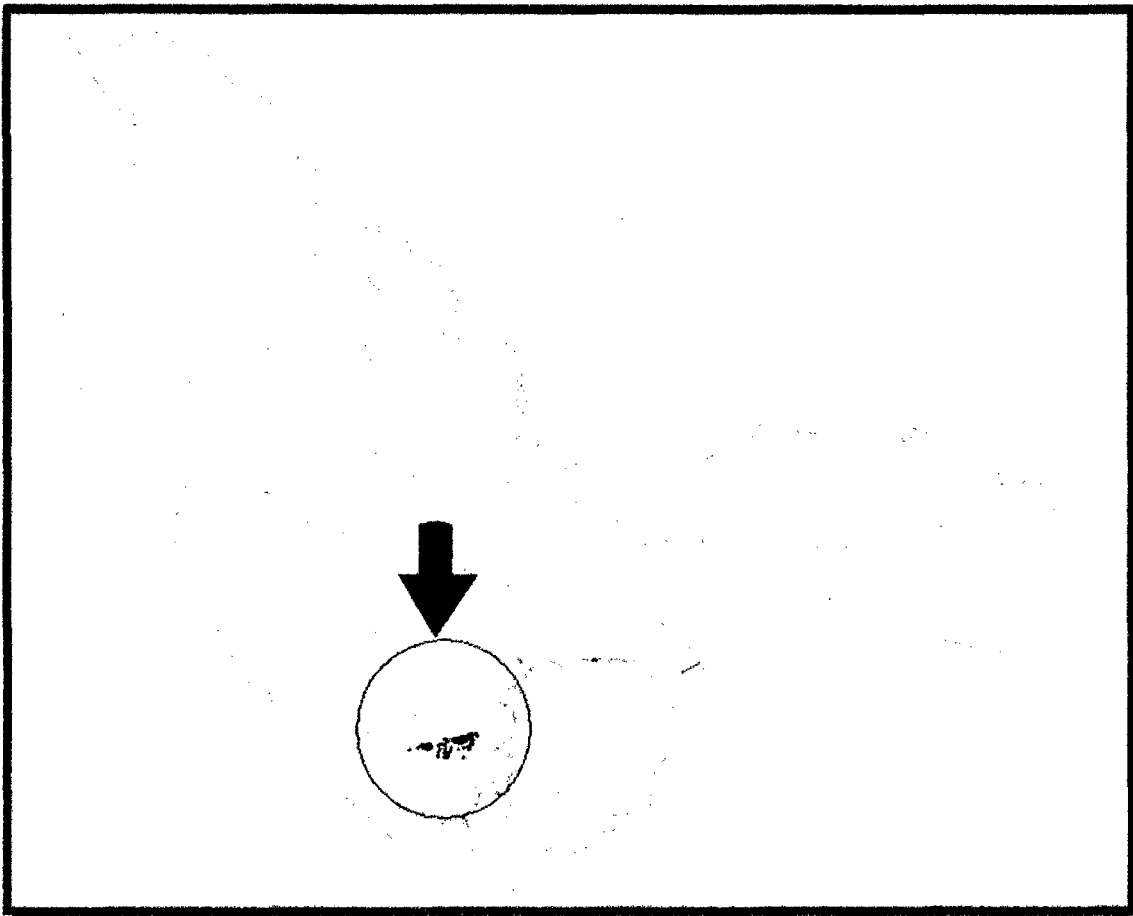


Figura 14: Ubicación de los bosque de varillal

El bosque estructuralmente, presenta especies leñosas relativamente delgadas y erguidas. Fisionómicamente, las especies presentan alto grado de polimorfismo, desde formas arbóreas grandes y erguidas hasta medianos achaparrados y arbustivas. Siguiendo a la fisionomía se pueden diferenciar dos grandes tipos de bosques: uno de bosque arbóreo o “varillales” y otro de matorrales arbustivos o “chamizales”, en el conjunto denominadas “varillales”, generalmente adyacentes. En los “varillales” propiamente, según la fisionomía y naturaleza del substrato de arena blanca, se pueden describir una combinación de subtipos denominados “varillal húmedo alto”, varillal húmedo bajo”, “varillal seco alto”, “varillal seco bajo”. En los “varillales altos”, los árboles pueden alcanzar 25 m de altura, algunos alcanzan los 70 cm de DAP. La estructura radical es en entarimado y superficial (Encarnación, 1993) que presentan riegos de volteo por efecto de los vientos fuertes, que ocurren temporalmente en el área (IIAP, 2002).

Entre las especies representativas registradas se citan *Aspidosperma excelsum*, *Macrobium limbatum*, *Micropholis egensis*, *Chrysophyllum argenteum*, *Anthodis cuspidatus*, *Hymenolobium pulcherrimum*, *Podocarpus celatus*, *Caraipa utilis*, *Pachira brevipes*, *Mauritiella aculeta*, *Euterpe catinga*, *Dicymbe* sp., *Sterigmatopetalum obovatum*, *Humiriabal samifera* y otros. En los “varillales húmedos” existen asociaciones de árboles con palmeras *Mauritia carana* “aguaje de varillal”, y *Euterpe catinga* “huasai de varillal”. El sotobosque de los varillales en general es pobre, constituido por individuos con portes delgados, escaso follaje, ocasionalmente con algunas palmeras de *Bactris bifida* “ñejilla”; los estratos medios y superiores son más densos. También se encuentran lianas de

Doliocarpus dentatus “Sapo huasca”, “Chuchuhuasi huasca”, “Abuta”, “Escalera de mono” entre otros. En los varillales húmedos, el sotobosque está conformado por especies leñosas de bejucos y hemiepífitas, y otras suculentas, así como abundancia de epífitos conformado por líquenes, helechos, orquídeas y bromeliáceas; también un estrato herbáceo-arbustivo con helechos (*Trichomanes sp.*, *Elaphoglossum sp.*, *Lindsaea sp.*, *Metaxya sp.*), *melastomatáceas hemiepífitas* (*Granfenrieda sp.*), y otras (INADE, 2002).



Foto 8: Paisaje típico de un varillal

El IIAP (2000), en el inventario forestal a partir de 25 cm de DAP, registraron 35 especies, distribuidas en 95,83 individuos/ha y 11,848 m²/ha de área basal, obteniéndose como promedio aproximado por individuo 0,124 m², incluyéndose en ella la palmera de aguaje con 1,57 individuos/ha, la que lógicamente no reporta volumen, además por referencia de los lugareños, el fruto de esta especie *Mauritia carana* no es apetecible por la gente. La presencia de 34 especies de latifoliadas, se encuentra distribuida en 94,26 árboles/ha, con un volumen

aproximado de 97,37 m³/ha, reportando un volumen promedio por árbol de aproximadamente de 1,03 m³.

