



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**"MONITOREO DE LA DEFORESTACIÓN EN LAS
PROVINCIAS DE MOYOBAMBA Y RIOJA DE LA REGIÓN
SAN MARTÍN"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
ALFREDO YSUIZA PÉREZ**

TARAPOTO – PERÚ

2 004

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

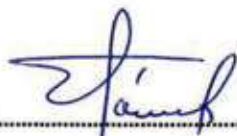
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

**“MONITOREO DE LA DEFORESTACIÓN EN LAS
PROVINCIAS DE MOYOBAMBA Y RIOJA,
DE LA REGIÓN SAN MARTÍN”**

TESIS

Para Obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

MIEMBROS DEL JURADO



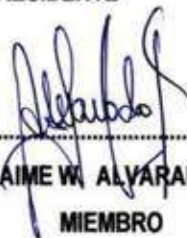
Ing. M.Sc. JORGE SÁNCHEZ RÍOS

PRESIDENTE



Ing. WILLIAMS RAMÍREZ NAVARRO

MIEMBRO



Ing. Dr. JAIME W. ALVARADO RAMÍREZ

MIEMBRO



Ing. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ

ASESOR



Bach. ALFREDO YSUIZA PÉREZ

TESISTA

DEDICATORIA

Con eterna gratitud, a mis queridos padres **Ulpiano y Azucena**, quienes con su gran amor y ejemplo, desde niño supieron inculcarme valores de responsabilidad, respeto y perseverancia; conllevándome a fortalecer mi formación para alcanzar la culminación de mi carrera profesional.

De igual manera a mis hermanos: **Adriel, Amanda, Arón, Abel y Alfonso**, quienes supieron brindarme sus buenos consejos y apoyo incondicional para seguir adelante hasta cumplir con mis metas trazadas.

Alfredo

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1. Localización del Área de Estudio	26
4.1.1. Ubicación.....	26
4.2. Características General del Área	27
4.2.1. Zona de Vida	27
4.2.2. Características y limitaciones ecológicas.....	27
4.2.3. Clima	28
4.2.4. Suelos	29
4.2.5. Geología	29
4.2.6. Aguas	30
4.2.7. Vegetación.....	30
4.3. Características del Satélite Landsat TM5.....	32
4.4. Características del Satélite Landsat 7	32
4.5. Característica de la Imagen Landsat.....	33
4.6. Materiales.....	34
4.6.1. Material cartográfico	34
4.6.2. Material satelitario.....	34

4.6.3. Hardware y Software	35
4.6.4. Equipo y/o material complementario	35
4.7. Metodología	36
4.7.1. Preparación de la Información	37
4.7.2. Procesamiento Digital de la Imagen.....	37
A. Primer Nivel	37
B. Segundo Nivel.....	39
4.7.3. Verificación de Campo.....	44
4.7.4. Análisis de los cambios en la cobertura Forestal y en los Patrones de Uso de la Tierra, e Identificación de los Procesos Socioeconómicos	46
4.7.5. Establecimiento de la base de datos.	47
4.7.6. Productos finales: Imagen de satélite, mapas finales de la clasificación de los patrones de uso de la tierra y matriz de cambios.....	50
V. RESULTADOS.....	52
5.1. Selección de la mejor combinación de bandas espectrales.....	52
5.2. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986-1 999.....	57
5.2.1. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986 - 1 999 - Provincia de Moyobamba	60

5.2.2. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986-1 999 - Provincia de Rioja.....	65
5.3. Análisis de la Deforestación - Provincia de Moyobamba	70
5.4. Análisis de la Deforestación - Provincia de Rioja.....	78
5.5. Análisis de los conflicto en el uso de la tierra según la capacidad de uso mayor de las tierras en el Perú - Provincia de Moyobamba	85
5.6. Análisis de los conflicto en el uso de la tierra según la capacidad de Uso Mayor de las Tierras en el Perú – Provincia de Rioja	90
5.7. Aspectos Socioeconómicos de las Zonas de Estudio: Moyobamba y Rioja	95
5.8. Regresión lineal (Población Vs Deforestación).....	98
VI. DISCUSIONES	100
VII. CONCLUSIONES	102
VIII. RECOMENDACIONES	104
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	105
RESUMEN	110
SUMMARY	112
ANEXOS	114

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Características del Satélite Landsat TM5	32
Cuadro N° 02: Características del Satélite Landsat 7 32.....	32
Cuadro N° 03: Características de la Imagen Landsat.....	33
Cuadro N° 04: Clasificación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la tierra.....	41
Cuadro N° 05: Puntos de verificación de campo.....	45
Cuadro N° 06: Matriz de cambios en la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra – Provincia de Moyobamba	58
Cuadro N° 07: Matriz de cambios en la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra – Provincia de Rioja	59
Cuadro N° 08: Variación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la Tierra en el Periodo 1986-1999 – Provincia de Moyobamba	62
Cuadro N° 09: Variación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la Tierra en el Periodo 1986-1999 - Provincia de Rioja.....	67
Cuadro N° 10: Unión de las Coberturas del Periodo de Estudio (1986-1999) - Provincia de Moyobamba	71
Cuadro N° 11: Proyecciones de Deforestación – Provincia de Moyobamba..	75

Cuadro N° 12: Unión de las Coberturas del Periodo de Estudio (1986-1999) - Provincia de Rioja.....	78
Cuadro N° 13: Proyecciones de la Deforestación – Provincia de Rioja	82
Cuadro N° 14: Capacidad de Uso Mayor de las Tierras – Moyobamba	86
Cuadro N° 15: Áreas en conflicto, según su Capacidad de Uso Mayor entre 1986 y 1999	87
Cuadro N° 16: Capacidad de Uso Mayor de las Tierra – Provincia de Rioja ..	91
Cuadro N° 17: Áreas en Conflicto de Uso entre 1986-1999	92
Cuadro N° 18: Datos de aspectos Socio-económicos referentes a las áreas de estudio	95
Cuadro N° 19: Indicadores relacionados al uso de la tierra	96
Cuadro N° 20: Agentes, causas, efectos de la deforestación.....	97

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 01: Procesamiento de las imágenes de satélite	39
Gráfico N° 02: Análisis y clasificación de los patrones de uso de la tierra	43
Gráfico N° 03: Deforestación de la Provincia de Moyobamba a 1 999	73
Gráfico N° 04: Provincia de Moyobamba- Evolución de la Deforestación (1 986 – 1 999).....	74
Gráfico N° 05: Proyecciones de la deforestación-Provincia de Moyobamba .	75
Gráfico N° 06: Deforestación de la Provincia de Moyobamba a 1999	80
Gráfico N° 07: Provincia de Rioja-Evolución de la Deforestación (1 986 – 1 999)	81
Gráfico N° 08: Proyecciones de la deforestación-Provincia de Rioja.....	82
Gráfico N° 09: Regresión lineal (Población Vs Deforestación) - Provincia de Moyobamba	98
Gráfico N° 10: Regresión lineal (Población Vs Deforestación) - Provincia de Rioja	98

LISTA DE MAPAS

	Pág.
• Mosaico de Imágenes de Satélite Landsat 5 "TM" de la Provincia de Moyobamba, del año 1986.....	53
• Mosaico de Imágenes de Satélite Landsat 7 "ETM+" de la Provincia de Moyobamba, del año 1999.....	54
• Mosaico de Imágenes de Satélite Landsat 5 "TM" de la Provincia de Rioja, del año 1986.....	55
• Mosaico de Imágenes de Satélite Landsat 7 "ETM+" de la Provincia de Rioja, del año 1999.....	56
• Mosaico de Imágenes de Satélite Landsat de la Provincia de Rioja, año 1986.....	53
• Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de la Provincia de Moyobamba, año 1986.....	63
• Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de la Provincia de Moyobamba, año 1999.....	64
• Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de la Provincia de Rioja, año 1986.....	68
• Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de la Provincia de Rioja, año 1999.....	69
• Mapa de deforestación de la Provincia de Moyobamba, del periodo de estudio (1 986-1 999).....	76

x

- Mapa de Evolución de la Deforestación - Provincia de Moyobamba, del periodo de estudio (1986-1999) 77
- Mapa de deforestación de la Provincia de Rioja, del periodo de estudio (1986-1999) 83
- Mapa de Evolución de la Deforestación – Provincia de Rioja, del periodo de estudio (1986-1999) 84
- Mapa de capacidad de uso mayor de las tierras (Provincia de Moyobamba) 88
- Mapa de conflictos sobre el uso de tierras de la Provincia de Moyobamba 89
- Mapa de capacidad de uso mayor de las tierras (Provincia de Rioja 93
- Mapa de conflictos sobre el uso de tierras de la Provincia de Rioja 94

LISTA DE FLUJOGRAMAS

	Pág.
• Flujograma para corregir coberturas : Provincia de Moyobamba	48
• Flujograma para corregir coberturas : Provincia de Rioja.....	49.

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
• Mapa de deforestación de la Provincia de Moyobamba, del año 1986...	115
• Mapa de deforestación de la Provincia de Moyobamba, del año 1999...	116
• Mapa de deforestación de la Provincia de Rioja, año 1986.....	117
• Mapa de deforestación de la Provincia de Rioja, año 1999.....	118
• Glosario de términos.....	119

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos e importantes del mundo, contienen más del sesenta por ciento de la biodiversidad del planeta, además proporcionan a la sociedad una serie de servicios ambientales, como son, la protección del suelo, regulación de microclimas y caudales hídricos, absorción de carbono y producción de oxígeno, conservación de la flora y fauna, conservación de ecosistemas y mantiene los procesos ecológicos esenciales. Irónicamente todas estas bondades quedan de lado cuando el hombre en su afán de mejorar sus condiciones de vida realiza actividades que inevitablemente perjudican a este recurso natural con el tan conocido problema de la deforestación que a la vez pone en riesgo de desaparecer trayendo serias consecuencias económicas y sociales a largo plazo.

San Martín, es una de las regiones de Perú que, desde hace muchos años atrás luce un panorama sombrío respecto a la conservación de los recursos naturales se refiere, en cuanto a las coberturas gran parte de sus áreas están siendo devastadas diariamente sin ningún manejo o criterio técnico acorde a la realidad

Afortunadamente, hoy en día existen herramientas sofisticadas como la percepción remota y los sistemas de información geográfica, con las que se puede realizar monitoreos de la deforestación, buscando en este sentido un

mejor control a fin de minimizar el impacto ambiental negativo ocurrido hasta el momento.

En tal sentido el presente trabajo de investigación denominado "Monitoreo de la Deforestación en las Provincias de Moyobamba y Rioja en la Región San Martín", se realizó con la finalidad de contar con una herramienta base que ayude a plantear propuestas de desarrollo sostenible, compatibles con las características físicas naturales y actuales de dichas provincias, que conlleven a mejorar la calidad de vida de la población en armonía con la naturaleza.

Cabe indicar que en el estudio se priorizo el análisis de imágenes de satélite LANDSAT TM5 (1986) y LANDSAT TM7 (1999), los mismos que fueron procesados empleando los Sistemas de Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica, utilizando los Software's ERDAS IMAGINE, ARC/INFO y ARCVIEW, además del archivo de extensión DBF compatible a FOXPRO.

II. OBJETIVOS

- 2.1. Identificar y cuantificar el avance de la deforestación en los bosques naturales en las Provincias de Moyobamba y Rioja, mediante el uso de indicadores espaciales de los cambios en la cobertura forestal, utilizando los Sistemas de Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica.

- 2.2. Identificar los procesos socioeconómicos que determinan la deforestación en las Provincias de Moyobamba y Rioja.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Bosque

El bosque es un sistema productor de biomasa en grandes cantidades, del cual un 5% aproximadamente se encuentra en la superficie del suelo, como materia orgánica en descomposición, para ser asimilada nuevamente por las plantas del sistema. Este ciclo interminable; constituye la base para el desarrollo de la flora que cubre toda la Región. La Deforestación: rozo, tala y quema interrumpe éste ciclo abruptamente y los suelos son incapaces de mantener ésta fertilidad, si es que los sistemas nuevos de producción no aportan cantidades aceptables de hojarasca para la protección del suelo y su incorporación nutritiva (VALDEZ, 2 002).

La Selva Tropical Húmeda es el ecosistema más productivo, intrincado, eficiente y organizado de todos los ecosistemas terrestres conocidos, pero al mismo tiempo, uno de los más delicados y frágiles al ser manipulados. Es por ello que en los últimos años se viene dando un creciente interés en el mundo para la ejecución de políticas de desarrollo que conduzcan a un gran objetivo: conservar los Bosques Tropicales y, dentro de éstos los Bosques Amazónicos (MALLEUX, 1 988).

3.2. Deforestación

La deforestación es la tala o quema de los bosques; es la destrucción o eliminación de la masa boscosa de la superficie terrestre por la acción de la mano del hombre (ENCARTA, 2 002).

Por otro lado, la deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra, que se explica principalmente por la expansión de la agricultura y la ganadería sobre tierras forestales (SAN MARTÍN y HASENN, 1 994).

- Agentes de la deforestación

Los agentes de la deforestación son las personas que físicamente (o mediante decisiones sobre sus fuerzas laborables) convierten en los bosques a uso no forestales: pequeños agricultores, propietarios de plantaciones y de grandes fincas, concesiones de bosques, agencias de construcción de infraestructura y así sucesivamente (FAO, 1 996).

- Causas de la deforestación

Entre las causas están las fuerzas del mercado (fluctuaciones internacionales de precios de los productos agrícolas comerciales), las políticas económicas (devaluación de la moneda), las medidas legales o reguladoras (cambios en las

leyes de tendencia de la tierra). Los factores interinstitucionales (la decisión de destacar a más guardabosque en una zona determinada). Y las decisiones políticas (un cambio en la forma en la que se asigne las concesiones forestales) (FAO, 1996).

La pobreza rural, alta tasa de crecimiento de la población, la agricultura migratoria, el cultivo de la coca, la extracción forestal selectiva y los bajos niveles de transformación industrial de la madera, la ampliación de las áreas de pastoreo y la falta de orientación técnica de los organismos del Estado para asignar el aprovechamiento más apropiado de la tierra según su capacidad de uso mayor y el aprovechamiento integral e integrado de los Recursos Naturales, en conjunto vienen a ser las causas de la deforestación (VALDEZ, 2002).

- **Efectos de la deforestación.**

Son los siguientes: erosión de suelos, deslizamientos, disminución del caudal de agua, destrucción de la belleza paisajística y pérdida de la diversidad genética del bosque (VALDEZ, 2002).

3.3. Las políticas de tenencia de la tierra y las desigualdades

El siguiente ejemplo de Ecuador pueda hacerse extensivo no sólo a la mayoría de los demás países amazónicos sino también a

muchos otros países del Sur en otras regiones distantes. A comienzos de la década del 70 hubo un gran flujo migratorio de agricultores que se adentraron al Amazonas ecuatoriano, una de las zonas de bosques más preciada del mundo. La mayoría de estos agricultores venían de los Andes y las regiones costeras del país, la migración fue activamente alentada por un programa del gobierno ecuatoriano que incluía la entrega de títulos para parcelas estándar de 45 a 50 hectáreas para los inmigrantes. Como los agricultores corrían el riesgo de perder el derecho de la tierra si no la transformaban en tierra agrícola u otra tierra "útil", la deforestación era más o menos obligatoria (RUETE, 2 002).

3.4. Modelos de producción y consumo que favorecen al proceso de la deforestación

Entre las numerosas causas subyacentes de la deforestación, una de las menos comprendidas es la relación entre la deforestación y los modelos de producción y consumo, tanto de productos agrícolas como en general. Es necesario destacar que muy pocas veces la producción de alimentos para los pobres es causa de deforestación, ya que las mayores superficies de bosques convertidas a otros usos actualmente están dedicadas a la producción de cultivos comerciales y a la cría de ganado. Estos productos, que van desde café y carne a coca y soya, en muchos casos son producidos casi exclusivamente para los mercados exportadores de los países de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Es absurdo defender la producción de estos bienes cuyo destino es el de satisfacer los desmedidos modelos de consumo de los países del Norte con el argumento de la seguridad alimentaria, como lo hacen algunos gobiernos e instituciones internacionales (incluida la propia FAO) (WRM, 2 001).

3.5. Análisis de la problemática del proceso de la deforestación

El proceso de deforestación, como causante de cambios climáticos, es de atención prioritaria a nivel mundial. Según la FAO (1999), la adopción del Protocolo de Kyoto del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) en 1997 y las Deliberaciones de la Cuarta Conferencia de las Partes, que tuvo lugar en Buenos Aires, Argentina, en Noviembre de 1998, resaltaron la función de los bosques en la mitigación del cambio climático mundial. El Protocolo de Kyoto establece compromisos jurídicamente vinculantes de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los países industrializados y permite llevar a cabo un número reducido de actividades en el cambio del uso de la tierra y en el sector forestal para cumplir dichos compromisos. De esta forma, ofrece a los países industrializados incentivos para invertir, en su país o en otros países, en actividades forestales que potencien la retención y/o reduzcan las emisiones de carbono. Aunque ciertamente es necesario clarificar muchos puntos del Protocolo de Kyoto, en

caso de ser ratificado ofrecerá posibilidades de inversión en el sector forestal (WRM, 2 001).

La FAO, menciona que el noventa por ciento de la deforestación es provocada por prácticas de agricultura no sustentable, mientras que la tala y la plantación de árboles para explotación forestal desempeñan un papel más importante en la degradación de los bosques. Por más controvertidas que sean estas cifras en todo caso puede decirse que la agricultura insustentable es sin dudas una de las principales causas directas de la deforestación y la degradación de los bosques en muchos países del mundo. Un enfoque simplista del problema podría llevar a culpar a la "ignorancia" de los agricultores involucrados en este proceso, el cual, sin duda, es más complejo (WRM, 2 001).

En otros casos los bosques se talan para abrir paso a la agricultura moderna o la cría de ganado a gran escala con destino al mercado de exportación. Por ejemplo, los bosques han sido convertidos a la ganadería en América Central, a la producción de soya en Brasil y a la fabricación de madera para pasta en Indonesia. En el primer caso, el proceso se originó en el crecimiento explosivo de un mercado de comida rápida hamburguesas en Estados Unidos. Ese mercado exige grandes cantidades de carne barata de baja calidad que podría ser producida en países cercanos a la zona tropical. El resultado fue

la deforestación generalizada de América Central. La producción subvencionada y altamente "tecnificada" de carne en Europa exige un abastecimiento siempre creciente de cereales para alimentar el ganado (WRM, 2 001).

La deforestación y la degradación de los bosques ocurren tanto en los países del Norte como del Sur. Los países industrializados no sólo redujeron o degradaron sus propios bosques en el pasado, sino que muchos lo siguen haciendo en el presente (ANDERSON, 1 990).

La construcción de caminos es una de las actividades promovidas y financiadas por instituciones multilaterales como el Banco Mundial y otros bancos multilaterales regionales, y permite a los gobiernos cumplir con las políticas del FMI de aumento de las exportaciones. La construcción de caminos también está vinculada a los intereses de las transnacionales, que por lo tanto pueden acceder a los recursos naturales e incorporarlos al mercado mundial (ANDERSON, 1 990).

Por otra parte, durante la década del sesenta, con el acelerado aumento poblacional en el Ande peruano y la cada vez más limitada disponibilidad de tierras agropecuarias así como el problema de la incidencia del cultivo de coca, se ha intensificado la migración de poblaciones serranas, hacia la región amazónica, en los departamentos de Puno, Cuzco, Ayacucho, Junín, San

Martín, Pasco, Huánuco y Cajamarca, causando graves e irreparables daños a la vegetación y suelos de la Selva Alta, donde ya se han deforestado más de cinco millones de hectáreas (MALLEUX, 1 988).

En el Perú, el muestreo de áreas se efectuó entre los años 1964 a 1969, y fue desactivado, pero demostró en su ejecución, que era viable obtener información a nivel regional (Región Natural), infiriendo los principales cultivos con una muestra de áreas obtenidas en base a aerofotografías (VELAZCO, 1 989).

La continua destrucción de las selvas tropicales, inevitablemente acarreará una extinción masiva Si esto ocurriese, se eliminaría una gran herencia genética de valor estético inevitable, además de los servicios ecológicos que presta, como por ejemplo la polinización, la dispersión de semillas, etc. (ANDERSON, 1 990).

Las mayores fuerzas que determinan la deforestación están relacionadas con la economía de subsistencia, las políticas públicas, el mercado internacional del consumo ilícito de la coca y los procesos migratorios de la población andina. Pero la intensidad y dirección de estas fuerzas, ha estado condicionada por las limitaciones físicas, la accesibilidad, el terrorismo y el narcotráfico. Sobre este último aspecto, el área en estudio durante el período de análisis ha sido el escenario principal de las

actividades subversivas desarrolladas por Sendero Luminoso y el MRTA en el país, generando en algunas zonas de la selva alta la intensificación del cultivo ilegal de la coca y en otros, la migración del campo a la ciudad. En este sentido, la deforestación es un proceso fundamentalmente socioeconómico que origina cambios drásticos en la cobertura vegetal en una zona determinada, pasando de un paisaje boscoso a un paisaje antrópico donde predomina diversos usos de la tierra, como por ejemplo: agricultura, ganadería, infraestructura urbana, minería, etc. (IIAP, 1999).

3.6. Mirando hacia adelante

La Comunidad Internacional por lo menos dentro del marco del Foro Intergubernamental sobre los Bosques de la Comisión para el Desarrollo Sustentable ha reconocido la necesidad de identificar las causas subyacentes de la deforestación con el objetivo de encontrar soluciones y salvar a los bosques del planeta que aún permanecen en pie (WRM, 2001).

No obstante, es importante ser conscientes de que la deforestación y la degradación de los bosques no son temas "técnicos". Los bosques no están desapareciendo porque la gente y sus gobiernos sean ignorantes o porque no haya planes de gestión adecuados. Los bosques están desapareciendo porque una serie de políticas nacionales e internacionales

interconectadas preparan el terreno para que ello suceda. Es por lo tanto a ese nivel que deben encontrarse las soluciones (WRM, 2001).

3.7. Monitoreo

Se entiende por la constante evaluación periódica de una zona. Este control puede ser técnico, administrativo o político, las operaciones de monitoreo son muy importantes como fuente de datos, que nos van a servir para actualizar las medidas políticas y técnicas en cuanto se refiere a la utilización de los recursos naturales de cada nación. Básicamente el proceso de monitoreo puede ser dividido en tres Fases: El **Presente**, que es el período actual, donde se observa la realidad del área. Este periodo, de acuerdo a los objetivos del estudio, puede variar en promedio de uno a dos años y para ser analizados, exige información de períodos **Pasados**, que no tienen límites de tiempo, para que se pueda analizar, dentro de un período histórico, las modificaciones presentes. Una vez cartografiadas las modificaciones presentes y obtenidas las informaciones pasadas, sobre las causas que promovieron las modificaciones, puede establecerse un esquema **Futuro** para poder evaluar, controlar y fiscalizar los cambios (RIBEIRO, 1988).

- **Monitoreo Ecológico**

La Vigilancia o Monitoreo Ecológico Integrado se define como el control y evaluación periódica de los cambios de las variables ambientales, tales como la vegetación, fauna, agua, suelo y características climáticas, entre otros aspectos relevantes del medio ambiente. Por lo tanto, el monitoreo ecológico se constituye en la medición periódica de un rango de variables ambientales e indicadores relacionados e involucrados en los espacios o compartimentos bióticos y abióticos del medio ambiente (ONERN-PNUMA, 1 989).

Los volúmenes considerados de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo de la deforestación y del uso de la tierra en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es la selva amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (TCA, 1 994).

La información, tanto espacial como de los atributos de los recursos naturales, existentes en forma de mapas en papel y otros medios de información analógica, su digitalización y procesamiento involucra una serie de operaciones que son

parte de lo que se conoce como Sistemas de información Geográfica (SIG) (TCA, 1 994).

3.8. Teledetección o percepción remota

La Teledetección o Percepción Remota, consiste esencialmente en la utilización de instrumentos sensitivos de una gama de longitudes de onda de emisiones o reflexiones de la superficie terrestre o su cobertura. Tales instrumentos son transportados en plataformas de satélite o en avión. Los valores captados por los sensores son transformados a valores digitales y grabados en material magnético (cintas o discos). La estructura de los datos es de tipo Raster (TCA, 1 994).

La Resolución de los pixeles y el número de bandas espectrales que son captadas por los sensores están predeterminadas tanto por la órbita del satélite como por los instrumentos sensores abordo. Cada "imagen" muestra una porción determinada de la tierra. Físicamente consiste de un archivo raster, esto es, de un arreglo bi-dimensional de pixeles conteniendo información de radiación dentro de una banda específica del espectro radiactivo (según Ponce-Hernández, citado por TCA, 1 994).

Por otra parte, 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 y comprobados con el trabajo de campo, unida 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, 1 988).

Para la ubicación del área de estudio y georeferenciación de las imágenes se emplean los sistemas de coordenadas, así tenemos: Sistema de Coordenadas Geográficas; que representa la ubicación de cualquier punto sobre la superficie terrestre con base en un par de coordenadas representadas en medidas angulares: latitud y longitud. La latitud es el ángulo formado por la línea del Ecuador y la línea que pasa por el punto que se va a medir. La Longitud es la magnitud representada por el ángulo entre el Meridiano de Greenwich y la línea paralela (RIBEIRO, 1 988).

El término "imagen" en general es utilizado para cualquier representación pictórica, en forma independiente de su longitud de onda o la forma utilizada para su obtención, en todo caso el término imagen está restringido a los cuadros detectados por medio de películas sensitivas. Para fines de sensores remotos, la

energía electromagnética detectable por medio de películas está restringida a la región cuyas longitudes de onda van aproximadamente de 0.3 a 0.9 μm (MALLEUX, 1 988).

Una imagen LANDSAT abarca un total de 34,225 km^2 , con lo que permite una vista más vasta que cualquier método en el suelo. Gracias a la separación espectral de las bandas, estos datos proveen información sobre los elementos terrestres que son equivalentes a un laborioso trabajo en tierra. El mosaico de imágenes contiguas permite una vista sinóptica que conduce al estudio de grandes regiones sin necesidad de perder el detalle; tal es el caso de desiertos, cadenas montañosas, entre otros (MALLEUX, 1 988).

Los satélites LANDSAT pasan de forma periódica sobre la misma zona. Aunque la nubosidad o fallas técnicas pueden disminuir el número de imágenes disponibles, normalmente existe la posibilidad de conseguir imágenes de un área en épocas diversas. Esta repetitividad es de gran interés. Normalmente es posible seleccionar imágenes de una estación particular, o de diferentes estaciones para evidenciar cambios estacionales, o de diferentes años para controlar desastres naturales (terremotos, volcanes, inundaciones) o alteraciones del terreno debidas al hombre (deforestación) (ORIO, 1 986).

Otro punto que debe merecer especial atención cuando se procesa o se levanta la cartografía y la posterior identificación de las áreas críticas, es la identificación de las unidades o tipos de bosques. Naturalmente, esa identificación debe estar subordinada a la escala y el material cartográfico utilizado, el objetivo específico del trabajo, la intensidad del trabajo de campo, los factores físicos naturales, como topografía y la heterogeneidad de la cobertura foresta (RIBEIRO, 1988).

3.9. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Un SIG, se define como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial. Esto significa que la información que alberga está referenciada geográficamente, ya se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio concreto, por lo que todas estas variables se relacionan mutuamente de formas muy diversas. Por cuanto la información que contiene se almacena en formato digital, los SIGs aprovechan las posibilidades analíticas de los ordenadores, facilitando múltiples operaciones que resultan difícilmente accesibles por medios convencionales: generalización cartográfica, integración de variables espaciales, modelado del relieve, análisis de vecindad, entre otros (CHUVIECO, 1996).

El Sistema de Información Geográfica, es un sistema de computación que utiliza información locacional, tales como domicilios, números de lotes, distritos electorales, o coordenadas de longitud y latitud. Para digitalizar la información y obtener un mejor análisis se utiliza las herramientas del SIG, tanto para estudiar demografía, buscar patrones en la forma en que se dispersa una enfermedad, modelar el paso de la contaminación atmosférica, y mucho más. Se puede digitalizar cualquier información almacenada en planillas o bases de datos, que tenga un componente geográfico que permita ver patrones, relaciones y tendencias, que no pueden verse en un formato de tabla o lista. Da una perspectiva totalmente nueva y dinámica de la información, y ayuda a tomar mejores decisiones (CHUVIECO, 1996).

De igual manera, un SIG puede ser un mayor soporte que la producción de mapas estáticos, aunque pueden producirse hermosos mapas con esta herramienta. Es un sistema dinámico que permite seleccionar y eliminar cualquier criterio para digitalizar, para analizar rápidamente, cómo diferentes factores afectan a un modelo o análisis (IIAP, 2002).

- Importancia de un SIG

Durante el siglo 20, los avances de la ciencia y la tecnología se han acelerado por lo que este incremento ha generado la

demanda de gran cantidad de volúmenes de datos geográficos para ser representados en forma de mapas de manera más rápida y más precisa. Actualmente, con el desarrollo de reconocidas tecnologías tales como fotografías aéreas de satélites basados en sensores remotos, hay una explosión de producción de datos geográficos de uso más amplio y de análisis más sofisticados (CLAS, 2 001).

Además los SIGs, permiten almacenar esa información espacial de forma eficiente, facilitando su actualización y acceso directo al usuario. En definitiva, amplían enormemente las posibilidades de análisis que brindan los mapas convencionales, además de facilitar su almacenamiento y visualización (CHUVIECO, 1 996).

Los volúmenes considerables de datos e información que se pueden manejar en un proceso de monitoreo, zonificación, evaluación y otros, del ambiente natural en áreas de gran tamaño y de alta complejidad, como es selva alta, como parte de la Cuenca Amazónica, requieren de la automatización del procesamiento de datos. Tal automatización requiere de la utilización de procesadores digitales de información (computadora u ordenador) y por tanto de la conversión masiva de la información analógica a digital (PONCE, 1 993).

Por ejemplo, digitalizar dónde la calidad del agua se deteriora, puede dar nuevas aproximaciones sobre las fuentes de contaminantes y formas de controlar su emisión. Temas locales, tales como porqué las primas de seguros son más elevadas en algunas áreas que en otras, porqué las bananas crecen mejor en ciertos suelos (IIAP, 2 002).

3.10. Antecedentes

3.10.1. Monitoreo de la deforestación en Selva Alta; Zona de Oxapampa

Se llegó a determinar que la deforestación en Selva Alta, en el lapso reestudio fue de 21,951.10 ha, con una tasa anual de 1.11%, mientras que la intervención en las zonas andinas fue de 8,804.90 ha, con una tasa anual de solamente 0.184%; estos procesos son consecuencia de una desordenada ocupación del territorio, pues de la deforestación a 1997 (154,466.90 ha) 132,857.90 ha presenta conflictos, según la capacidad de uso mayor de las tierras, representando el 86% del Área de Selva Alta. De igual manera, existen conflictos en una superficie de 19,674.40 ha, en el incremento de la deforestación entre 1989 y 1997 (21,951.10 ha), representando el 89.6% del área de Selva Alta (FACHIN, 2 001).

3.10.2. Monitoreo continuo, tasas y proyecciones de los procesos de deforestación de la amazonía

La selva alta en general es la más deforestada, concentrándose la deforestación en las zonas de Jaén y San Ignacio en Cajamarca, Bagua y Rodríguez de Mendoza en Amazonas, Alto Mayo y Huallaga Central en San Martín, Alto Huallaga en Huánuco y selva central en los departamentos de Pasco y Junín y, actualmente presentándose por la zona del Río Apurímac entre los departamentos de Ayacucho y Cusco. La superficie deforestada al año 1985, fue de 5'642,447.00 ha aproximadamente, el 7,47% de bosque amazónico original. El incremento de la deforestación desde al año 1985 a 1990, fue de 1 305 790 ha, que equivale al 9,20% de la cobertura original. La tasa de deforestación nacional registra 261,158 ha/año (0,35%) que equivale a intervenir aproximadamente 716 ha por día. La superficie deforestada proyectada al año 1995 a nivel nacional, es de aproximadamente 8 254 027 ha (10,92%). La superficie deforestada proyectada al año 2000 a nivel nacional, es de aproximadamente 9 559 817 ha (12,65%) (REATEGUI, 1996)

Según proyecciones de cifras registradas por INRENA, estima para el año 2000 una superficie deforestada

cercana a 10 millones de hectáreas, representando el 12.6% de la superficie boscosa de la Amazonía peruana. Siendo los departamentos de San Martín (1.17%), Amazonas (1.09%) y Junín (1.05%) los que reportan las mayores tasas de deforestación anual. Por otro lado, se deforesta entre 200 mil y 300 mil hectáreas por año y se estimó para el año 1997, que aproximadamente el 80% de las áreas deforestadas obedecían a la quema de bosque con fines agropecuario, el 17% se deforesta debido a la producción de leña y carbón y el 3% tiene su origen en el aprovechamiento de la madera con fines comerciales (REÁTEGUI, 1996).

3.10.3. Monitoreo de la deforestación en la cuenca del río Huallaga utilizando técnicas de percepción remota y sistemas de información geográfica.

El presente estudio cubrió una superficie de 9'019,600 hectáreas, en el cual se determinó que existen 1'403,424 hectáreas (15.55%) deforestadas; sin embargo, la cifra es mayor debido a que existen áreas que no han sido evaluadas por la alta nubosidad de las imágenes de satélite. Las áreas con bosque natural alcanzan a 7'565,775 hectáreas (83.90%), mientras que los cuerpos de agua ocupan 50,400 hectáreas (0.56%) (QUISPE, CASTRO, SUÁREZ, 1993).

3.10.4. Vigilancia ecológica de la degradación de las tierras y desertificación en el Perú. Monitoreo ecológico Huallaga Central y Bajo Mayo.

Los resultados más significativos obtenidos a través del monitoreo realizado en la zona del Huallaga Central y Bajo Mayo, han sido los siguientes:

Una superficie de 157,197 ha deforestadas entre los años 1981 y 1986 que representa el 23% del área total del estudio (681,695 ha) y el 34% del bosque existente al año 1981 (455,207 ha). Esto significa una tasa media de deforestación (lapso de 5 años) de 6.1% por año, es decir, 31,489 ha/año con respecto al área con bosque en 1981(ONERN-PNUMA, 1989).

3.10.5. El sistema de Información geográfica en la evaluación y planificación del bosque tropical. Cuenca del río Palcazú.

Concluida la evaluación de las variables en estudio, el sistema proporcionó resultados referidos a: tipos de bosque, superficie de tipos de bosque, composición florística, rendimiento por ha y km² volúmenes de madera, costos e ingresos por km² por sector, por comunidad o de todo el área de estudio, a través de la impresión de archivos, gráficos y/o mapas.

Los resultados permiten tener un conocimiento de la situación real en la que se encuentra el recurso forestal del área y nos conduce a proporcionar sugerencias como: la forma más adecuada de aprovechar el recurso, la planificación de asentamientos humanos o mejorar los ya existentes, dotar del asesoramiento técnico suficiente que permita el desarrollo de pequeñas o medianas industrias de acuerdo al potencial que poseen. Como se aprecia, el Sistema de Información Geográfica (SIG), facilita el estudio espacial y representa un valioso instrumento para la planificación sectorial o regional, ayudando al proceso de toma de decisiones, definir políticas y acciones en general (ALARCÓN, 1988).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del Área de Estudio

4.1.1. Ubicación

La cuenca del Alto Mayo, políticamente comprende las Provincias de Moyobamba y Rioja, se encuentra ubicada al pie de los Andes, (antes de entrar a la cuenca baja del Amazonas) al Noroeste de la Región San Martín. (INADE-PEAM, 1 998).



4.2. Características General del Área

4.2.1. Zona de Vida

Según la clasificación de Holdridge y de acuerdo a los estudios realizados por ONERN en 1976, en el Alto Mayo existen 05 formaciones ecológicas y 02 zonas transicionales, así tenemos:

a. Formaciones ecológicas

- Bosque húmedo-Premontano tropical
- Bosque muy húmedo-Premontano Tropical
- Bosque muy húmedo-Montano Bajo tropical
- Bosque pluvial-Montano Bajo Tropical, y
- Bosque Pluvial-Montano tropical

b. Zonas transicionales:

- Bosque húmedo-Premontano Tropical, transicional a bosque muy húmedo Premontano Tropical.
- Bosque muy húmedo-Montano Bajo Tropical, transicional a bosque pluvial-Montano Tropical.

4.2.2. Características y limitaciones ecológicas

De acuerdo a sus características y limitaciones ecológicas, la zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical, presenta el mejor potencial para usos

agropecuarios y forestales. En cambio, el bosque muy húmedo-Premontano Tropical, presenta vocación exclusivamente forestal. Las restantes Zonas de Vida presentan serias restricciones para el aprovechamiento de sus recursos vegetales o edáficos, debiendo ser relegados mayormente como zonas de protección (INADE-PEAM, 1 998).

Refiriéndose al modelo de "Uso de la tierra" incluyendo el bosque de protección Alto Mayo la clasificación muestra los siguientes lineamientos:

- Tierras de Protección (66,2%)
- Tierras aptas para la producción forestal (8,9%)
- Tierras aptas para cultivos en limpio (10,3%)
- Tierras aptas para cultivos permanentes (10%)
- Pastos (4,5%) (KLAUS, 2 001).

4.2.3. Clima

El valle del Alto Mayo (Provincias de Moyobamba y Rioja), se caracteriza por presentar un clima Sub-tropical semi-húmedo, con temperaturas que varían entre 18°C y 24°C; aunque en algunos meses y durante las noches, desciende a menos de 15°C. Por lo general, la precipitación pluvial se produce en todos los meses del

año, llegando a un promedio de 1,200 mm y 1,700 mm; así mismo, las máximas precipitaciones se dan entre Octubre y Marzo y las mínimas durante los meses de Mayo-Agosto (INADE-PEAM, 1998).

4.2.4. Suelos

Topográficamente, la cuenca del Alto Mayo comprende un valle amplio que se extiende a ambos márgenes del río Mayo, de terrenos planos, ondulados, colinas bajas, colinas altas y terrenos montañosos. El Valle se encuentra flanqueado por la Cordillera Oriental hacia el Sudoeste y del Cahuapanas hacia el Noroeste (INADE-PEAM, 1998).

4.2.5. Geología

ONERN (1982), señala que, el marco geocronológico comprende desde el Triásico Jurásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario reciente. Durante este tiempo (220 millones de años), se acumularon más de 5,900 m de sedimentos y se sucedieron una serie de eventos tectónicos que controlaron la deposición sedimentaria y corresponden a los diferentes movimientos orgánicos nevadianos en el Mesozoico y la Orogenia Andina a partir del Terciario.

4.2.6. Aguas

Hidrologicamente, la cuenca del Alto Mayo está formado por el río Mayo y sus afluentes en ambas márgenes, siendo los más importantes los ríos Yanayacu, Tioyacu, Huasta, Cachiyacu, Avisado, Huascayacu y Shimpiyacu, en la margen izquierda y los ríos Serranoyacu, Naranjos, Túmbaro, Naranjillo, Soritor, Yuracyacu, Romero, Negro, Tónchima, Indoche, y Gera en la margen derecha. El río Mayo es el eje central de la cuenca que corre en dirección Nor-Oeste a Sur-Este, además es el principal tributario del río Huallaga, de 300 Km. de longitud, de los cuales 200 km. corresponden al Alto Mayo.

4.2.7. Vegetación

En la zona del Alto Mayo (provincias de Moyobamba y Rioja) encontramos formaciones boscosas como: Bosques de colinas (bajas y altas), comprendidos por bosques menores de hasta 20 m de alto, con pocos árboles bien desarrollados, mayormente malformados y envejecidos; mencionando algunas especies dentro de la familia de las Lauráceas como *Necandrea sp* "moenas", *Brosimum sp* "copal"; ubicadas por lo general en las colinas bajas hasta las montañas medias del área total de estudio (integrada), y algunas herbáceas representadas por *Pteridium squilinum* "shapumba"; ubicadas en las

terrazas altas y colinas altas de la zona de estudio (ZIMMERMANN et al, 2 002).

Los renacales están conformados por comunidades leñosas de árboles y arbustos, y palmeras adaptadas al medio pantanoso, encontrando especies conocidas como *Ficus trigona* "renacos" y *Coussapoa trinervia* y algunas especies de bromeliáceas epifitas y en la base de los troncos, helechos (ZIMMERMANN et al, 2 002).

Los aguajales están localizados en las inmediaciones de los ríos Mayo, Tónchima y otros. En cuanto a su composición en la mayoría de los casos existen algunas diferencias entre su estructura y composición y son comunidades casi homogéneas de *Maurithia flexuosa* "aguaje (ZIMMERMANN et al, 2 002).

Los Pajonales alto andinos con matorrales y arbolillos dispersos, se encuentran en la provincia de Rioja, localizados en las partes altas de las montañas andinas, con comunidades de herbáceas, entre 3350-3700 msnm, corresponde a bosque pluvial cuyo límite superior esta conformado por mosaico de bosquecillos aislados (YOUNG & LEÓN, 1 988).

4.3. Características del Satélite Landsat TM5

Cuadro N° 01: Características del Satélite Landsat TM5

Descripción	Características
Satélite	LANDSAT TM5 (Thematic Mapper)
Inicio de servicio	01 de Marzo de 1984
Tiempo de servicio	Actualmente
Orbital Ecuatorial	750 Km. de altitud
Velocidad	7,7 km/seg.
Peso	2 Toneladas
Tiempo de obt. de 01 escena	24 seg.
Escena	185 x 185 km.
Resolución espacial	30 m.
Resolución espectral	7 bandas
Intervalo de toma	16 días (escena)

4.4. Características del Satélite Landsat 7

Cuadro N° 02: Características del Satélite Landsat 7

Descripción	Características
Satélite	LANDSAT ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)
Inicio de servicio	Abril de 1 999
Tiempo de servicio	Actualmente
Orbital Ecuatorial	750 Km. de altitud
Velocidad	7,7 km/seg.
Peso	2 Toneladas
Tiempo de obt. de 01 escena	24 seg.
Escena	185 x 185 km.
Resolución espacial	30 m.
Resolución espectral	8 bandas
Intervalo de toma	16 días (escena)

(LANDSAT PROGRAM, 1 999)

4.5. Característica de la Imagen Landsat

Cuadro N° 03: Características de Imagen Landsat

Descripción	Características
Sensor	TM (Thematic Mapper)
Resolución	30 metros
Bandas espectrales	Azul (0,450 - 0,520 μm)
	Verde (0,520 - 0,600 μm)
	Rojo (0,630 - 0,690 μm)
	Infrarrojo cercano (0,760 - 0,900 μm)
	Infrarrojo medio (1,550 - 1,750 μm)
	Infrarrojo térmico (1,040 - 1,250 μm)
	Infrarrojo medio (2,080 - 2,350 μm)
Cantidad	8 bits / pixel
Tamaño de la imagen (Full escena)	6 000 filas x 6 000 columnas
Tamaño mínimo imagen	185 x 185 km
Formatos	GeoTIFF, TIFF, LAN CEOS
Tamaño de archivo (Full escena)	37 MB

La información del LANDSAT TM, es particularmente útil para la cartografía de la cobertura vegetal, el uso de la tierra, y el monitoreo de cambios de la cobertura vegetal. Esto es debido a la amplia gama de bandas que permite un número mayor de posible combinaciones de las mismas, las cuales a su vez brindan mayores oportunidades para la detección de diferencias más finas en la cobertura. (INTELSAT, 1 999).

4.6. Materiales

4.6.1. Material cartográfico

- Carta Topográfica Nacional a Escala 1:100 000, elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Defense Mapping Agency (USA) 1 990.
- Carta Topográfica Nacional a Escala 1:100 000, elaborados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) (Perú) 1 987.
- Mapa Forestal del Perú a Escala 1:1'000 000, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Dirección General Forestal 1 995
- Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras del Perú. Escala 1:1'000 000; elaborado por la Oficina de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) 1 981.
- Mapa Planimétrico de Imágenes de Satélite a Escala 1:250 000 elaborados por el Instituto de Geociencias Aplicadas (IFG) 1 984.

4.6.2. Material satelitario

- Imagen de Satélite LANDSAT TM5. Fecha: 02 Julio de 1986, son 00080064 y 00090064, que cubren las provincias de Moyobamba y Rioja.

- Imagen de Satélite LANDSAT TM7. Fecha: 08 Setiembre de 1999. son 00080064 y 00090064, que cubren las provincias de Moyobamba y Rioja.

4.6.3. Hardware y Software

- 01 Microcomputadora PC. Pentium IV
- 01 Impresora Canon. Color Bubble Jet Printer. BJC-620
- Software Vectorial: ArcView GIS. 3.2a.
- Software Raster: Erdas Imagine ver. 8.4.
- Software Arc/Info
- Otros: Windows 2 000; Office 2 000 (Words, Excel). FoxPro, etc

4.6.4. Equipo y/o material complementario

- GPS (Geographycal Position System) GARMIN V
- Cámara fotográfica / Películas slides
- Calculadora científica
- Papel Polyester o Canson
- Micas para interpretación
- Lápices de colores, plumones indelebles
- Libreta de campo
- Útiles de escritorio en general

4.7. Metodología

Para el presente estudio, se utilizó el método de análisis visual y el análisis digital, empleando para ello los Sistemas 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, para obtener información acerca de los orígenes o las causas de los cambios de las zonas de estudio, se optó por combinar con otros datos del Sistema de Información Geográfica, proporcionando de esta manera mayor utilidad para el monitoreo y posterior manejo y planificación del área.

El método que se empleó, prioriza el uso de Imágenes de Satélite como insumo para generar la información requerida, y unida a esta información temática disponible permitió el mapeo e identificación de las áreas de interés que posteriormente se ingresaron y se procesaron utilizando los Sistemas de Información Geográfica.

El método para identificar los procesos socio-económicos que determinan la deforestación se basó en la revisión y sistematización de la información secundaria existente en las dependencias sectoriales y otros estudios relacionados al tema.

4.7.1. Preparación de la Información

Se creó y preparó un directorio para las imágenes en formato *.img para ERDAS IMAGEN. Luego se seleccionaron las bandas más adecuadas que nos proporcionarían la mejor combinación.

Posteriormente se elaboraron los directorios según las necesidades del proceso, con el objeto de sistematizar la información en los programa ArcView GIS. 3.2a. y Arc/Info

4.7.2. Procesamiento Digital de la Imagen

A. Primer Nivel

Para el procesamiento digital de las imágenes se empleó el software ERDAS IMAGINE.

➤ Corrección Geométrica

Se realizó la corrección geométrica de las imágenes usando puntos de control terrestre (20 puntos registrados con GPS), tomados de las Cartas Nacionales a Escalas 1:100 000 y su proyección en el sistema coordenadas planas o UTM (Universal Transverse Mercator) La precisión en la georeferenciación se logró.

realizando la validación de la imagen, es decir, se digitalizó en la Carta Nacional, las áreas donde se ubican los GPSs en formato vectorial y luego los superpusimos para verificar la exactitud de la georeferenciación.

➤ **Combinación de Bandas**

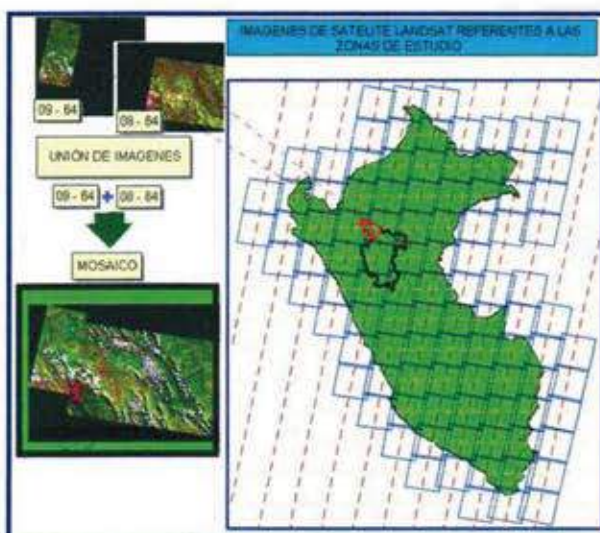
Se hizo la composición de la imagen utilizando las bandas más adecuadas que nos permitieron tener un mayor grado de discriminación de los objetos. Con la finalidad de obtener una composición de bandas adecuada a los propósitos del estudio, para lo cual se ensayaron dos combinaciones: 3-2-1 y la 1-2-3 (RGB).

➤ **Ecualización del Histograma**

Seguidamente se aplicó el algoritmo de corrección radiométrica, o también llamado "Ecualización del Histogramas", con la finalidad de mejorar el contraste de las imágenes.

En el siguiente gráfico se muestra las imágenes que se utilizaron y el procesamiento de la imagen:

Gráfico N° 01: Procesamiento de las imágenes de satélite



B. Segundo Nivel

El análisis e interpretación de las imágenes se hizo empleando el software ARCINFO Y ARCVIEW 3.2a

➤ Clasificación de la Vegetación y Uso de la Tierra

La clasificación de la vegetación y evaluación de cambios, se hizo por interpretación visual de las imágenes digitales y analógicas. Para tal fin se adoptó la clave de caracterización de la cobertura vegetal basado en los patrones de uso de la tierra propuesto por el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Así mismo, en el estudio se tuvo en cuenta los tipos de vegetación y usos

de la tierra de acuerdo a la realidad de la zona, es decir en algunos casos se tuvo que acondicionar las categorías de vegetación y patrones de uso de la tierra con las características propias de la zona de estudio (provincias de Moyobamba y Rioja).

Esta clasificación consta de cuatro niveles categóricos, que van de lo general a lo detallado y considerados como los más usados en distintos tipos de levantamiento.

Para referencias del estudio, los niveles I y II son de manera general y se refieren a grandes grupos de tipos de vegetación y los usos que se les da a la tierra, mientras que el nivel III muestra las clases de cobertura forestal típicas de la Región. El nivel IV muestra los grados de densidad que presenta la cobertura boscosa.

Cuadro N° 04: Clasificación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la tierra.