9.1.9. Pantano herbáceo / arbustivo (P_Ha)

Cubre una superficie aproximada de 62 319 ha, que representa el 0,49 % de la provincia de Maynas. Se ubica en ambas márgenes del río Nanay y el río Napo, se encuentran sobre superficies planas de drenaje pobre a imperfecto por efecto edáfico sumado a esta la precipitación pluvial intensa en la zona, que hace que se empocen las aguas en estas zonas (Figura 15) (IIAP, 2002).

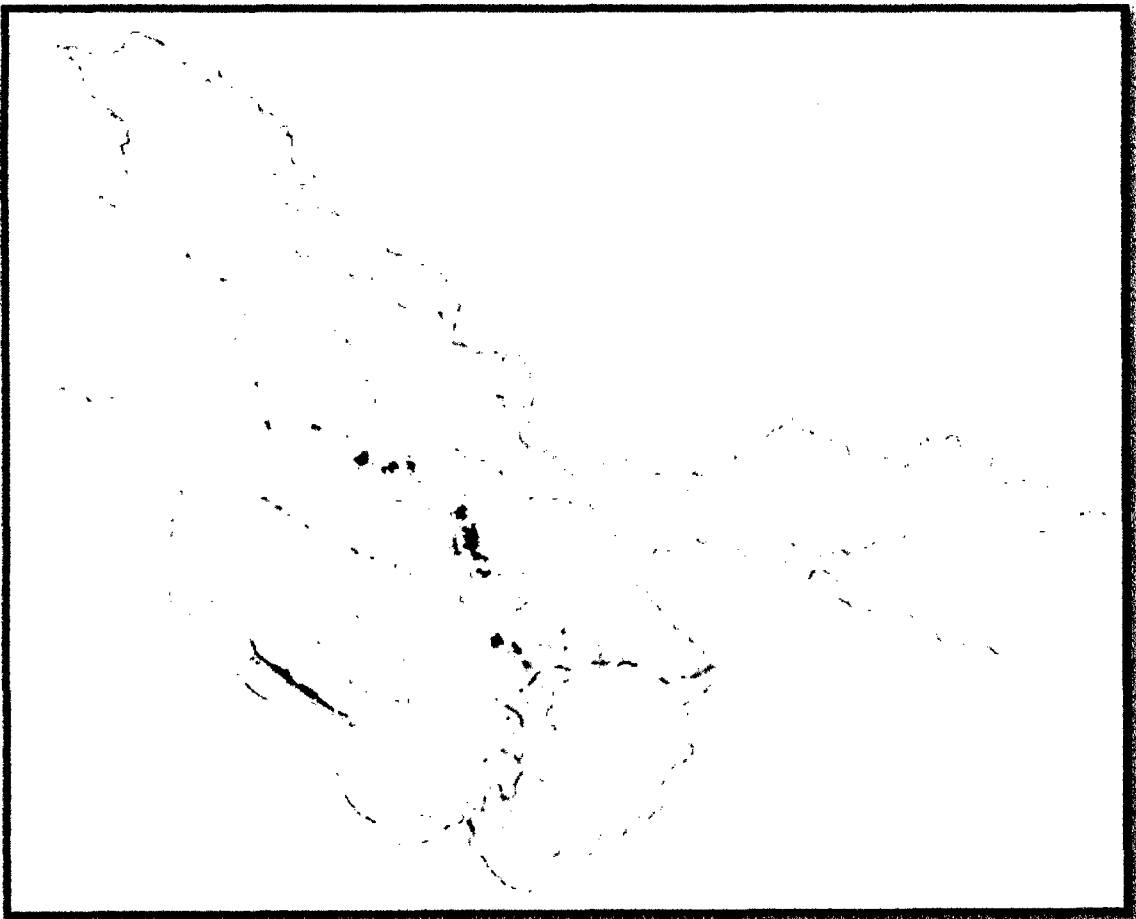


Figura 15: Ubicación de los pantano herbáceo / arbustivo

La vegetación se desarrolla en áreas de terraza plana y cóncava, con suelos impermeables arcillosos de mal drenaje y generalmente próxima a los ríos. Esta zona permanece con frecuencia anegada por las intensas lluvias de la zona. Presentan diferentes tipos de vegetación, sobresaliendo las especies arbóreas de *Ficus sp.* *Caussapoa sp* "renacos", adaptadas a ecosistemas inundables, *Virolas sp.* "cumalas", *Hura crepitans* "catahua", *Inga sp* "shimbillos", *Ceiba sp* "punga", *Triplaris sp* "tangarana", entre otras, asociadas con palmeras de *Mauritia fexuosa* "aguaje", *Euterpe predatoria* "huasai", *Schelelea sp* "sebón" y *Oenocarpus batahua* "ungurahui", con sotobosque semidenso de heliconias, especies del género *Calathea sp* "bijous" y diferentes tipos de helechos de porte herbáceo (Foto 9) (IIAP, 2001).



Foto 9: Paisaje de un pantano herbáceo arbustivo

Estas áreas se encuentran comprendidas dentro del dispositivo de Zonas de Protección y conservación ecológica, aprobada por Decreto Supremo 087- 2004-PCM (INADE, 2002).

9.2. OTRAS ÁREAS

9.2.10. Bosque intervenido deforestado (def)

Esta unidad forestal cubre aproximadamente 262 458 ha (2,05 % del área total), se ubican en ambas márgenes de los ríos y en los ejes carretero (Figura 16). Los bosques intervenidos o deforestados, en su mayoría son de tipo antrópico debido a la afluencia de la agricultura migratoria, sumándose a esta, algunas naturales, especialmente por efectos del viento. Actualmente se encuentran en diferentes grados de intervención, desde áreas recientemente deforestados hasta superficies que superan los 10 años de abandono. Son los que forman los patrones de identificación de las actividades que se desarrollan en la zona, tales como: agrícola (arroz), ganadera, plantaciones de palma aceitera, centros poblados, purmas jóvenes y purmas antiguas, purmas jóvenes, purmas antiguas y carreteras de extracción maderera (Foto 10) (IIAP, 2002).