NIVEL I		NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV
BOSQUE	1. Bosque, mayor a 10% de copas y más del 40% cobertura forestal (árboles)	1. Bosque siempre verde y semi siempre verde	0. Indefinido 1. Bosque siempre verde de tierras bajas(selva tropical) 2. Bosque siempre verde de montaña (Bosque de montaña o nubliado)	A. Cerrado alta densidad más del 90% cobertura forestal B. Cerrado media densidad 70-90% cobertura forestal
		3. Bosque inundable	1. Periódicamente inundable 2. Bosque permanentemente inundado (Bosque de pantano) 2. Bosque pantanoso con palmeras	C. Abierto 50-70% Cobertura forestal D. Fragmentado 40-70% cobertura forestal E. Indefinido
DEFORESTACIÓN	2. Mosaico, entre un 10% y 40% de cobertura forestal	1. Agricultura migratoria 2. Pastos+cultivos+regeneración		
	4. Agricultura, menos del 10% de cobertura de copas y menos del 10% de cobertura forestal	1. Tierras arables 3. Pequeñas fincas ganaderas	1. Con riego artificial 2. Con riego natural	
	5. Sin vegetación	1. Urbano (Pueblo o ciudad)		
		4. Suelo descubierto y rocas		
Cuerpos de agua	6. Agua	1. Ríos 2. Lagos	1. Natural 2. Artificial	
		Sin información	8. No visible en la imagen	1. Nubes 2. Sombras

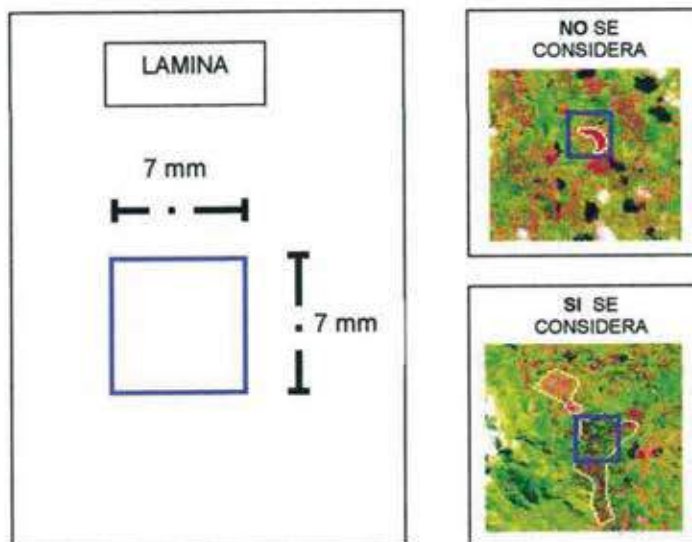
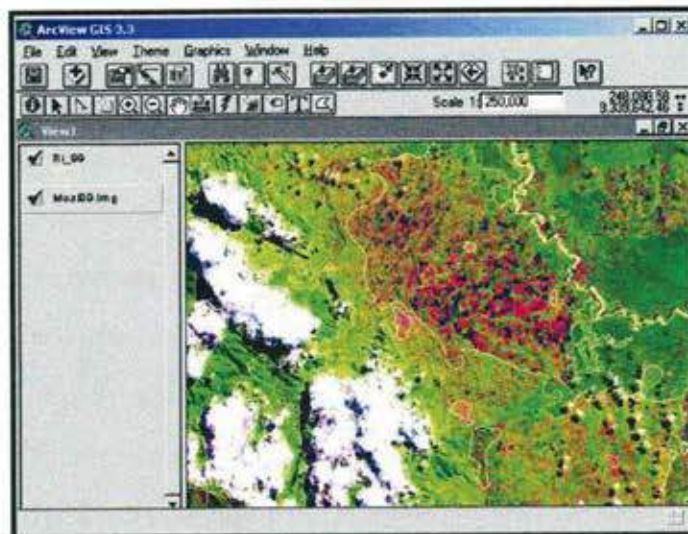
Fuente: CIAT 1 992, adaptado por el autor del presente trabajo de investigación.

➤ **Elaboración de los Mapas de Clasificación de los Patrones de Uso de la Tierra**

Se interpretó visualmente las imágenes de satélite, con la finalidad de clasificar los patrones de uso de la tierra, el análisis y la digitalización fueron realizados a una escala de trabajo de 1 : 250 000 con el uso del software (SIG) ArcView; para lo cual se admitió que como unidades despreciables, aquellos elementos con áreas menores a 500 000 m² ó 50 has, así mismo la verificación de dichas áreas se hizo con una lamina de 7 mm x 7mm aproximadamente. Todo este procedimiento se inició con la imagen de satélite del año 1 986, posteriormente se hizo lo mismo con la imagen del año 1999.

A continuación, en el gráfico N° 02, se esquematiza el procedimiento que se utilizó para la digitalización de lámina:

Gráfico N° 02: Análisis y clasificación de los patrones de uso de la tierra



Luego de formar las dos coberturas de patrones de uso de la tierra, tanto del año 1986 y 1999, fueron acopladas para analizar las inconsistencias de interpretación, luego de

realizar la combinación de los códigos, se elaboró la matriz de cambios para cada provincia en estudio

4.7.3. Verificación de Campo

Para las verificaciones de campo, se vio la necesidad de trasladarse hasta las mismas zonas de estudio (Moyobamba y Rioja), donde se realizó recorridos para verificar algunos patrones de interpretación, guiados por la imagen de satélite de los años 1986 -1999, se ubicaron las áreas a verificar y con la ayuda del GPS se tomaron las coordenadas del lugar que sirvieron para la interpretación en gabinete.

En las salidas de campo se entabló constantemente el diálogo con los habitantes que viven en las franjas fiscales (aledañas a las carreteras), buscando opiniones propias de los lugareños, las mismas que nos proporcionaron información veraz para la ejecución de la interpretación de los diferentes patrones de estudio. Se verificaron 10 puntos, como se muestra a continuación en el cuadro N° 05.

Cuadro N° 05: Puntos de verificación de campo

COORDENADAS UTM						
Puntos de Verificación en el campo	MOYOBAMBA			ROJA		
	X	Y	Zonas cercanas a los Distritos	X	Y	Zonas cercanas a los Distritos
1	267 289.71	9320 874.84	Soritor	260 522.48	9327 974.87	Rioja
2	269 508.47	9327 531.12	Habena	260 267.53	9329 738.08	Rioja
3	271 948.10	9332 958.14	Calzada	247 209.93	9337 859.29	Elías Soplin V.
4	272 947.95	9332 834.27	Calzada	244 436.48	9343 838.00	Nva. Cajamar.
5	278 164.75	9340 087.11	Yantái	254 842.78	9344 383.09	Yuracayacu
6	275 168.31	9339 290.55	Yantái	249 950.57	9347 157.14	San Fernando
7	261 711.95	9333 410.83	Moyobamba	237 780.21	9356 482.52	Arajun
8	266 260.10	9329 880.82	Moyobamba	240 895.47	9360 388.76	Arajun
9	275 494.45	9334 853.03	Moyobamba	222 248.89	9365 471.91	Pardo Miguel
10	267 147.81	9324 548.73	Jepetacio	222 803.58	9383 384.06	Pardo Miguel

Así mismo, se recolectaron otros datos tales como:

- Condiciones socio – económicas
- Uso de la tierra
- Programas de reforestación (concesiones)
- Biodiversidad de la zona y otros que se consideren relevantes, para el análisis de los cambios en la cobertura forestal. Los errores de interpretación serán minimizados con este procedimiento.

4.7.4. Análisis de los cambios en la cobertura Forestal y en los Patrones de Uso de la Tierra, e Identificación de los Procesos Socioeconómicos.

Los procesos en el cambio de la cobertura forestal fueron descritos, y las causas principales, analizadas; aquí se tuvo en cuenta aquellos datos de importancia recolectados en el trabajo de campo, es decir en cada punto de verificación.

Los indicadores que se tomaron en cuenta para el análisis de los cambios en la cobertura forestal y en la identificación de los procesos socio-económicos, son los que siguen a continuación:

- Producción Agrícola, Ganadera y Forestal (Superficie sembrada y cosechada, extracción forestal).
Expansión de la frontera agrícola.
- Población (Migración y nivel de pobreza).
- Proyectos gubernamentales y no gubernamentales (construcción y/o mejoramiento de carreteras, actividad del Banco Agrario, dispositivos legales vigentes, programa de cultivos alternativos entre otros).
- Mercado nacional e internacional.

4.7.5. Establecimiento de la base de datos.

El resultado obtenido referente a la información geográfica y no geográfica fue integrado en una base de datos digital (compatible con ARC/INFO).

El archivo gráfico está disponible en formato digital para ERDAS IMAGINE (extensión: archivo.IMG). Otros archivos de datos geográficos están disponibles en formato ARC/INFO y ARCVIEW.

La base de datos no geográficos se registró en archivos de extensión archivo.DBF compatible a FOXPRO.

Para elaborar las coberturas temáticas en el proceso de monitoreo de la deforestación en las provincias de Moyobamba y Rioja, se siguió la secuencia del flujograma como se presenta a continuación:

Procedimientos para elaborar coberturas temáticas en el proceso de monitoreo de la deforestación (Uso de ArcView y Arcinfo).

Gráfico N° 03

Flujograma para corregir coberturas : PROVINCIA DE MOYOBAMBA.

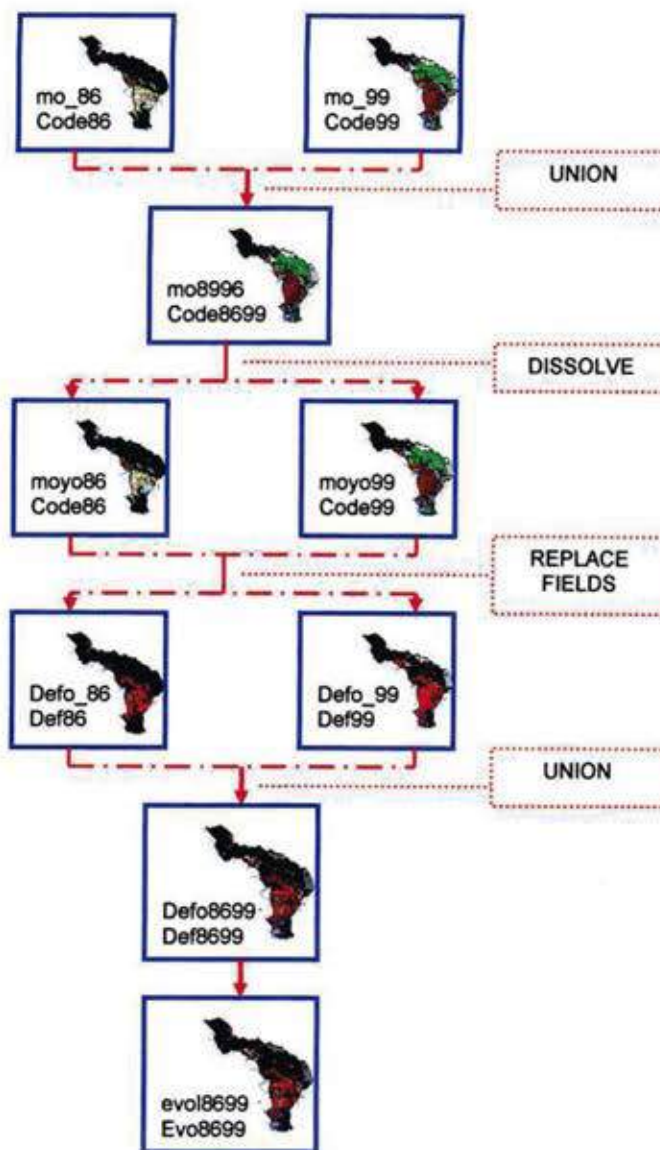
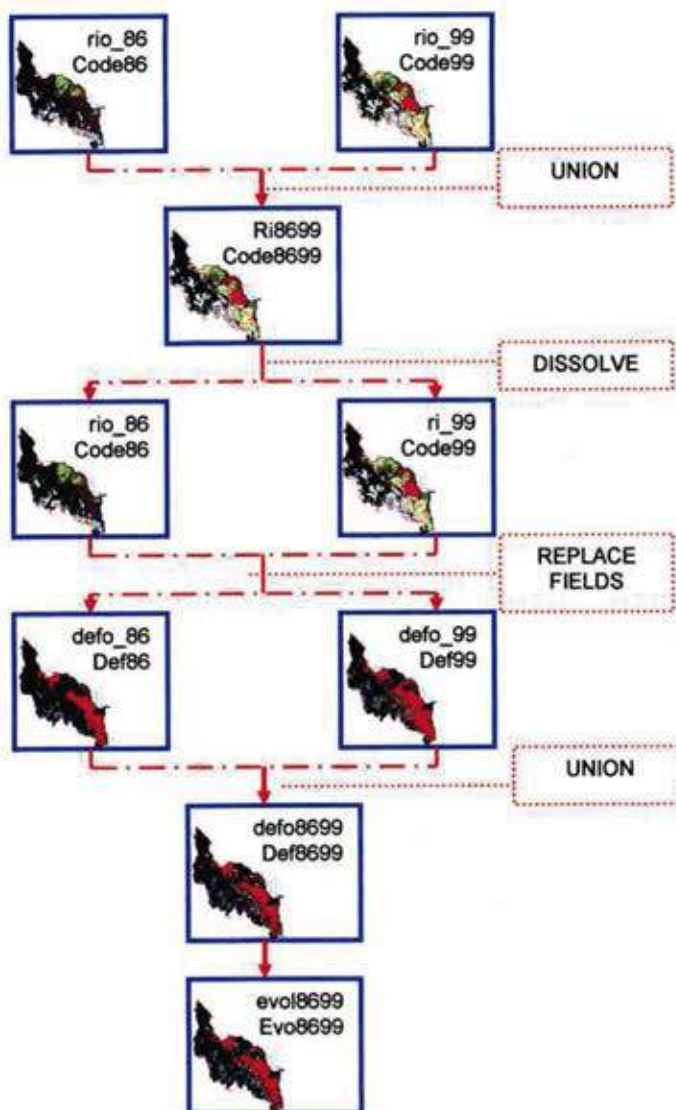
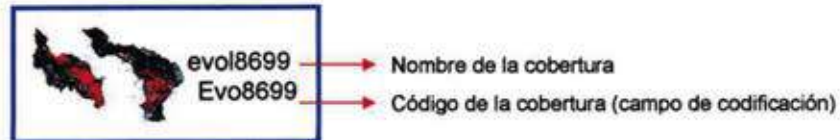


Gráfico N° 04

Flujograma para corregir coberturas: PROVINCIA DE RIOJA



- UNION : Unir coberturas
- DISSOLVE : Disolver (separar) coberturas
- REPLACE FIELDS : Reemplazar campos



4.7.6. Productos finales: Imagen de satélite, mapas finales de la clasificación de los patrones de uso de la tierra y matriz de cambios

Se procedió con la impresión o ploteo a una escala de impresión 1: 650 000 para la Provincia de Moyobamba y 1 : 450 000 para la Provincia de Rioja, de los siguientes productos:

- Imagen Landsat de la Provincia de Moyobamba, (mosaico de imágenes TM del año 1 986), (mosaico de imágenes ETM+ del año 1 999) , Path 008 – Row 064 / Path 009 – Row 064
- Imagen Landsat de la Provincia de Rioja, (mosaico de imágenes TM del año 1 986), (mosaico de imágenes ETM+ del año 1 999) , Path 008 – Row 064 / Path 009 – Row 064.
- Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de las Provincias de Moyobamba y Rioja referente al año de 1 986.

- Mapa de clasificación de la cobertura vegetal y Patrones de uso de la tierra de las Provincias de Moyobamba y Rioja referente al año de 1 999.
- Mapa de deforestación de las Provincias de Moyobamba y Rioja, referente al año de 1 986.
- Mapa de deforestación de las Provincias de Moyobamba y Rioja referente al año de 1 999.
- Mapa de deforestación de las Provincias de Moyobamba y Rioja del periodo de estudio de los años 1986 – 1 999.
- Mapa de Evolución de la deforestación. de las Provincias de Moyobamba y Rioja del periodo de estudio de los años 1 986 – 1 999.
- Mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras del área de estudio de las Provincias de Moyobamba y Rioja.
- Matriz de cambios en la cobertura vegetal y patrones de uso de la tierra de las Provincias de Moyobamba y Rioja del periodo 1 986-1 999 en formato Excel.

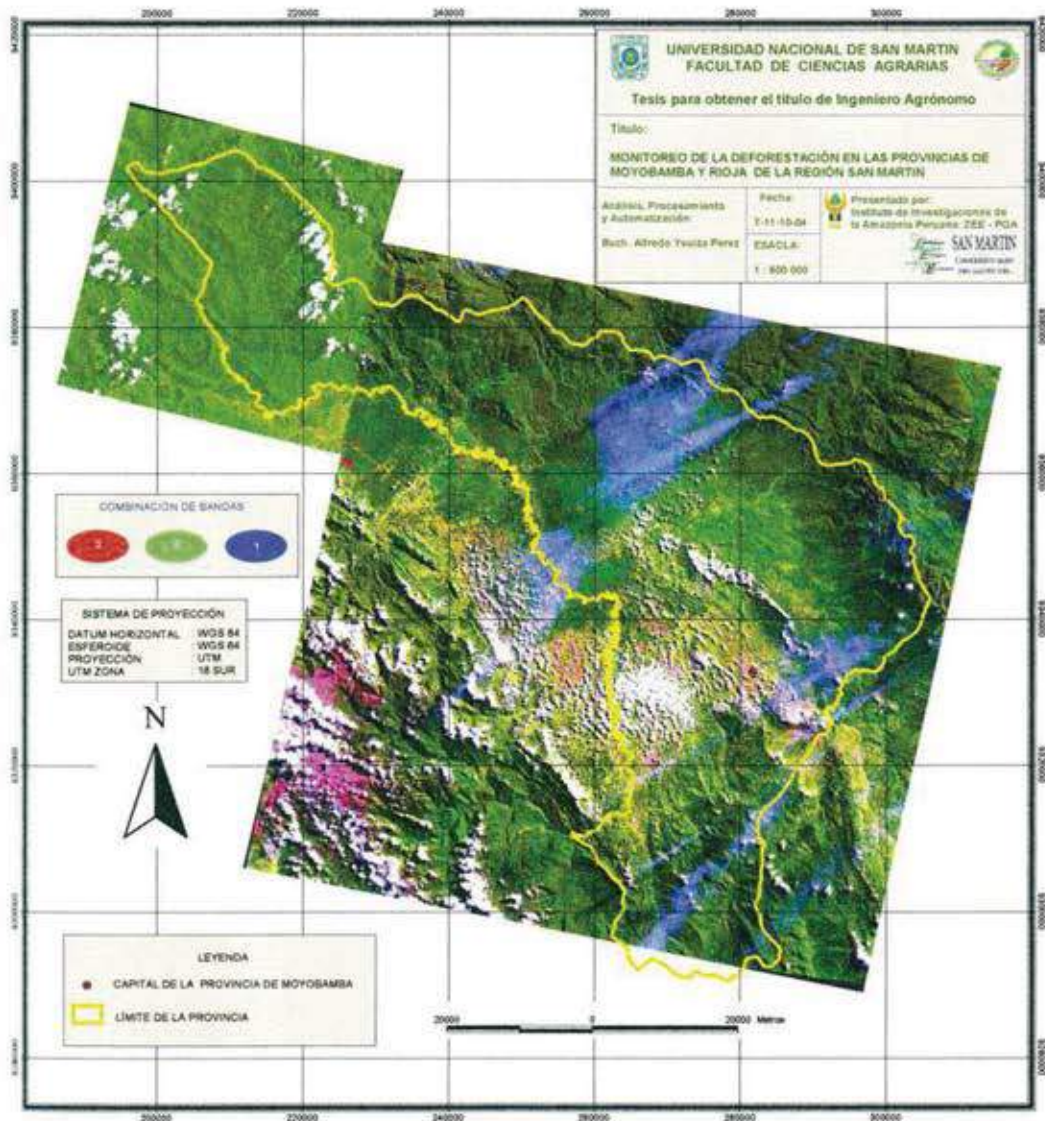
V. RESULTADOS

5.1. Selección de la mejor combinación de bandas espectrales

Se tiene conocimiento que los Satélites Landsat trabajan con las bandas 1-2-3-4-5-7-6; pero para el presente estudio, utilizamos imágenes Landsat del año 1 986 (TM) y del año 1 999 (ETM+), que sólo contaban con tres bandas (1-2-3) para los cañones Red, Green, Blue (RGB – Rojo, Verde, Azul). Por lo tanto, se optó trabajar con dos combinaciones de bandas espectrales: 1-2-3 y 3-2-1 (RGB), con la finalidad de probar cual de ellas nos proporcionaría una mejor definición espectral y de esta manera tener una mejor interpretación de las diversas clases de Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la Tierra; así como se muestra en las siguientes imágenes:

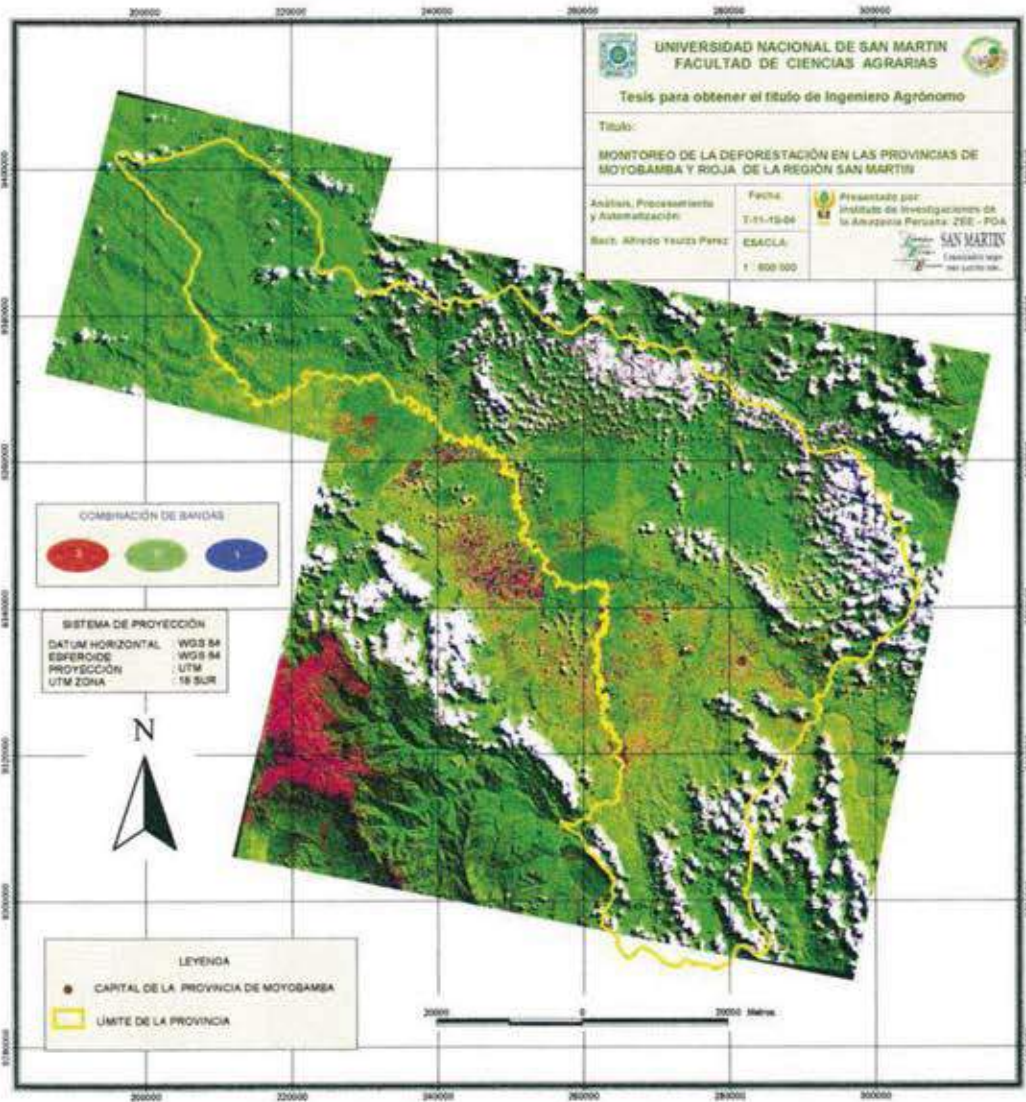


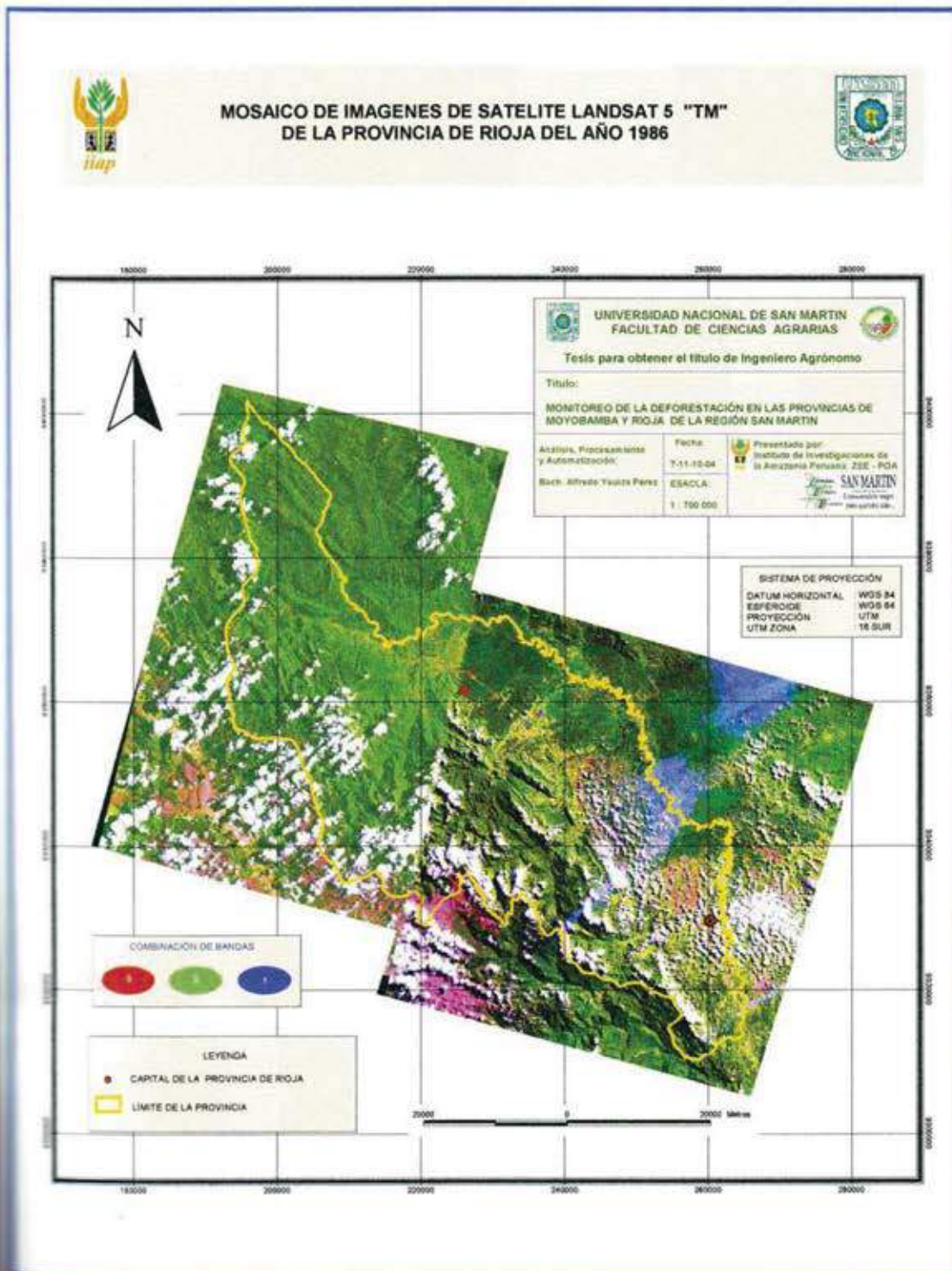
MOSAICO DE IMAGENES DE SATELITE LANDSAT 5 "TM"
DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA DEL AÑO 1986