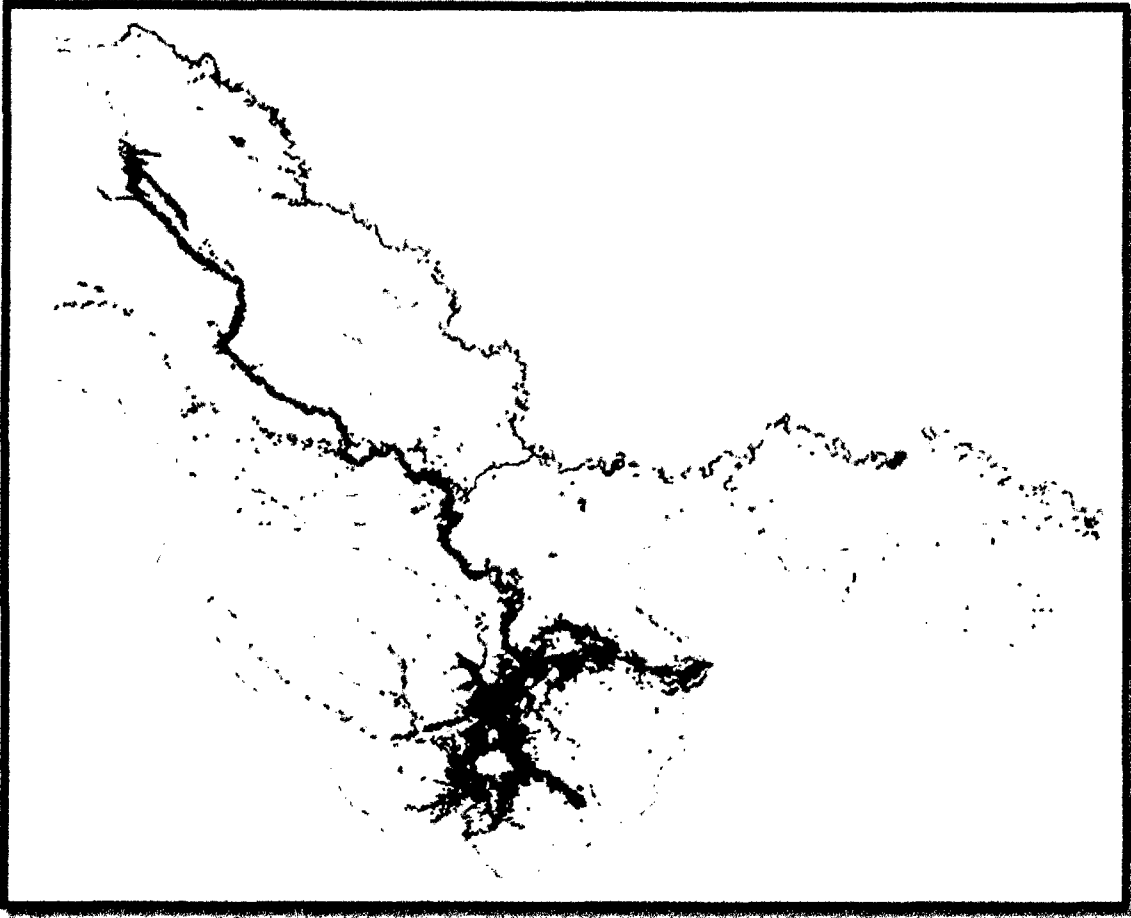


Figura 16: Ubicación de las áreas deforestadas

Se ubican generalmente a lo largo de los accesos viales terrestres, por las diferentes actividades antrópicas que se realizan los pobladores en la zona (Foto 11).

Existen muchas áreas deforestadas en calidad de abandono como matorrales o purmas, aprovechándose de algunas de ellas especies arbóreas pioneras como la *Ochromala gopus* "topa", *Schizolobium* sp "pashaco" y *Guazuma* sp "bolaina", para zapatos y cajonería de frutas en general las que son comercializadas en la costa norte del país, (IIAP, 2001).



Foto 10: Deforestación para realizar actividad agrícola

Referente a las áreas deforestadas y/o intervenidas INADE (2002) indica que en esta unidad incluye las áreas con actividad agrícola y pecuaria, las áreas con purma (vegetación secundaria) quien forma parte del ciclo agrícola y todas las áreas que fueron desbocadas para la instalación de infraestructura física de la actividad petrolera. Entre los cultivos agropecuarios más comunes se mencionan a la: yuca, plátano, maíz, caña de azúcar, maní, arroz, cacao, piña, frijol, café, "brachiaria", "pasto elefante" "torurco", "King grass" y "gramalote".

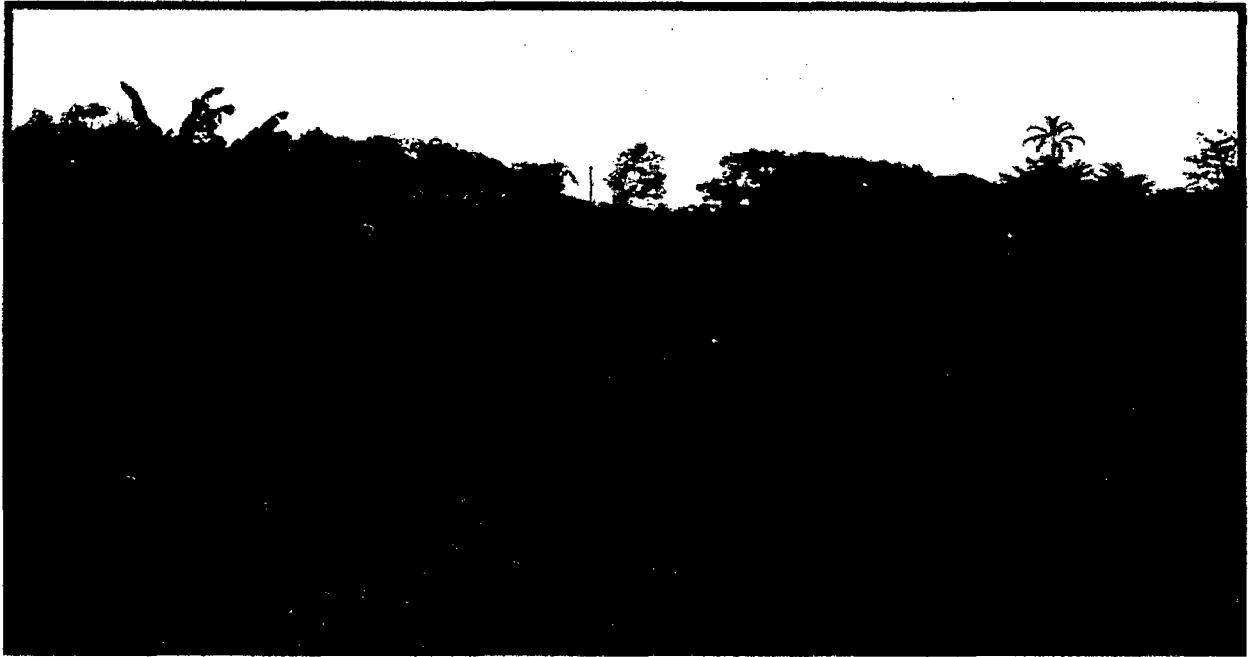


Foto 11: Carreteras de penetración a los centros poblados

X. DISCUSIÓN

10.1. DELIMITACIÓN DE LOS TIPOS DE BOSQUE

DAUBENMIRE, 1968, menciona que la cartografía de las unidades de vegetación, están caracterizadas por el conjunto de variables conformadas por la fisionomía y la estructura de la vegetación, ambas definidas por la composición florística de un área con poblaciones de plantas. Estas unidades pueden ser cartografiadas a partir del delineado de las imágenes de satélite. Por otro lado la UNESCO 1973, hace mención que las regiones de bosques húmedos tropicales, como la región amazónica, aún no se disponen de estudios en detalle de la flora, en particular para las distintas cuencas y/o sub-cuencas, por lo que las unidades de vegetación incluyen formaciones zonales y a zonales, donde todas indican condiciones ambientales.