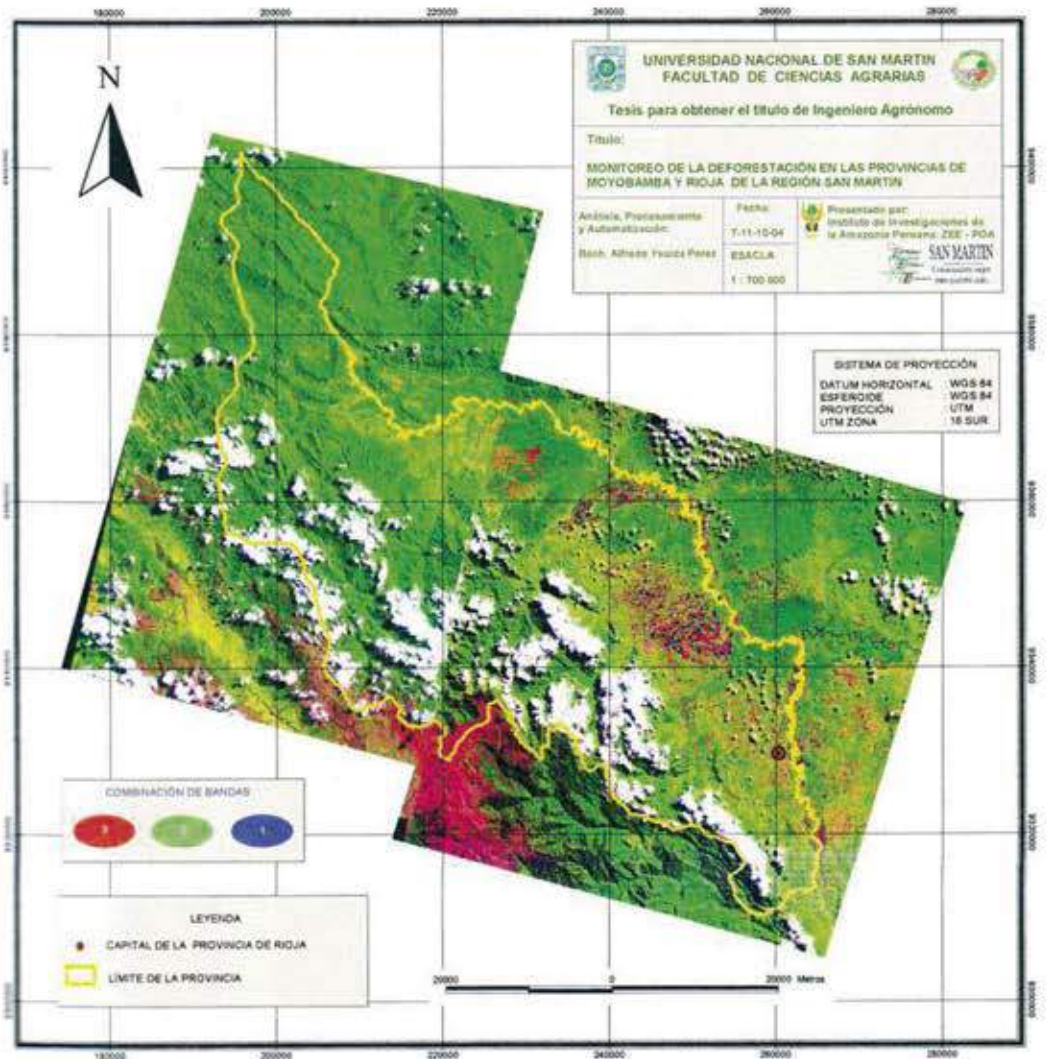
MOSAICO DE IMAGENES DE SATELITE LANDSAT 7 "ETM+"
DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA DEL AÑO 1999







MOSAICO DE IMAGENES DE SATELITE LANDSAT 7 "ETM+"
DE LA PROVINCIA DE RIOJA DEL AÑO 1999



5.2. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986-1 999.

Para la identificación de las diferentes clases de vegetación y patrones de uso de la tierra, se empleó como guía, el sistema de clasificación propuesto por CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical); sin embargo, consideramos acondicionarlo de acuerdo a la realidad de la zona de estudio, facilitando el análisis de las imágenes de satélite.

En las diferentes coberturas vegetales y patrones de uso de la Tierra, correspondientes a los años 1 986 y 1 999, tanto para las provincias de Moyobamba y Rioja, al realizar la interpretación se constató la presencia de nubes y sombras, las mismas que nos generaron distorsiones para el análisis en los cambios durante el periodo (1 986 -1 999). Por ejemplo: en una zona de montaña en el año 1986 es denominada siempre verde y en el año de 1 999, en esa misma zona, se nota la presencia de nubes y sombras, lo cual dificulta definir si es que se mantiene la misma cobertura o hubo algún cambio en el año de 1 999. Como las nubes y sombras son datos sin información, en tal caso para que esto no represente un problema y tener un mejor análisis, se ha elaborado una matriz de cambios en los tipos de cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra, durante el período 1 986 – 1 999, la misma que se muestra a continuación.

Cuadro N° 06: MATRIZ DE CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y PATRONES DE USO DE LA TIERRA

Provincia de Moyobamba (cambios de los años 1986 y 1999)

		1999		1986		Bosque		Deforestación		Agua		Sin información		Total
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	Cambio de cobertura		Cambio de uso		Cambio de cobertura		Cambio de uso		Cambio de cobertura		Cambio de uso		Total
		1986	1999	1986	1999	1986	1999	1986	1999	1986	1999	1986	1999	
BOSQUE	1. Bosque siempre verde y semi siempre verde	7844.76	75455.71	1633.94	73.39									
	2. Bosque siempre verde de montañas	879.38												
	3. Bosques pantanosos con palmeras de aguja					402.92								
DEFORRESTACIÓN	1. Mosaico													
	4. Agricultura													
	5. Sin vegetación													
	6. Agua													
	8. No visible en la imagen													
Total		83585.52	76258.35	1633.94	73.39	402.92	441.99	10343.89	82.81	3106.05	233.94	266.46	338.35	8384.43



Cuadro N° 07: MATRIZ DE CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL Y PATRONES DE USO DE LA TIERRA
Provincia de Rioja (cambios de los años 1986 y 1999)

Categoría	1999		1986		Cambio		Sin información	Total
	1999	1986	1999	1986	1999-1986	1986-1999		
Bosque	1 Bosque secundario y 2 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
	3 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
Agricultura	1 Con riego artificial	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Pastizales-Regeneración	100000	100000	100000	0	0		100000
Sin información	1 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
Total								

Categoría	1999		1986		Cambio		Sin información	Total
	1999	1986	1999	1986	1999-1986	1986-1999		
Bosque	1 Bosque secundario y 2 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
	3 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
Agricultura	1 Con riego artificial	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Pastizales-Regeneración	100000	100000	100000	0	0		100000
Sin información	1 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
Total								

Categoría	1999		1986		Cambio		Sin información	Total
	1999	1986	1999	1986	1999-1986	1986-1999		
Bosque	1 Bosque secundario y 2 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
	3 Bosque primario	100000	100000	100000	0	0		100000
Agricultura	1 Con riego artificial	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Pastizales-Regeneración	100000	100000	100000	0	0		100000
Sin información	1 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
	2 Sin información	100000	100000	100000	0	0		100000
Total								



5.2.1. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986 - 1 999 - Provincia de Moyobamba

Tomando los cambios más significativos en relación al valor porcentual que representan cada una de ellas en el periodo 1 986-1 999, se reporta lo siguiente: En 1986, la categoría de Bosque Siempre Verde de Montañas Cerrado de Alta Densidad (1), tiene un área de 259 645.49 ha, si lo tomamos como el 100%, y comparando con el año de 1 999 el área disminuye a 117,052.25 ha, es decir un 68.19%. Así mismo, ocurrió un cambio en la cobertura, es decir 71 463.03 ha (27.52%) del Bosque Siempre Verde Cerrado de Alta Densidad (1) de 1 986, en el año de 1 999, se transformó a Bosque Siempre Verde de Montañas Cerrado Media Densidad (2). Del mismo modo, un área de 1 633.94 ha (0.63%) del Bosque Siempre Verde Cerrado de Alta Densidad (1) de 1 986, en el año de 1 999, se transformó a Bosque Siempre Verde de Montañas Abiertas (3).

Para el caso de Pequeñas Fincas Ganaderas (11) en el año de 1 986 contaba con un área de 39,149.95 ha y en 1 999, se incrementó a 81 905.96 ha. En cuanto a Tierras Arables (13), en 1986 tenía un área de 7 868.35 ha y en el año de 1999, reportó 11 028.13 ha.

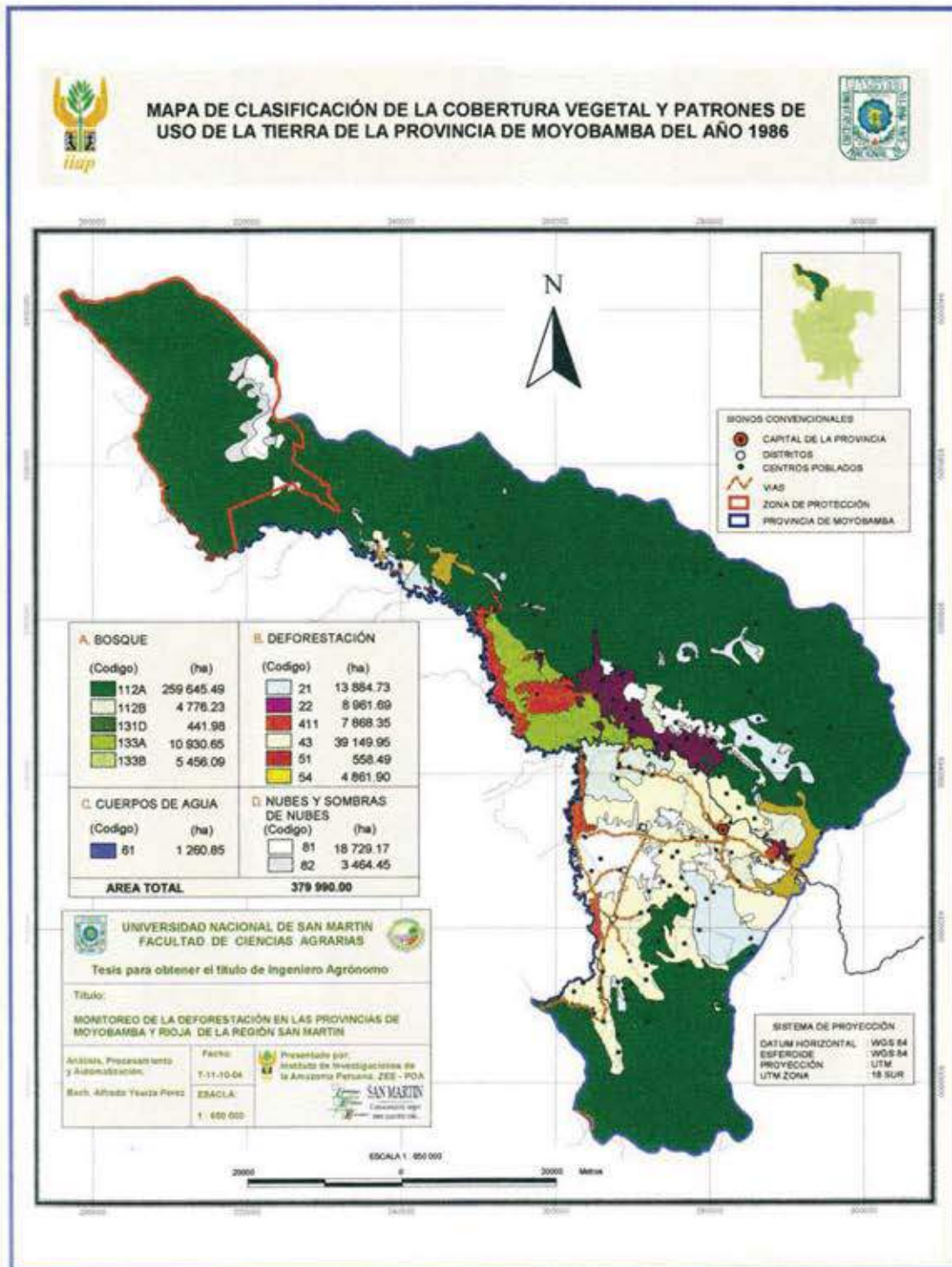
Para el Bosque Inundable Pantanoso (Palmeras de Aguaje) Cerrado de Alta Densidad (6), en el año 1 986, tenía un área de 10 930.65 ha y en 1 999 disminuyó a 10 343.89 ha. En cambio para el caso de Bosque Inundable Pantanoso (Palmeras de Aguaje) Cerrado Media Densidad (7), en 1 986 contaba con un área de 5 456.09 ha y en el año de 1 999, disminuyó a 2 960.94 ha. Ambos decrementos que se reportan en 1 999, se debe a que parte de dichas áreas fueron utilizadas preferentemente para el cultivo de arroz.

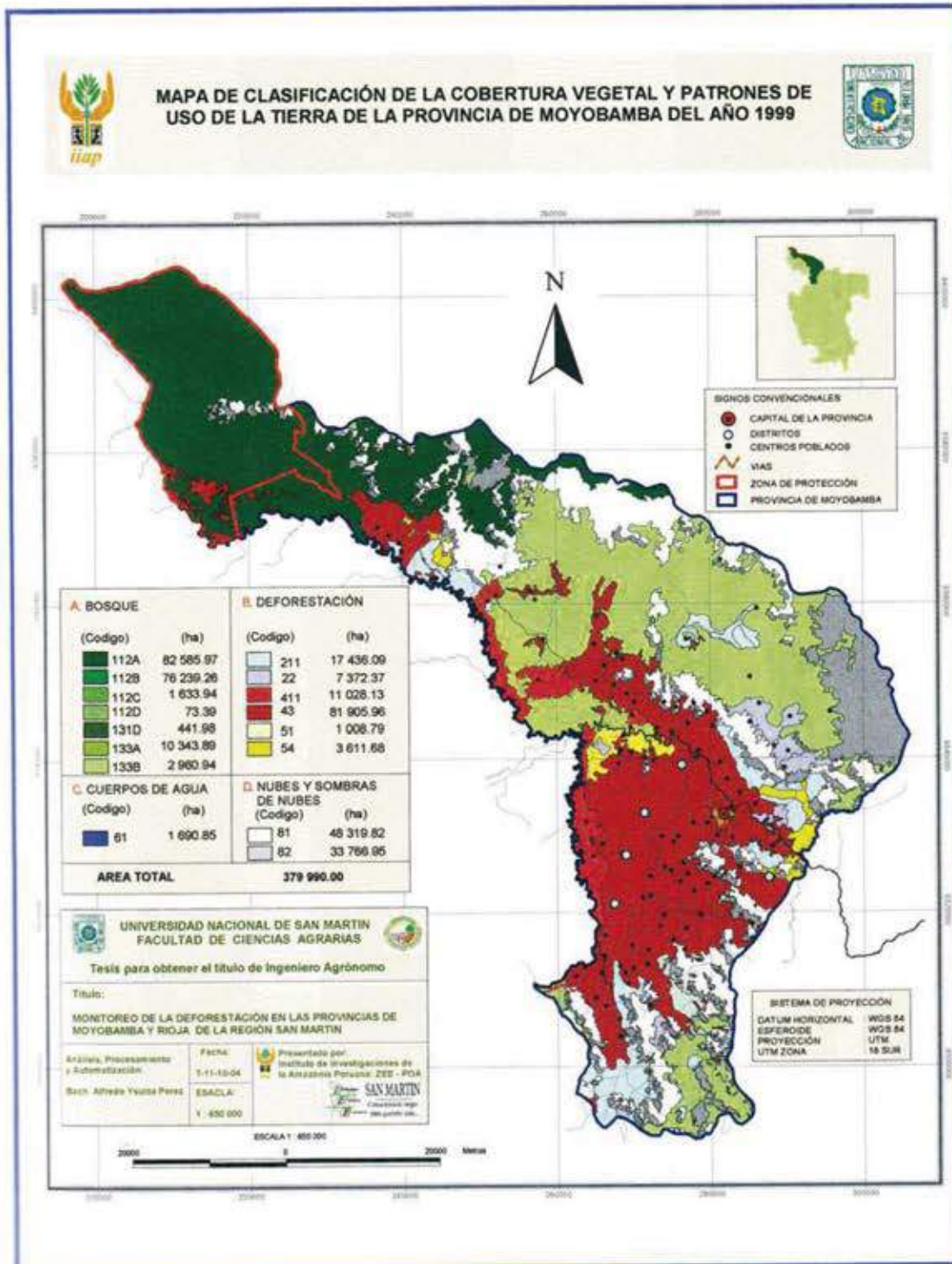
Por otro lado, en 1986 las categorías de Nubes (16) y Sombras (17) reportaron una superficie total de 22 193.62 ha equivalente a 5.48% y aumentando considerablemente en la imagen final del periodo 1 999 a 382 086.77 ha, que equivale a 21.6%.

Cuadro N° 06: Variación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la Tierra en el Período 1 986 - 1 999 - Provincia de Moyobamba

VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y PATRONES DE USO DE LA TIERRA						
PROVINCIA DE MOYOBAMBA						
CATEGORÍA	CÓDIGO	Año 1986		Año 1999		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	
A. ZONA DE BOSQUE	1. Bosque siempre verde de montañas. Cerrado de alta densidad	112A	299 645.49	66.33	82 505.97	21.73
	2. Bosque siempre verde de montañas. Cerrado media densidad	112B	4 776.23	1.26	76 239.26	20.06
	3. Bosque siempre verde de montañas. Abierto	112C	—	—	1 633.94	0.43
	4. Bosque siempre verde de montaña. Fragmentado	112D	—	—	73.36	0.02
	5. Bosque inundable periódicamente. Fragmentado	131D	441.96	0.12	441.96	0.12
	6. Bosque inundable pantanoso(palmeras de Aguaje). Cerrado de alta densidad	133A	10 930.65	2.88	10 343.88	2.72
	7. Bosque inundable pantanoso(palmeras de Aguaje). Cerrado media densidad	133B	5 456.09	1.44	2 960.84	0.78
B. ZONA DEFORESTADA	8. Cultivos migratorios	21	13 684.73	6.01	17 436.09	4.6
	9. Pastos + cultivos + regeneración	22	8 961.39	2.3	7 372.37	1.9
	10. Tierras arables. Con riego artificial	411	7 866.35	2.07	11 028.13	2.90
	11. Pequeñas fincas ganaderas	43	39 149.95	10.30	61 905.96	16.4
	12. Urbano (Pueblo y Ciudades)	61	558.49	0.15	1 006.79	0.27
	13. Suelos descubiertos	64	4 861.90	1.26	3 611.68	0.95
C. CUERPOS DE AGUA	14. Riego	61	1 219.26	0.32	1 219.27	0.32
	15. Lagos y cochas	621	41.57	0.01	41.57	0.01
D. SIN INFO	16. Nubes	61	18 729.17	4.93	46 319.82	12.72
	17. Sombras	62	3 464.45	0.91	33 766.95	8.89
ÁREA TOTAL			379 996.00	100.00	379 996.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.





5.2.2. Cambios en la cobertura vegetal y en los patrones de uso de la tierra durante el período 1 986-1 999 - Provincia de Rioja

Teniendo en cuenta los cambios de coberturas más significativos ocurridos en el periodo 1 986 -1 999 y por sus valores porcentuales que representan cada una de ellas, se reporta lo siguiente: En 1 986, la categoría de Bosque Siempre Verde de Montañas Cerrado de Alta Densidad (1), tiene un área de 114 096.05 ha, si lo tomamos como el 100%, y comparando con el año de 1999 el área disminuye a 33 103.00 ha, es decir un 29.01%. Así mismo, ocurrió un cambio en la cobertura, es decir 11 197.44 ha (9.8%) del Bosque Siempre Verde Cerrado de Alta Densidad (1) de 1 986, en el año de 1 999, se transformó a Bosque Siempre Verde de Montañas Cerrado Media Densidad (2).

En lo que se refiere a la Categoría de Bosque Inundable Pantanoso (Palmeras de Aguaje) Cerrado Media Densidad (7), en 1 986 contaba con un área de 27 373.74 ha y en el año de 1 999, disminuyó a 19 116.68 ha. Dicho decremento se debe a que parte estas áreas fueron utilizadas preferentemente para el cultivo de arroz.

Para el caso de Pequeñas Fincas Ganaderas (14) en el año de 1 986 contaba con un área de 135 98 ha y en 1 999, se incrementó a 52 350.27 ha. En cuanto a Tierras Arables con Riego Artificial (13), en 1986 tenía un área de 4 062.41 ha y en el año de 1 999, reportó 21 867.27 ha.

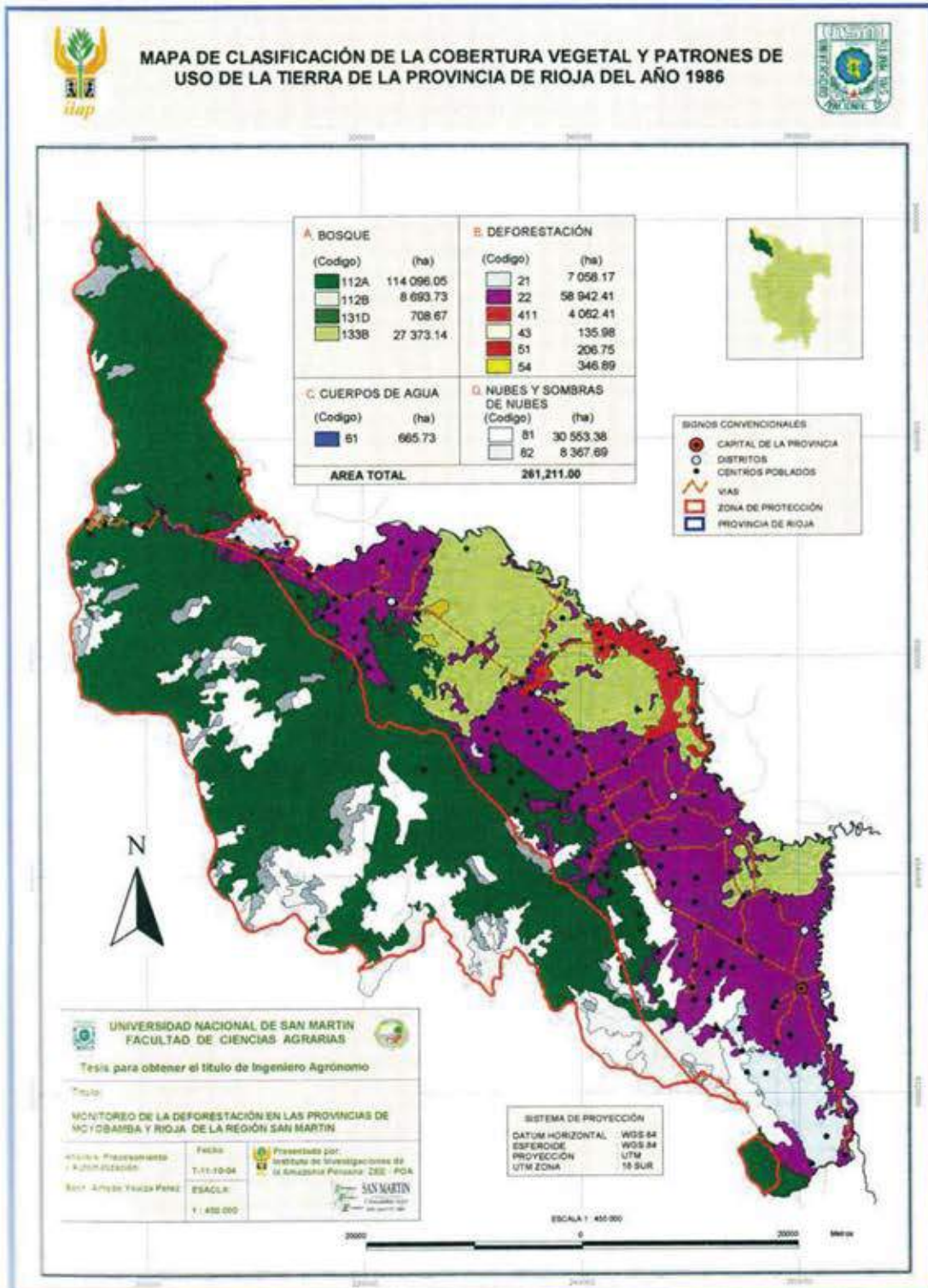
En 1986, la categoría de Tierras Agrícolas y Bosques (Pastos+Cultivos+Bosques) (10), tenía un área de 58 942.41 ha y en 1999, presenta un área de 11 519.65 ha; esto se debe a que gran parte de esta área se cambió a Pequeñas Fincas Ganaderas.

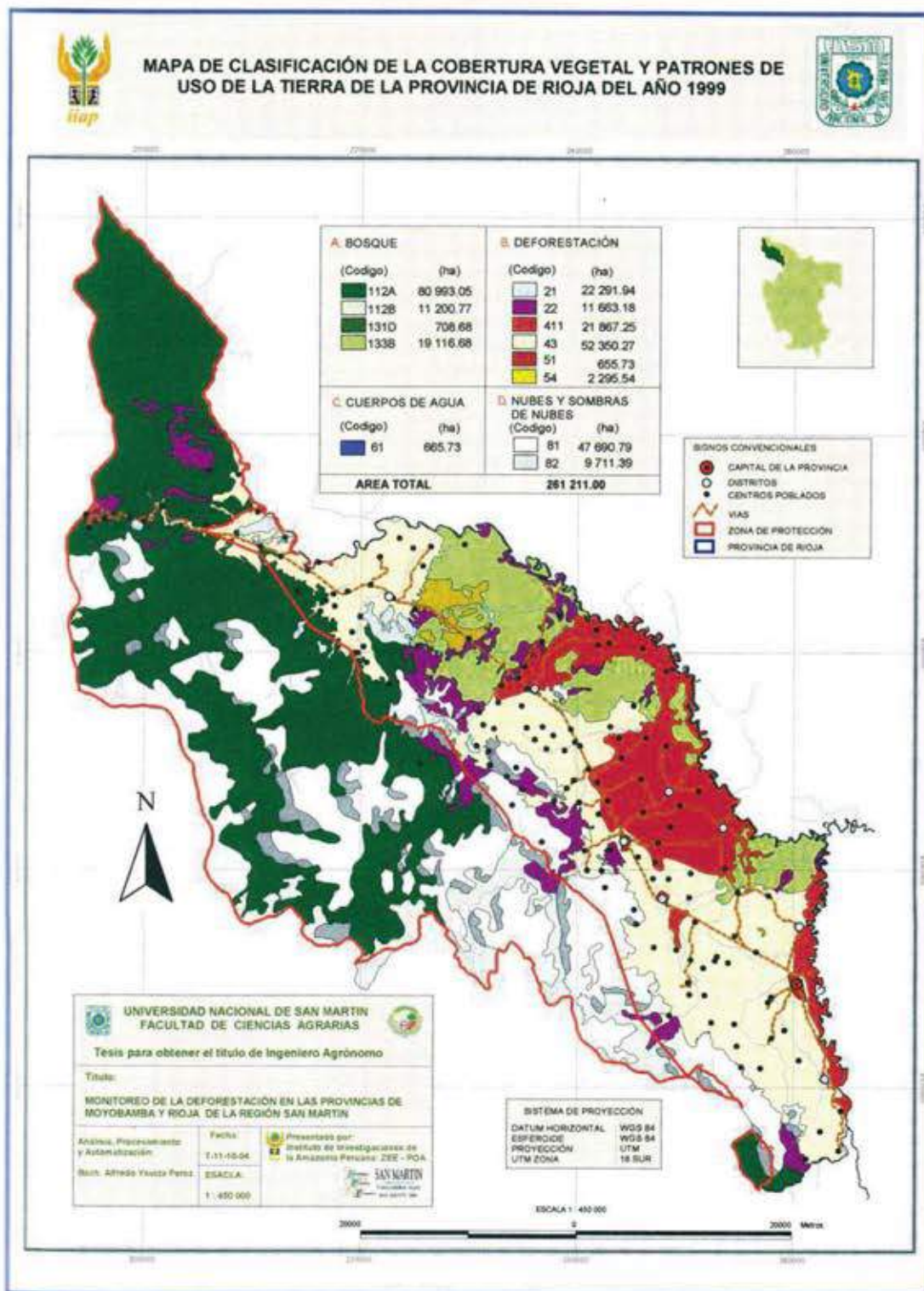
En cuanto a la categoría de Nubes (16) y Sombras (17) en 1 986 reportaron una superficie total de 38 921.07 ha equivalente a 14.9% y aumentando considerablemente en la imagen final del periodo 1 999 a 57 402.18 ha, que equivale a 21.98%.

Cuadro N° 09: Variación de la Cobertura Vegetal y Patrones de Uso de la Tierra
en el Período 1 988 – 1 999 - Provincia de Rioja

VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y PATRONES DE USO DE LA TIERRA PROVINCIA DE RIOJA						
CATEGORÍA	CÓDIGO	Año 1 988		Año 1 999		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	
A. ZONA DE BOSQUE	1. Bosque siempre verde de montañas. Cerrado de alta densidad	112A	114 096.05	43.68	80 993.05	31.01
	2. Bosque siempre verde de montañas. Cerrado media densidad	112B	8 693.73	3.33	11 200.77	4.29
	5. Bosque inundable periódicamente. Fragmentado	131D	708.67	0.27	708.67	0.27
	7. Bosque inundable pantanoso (palmeras de Aguaje). Cerrado media densidad	133B	27 373.14	10.48	19 116.68	7.32
B. ZONA DEFORESTADA	6. Cultivos migratorios.	211	7 058.17	2.70	2291.94	0.88
	9. Pastos + cultivos + regeneración	22	58 942.41	22.57	11 663.19	4.46
	10. Tierras arables. Con riego artificial	411	4 062.41	1.56	21 867.25	8.37
	11. Pequeñas fincas ganaderas	43	135.98	0.05	52 350.27	20.04
	12. Urbano (Pueblo y Ciudades)	81	208.75	0.08	655.73	0.25
	13. Suelos descubiertos	84	348.89	0.13	2 295.54	0.88
C C.A.	14. Ríos	81	665.73	0.25	665.73	0.25
D. SOMB. C.A.	15. Nubes	81	30 553.38	11.70	47 690.79	18.26
	15. Sombras	82	6 367.69	3.20	9 711.39	3.72
ÁREA TOTAL			281 211.00	100.00	281 211.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.





5.3. Análisis de la Deforestación en la Provincia de Moyobamba

Con la cobertura digitalizada sobre las imágenes de 1 986 y 1 999, en la Provincia de Moyobamba, se recogieron los reportes de las categorías que nos indican: Bosque más de 40% de Cobertura Forestal; Mosaico entre un 10 y 40%; No bosque menos del 10% de cobertura forestal; Agricultura menos del 10% de cobertura forestal y sin vegetación; pero, sin tomar en cuenta a las Nubes, Sombras y Cuerpos de Agua.

En el Cuadro N° 10, se muestra el resultado de la unión de coberturas del año 1 986 y la cobertura 1 999 que comprenden el periodo de estudio y estas dan origen al mapa de deforestación del periodo de estudio (1 986 – 1 999). Y el análisis de esta unión de coberturas reporta que a categoría que representa al Bosque, tiene un área de 168.431.04 ha; así mismo el incremento de la Deforestación por actividad antrópica presenta un área de 39 848.19 ha.

Cuadro N° 10: Unión de las Coberturas del Periodo de Estudio (1 986 – 1 999) -
Provincia de Moyobamba

PROVINCIA DE MOYABAMBA (EVOLUCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN 1 986 - 1 999)			
Tipo de Cobertura	Código	ha	%
Bosque	1000	168 431.04	44.33
Deforestación existente	2000	69 014.85	18.16
Sin Información	3000	101 435.07	26.69
Incremento de la Deforestación	4000	39 848.19	10.49
Cuerpos de Agua	61	1 260.85	0.33
TOTAL		379 990.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Previamente, a la aplicación de la fórmula se realizaron los siguientes cálculos:

- Incremento (86 – 99) = 39 848.19 Superficie ha/año.
- Área total con información = Área total de estudio – (Nubes + sombras + Cuerpos de agua).
- Área total con información = 379 990 ha – (101 435.07 ha + 1 260.85 ha)
- Área Total con información = 277 294.08 ha.

Aumento de la actividad antrópica o deforestación, periodo (1986 a 1999)	÷	Periodo de monitoreo	=	
39 848.19 ha		13 años		3 065.28 ha/año

Promedio ha/año 3 065.25 ha/año	×	100%	=	Tasa de deforestación de la zona de estudio (Moyobamba)
Área total con información, periodo (1986 a 1999) 277 294.06 ha				1.105% año

En el periodo de estudio (1 986 – 1 999), se obtiene que el incremento de la deforestación es de 3 065.25 ha/año. La misma que representa una tasa de deforestación de 1.105%.

Seguidamente, se realizó el cálculo del incremento de la deforestación en relación al bosque original, haciendo uso de la tasa reportada (1.105%) Para ello se utilizaron los siguientes datos:

- Área de Bosque original = Área total– Cuerpos de agua.
- Área de Bosque original = 379 990 ha – 1 260.85 ha
- Área de Bosque original Prov. de Moyobamba = 378 729.15 ha

Área de bosque Original	×	1.105% año 100%	=	Incremento de la deforestación (Moyobamba)
378 729.15 ha				4 186.53 ha/año

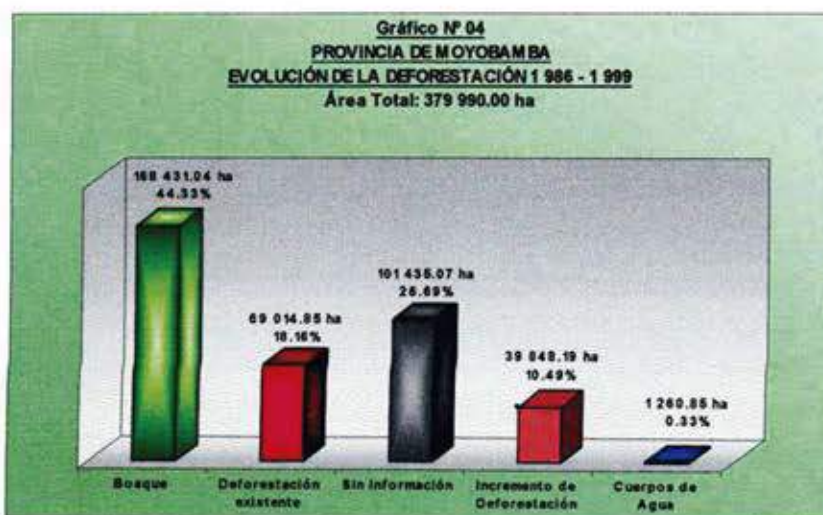
Al tomar en cuenta el área original del bosque que es 378 729.15 ha y con esta tasa reportada, se tiene un incremento de 4 186.53 ha/año; se asume que, se debe al acelerado proceso del

avance de la frontera agrícola hacia zonas inadecuadas para el desarrollo de ciertas actividades agropecuarias (café, arroz y ganadería).



Fuente: *Elaboración propia*

Para tener una mejor interpretación de la evolución de la deforestación en el periodo de 1 986 – 1 999, a continuación se presenta el Gráfico N° 04.



Fuente: Elaboración propia.

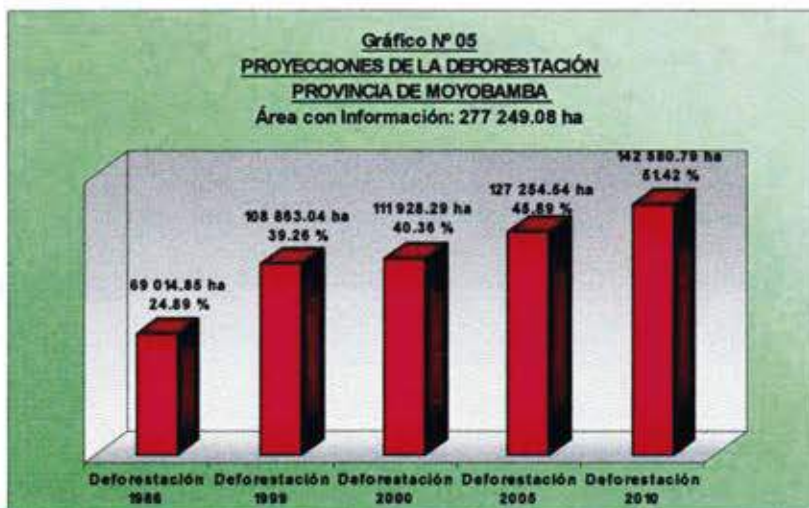
Si proyectamos esta tasa de deforestación (1.105%) para el año 2 005, tendríamos un área deforestada de 127 254.54 ha, que representa el 45.89% del total del área de estudio. Y para el 2 010 se incrementaría a 142 580.79 ha, es decir el 51.42% del total del área de estudio. Como se muestra en el Cuadro N° 11 y esquematizada en el Gráfico N° 05.

Si este ritmo de deforestación continúa con esta tasa (1.105%), a unos 54 años aproximadamente se habrá deforestado toda la cobertura vegetal. Sin embargo, este periodo podría reducirse, si las políticas de desarrollo implantadas por el gobierno no van de acuerdo a la realidad local, produciéndose el incremento del proceso de deforestación.

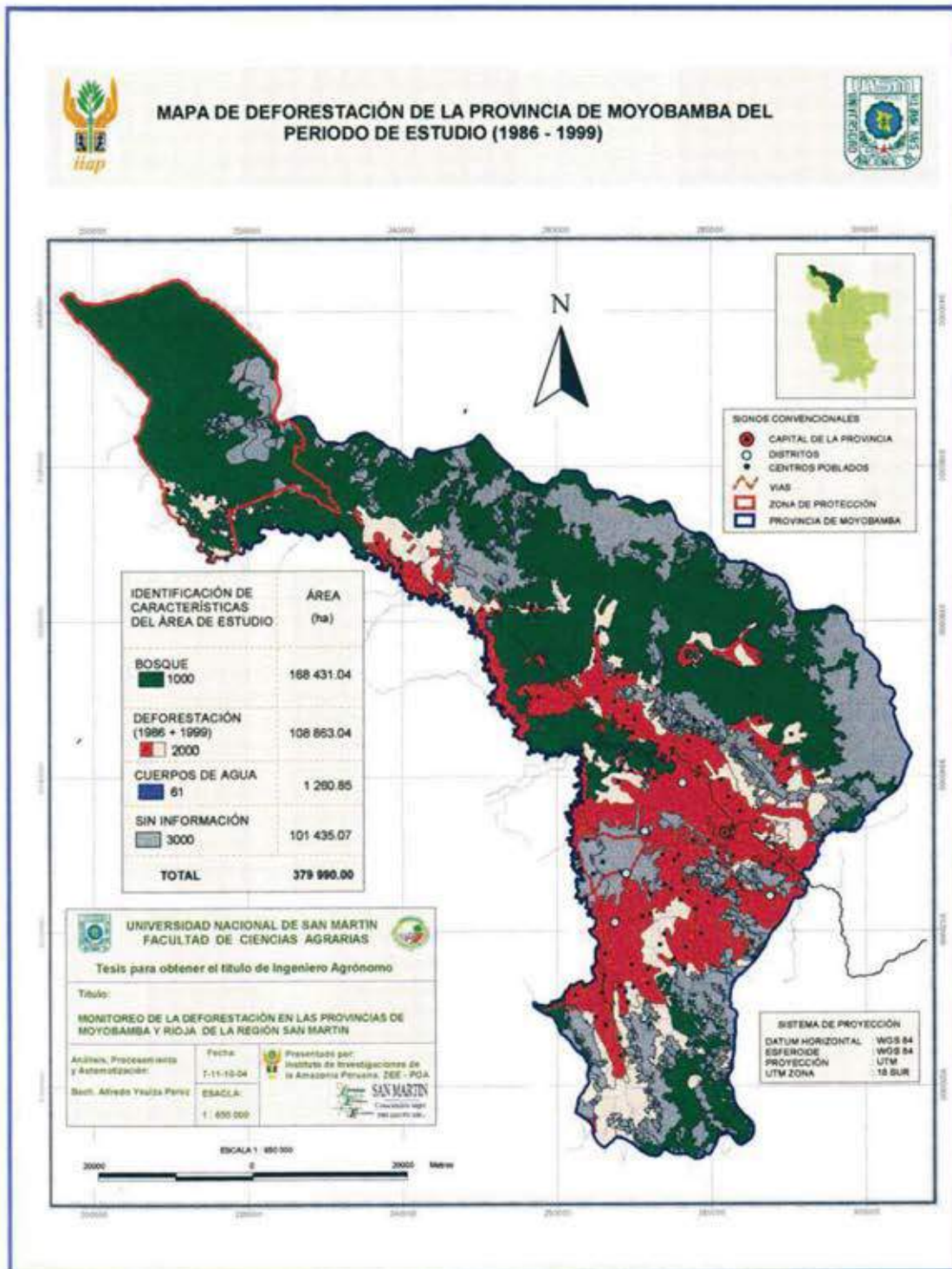
Cuadro N° 11: Proyecciones de Deforestación – Provincia de Moyobamba

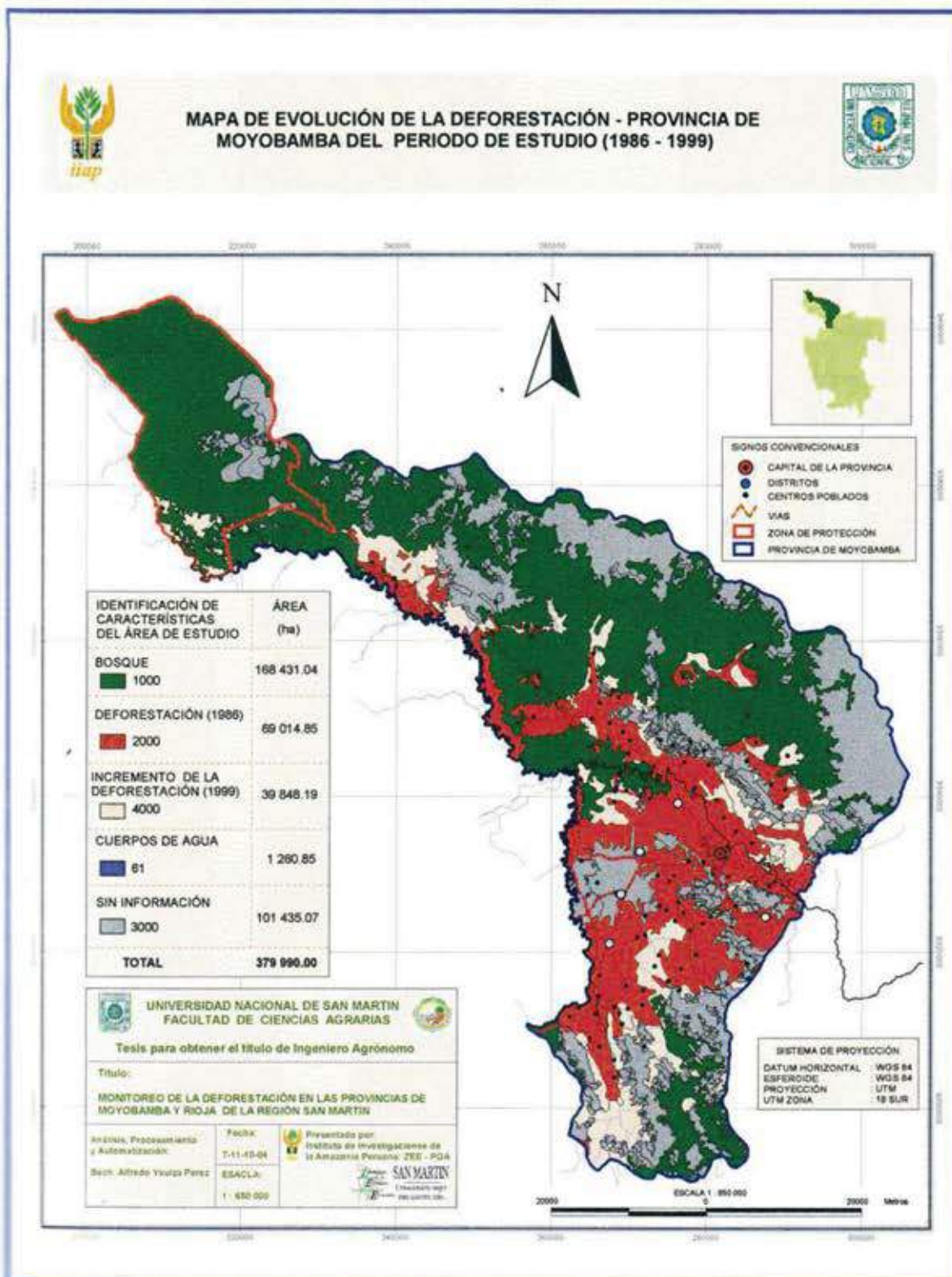
PROYECCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN PROVINCIA DE MOYOBAMBA			
Proyecciones	Superficie en base al Área Evaluada (ha)	%	Superficie en base al bosque Original (ha)
Área Total	277 294.08	100.00	378 729.15
Deforestación 1 986	69 014.85	24.89	94 265.68
Deforestación 1 999	108 863.04	39.26	148 689.06
Deforestación 2 000	111 928.29	40.36	152 875.59
Deforestación 2 005	127 254.54	45.89	173 808.24
Deforestación 2 010	142 580.79	51.42	194 740.89
Deforestación Total	a 54 años		

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.





5.4. Análisis de la Deforestación en la Provincia de Rioja

En la Provincia de Rioja, luego de realizar el análisis de la unión de coberturas del periodo (1 986 – 1 999), se reportó que la cobertura correspondiente a la categoría Bosque representa el 40% de Cobertura Forestal; Mosaico entre 10 y 40%; No bosque, menos del 10% de cobertura forestal; Agricultura menos del 10% de cobertura forestal y sin vegetación; es decir, sin tomar en cuenta a las Nubes; Sombras y Cuerpos de Agua.

En cuanto a la categoría de Bosque, se tiene un área de 97 742.78 ha y el reporte del incremento de la deforestación por Actividad Antrópica tiene un área de 17 931.33 ha.

Cuadro N° 12: Unión de las Coberturas del Periodo de Estudio (1 986 – 1 999) - Provincia de Rioja

PROVINCIA DE RIOJA (EVOLUCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN 1 986 - 1 999)			
Tipo de Cobertura	Código	ha	%
Bosque	1000	97 742.78	37.42
Deforestación existente	2000	68 782.59	26.33
Sin Información	3000	76 088.57	29.13
Incremento de la deforestación	4000	17 931.33	6.86
Cuerpos de Agua	61	665.73	0.25
TOTAL		261 211.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Previo a la aplicación de la fórmula se realizaron los siguientes cálculos:

- Incremento (86 – 99) = 17 931.33 Superficie ha/año.
- Área total con información = Área total de estudio – (Nubes + sombras + Cuerpos de agua).
- Área total con información = 261 211.00 ha – (76 088.57 ha + 665.73 ha)
- Área Total con información ha = 184 456.70 ha.

Aumento de la actividad antropica o deforestación, periodo (1986 a 1999) 17 931.33 ha	\div	Periodo de monitoreo 13 años	=	1 379.33 ha/año
---	--------	--	---	-----------------

Promedio ha/año 1 379.33 ha/año <hr/> Área total con información, periodo (1986 a 1999) 184 456.70 ha	\times	100%	=	Tasa de deforestación de la zona de estudio (Riego) 0.75% año
--	----------	------	---	---

En el periodo 1 986 - 1 999, el incremento de la deforestación reporta un área de 1 379.33 ha/año, la misma que representa una tasa de deforestación de 0.75%.

Posteriormente, se realizo el cálculo del incremento de la deforestación en relación al bosque original, haciendo uso de la

tasa reportada (0.75%) Para ello se utilizaron los siguientes datos:

- Área de Bosque original = Área total de la Prov de Rioja – Cuerpos de agua.
- Área de Bosque original = 261 211.00 ha – 665.73 ha
- Área de Bosque original Prov. de Rioja = 260 545.27 ha

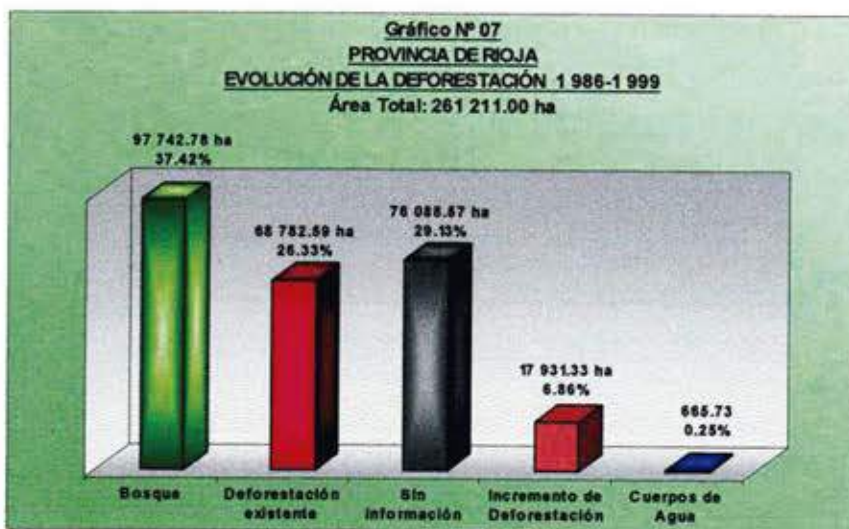
Área de bosque Original	Tasa de deforestación	Superficie deforestada (Rioja)
260 545.27 ha	$\frac{0.75\% \text{ año}}{100\%}$	1 954.09 ha/año

Al tomar esta tasa (0.75%) en relación al área de Bosque original que es 260 545.27 ha, se tiene un incremento de 1 954.09 ha/año; se asume que se debe al acelerado proceso del avance de la frontera agrícola hacia zonas inadecuadas para el desarrollo de ciertas actividades agropecuarias.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la deforestación en la provincia de Rioja en el periodo de 1 986 – 1 999, se presenta en el Gráfico N° 07.