Los estudios muestran que los patrones de vegetación, distinguibles en las imágenes de percepción remota, presentan muchas veces asociaciones particulares de vegetación (TUOMISTO, 1993, TUOMISTO *et al.*, 1995). Sin embargo, debemos tomar en cuenta que otros investigadores argumentan que la sensibilidad satelital puede reflejar sólo diferencias ambientales como humedad y fertilidad del suelo, o fases fenológicas del bosque (períodos de floración, follaje de retoño, entre otros), sin señales de los cambios correspondientes en la composición de especies de plantas (CONDIT 1996, DUIVENVOORDEN&LIPS 1998).

Para la delimitación o fisonomía de los tipos de bosque se utilizó como criterio principal la relación fisionómica - fisiográfico. Los límites fisiográficos conducen a la distinción de espacios casi homogéneos de vegetación caracterizados por los aspectos de coloración, textura y granulosidad, que fueron delimitados claramente en forma de polígonos, donde cada uno de los polígonos derivados corresponde a un tipo de bosque. En las partes colinosas del área en estudio la rugosidad que se observa en las imágenes de satélite facilita la correspondencia de las unidades fisiográficas, mientras que en las llanuras, terrazas y complejo de orillares se presentan unidades con características distintas como textura y granulosidad fina, (UNESCO, 1973).

10.2. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE TIPOS DE BOSQUE

La vegetación siempre es usada como indicadora en los intentos de comprensión de la subdivisión de los paisajes de la región amazónica del Perú, basada en los criterios florísticos, climatológica y ecológica. El primer intento de caracterización de la cobertura vegetal de las diferentes partes de la selva Peruana corresponde a WEBERBAUER (1945), quien explora y presenta los sectores de la ceja de montaña y montaña entre 700 y 3900 msnm, seguido por FERREYRA (1950, 1960, 1986), quien detalla los tipos de comunidades vegetales del valle del Huallaga y de la selva alta del Marañón, Ucayali e Inambari. Otro ejemplo de caracterización general de la región, es la de Gentry (1993), quien presenta la región amazónica de la llanura y las partes altas entre las regiones andina I y II, principalmente, hasta altitudes de 3500 a 4000 msnm.

Los trabajos de MALLEUX (1975) y en Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA (INRENA 1996a), referidos al mapa forestal del Perú, representan una aplicación de los tipos de vegetación para caracterizar la cobertura boscosa asociada a la fisiografía, altitud y clima; para el caso amazónico se incluye la fisiografía y las influencias de la dinámica fluvial. Por su parte PULGAR VIDAL (1981) y BRACK (1986), recurren a los tipos de vegetación para describir las regiones biogeográficas del Perú y RÄSÄNEN *et al.*, (1993) y PAUT (1993), presentan patrones geo-ecológicos en la región amazónica.

Para cualquier mapeo de la vegetación en la región amazónica, se debe utilizar los métodos transparentes y adecuados de cartografía (BIODAMAZ 2004c, KALLIOLA & FLORES, 1998, KALLIOLA *et al.*, 1998). Sin embargo, la interpretación de su significado biológico no es fácil sin un entendimiento científico general y un conocimiento previo de la región y de su vegetación en particular. Para facilitar su lectura por un mayor grupo de personas, fueron identificados algunos tipos particulares de vegetación en el mosaico, para que su distinción confirmada apoye al lector en la apreciación de la gran riqueza de tipos de floresta en la región.

EULER (2003), concluye en su estudio también que la clasificación visual es el método más eficaz de cartografiado forestal. Sin embargo, señala que sus limitaciones son en cierta medida subjetiva, puede variar según la experiencia del interprete y su conocimiento del sitio cartografiado y puede ser no repetible, y que por lo tanto es necesaria una evaluación en el terreno para confirmar la precisión

del cartografiado. Además, algunos factores temporales como las condiciones climáticas, las variaciones estacionales de la vegetación y la presencia de nubes pueden afectar el proceso de interpretación. Por otro lado, HUERTAS(2005), concluye en su estudio con la clasificación cartográfica forestal en la Zona Reservada Ampiyacu- Apayacu – río Algodón, con aguajales, áreas deforestadas, bosques de colinas bajas, bosques de colinas medias, bosques de galerías, bosques de terrazas altas, bosques de terrazas bajas, bosques de terrazas medias, varillal y cuerpos de agua.

La elaboración del Mapa Forestal del Perú (MALLEUX, 1975) cuyo contenido académico fue orientado a facilitar la aplicación de los planes, métodos y técnicas de extracción y el aprovechamiento forestal de los bosques, y evaluar la potencialidad de las tierras con aptitud forestal, incluyendo la protección de los bosques de colinas erosionables. Posteriormente, en 1995 (INRENA 1996a), se publicó el nuevo Mapa Forestal del Perú, que fue elaborado considerando la “necesidad imperiosa de tener un conocimiento objetivo del potencial de su recurso forestal, de su distribución geográfica y de sus diferentes características, a fin de orientar hacia las perspectivas relacionadas con el desarrollo sostenible”.

Los proyectos “Planes de Conservación para la Eco-región de los Bosques Húmedos de la Amazonía Sur Occidental”(CDC UNALM/WWF OPP 1999) y “Eco-región de Bosques Inundables y Ecosistemas Acuáticos de Várzea e Igapó” (IIAP/WWF OPP 1999), basan la interpretación de las eco-regiones de la Amazonía en la caracterización de la cobertura vegetal de los territorios

departamentales de Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali. En el primero, los límites de las eco-regiones de bosques de "tierra firme" están definidos por los cursos fluviales y los accidentes geográficos latitudinales, con rasgos climáticos y descripción de sus componentes florísticos homogéneos, resaltando en cada una de ellos la ocurrencia de los relieves variados entre terrazas y colinas, como inferencia de la interpretación de los mosaicos de imágenes de satélite disponibles, pero sin una clara definición de los tipos de bosques. Mientras el segundo ofrece, con mayores detalles, las unidades del paisaje, como resultado de las ventajas y facilidades que ofrece el mosaico de las imágenes para diferenciar las distintas comunidades vegetales expuestas a las inundaciones estacionales y pantanosas. Sin embargo, se deduce que la limitación más importante es la falta de información referida a exploraciones e inventarios florísticos "*in situ*" y de las mismas comunidades, para una detallada caracterización de los distintos tipos de vegetación de la Amazonía.

TUOMISTO (1994) concluye en su estudio que para fines de estudios de vegetación en bosques húmedos tropicales, los realces simples de las imágenes de satélite proveen por lo menos mayor información que las imágenes producidas con otros análisis (Clasificaciones, Índices de vegetación).

(ENCARNACIÓN 1985, 1993), menciona que dependiente de la fisionomía y estructura de la comunidad derivan los conceptos de "bosques" y "vegetación"; donde los primeros están conformados por la dominancia de los árboles, y el

segundo por una compleja asociación, donde pueden estar ausentes los árboles y los arbustos. En el debate de la nomenclatura fito y biogeográfica, TUOMISTO (1993) afirma que “La clasificación es una simplificación y abstracción de la realidad, de modo que la utilidad de cada clasificación depende del uso requerido”, y el resultado de aquellas abstracciones plasmado o dibujado en un mapa. Entonces, por ejemplo, una clasificación ecológica es diferente de otra para manejo forestal. Por esta razón, siempre es importante reconocer el objetivo de cada esfuerzo de mapeo y clasificación, en beneficio tanto de aquéllos que están realizando estas actividades como de los usuarios de los mapas producidos.

XI. CONCLUSIONES

1. Se identificaron 06 unidades de cobertura arbórea: bosque húmedo de llanuras meándricas, bosque húmedo de terrazas bajas inundables, bosque húmedo de terrazas medias, bosque húmedo de terrazas altas, bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada, bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada), una de palmeras (aguajal), una de pantano herbáceo/arbustivo, una de varillal, y áreas deforestadas
2. Los tipos de bosque que presentan mayor superficie en el área de trabajo son: bosque húmedo de terrazas altas 5 627 916 ha (43,85%), bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada 2 735 568 ha (21,32%), bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada 1 255 815 ha (9,79%).
3. Mientras que los tipos de bosque que menor superficie presentan son: varillal 8 423 ha (0,07 %) y pantano de herbáceo/arbustivo 62 319 ha (0,49%).
4. Los aguajales y pantano herbáceo/arbustivo presentan una superficie de 1023404 (8.19 %).
5. Se incluye también en el mapa de tipos de bosque la clase áreas deforestadas ocupan una superficie de 262 458 ha (2,05 %) del área total de trabajo.

6. La zona de estudio tiene una superficie aproximada de 12 833 304 ha repartidas en Formaciones vegetales de zonas húmedas pluviales, y otras áreas con varillal, aguajal, pantano herbáceo/arbustivo, áreas deforestadas y cuerpos de agua.
7. Los bosques, además de albergar una rica fauna y flora y ser la fuente de recursos importantes para las comunidades locales cercanas, proveen importantes servicios ambientales, especialmente captura de carbono y protección de fuentes de agua.

XII. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable realizar un trabajo de campo para validar el trabajo de interpretación realizado y presentar los mapas con un porcentaje de precisión.
2. En las áreas deforestadas y abandonadas, promover actividades de reforestación o actividades de agros-forestería.
3. En los futuros estudios geobotánicas, se debe enfatizar la utilización de cartografía actualizada, elaborada a partir de imágenes de satélite con el uso de los sistemas de información geográfica.
4. Estos tipos de bosques, además de albergar una rica fauna y flora y ser la fuente de recursos importantes para las comunidades locales cercanas, proveen importantes servicios ambientales, especialmente captura de carbono y protección de fuentes de agua
5. Es necesario que se inicien políticas claras de intervención para frenar la deforestación y mantener el potencial de 95 % de bosque. Mediante la creación de áreas de conservación comunal, municipal, privadas; a través de ordenanzas municipales y/o regionales e impulsar la recuperación de la vegetación de las micro cuencas.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- A. LÓPEZ; PINILLA, C.; LÓPEZ, R.; BORQUE. 1996. Control de calidad del proceso de clasificación de imágenes satelitales. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén, Perú.
- BIODAMAZ. 2001. Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana SIAMAZONIA. Documento Técnico No 02. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004a. Guía para estudiar patrones de distribución de especies amazónicas. Documento Técnico No 06. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004b. Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja peruana. Documento Técnico N° 03. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004c. Marco teórico y metodológico para identificar unidades ambientales en la selva baja peruana. Documento Técnico No 05. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- CDC UNALM/WWF OPP. 1999. Bosques húmedos Amazonía sur occidental. Centro de Datos para la Conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC UNALM) & Fondo Mundial para la Naturaleza (WorldWildlifeFund), Oficina Programa Perú (WWF OPP). Lima, Perú.
- CDC UNALM/WWF OPP. 2002. Evaluación Ecológica del Abanico del Río Pastaza, Loreto- Perú. Centro de Datos para la Conservación, Universidad

Nacional Agraria La Molina (CDC UNALM) & Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund), Oficina Programa Perú (WWF OPP).
Lima, Perú. 76 pp.

CHUVIECO, E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. Universidad de Alcalá. Madrid, España. Edición RIALP. S.A. 568 p.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROESPACIAL (CONIDA). 1977. Utilización de la cámara multiespectral "Identificación de un área parcial de cultivo "valle chancay – Huaral". 33 p.

EULER, A. 2003. Interpretación de datos del dosel forestal y de sensores remotos para la interpretación de mapas de tipos de bosque en Acre, Brasil. In Actualidad Forestal Tropical. Vol. 11 (1). 22-23 pp.

ENCARNACIÓN, F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura Amazónica. Candollea 40: 237-252.

ENCARNACION, F. 1993. El Bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. Alma Mater 6:95-114.

ENCARNACIÓN, F., AQUINO, R. & MORO, J. 1990. Flora y vegetación de isla Iquitos Padre Isla (Loreto, Perú): Su relación con el manejo semi-extensivo de *Saguinus mystax*, *Saimirisciureus* y *Aotus*. En: Proyecto Peruano de Primatología. Investigaciones Primatológicas (1973-1985). Proyecto peruano de Primatología "Manuel Moro Sommo", Lima, Perú. pp. 475-488.