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo esta tasa de deforestación (0.75%), al proyectarse para el año de 2 005, la Provincia de Rioja alcanzaría un área deforestada de 94 989.94 ha, que representaría el 51.50% del total del área de estudio. Y para el 2 010, el incremento llegaría a 101 886.55 ha, es decir al 55.24% del total del área de estudio. Como se muestra el en Cuadro N° 13.

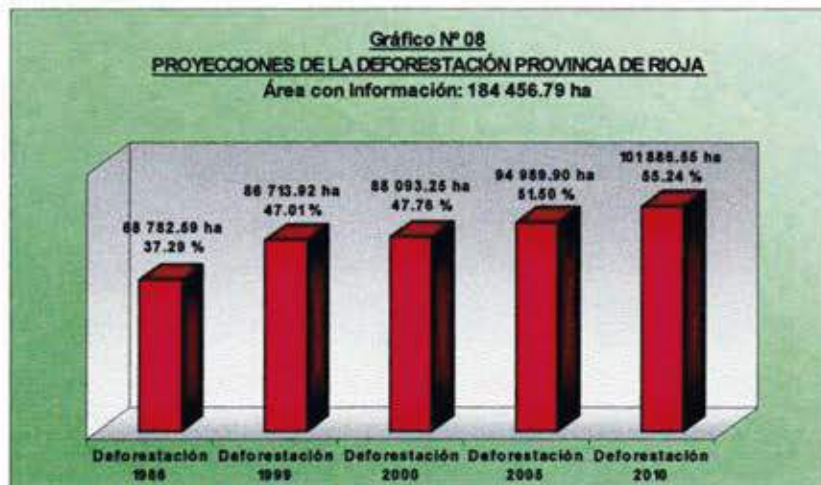
De mantenerse esta tasa de deforestación (0.75%), a unos 70 años aproximadamente se habrá deforestado toda la cobertura vegetal. Lo que podría pasar es que, la proyección del periodo se

reduzca por la aplicación de inadecuadas políticas de desarrollo lejos de la realidad local.

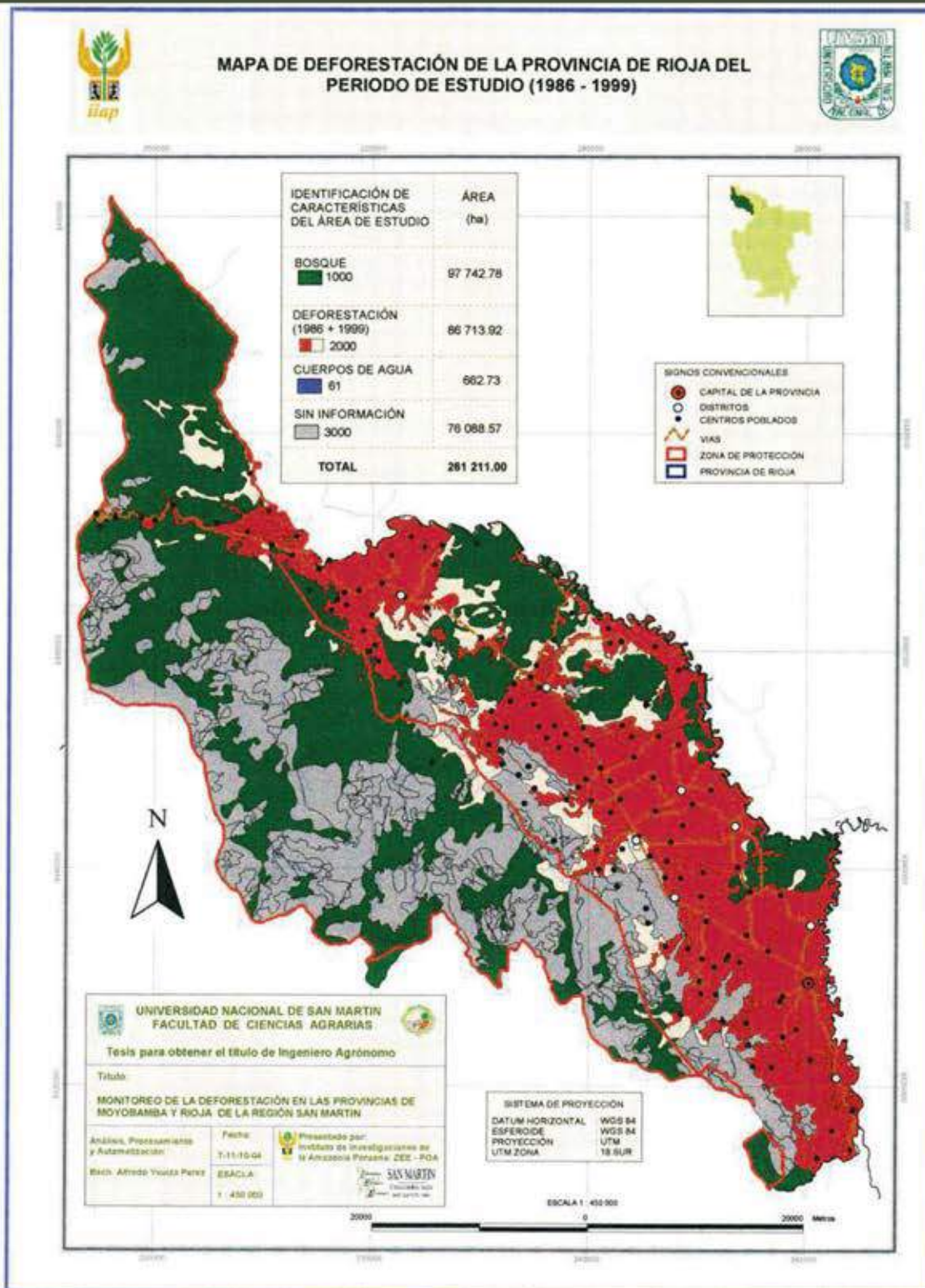
Cuadro N° 13: Proyecciones de la Deforestación – Provincia de Rioja

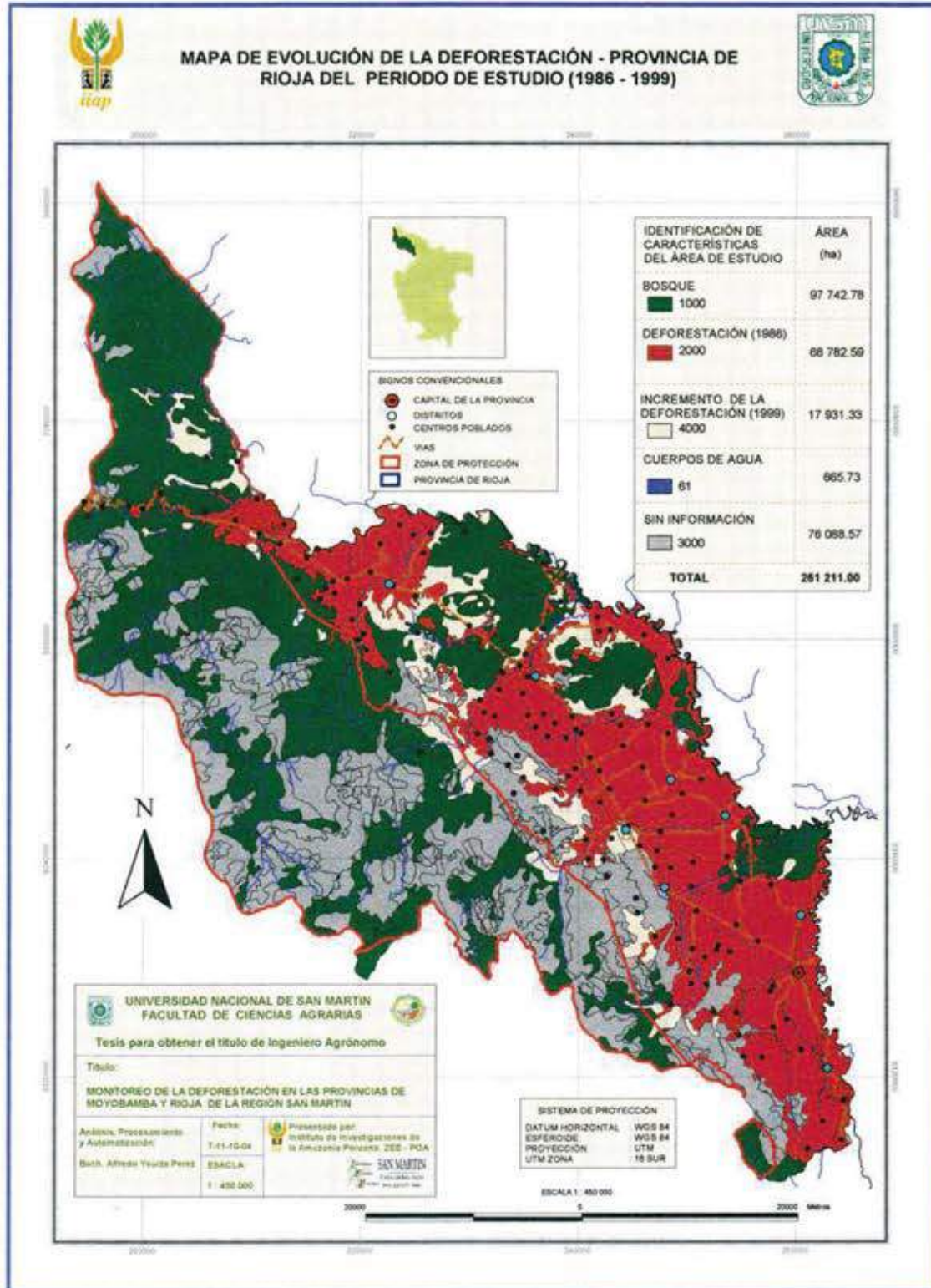
PROYECCIÓN DE LA DEFORESTACIÓN PROVINCIA DE RIOJA			
Proyecciones	Superficie en base al Área Evaluada (ha)	%	Superficie en base al bosque Original (ha)
Área Total	184 456.79	100.00	260 545.27
Deforestación 1 986	68 782.59	37.29	97 157.33
Deforestación 1 999	86 713.92	47.01	122 482.33
Deforestación 2 000	88 093.25	47.76	124 436.42
Deforestación 2 005	94 989.90	51.5	134 206.87
Deforestación 2 010	101 886.55	55.24	143 977.32
Deforestación Total	a 70 años		

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.





5.5. Análisis de los conflicto en el uso de la tierra según la capacidad de uso mayor de las tierras en el Perú - Provincia de Moyobamba

En el Cuadro N° 14, se representa la Capacidad de Uso total del área en estudio; las categorías son: Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con tierras para cultivos permanentes (F1); las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo – asociados con tierras para protección (F2); las Tierras aptas para protección asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y drenaje (XF1); las Tierras aptas para protección por pendiente y suelo - asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y pendiente (XF2); tierras de protección por inundación y drenaje (X1); las Tierras de protección por pendiente y suelo (X); de acuerdo al mapa de capacidad de uso que las áreas de aptitud forestal y de protección en relación a la zona total del área de estudio tiene un valor de 77.74%.

Cuadro N° 14: Capacidad de Uso Mayor de las Tierras – Moyobamba

CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS PROVINCIA DE MOYOBAMBA	
Código	Área (ha)
F1	2 467.04
F2	6 523.14
X	140 581.76
X1	11 593.01
XF1	116 584.42
XF2	17 648.65
TOTAL	286 388.02

Fuente: elaboración propia.

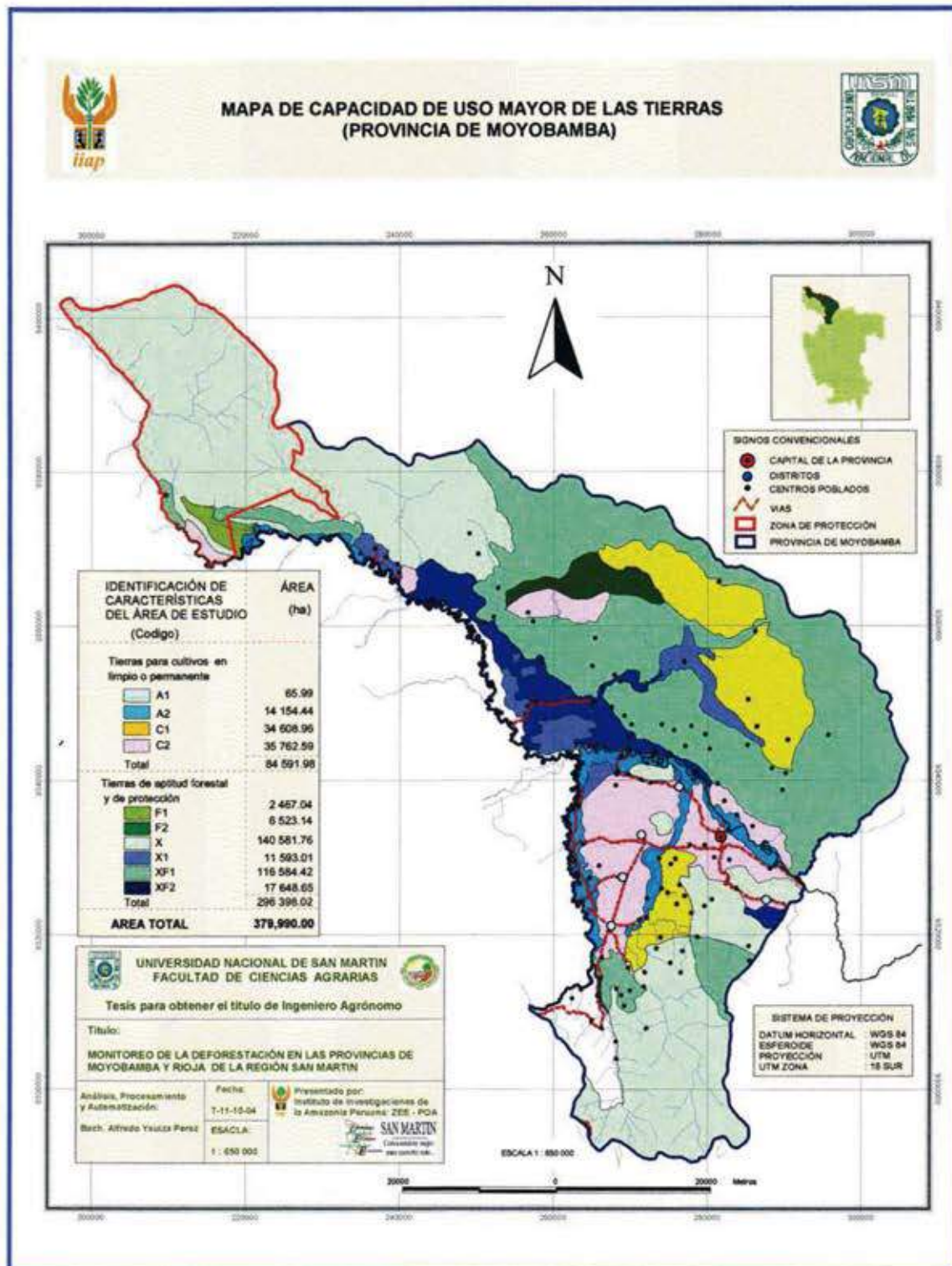
En el cuadro N° 15, se muestra una cifra de 108 865.04 ha de área deforestada para el año de 1999; de estas áreas, 23 929.62 ha ocupan Tierras de protección por pendiente y suelo (X); 2 889.08 ha ocupan tierras de protección por inundación y drenaje (X1); 25 439.66 ha ocupan las Tierras aptas para protección asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y drenaje (XF1); 10 323.01 ha ocupan las Tierras aptas para protección por pendiente y suelo - asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y pendiente (XF2); 951.05 ha ocupan las tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con Tierras para cultivos permanentes (F1); 46.58 ha ocupan las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con tierras para

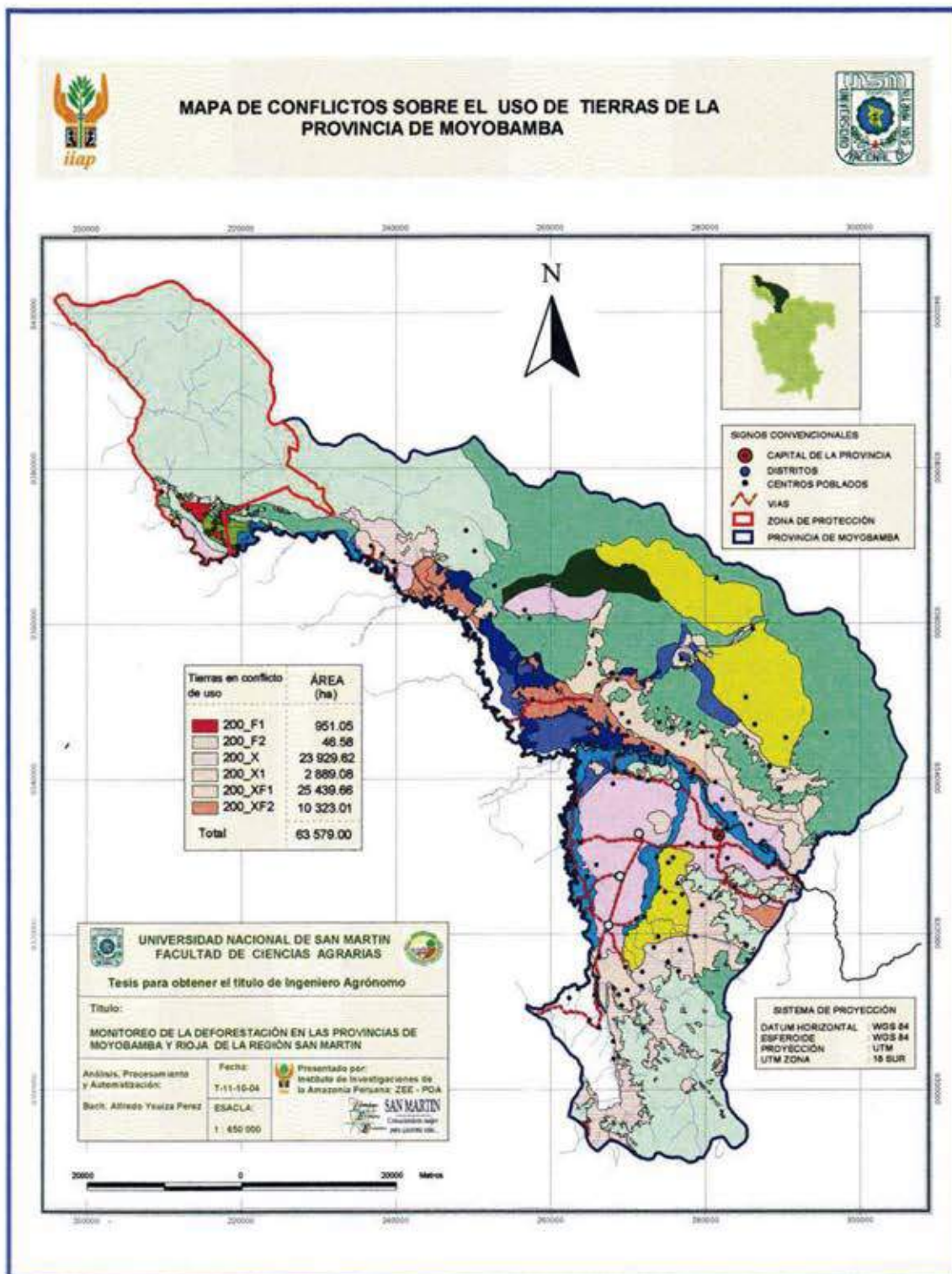
protección (F2); al tener en cuenta el área deforestada en el periodo de estudio; finalmente, se tiene que un 58.40% se encuentra en el área de producción forestal y de protección.

Cuadro N° 15: Áreas en conflicto, según su Capacidad de Uso Mayor entre 1 986 y 1 999

ÁREAS EN CONFLICTO DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Código	Área (ha)
F1	951.05
F2	46.58
X	23 929.62
X1	2 889.08
XF1	25 439.66
XF2	10 323.01
TOTAL	63 579.00

Fuente: *Elaboración propia.*





5.6. Análisis de los conflicto en el uso de la tierra según la capacidad de Uso Mayor de las Tierras en el Perú - Provincia de Rioja

En el Cuadro N° 16, se muestra la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras de la provincia de Rioja y sus respectivas categorías: las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media, con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con tierras para cultivos permanentes (F1); las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con Tierras para protección (F2); las Tierras aptas para protección asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y drenaje (XF1); las Tierras aptas para protección por pendiente y suelo - asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y pendiente (XF2); Tierras de protección por inundación y drenaje (X1); las Tierras de protección por pendiente y suelo (X); todos estos representan un 79.53% del área de estudio.

Cuadro N° 16: Capacidad de Uso Mayor de las Tierras – Provincia de Rioja

CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS PROVINCIA DE RIOJA	
Código	Área (ha)
F1	3 677.07
F2	2 917.73
X	134 778.13
X1	599.22
XF1	28 757.13
XF2	37 009.76
TOTAL	207 739.04

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 17, se tiene una cifra de 86 713.92 ha de área deforestada al año de 1 999 con referencia al periodo de estudio, de estas áreas 5 598.48 ha ocupan Tierras de protección por pendiente y suelo (X); 225.22 ha ocupan Tierras de protección por inundación y drenaje (X1); 11 982.48 ha ocupan las tierras aptas para protección asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y drenaje (XF1);

13 724.73 ha ocupan las Tierras aptas para protección por pendiente y suelo - asociados con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y pendiente (XF2);

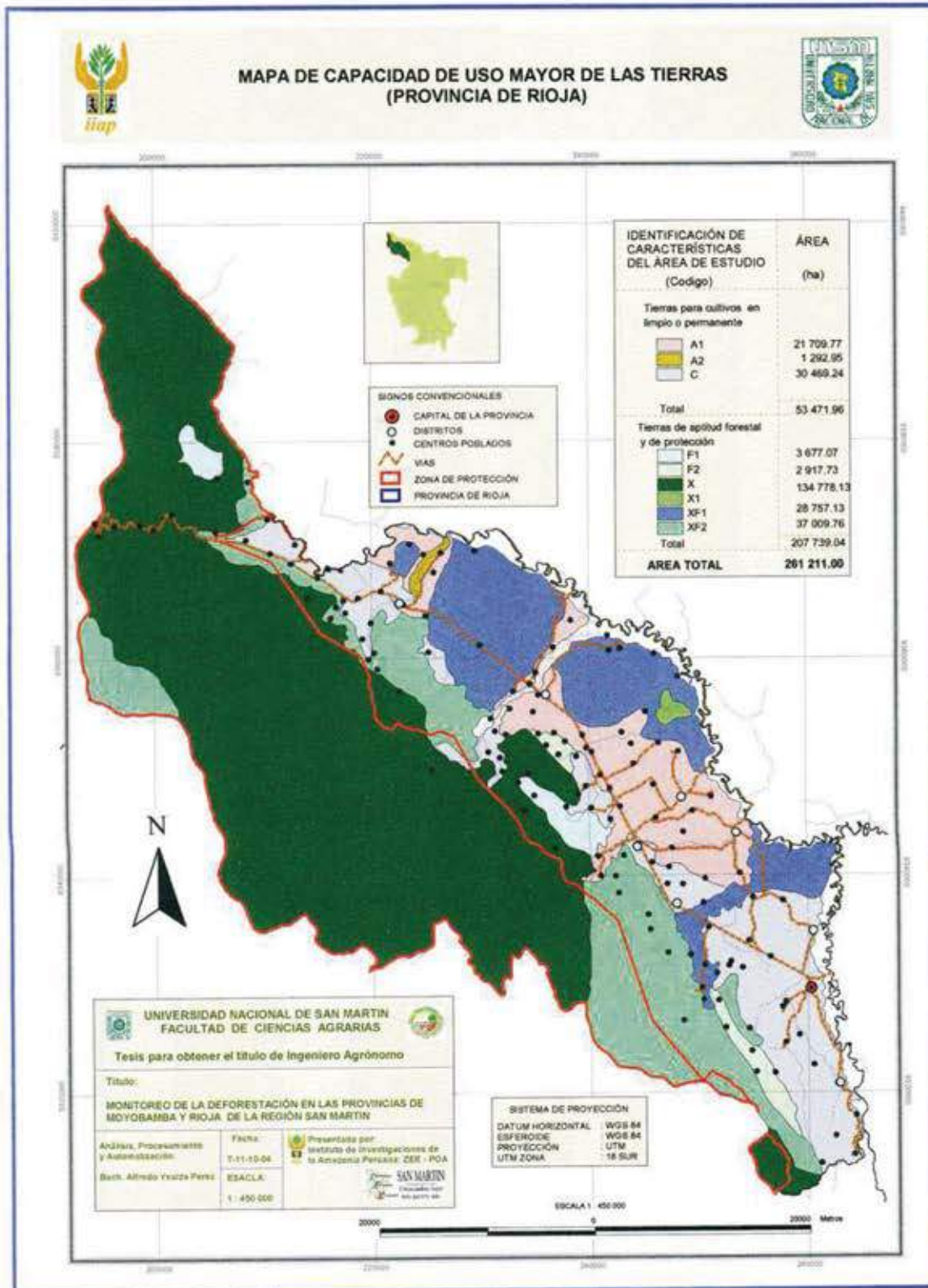
3 321.39 ha ocupan las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con tierras para cultivos permanentes (F1); 1 657.27 ha

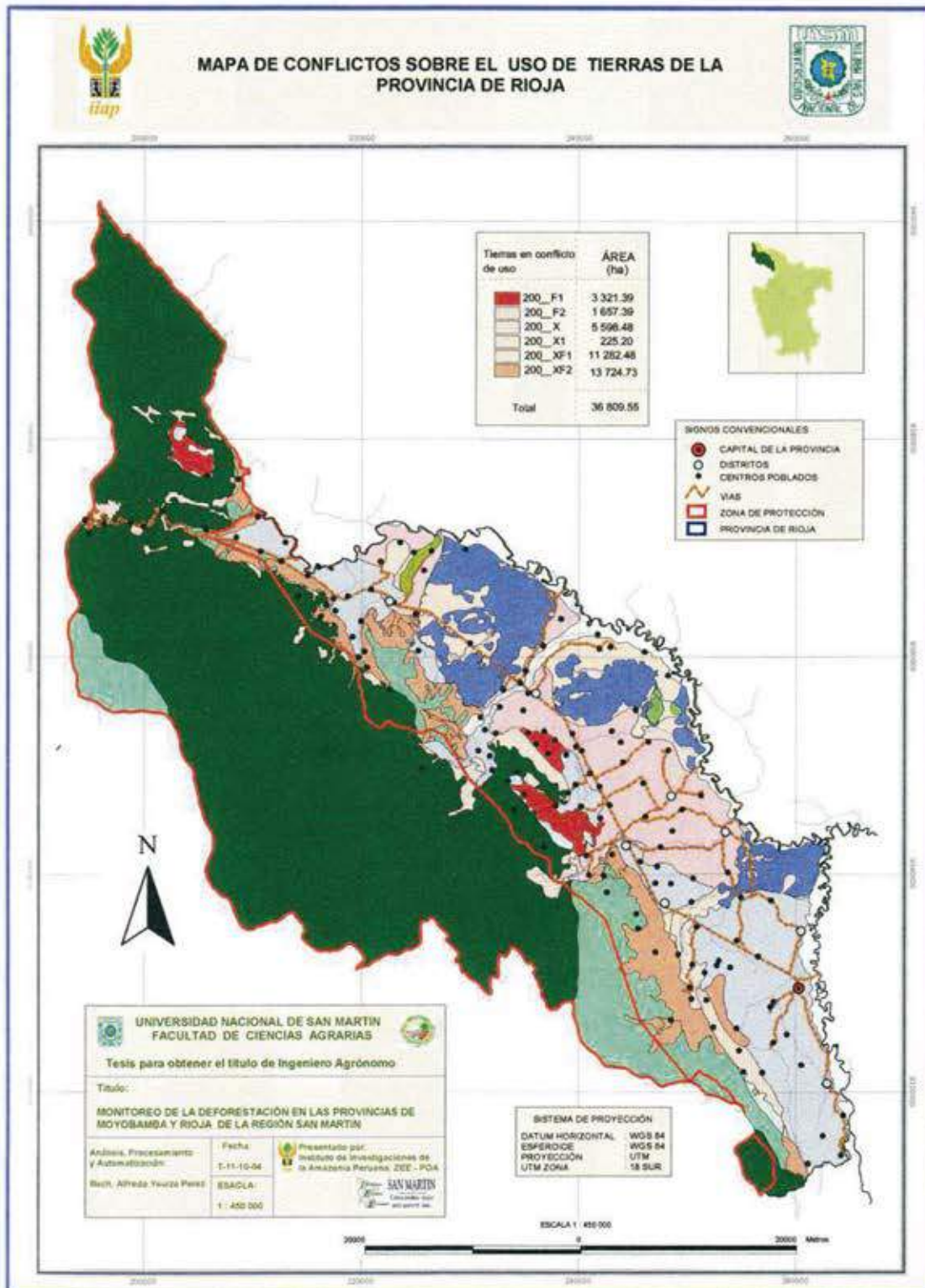
ocupan las Tierras aptas para producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo - asociados con Tierras para protección (F2); que en suma, todo esto representa un 41.30% de área intervenida.