- FACHÍN MALAVERRI, LIZARDO. CURSO "Sistemas De Información Geográfica (SIG), Sistemas De Posicionamiento Global (GPS), PROCESAMIENTO DE IMAGENES DE SATELITE". COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU. CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LORETO. CAPÍTULO DE INGENIEROS AGRÓNOMOS. Iquitos. Del 28 de marzo al 02 de abril de 2011.
- 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.
- FERREYRA, R. 1950. Informe Botánico de la Expedición Científica del Valle del Huallaga, Informe sobre el Huallaga, 1: 177-217. Lima, Perú. 62
- FERREYRA, R. 1960. Algunos aspectos fito-geográficos del Perú. Publicaciones del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Serie 1 (B): 41-87.
- FERREYRA, R. 1986. Flora y vegetación del Perú. En: Manfer-Juan Mejía Baca. (ed.). Gran Geografía del Perú, Naturaleza y Hombre. Vol. II: 1-174. Talleres Gráficos Soler S.A., Espulgues de Llobregat, Barcelona, España.
- GENTRY, A.H. 1993. Overview of the Peruvian Flora. En: Brako, L. & Zarucchi, J.L. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru / Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monographs in Systematic from the the Missouri Botanical Garden 45. Missouri Botanical Garden, EE.UU. pp. xxix xxxviii.
- GOBIERNO REGIONAL DE LORETO. Plan vial departamental participativo de Loreto 2006 – 2015. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Iquitos, setiembre 2005, Perú. pag. 115.

GRANDEZ, C., GARCÍA, A., DUQUE, A. & DUIVENVOORDEN, J.F. 2001. La composición florística de los bosques en las cuencas de los ríos Ampiyacu y Yaguashyacu (Amazonía peruana). En: Duivenvoorden, J.F., Balslev, H., Cavelier, J., Grandez, C., Tuomisto, H. & Valencia, R. (eds). Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental. IBED, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Países Bajos. pp. 163-176.

HUERTA SÁNCHEZ, PATRICIA (2005). Procesamiento digital de imágenes de satélite y elaboración de mapas de fisiografía, forestal y de uso de la tierra para la Zona Reservada de Ampiyacu-Apayacu-Río Algodón. Instituto del Bien Común, Lima.

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 PESQUISAS ESPACIALES (INPE). 2005. Detección de áreas deforestadas en tiempo real: conceptos básicos, desarrollo y aplicaciones del proyecto DETER. Sao José dos Campos, Brasil.

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE) 2003. Zonificación Ecológica Económica del sector Mazan-Estrecho. Proyecto Especial Binacional Desarrollo Integral de la cuenca del Putumayo (PEDICP), Iquitos - Perú. 135 pág.

IIAP. 2000. Proyecto Caracterización y Evaluación de la Biodiversidad para la Conservación de la Cuenca del Río Nanay. Informe Técnico. Programa de

- Biodiversidad, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú. Tipog.
- IIAP. 2001a. Vegetación. En: Zonificación Ecológica Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta. Informe Final. Tomo III Medio Biológico. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) & Consejo Transitorio de Administración Regional de Loreto (CTAR Loreto). Iquitos, Perú. Tipog. pp. 1-55 + Anexos, Cuadros 1 A 114 A.
- IIAP. 2001b. Programa de Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad: Conservación y Manejo de la Biodiversidad en la cuenca del Pucacuro. Informe Técnico. Programa de Biodiversidad, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Perú. 91 pp.+ anexos.
- IIAP/WWF OPP. 1999. Proyecto Eco-región de bosques inundables y ecosistemas acuáticos de várzea e igapó (Eco-región de humedales amazónicos). Informe Final. Iquitos, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) & Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund), Oficina Programa Perú. Iquitos, Perú. Tipog. 161 pp. + 7 anexos.
- INADE. 1998. Macro zonificación del Ámbito Integrado Peruano-Boliviano, Vol. I. Instituto Nacional de Desarrollo & Cooperación Organización de Estados Americanos (OEA). Lima, Perú. Tipog. pp. 65-112 + anexos + mapa.
- INADE/PEAE. 2000. Vegetación. En: Proyecto Microzonificación ecológica económica del área fronteriza peruano - ecuatoriano, Sector Napo - Tigre Amazonas. Informe final. Convenio de Desarrollo Fronterizo Binacional

- Perú - Ecuador, Programa de Estudios Automatizados Especiales, Instituto Nacional de Desarrollo, Lima, Perú. pp. 66- 90 + anexos.
- INEI. 2010. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática-INEI, Perú: Principales Indicadores Departamentales 2006-2009, Lima, Octubre 2010).
- INRENA. 1994a. Mapa ecológico del Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.
- INRENA. 1994b. Zonificación Ecológica Económica Yaco, Iberia e Iñapari. Informe.
- JOINT RESEARCH CENTER – EUROPEAN COMMISSION. 1998. Identification of deforestation hot spot areas in the humid tropics. Proyecto TREES (Tropical Ecosystem Environment Observation by Satellites). Space Application Institute. Global Vegetation Monitoring Unit. TREES publication Series B. Research Report Nro. 4. 100 p.
- KALLIOLA, R. – FLORES, P. S. 1998. Geo ecología y Desarrollo Amazónico.- Estudio Integrado en la zona de Iquitos, Perú. Editorial Finnreklama y. Finlandia. 544 p.
- KALLIOLA, R; PUHAKKA, M; DANJOY, N. 1993. Amazonia Peruana, Vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Universidad de Turku. Oficina nacional de evaluación de recursos naturales.265p.
- KALLIOLA, R., PUHAKKA, M. & DANJOY, W. (eds.). 1993a. Amazonía Peruana vegetación húmeda tropical en el llano sub-andino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. 265 pp.

- KALLIOLA, R., J. SALO, M. PUHAKKA & M. RAJASILTA. 1991a. New site formation and colonizing vegetation in primary succession on the western Amazon floodplains. *Journal of Ecology* 79: 877-901.
- KALLIOLA, R., PUHAKKA, M., SALO, J., TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. 1991b. The dynamics, distribution and classification of swamp vegetation in Peruvian Amazonía. *Ann. Bot. Fennici* 28: 225-239.
- KALLIOLA, R. LINNA, A., PUHAKKA, M., SALO, J. & RÄSÄNEN, M. 1993b. Mineral nutrients from fluvial sediments in the Peruvian Amazon. *Catena* 20: 333-349.
- KALLIOLA, R., RUOKOLAINEN, K., TUOMISTO, H., LINNA, A. & MÄKI, S. 1998. Mapa geo-ecológico de la zona de Iquitos y variación ambiental. En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. (eds). *Geo-ecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú*. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II* 114: 443-457 + el Mapa geo-ecológico de la zona de Iquitos, Perú (como Anexo al libro citado).
- KALLIOLA, R., SALO, J., PUHAKKA, M., RAJASILTA, M., HÄME, T., NELLER, R.J., RÄSÄNEN, M.E. & DANJOY ARIAS, W.A. 1992. Upper Amazon channel migration. Implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. *Naturwissenschaften* 79: 75-79.
- MALLEUX, J. 1988. *Percepción Remota para la Fotointerpretación*. Documento de Campo Nro. 01. FAO. Lima – Perú. 44 p.
- _____. 1971. *Estratificación Forestal con fines de inventario en el trópico húmedo*. Tesis para optar el título de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria "La Molina". Lima – Perú. 54 p.