Cuadro N° 17: Áreas en Conflicto de Uso entre 1 986 – 1 999

ÁREAS EN CONFLICTO DE LA PROVINCIA DE RIOJA SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR	
Código	Área (ha)
F1	3 321.39
F2	1 657.27
X	5 598.48
X1	225.20
XF1	11 282.48
XF2	13 724.73
TOTAL	35 809.55

Fuente: *Elaboración propia.*





5.7. Aspectos Socioeconómicos de las Zonas de Estudio: Moyobamba y Rioja.

En el Cuadro N° 18, se hace referencia a algunos datos de aspectos socio-económicos de las zonas de estudio que nos dan un mayor alcance de las variables más importantes, las mismas que se toman en cuenta al momento de realizar el análisis del proceso de la deforestación.

Cuadro N° 18: Datos de aspectos Socio-económicos referentes a las áreas de estudio

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	PROVINCIA	
	MOYOBAMBA	RIOJA
Población para 1988	44 116 hab	97 433 hab
Población para 1998	97 433 hab	87 687 hab
Densidad poblacional	28.11 hab/km ²	36.38 hab/km ²
Tasa de crecimiento Intersensal (1990-2000)	Alta 2.3%	Alta 1.6%
Característica poblacional	Predominantemente urbana con 57.1%	Predominantemente urbana con 58.4%
Base económica (Actividad predominante)	Actividad principal es la agricultura, con cultivos predominantes de arroz bajo riego, café y otros; seguido por la ganadería.	Actividad principal es la agricultura, con cultivos predominantes de arroz bajo riego, café y otros; seguido en menor escala por la ganadería.
Categoría de calidad de vida de los pobladores	Pobre	Pobre
Otros	Interconexión con el país a través de la carretera Fernando Belaude Terry (ex Marginal de la Selva)	Interconexión con el país a través de la carretera Fernando Belaude Terry (ex Marginal de la Selva)

Fuente: INEI-Estimación de Poblaciones por Departamentos, Provincias y Distritos 1 995-2 000

El Cuadro N° 19, se presentan los indicadores de los aspectos geográficos de las dos zonas de estudio (Moyobamba y Rioja).

Cuadro N° 19: Indicadores relacionados al uso de la tierra

INDICADOR	ZONA DE ESTUDIO	
	PROVINCIA DE MOYOBAMBA	PROVINCIA DE RIOJA
Imagen	Landsat (TM5 - TM7) – 0008_064; 0009_064 (Path-Row)	
Región natural	Selva Alta	
Relieve	Montañoso, ondulado (plano, lomada y colinas).	
Vegetación	Bosque de altura colinoso y de terrazas, aguajales, renacales. Bosque inundable	
Patrones de deforestación	Mosaico, Masivo y lineal	
Causas	Pequeñas fincas agrícolas, ganadería y desarrollo urbano.	Agricultura, ganadería, industria urbana.
Agentes	Migrantes y poblador local	
Fuerzas	Carretera Fernando Belaunde Terry, falta de empleo.	Invasión de las áreas de protección, explotación de canteras.
Ritmo de deforestación	Alta	
Frentes de deforestación	Eje de la carretera principal, zonas de montaña donde cultiva café.	Áreas agrícolas y explotación de minerales.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 20: Agentes, causas, efectos de la deforestación.

DEFORESTACIÓN		
AGENTES	CAUSAS	EFFECTOS
<ul style="list-style-type: none"> - Personas que físicamente (o mediante decisiones sobre sus fuerzas laborables) - Pequeños agricultores - Propietarios de plantaciones y de grandes fincas. - Concesiones de bosques - Agencias de construcción de infraestructura y así sucesivamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerzas del mercado (fluctuaciones internacionales de precios de los productos agrícolas comerciales), - Políticas económicas (devaluación de la moneda) - Medidas legales o reguladoras (cambios en las leyes de tendencia de la tierra) - Factores interinstitucionales - Decisiones políticas (un cambio en la forma en la que se asigne las concesiones forestales) - La pobreza rural - La alta tasa de crecimiento de la población - La agricultura migratoria - El cultivo de la coca - La extracción forestal selectiva y los bajos niveles de transformación industrial de la madera. <p>La ampliación de las áreas de pastoreo y la falta de orientación técnica de los organismos del Estado para asignar el aprovechamiento más apropiado de la tierra según su capacidad de uso mayor y el aprovechamiento integral e integrado de los Recursos Naturales, en conjunto vienen a ser las causas de la deforestación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Erosión y deslizamientos de suelos. - Disminución del caudal de agua, - Destrucción de la belleza paisajística. - Pérdida de la diversidad genética del bosque

Fuente: *Elaboración propia*

5.8. Regresión lineal (Población Vs Deforestación)

Gráfico N° 09: Regresión lineal (Población Vs Deforestación) - Provincia de Moyobamba

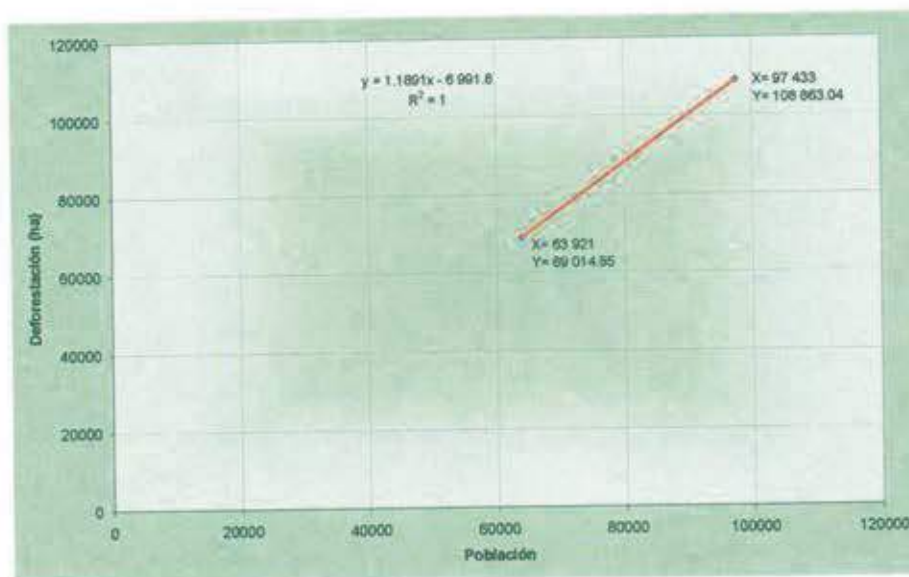
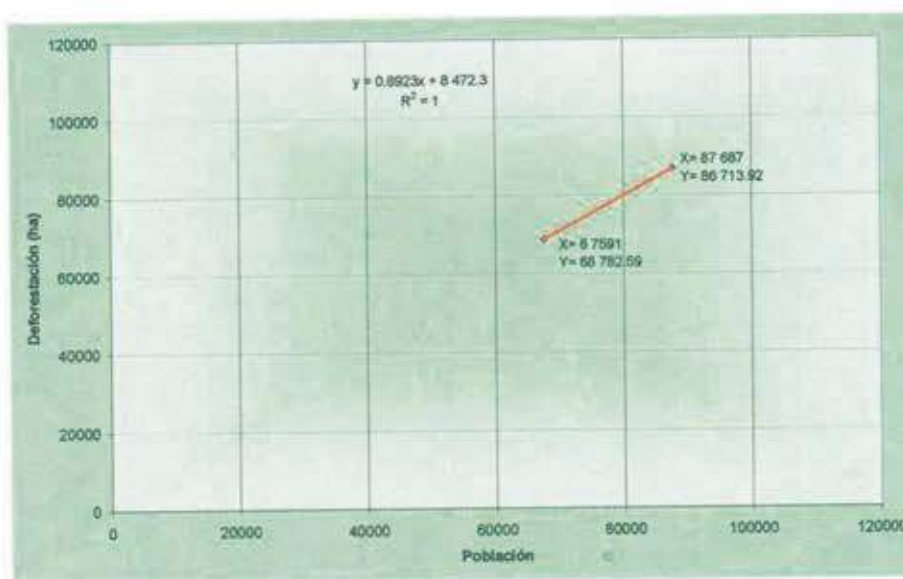


Gráfico N° 10: Regresión lineal (Población Vs Deforestación) - Provincia de Rioja



Según los gráficos obtenidos de la regresión lineal, se puede interpretar que en ambas zonas de estudio (Moyobamba y Rioja) existe relación directa entre las variables, nos referimos en este caso a la variable independiente (población) y la variable dependiente (deforestación). Por lo tanto, a mayor aumento de la población, mayor incremento de la deforestación. Además el reporte del coeficiente de correlación (R^2) es igual a 1, lo que indica que la correlación es perfecta.

VI. DISCUSIONES

- En el monitoreo de la deforestación en Selva Alta, Zona de Oxapampa, al hacer el análisis de las imágenes de satélite, se afirma que la combinación de bandas 4-5-3 (RGB) ofrece una mejor discriminación de la cubierta terrestre (FACHIN, 2 000).
- Se discrepa con esta afirmación, puesto que en el momento de realizar el análisis de las imágenes de satélite de las zonas de estudio, Provincias de Moyabamba y Rioja, se trabajó con la combinación de bandas 3-2-1 (RGB) con la cual se pudo identificar, diferenciar las zonas de bosque y las zonas deforestadas.
- La tasa de deforestación a nivel nacional es 0.32% (REÁTEGUI, 1 996), al contrastar este resultado con los reportes obtenidos en la zona de estudio, tenemos que la Provincia de Moyabamba tiene una tasa de 1.105% y 0.75% para la Provincia de Rioja; sin duda alguna estos resultados son mayores que la tasa a nivel nacional, pero la tasa más alta de deforestación le corresponde a la provincia de Moyabamba.
- En la Región San Martín la tasa de deforestación es de 1.17% (REÁTEGUI, 1 996) y los resultados actuales reportan que la tasa de la Provincia de Moyabamba de 1.105%, muy cercano a la tasa de la Región, sin embargo la tasa de la provincia de Rioja (0.75%) es menor que las anteriores.

- La Zonificación Ecológica y Económica de la Región San Martín reporta que el área deforestada en la Región San Martín para el año 2 003 es de 1 313 466.00 ha (IIAP, 2 003); no obstante, según las proyecciones realizadas en el presente estudio, para el año 2 003, la Provincia de Moyobamba cuenta con un área deforestada de 148 002.59 ha, que representa el 11.27% y la Provincia de Rioja con 122 483.50 ha, que viene a ser el 9.33%. Estos datos son importantes porque nos permite determinar la envergadura de la deforestación en ambas zonas de estudio y con respecto a la Región San Martín.
- En cuanto a los indicadores relacionados con el uso de la tierra podemos decir que, luego de realizar las verificaciones de campo y el análisis de imagen de satélite en gabinete, se constató que tanto en la Provincia de Moyobamba y Rioja, los patrones de deforestación se presentan de tres formas: masivo, mosaico y lineal. Y su presencia y expansión se debe fundamentalmente al acelerado ingreso de los migrantes hacia las zonas rurales, principalmente para el desarrollo de actividades agropecuarias sin tener en cuenta las aptitudes del territorio; tal como lo demuestran las tasas de crecimiento poblacional, los cuales indican que la Provincia de Moyobamba a nivel regional ocupa el primer lugar, con una tasa de 2.35% y mientras que la Provincia de Rioja ocupa el tercer lugar con una tasa 1.6% (INEI, 2 002)

VII. CONCLUSIONES

- Durante el periodo de estudio, la Provincia de Moyobamba tuvo un incremento del área deforestada de 39 848.19 ha. que representa, una tasa de deforestación de 1.105%/año. Así mismo, del total del área deforestada, el 58.40% se encuentran en conflictos en relación a la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras; de continuar estos sucesos, se pronostica que a 54 años aproximadamente se habrá consumido con toda el área de la cobertura vegetal.
- En lo que respecta a la provincia de Rioja, en el periodo de estudio alcanzó un área deforestada de 17 931.33 ha, que representa una tasa de 0.75% anual; y del total del área deforestada, el 41.30% se encuentran en conflicto con referencia a la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. De permanecer estos eventos, se proyecta que a 70 años aproximadamente se habrá consumido toda el área del bosque.
- Las provincias de Moyobamba y Rioja fueron las primeras interconectadas con la Costa y Sierra, a través de la carretera Fernando Belaúnde Terry (ex Marginal de la Selva) trayendo consigo la migración desordenada, propiciando de esta manera el incremento acelerado de la población en estas Provincias, Moyobamba con 2.3% y Rioja con 1.6%, siendo las más altas con referencia a la región San Martín.

- Cabe indicar que, existe escaso o nulo conocimiento a cerca de las aptitudes del territorio, tanto por parte de los migrantes y pobladores locales, que los conlleva a realizar actividades agrícolas de forma intensiva, desordenada y siguiendo los patrones: masivo, mosaico y lineal. Sumándose a esto, la carencia de políticas adecuadas a las peculiaridades regionales.

VIII. RECOMENDACIONES

- Elaborar un plan de ordenamiento territorial, en base a la Zonificación Ecológica y Económica.
- Promover políticas acordes a nuestra realidad que conlleven a realizar proyectos de conservación y preservación de los recursos naturales, aplicables a corto, mediano y largo plazo con la finalidad de mitigar la tasa de deforestación.
- Continuar con el monitoreo de la deforestación cada tres años, utilizando la tecnología espacial y los SIG.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALARCON, D. J., (1 988)**, El Sistema de Información geográfica en la evaluación y Planificación del Bosque Tropical. Documento de campo N°13-FAO-La Informática y sus aplicaciones en la Forestería, 120 p.
2. **CHUVIECO, E., (1 996)**, Fundamentos de Teledetección Espacial- Universidad de Alcalá, Madrid-España, edición RIALP S.A., 568 p.
3. **CLAS, 2 001**, Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales - Monografía editada del Curso especial para ZONISIG- Introducción al SIG y Teledetección, 52 pg.
4. **ENCARTA®, (2 002)**, Enciclopedia Microsoft Corporation 1 993-2 001.
5. **FACHIN, M. L., (2001)**, Monitoreo de la deforestación en Selva Alta, Zona de Oxapampa, Iquitos-Perú, 83 p.
6. **FAO, (1 996)**, Revisión de los Sistemas de Clasificación de Bosques de la Región Amazónica y Propuesta de un

Sistema Regional Concordado, documento de Campo
Nº 07, Lima – Perú, 75 p.

7. **IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (1 999)**, Evaluación de los cambios en la cobertura forestal en la Amazonía Peruana (Zonas de Nanay, Pucallpa, Aguaytía, Tingo María, Tocache, Huanuco, Cerro de Pasco y Oxapampa), Informe final, Iquitos, Perú, 22 p.
8. **IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (1 996)**, Deforestación en el Área de influencia de la Carretera Federico Basadre – Pucallpa. Iquitos - Perú, 73 p.
9. **IIAP-INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, (2 002)**, Sistema de Información Geográfica (Conceptos básicos).
10. **INTELSAT LANDSAT, (1 999)**, Intersat Imagens de Satelite.
[www.intersat@intersat.com.br](mailto:intersat@intersat.com.br) / <http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17.html>
11. **KLAUS, G., (2 001)**, Articulación Espacial de la Economía Regional* El Proyecto Desarrollo Integral Alto Mayo (DIAM/PEAM – GTZ). Moyobamba-Perú.

12. **LEON, B. W., (1 996),** Mapas Indicadores Demográficos Sociales Económicos por Distritos de la Región San Martín"
13. **MALLEUX, J., (1 988),** Percepción Remota para la Fotointerpretación, documento de Campo N° 01-FAO, Lima – Perú, 44 p.
14. **ONERN – PNUMA, (1 989),** Vigilancia Ecológica de la Degradación de las Tierras y Desertificación en el Perú. Monitoreo Ecológico Huallaga Central y Bajo Mayo, Publicado e impreso por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Lima, Perú, 167 p.
15. **ORIOI, P. E., (1 986),** Tercer Curso Internacional de Capacitación en las Aplicaciones de la Teledetección, Agrometeorología y la Hidrología Operacionales, Agencia Espacial Europea, Frascati, 8 p.
16. **PONCE, H. R., (1 993),** La Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonía y los Sistemas de Información Geográfica, p 21 – 45.
17. **QUISPE, CASTRO y SUAREZ, (1 993),** Monitoreo de la deforestación en la cuenca del Río Huallaga utilizando

Técnicas de Percepción Remota y Sistemas de Información
Geográfica.

18. **REATEGUI, R. F., (1 996),** Monitoreo Continuo de los Procesos de Deforestación en la Amazonía Peruana, Lima – Perú, 84p.
19. **RIBEIRO, C., (1 988),** Guía práctica para el monitoreo de procesos de deforestación en bosques tropicales, documento de Campo N° 06-FAO, Lima – Perú, 33 p.
20. **RUETE, A., (2 002),** Problemas de la Deforestación, www.ecoportal.net/articulos/dedebi/tyfdef.htm
21. **TCA-TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZONICA, (1 994),** 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.
22. **VALDEZ M, J., (2 002),** Diagnóstico Situacional de los Recursos Naturales y su Entorno Ecológico en la Región San Martín, INRENA-San Martín-Área de Asuntos Ambientales, Tarapoto.

23. VELAZCO, P. L., (1 989), Marcos de Área en base de imágenes de satélite artificiales. Monitoreo de Procesos de Deforestación / Degradación en Bosques Húmedos Tropicales, documento de Campo N° 15 - FAO, Lima - Perú, 137 p.
24. WRM - MOVIMIENTO MUNDIAL POR LOS BOSQUES TROPICALES, (2 001), Causas de la Deforestación, www.wrm.org.ti/deforestación/indirectas.html
25. YOUNG, K y LEÓN, B., (1 988), Vegetación de la zona alta del Parque nacional Río Abiseo, San Martín. Rev Forestal del Perú, p 3-20.
26. ZIMMERMANN, R., DEMPEWOLF, J., BOERNER, A., METTE, T., SOPLIN R., & HORNA, V., (2 002), Bosques prístinos del Área de los ríos Avisado y Tioyacu, región Alto Mayo, Perú. Forest Ecology and Remote Sensing Group, 84 p.

RESUMEN

Teniendo en cuenta que los bosques constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del mundo, pero el hombre en su afán de mejorar sus condiciones de vida realiza actividades que inevitablemente perjudican a este recurso natural con el tan conocido problema de la deforestación.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación denominado "Monitoreo de la Deforestación en las Provincias de Moyobamba y Rioja en la Región San Martín", se realizó con la finalidad de contar con una herramienta base que ayude a plantear propuestas de desarrollo sostenible, compatibles con las características físicas naturales y actuales de dichas provincias.

Cabe indicar que en el estudio se priorizó el análisis de imágenes de satélite LANDSAT 5 (TM del año 1986) y LANDSAT 7 (ETM+ del año 1999), los mismos que fueron procesados empleando los Sistemas de Percepción Remota y los Sistemas de Información Geográfica, utilizando los Software's ERDAS IMAGINE, ARC/INFO y ARCVIEW, además del archivo de extensión DBF compatible a FOXPRO.

En la Provincia de Moyobamba, existe un incremento de la deforestación de 3 065.25 ha/año, que representa una tasa de deforestación de 1.105 %; de continuar estos sucesos, se pronostica que a 54 años aproximadamente se habrá consumido con toda el área de la cobertura vegetal.

En la Provincia de Rioja, el incremento de la deforestación es de 1 379.33 ha/año, que representa una tasa de deforestación de 0.75%; de permanecer estos eventos, se proyecta que a 70 años aproximadamente se habrá consumido toda el área del bosque.

SUMMARY

Taking into account that the forests are one of the most valuable ecosystem of the World but the man, in his desire to improve his life conditions, carries out the activities bringing inevitable damage to this natural resource with the famous problem of deforestation.

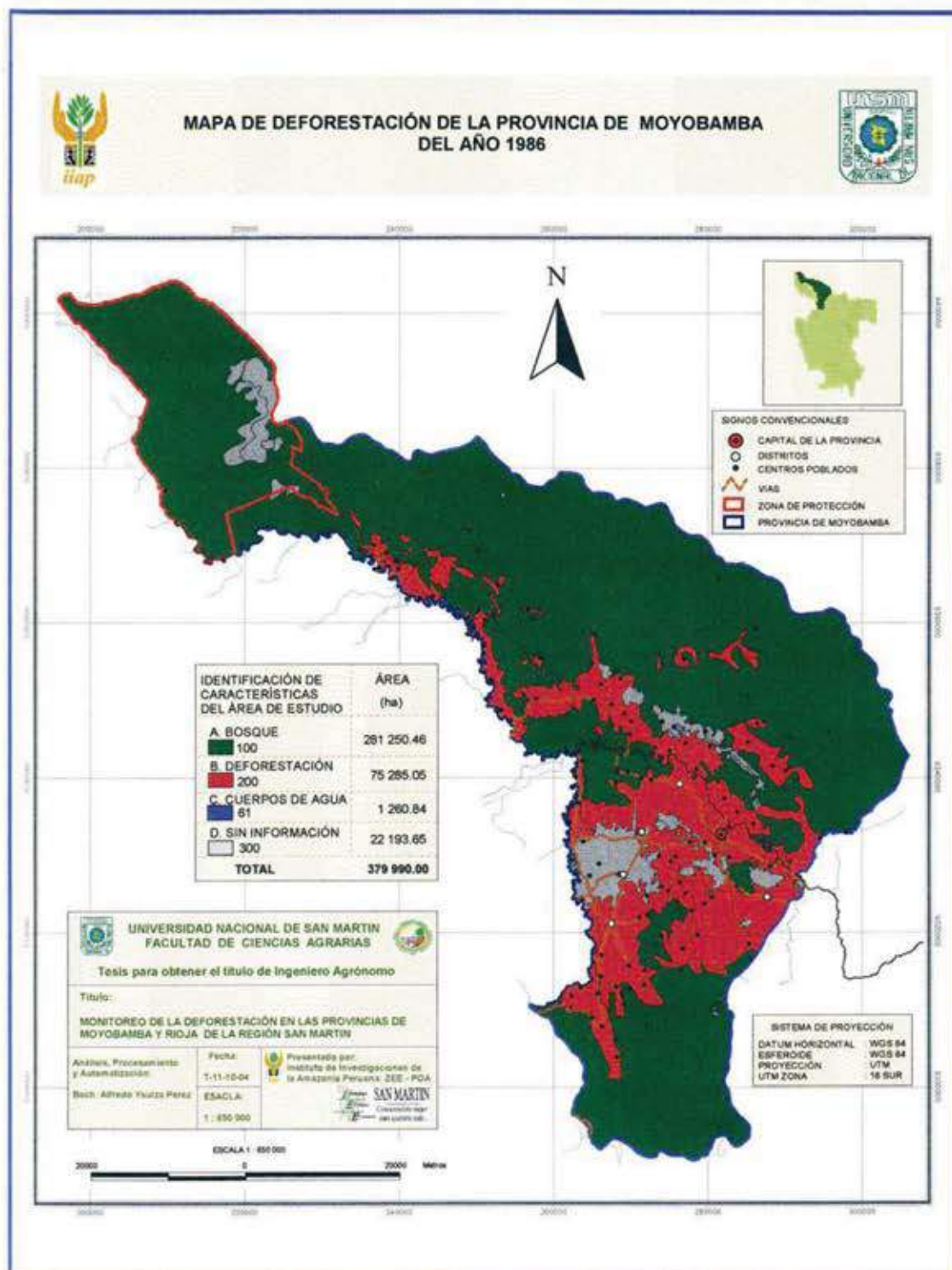
In this case, the present investigation work is denominated as "Monitor of Deforestation in Moyobamba and Rioja Province in San Martín Region", with the purpose of relying on the base instrument to help in making proposals of supported development, compatible with natural and actual characteristics of the mentioned above provinces.