_____. 1975. Mapa Forestal del Perú. Memoria Explicativa. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNA). Departamento de Manejo Forestal. Lima – Perú. 161 p.

OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES (ONERN). 1975. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales en la zona de Iquitos, Nauta, Requena, y Colonia Angamos. Lima – Perú. pag. 269. Anexos y mapas.

ONERN 1968. Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona del Río Tambo - Gran Pajonal. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú.

ONERN. 1976a. Estudio de Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú.

ONERN. 1976b. Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 146 pp. + anexos.

ONERN. 1984. Forestales. En: Inventario y evaluación de los recursos naturales de la micro-región Pastaza-Tigre, departamento de Loreto (Reconocimiento). Informe.

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) & Corporación de Desarrollo de Loreto (CORDELOR). Lima, Perú. pp. 145-163 + anexos + mapas.

PERNÍA, E. 1989. Guía Práctica de Foto interpretación. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, 278 p.

- _____. 1996. Propuesta para un programa de actualización de la información cartográfica de las reservas forestales venezolanas. *Revista Forestal Venezolana*, 40(2), pp. 9-19.
- _____. 1997. Sistemas aero fotográficos de pequeño formato para la evaluación de recursos forestales en América Latina. *Revista de Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, Vol. 6 (1 y 2), pp. 229-246.
- PERNÍA, E. y J. LÓPEZ. 1997. Una metodología práctica de generación de información de imágenes de percepción remota para los SIG. VIII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, Mérida, Venezuela.
- PONCE - HERNADEZ, R. 1993. La Zonificación Ecológica - Económica de la Amazonía y los Sistemas de Información Geográfica, p 21 – 45.
- PUERTAS, P. E., AQUINO, R. & ENCARNACIÓN F. 1995. Sharing of Sleeping Sites Between Aotus vociferans with other Mammals in the Peruvian Amazon. *Primates* 36 (2): 282-287.
- PUHAKKA, M. & KALLIOLA, R. 1993. La vegetación en áreas de inundación en la selva baja de la Amazonía peruana. En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds). *Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano sub andino*. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 113-138.

- PULGAR VIDAL, J. 1981. Geografía del Perú, Las Ocho Regiones Naturales del Perú. Editorial Universo S.A., Lima, Perú. 313 pp.
- RASANEN M, LINNA A, IRION G, REBATA L, VARGAS R y WESSELINGH F. 1998. Geología y Geo-formas de la zona de Iquitos. Capítulo 4. In: Kalliola R. & Flores Paitàn, S. (EDS.) 1998. Geo-ecología y desarrollo Amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Peru. Annales Universitatis Turkuensis Ser A 11114:369-387.
- 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.
- SÁNCHEZ, A., REJAS, J.G., VÉLIZ, S.V. Y PINEDA, M.C., 2009. Dinámica temporal mediante técnicas de teledetección. VIII Congreso Ibérico de Arqueometría, Teruel España.
- The Field Museum, 2004. Rapid Biological Inventories: 12. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Chicago. 273 p.
- TUOMISTO H. 1998. What Satellite Imagery and Large- Scale Field Studies can tell about Biodiversity Patterns in Amazonian Forests. Annals of the Missouri Botanical Garden. Volume 85, Number 1, p 48-62.
- 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.

UNESCO. 1973. Clasificación Internacional y cartografía de la Vegetación.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Paris, Francia. 93 pp. 1 tabla.

UNESCO. 1981. Mapa de vegetación de América del Sur. Nota explicativa.

Investigaciones sobre recursos naturales 17: 1-189. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Paris, Francia.

PÁGINAS WEB

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000100006&lng=es&nrm=is

[http://www.iiap.org.pe/promamazonia/SGAmbiental/Documentos/4Ordenamie\).](http://www.iiap.org.pe/promamazonia/SGAmbiental/Documentos/4Ordenamie).)

http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/nueva_version_manuales/pinbn_manual_cartografia_sig.pdf

<http://www.fao.org/docrep/007/ad680s/ad680s04.htm>

<http://es.thefreedictionary.com/bosque> (Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L).

<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL646.pdf>

http://www.fs.fed.us/research/publications/producci%F3n_forestal_para_am%E9rica_tropical/ap%E9n.d.pdf

<http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev34/pag12.pdf>

<http://www.dar.org.pe/transparenciaforestal/Documentos/INFORME%20PERU%202006/CAP.%20III.1%20CARACTERIZACI%C3%93N%20SF%20PRODUCCI%C3%93N.pdf>

<http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/ponencias/54.pdf>

<http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2010/MILLER-MANUEL.pdf>

ANEXO

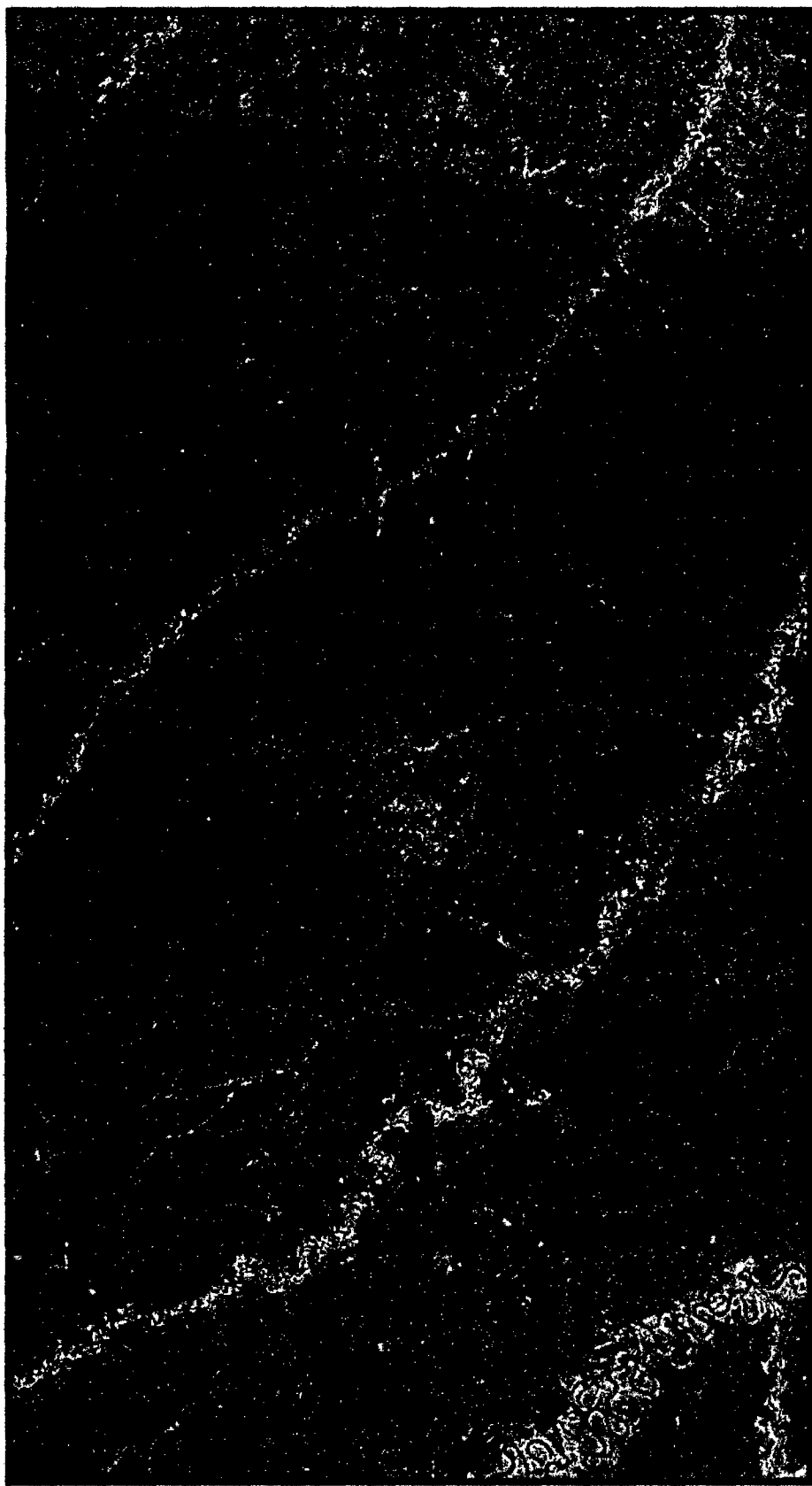


Figura 18: Combinación de banda RGB 5-4-3 (para la interpretación de las características vegetativas)

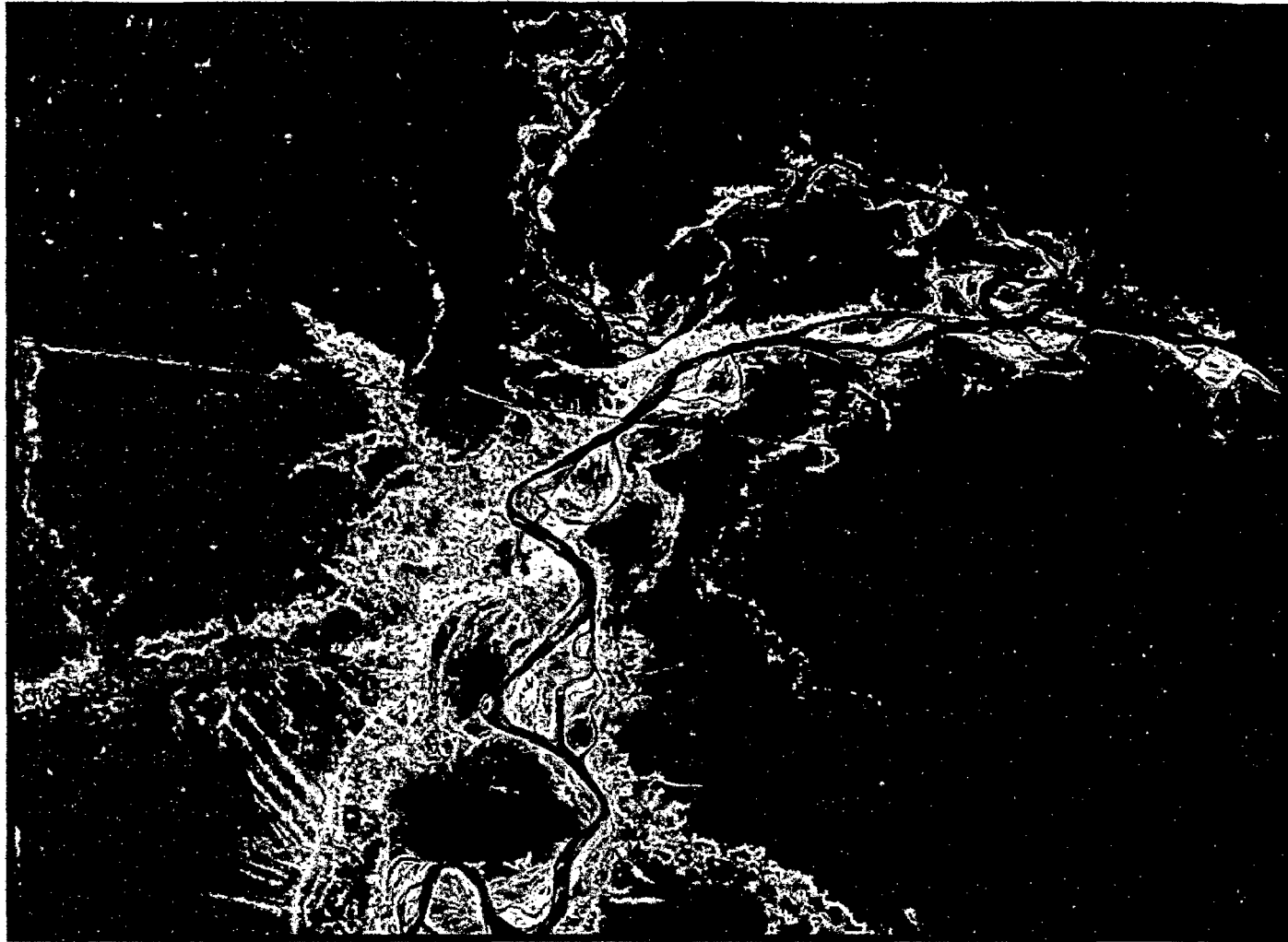


Figura 19: Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características vegetativas de las zonas con mal drenaje como: aguajales y pantanos)



040



Figura 20: Combinación de banda RGB 4-5-3 (para la interpretación de las características de las zonas intervenidas o deforestadas).