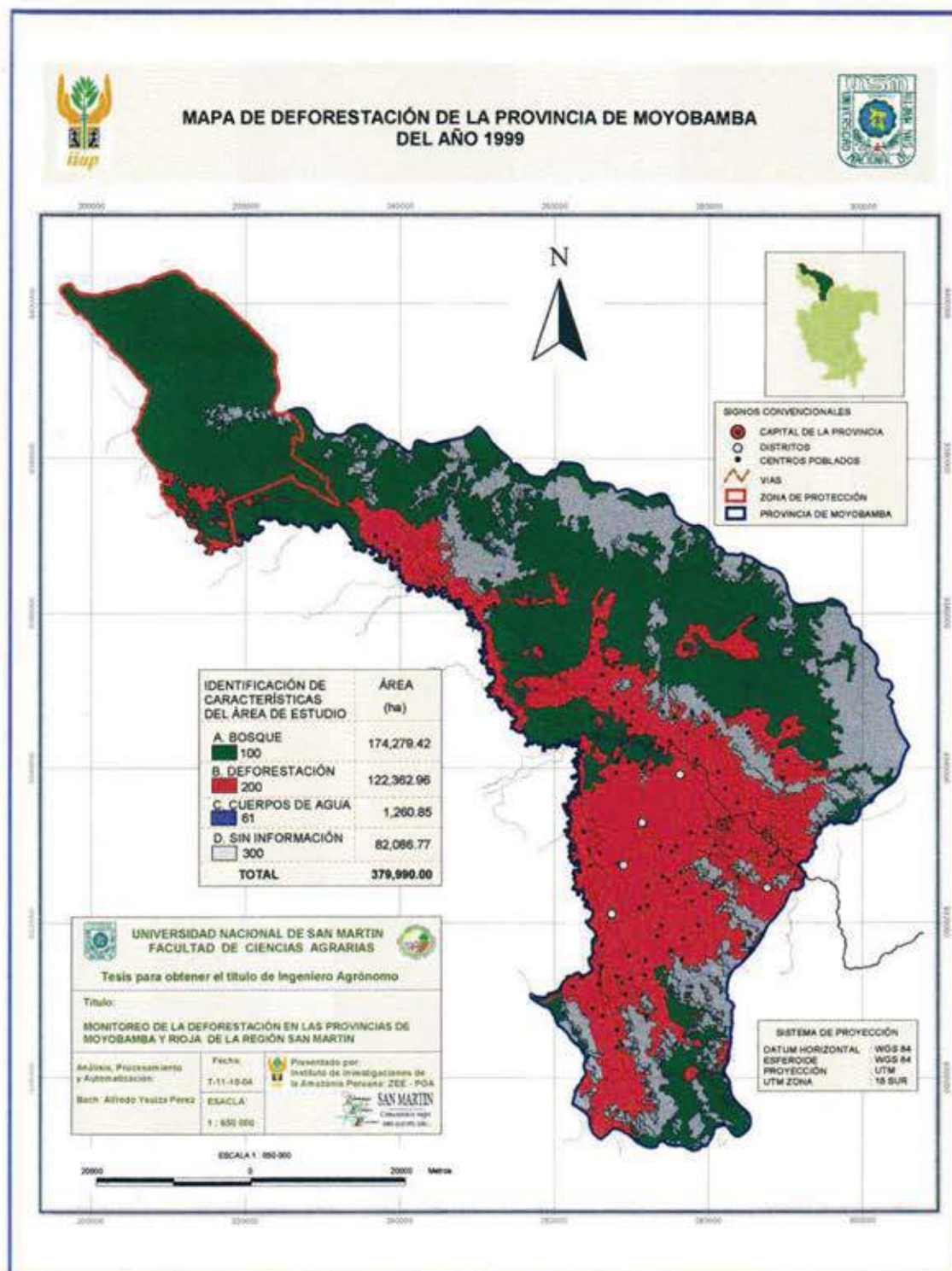
It's necessary to indicate that the analysis of the images of satellite Landsat 5 (TM 1986 year) and Landsat 7 (ETM + 1999 year) were made first at the study, the same made first at the study, the same satellites were processed spending the Systems of Remote Perception and the Systems of Geographical Information, using Software's ERDAS IMAGINE, ARC/INFO and ARCVIEW, furthermore extension file of DBF which is compatible with FOXPRO.

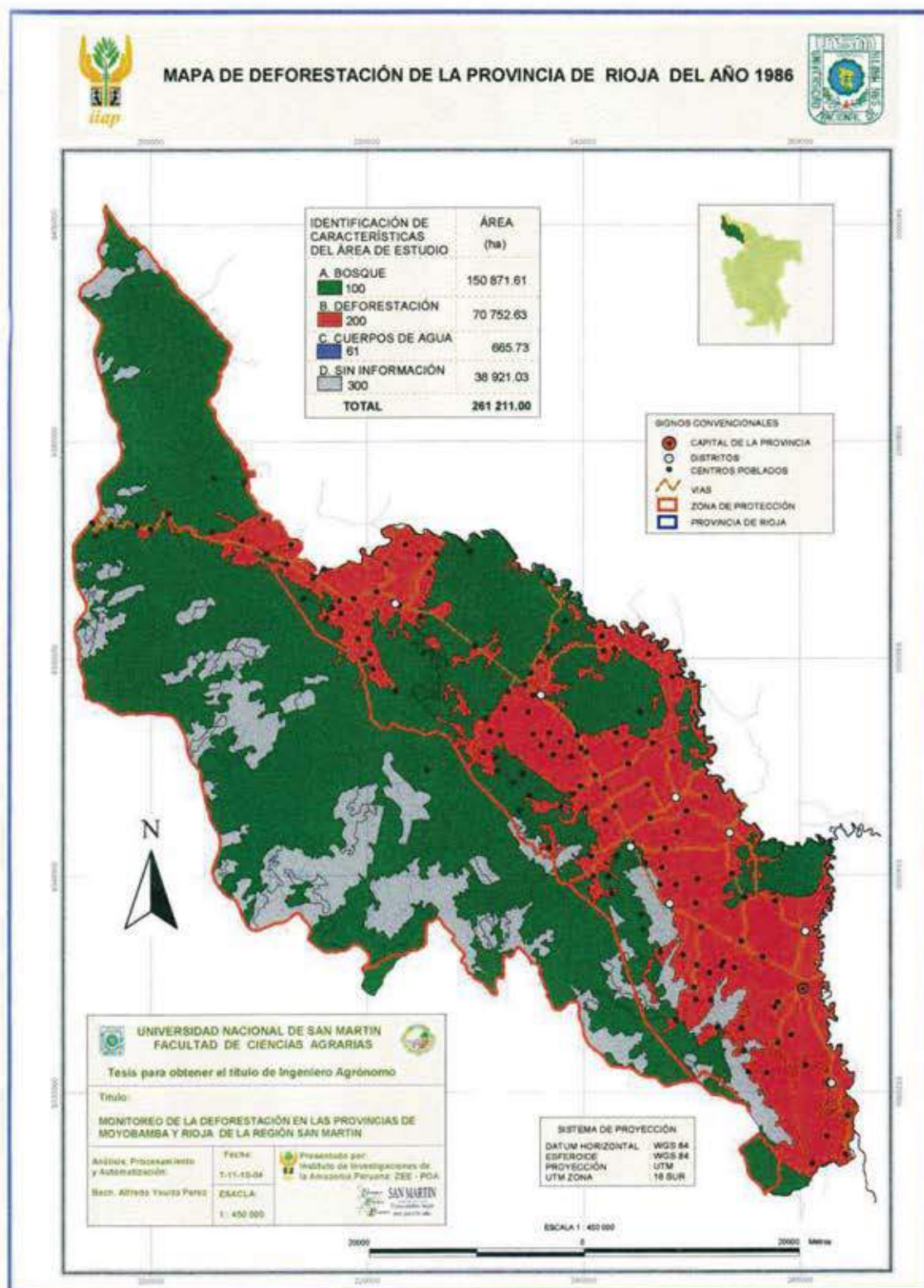
In Moyobamba Province, there is a deforestation increase of 3 065.25 ha per year which represents deforestation rate of 1.105%, if we continued to use this, it will forecast that all vegetal area will be consumed in 54 years.

In Rioja Province, deforest rate of 0.75%, depends on reaming these events, it's projected that all forest area will be consumed in 70 years.

ANEXOS

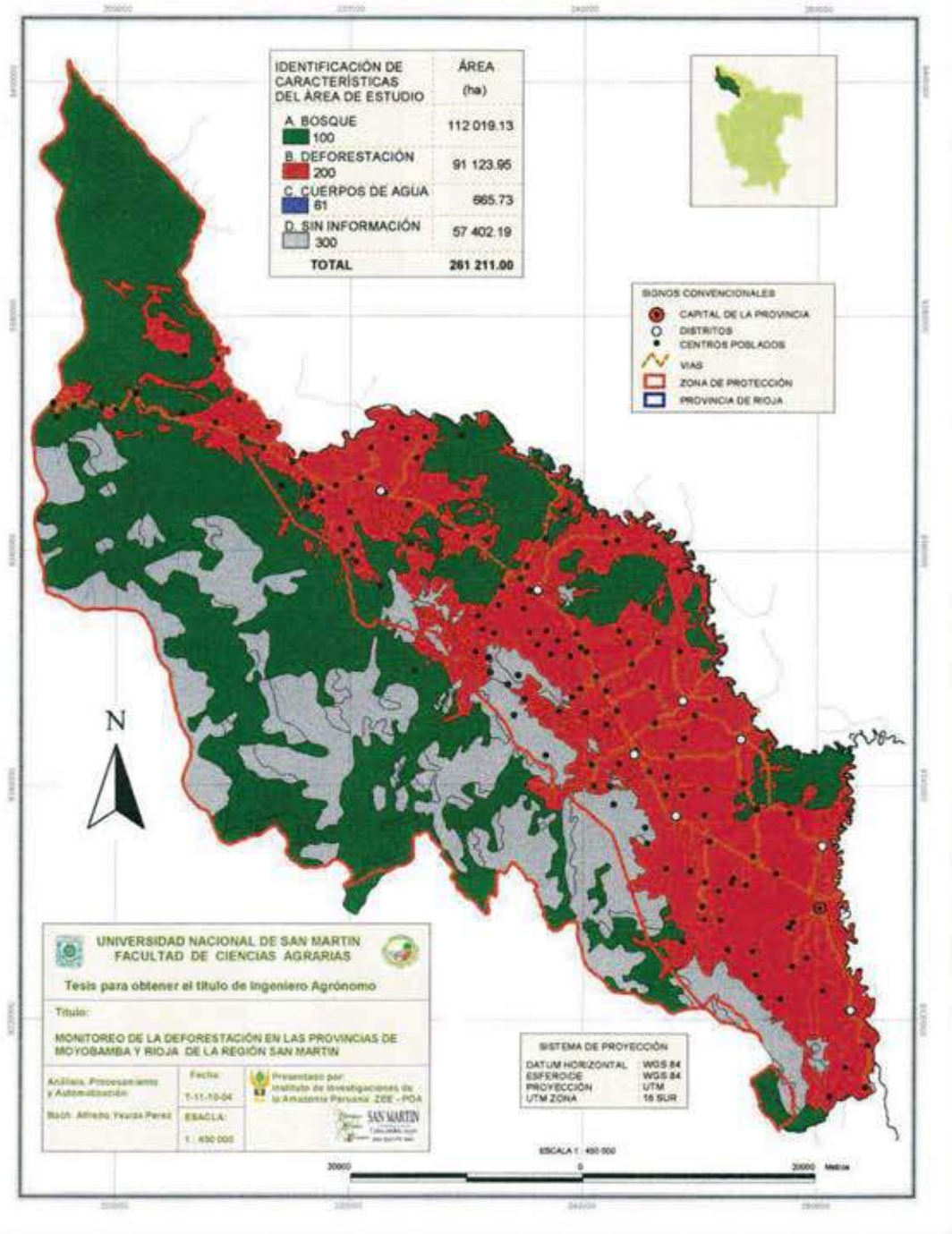








MAPA DE DEFORESTACIÓN DE LA PROVINCIA DE RIOJA DEL AÑO 1999



GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

- **ALFANUMÉRICO, ALFANUMÉRICA (ALFANUMERIC):** (Informática General) Información grafada en forma de números y letras.
- **ANÁLISIS:** (GIS general) 1. Método por el cual se extrae de un conjunto de datos, un subconjunto que cumple determinadas condiciones. Suelen incluir funciones de superposición topológica, generación de corredores (buffers) y otras operaciones modelado cartográfico. || 2. Metodología de investigación de un problema por un procedimiento consistente, y su separación en unidades menores para un estudio más detallado.
- **ATRIBUTOS (ATTRIBUTES):** (GIS general) En contexto GIS, atributos se refiere a aquellos datos alfanuméricos pertenecientes y conectados a un determinado objeto geográfico, que generalmente se almacenan en forma de tablas. La conexión de estas tablas alfanuméricas con los objetos geográficos suele ser a través de un campo común con forma de identificador.

B

- **BANDA (BAND):** (Teledetección) Capa de una imagen multispectral que representa valores de reflectancia para un rango específico del espectro electromagnético.

- **BÁSE DE DATOS (DATABASE):** (Informática General) Colección de datos recopilados según una estructura de la información fija y aplicando los mismos criterios lógicos. Las unidades básicas para la estructuración de la información son los campos (características de los datos, que toman la forma de columnas en una relación tabular), y los registros (casos identificados, que toman la forma de filas en una relación tabular). Por tanto, los campos describen las características de cada registro.

- **BRÚJULA (COMPASS):** (Cartografía) Instrumento que utiliza el campo magnético de la tierra para indicar el norte magnético en un punto dado. Consta de una carcasa en la cual se incluye una aguja imantada que reacciona ante la presencia del campo magnético terrestre. Las brújulas pueden tener distintos niveles de precisión; así, las utilizadas por los excursionistas son dispositivos simples y ligeros. Sin embargo, las utilizadas en el campo de la topografía y geodesia son de mayor tamaño y presentan una mayor sensibilidad que las hace apropiadas para diversas tareas fundamentales. Por ejemplo, mediante brújulas se estima el valor de declinación magnética de un punto; también se utilizan para replantear viejos deslindes municipales hechos en el pasado por técnicas antiguas basadas también en brújulas.

C

- **CAMPO (FIELD):** (Informática General) Segmento de información que forma parte de la estructura de una base de datos y define las

características de todos sus registros. Por ejemplo, en una base de datos de direcciones un campo sería la calle, otro el número, otro el piso y otro el código postal.

- **CARTOGRAFÍA:** (Cartografía) Ciencia que se encarga de la confección de mapas.

- **CARTOGRAFÍA BÁSICA:** (Cartografía) Cartografía orientada a la representación general de los elementos geográficos existentes en su ámbito, sin dar mayor intensidad a un fenómeno u otro.

- **CATASTRO (CADASTRE):** (Cartografía) 1. Censo descriptivo o estadística gráfica de fincas rústicas y urbanas. || 2. Registro o inspección pública de la propiedad que define o reestablece límites de parcelas o propiedades públicas o privadas. Generalmente, el resultado de una actualización catastral se vuelca sobre un mapa que muestra los límites definitivos, propietarios y tasación de la tierra.

- **CÓDIGO C/A (C/A CODE):** (acrón.) (Geodesia) Coarse/Adquisition. Código transmitido por la señal GPS compuesto por una secuencia de 1023 modulaciones binarias bifase pseudo-aleatorias en la señal portadora. Es el componente principal de la señal GPS, siendo leído este código por todos los receptores (incluidos los navegadores).

- **COORDENADAS:** (Cartografía) Sistema de representación para la ubicación de puntos con precisión en la superficie de la tierra. Cada sistema cartográfico de proyección conlleva su propia manera de concebir las coordenadas.
- **CURVA HIPSOMÉTRICA (HYPSONETIC CURVE):** (Cartografía) Curva que une puntos con un mismo valor Z o elevación. El ejemplo más sencillo son las curvas de nivel. Generalmente el concepto va unido al uso de una rampa de colores en función de la elevación en el cual las curvas son graficadas con uno u otro color en función del plano altitudinal en el que se encuentren.
- **CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA:** (Teladetección) Método de fotointerpretación de imágenes de satélite por procedimientos automatizados, en el cual el ordenador proporciona en función de distintos procedimientos estadísticos varias colecciones homogéneas de texturas detectadas sobre la imagen y solicita del usuario que etiquete su significado.

D

- **DATUM:** (Cartografía) Punto de referencia para la determinación de coordenadas. Hay dos tipos de datums: el horizontal y el vertical. El datum horizontal está constituido por el punto de tangencia entre el elipsoide y el geoide, o dicho de otro modo, el lugar donde coinciden la vertical astronómica (la normal al geoide) y la vertical geodésica (la

normal al elipsoide considerado). El datum vertical viene constituido por la superficie de altitudes nulas, que generalmente es el geoide en un punto concreto de la superficie terrestre. En el caso de España, nuestro datum horizontal es el Datum Europeo o Datum en Potsdam y el vertical es el NMMA (nivel medio del mar en Alicante).

- **DBASE: (Informática General)** Formato de bases de datos muy extendido. Existen tres versiones principales de este formato: III Plus, IV y V. Es un formato muy utilizado en GIS para la transmisión de datos alfanuméricos; por ejemplo, los atributos dentro del formato Shape de ArcView™ vienen dentro de ficheros base.
- **DIGITAL:** Forma de representación discreta de los datos (en dígitos iguales a 0 ó 1) que permite la manipulación, cálculo y ordenación de los datos de forma más precisa que el formato análogo.
- **DIRECTORIO (DIRECTORY): (Informática General)** Carpeta virtual dentro de un dispositivo de almacenamiento donde se pueden guardar ficheros digitales. Es equivalente al término "fólder" || 2. Clasificación de documentos o referencias por materias.
- **DWG: (CAD)** Formato de archivo de dibujo de AutoCAD®. Es un formato en binario que constituye un estándar dentro del mundo del CAD. Su extensión proviene de la abreviatura de la palabra inglesa "drawing"

- **DXF:** (acrón.) (CAD) Drawing eXchange File; Fichero de intercambio de dibujos. Formato de dibujos procedentes de AutoCAD® y leíbles por prácticamente todos los programas relacionados con el dibujo técnico (entre ellos los GIS). Se ha convertido en el estándar de facto para el intercambio de información vectorial no topológica. El formato DXF puede estar codificado en ASCII o en binario (más rápido de procesar este último, pero también menos estándar).

E

- **ELIPSOIDE (ELLIPSOID, SPHEROID):** (Cartografía) Superficie de aproximación a la forma de la tierra empleada por los diferentes sistemas cartográficos. Se trata de la mejor forma posible de describir el geode en términos matemáticos. Dada la complejidad de la forma de la tierra, es imposible tratarla tal como es en realidad con matemáticas, por lo que es necesario reducir su forma principal a una forma geométrica susceptible de ser descrita con números. El elipsoide es precisamente esa figura de aproximación que permite aplicar los diferentes sistemas de proyección cartográficos. En el caso de España, nuestro elipsoide de referencia es el Internacional de 1924 o Elipsoide Hayford.
- **ESCALA (SCALE):** (Cartografía) Relación de equivalencia entre las medidas de los objetos geográficos medidos sobre el mapa y su tamaño real en el terreno. Esta equivalencia se expresa de la forma 1/5.000 ó 1:5.000, por ejemplo, y significa que en este caso una unidad medida sobre el plano equivale a 5.000 unidades iguales sobre el terreno (por

ejemplo, 1 milímetro equivale a 5.000 milímetros sobre el terreno). Se habla de escalas grandes cuando el denominador de la misma es pequeño (por ejemplo 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000, etc.) y se habla de escalas pequeñas cuando el denominador de la escala es grande (1:50.000, 1:100.000, etc.). La escala es la principal propiedad métrica de un mapa.

G

- **GEOIDE (GEOID):** (Geodesia) Figura de aproximación irregular que trata de ajustarse a la forma de la tierra. El geoide se puede definir como la superficie equipotencial definida por los mares en calma prolongados por debajo de los continentes. Equipotencial significa que en todos sus puntos la vertical astronómica (dirección que siguen los objetos que caen atraídos por la gravedad) es normal (perpendicular) al geoide. Debido a las variaciones en los materiales que componen la superficie, la densidad de la tierra no es uniforme en todos sus puntos, y ello provoca que el geoide tienda a ser más alto en las zonas continentales que en los océanos, presentándose suaves depresiones y abultamientos en varias regiones del globo. Por esa razón es tan importante para la geodesia la disciplina de la gravimetría, pues es imprescindible para un conocimiento preciso del geoide. Para terminar, hay que decir que el geoide es, como se ha dicho, una aproximación irregular que en su forma general no permite ser reducida a parámetros geométricos tratables por los sistemas de proyección cartográficos; por ello, en cartografía se busca una segunda superficie de aproximación más

regular que es la que tiende a replicar al geoide, y sobre la que trabajan los sistemas de proyección: el elipsoide.

- **GPS:** (acrón.) (Geodesia) Global Positioning System; Sistema de posicionamiento global. Sistema que permite a un usuario dotado del correspondiente receptor, conocer su ubicación espacial con precisión en cualquier parte del globo y en tiempo real. El sistema se basa en una órbita de satélites alrededor de la tierra que emiten una señal de radio; esta señal es captada por el receptor del usuario, el cual calcula la posición por trilateración. El cálculo de la posición es posible porque se conocen con exactitud la posición de los satélites, las características de la señal de radio y el tiempo que tardan las señales en llegar al usuario. El sistema GPS fue creado con fines militares por el Defensa Estadounidense, quien se encarga de su mantenimiento.
- **GRID:** (GIS Especifico ESRI®) 1. Modelo de datos raster con que por defecto trabajan las aplicaciones de ESRI®. Consiste en la división del espacio en forma de una malla regular y la asignación de un valor numérico a cada celda. El formato numérico puede ser de varios tipos (entero, flotante, etc.) y el fichero siempre está codificado en binario. || 2. Representación geométrica con forma de malla regular, formada por una retícula de líneas o cruces. En GIS y cartografía a veces también se utiliza este término para designar la retícula representativa del sistema de coordenadas en un mapa.

H

- **HARDWARE:** (trad.) (Informática General) Componentes electrónicos de un sistema. En general, el término hardware hace referencia a todo aquello que se puede traducir en objetos materiales (impresoras, ordenadores, periféricos, etc.), en oposición al software, que sólo tiene una representación virtual dentro de la pantalla del ordenador.

- **HISTOGRAMA (HISTOGRAM):** (Estadística) Tipo de gráfico que muestra la frecuencia (número de casos) de un fenómeno dado que caen dentro de cada uno de los grupos considerados en el gráfico. Generalmente, los grupos considerados suelen asociarse al eje X, mientras que los valores de frecuencia (número de casos) al eje Y. Los histogramas sirven para conocer la distribución de los datos en cualquier tipo de variable que se pueda estructurar en clases o valores discretos.

L

- **LAYOUT:** (trad.) (GIS general) Composición o maquetación de un mapa o documento, con la disposición de todos sus elementos: título, vista principal, escala, etc.

M

- **MATRIZ (ARRAY):** (Programación) Estructura de datos en la que a cada elemento se le ha asignado un índice único. A un array con un sólo índice dimensional se le llama VECTOR. Un array con dos índices es

una Tabla. Al resto de las matrices de n dimensiones (muy utilizadas en programación) se les llama matrices de dimensión.

- **METADATOS (METADATA):** (GIS general) Documentación adjuntada con un conjunto de datos geográficos que documenta las características de adquisición, metodología, precisión, autoría y encuadre cronológico de los datos a los que hace referencia.
- **MODELO DE DATOS (DATA MODEL):** (GIS general) 1. Método formal de ordenación de los datos almacenados, dirigido a recrear las condiciones de los elementos del mundo real a que hacen referencia los mismos. Un modelo de datos debe integrar reglas que regulen el tipo de datos, las relaciones y las operaciones entre éstos. Existen diversos modelos de datos (georelacionales, híbridos, etc.). || 2. Conjunto de directrices para la representación de una organización lógica de los datos en una base de datos. Consiste en unidades lógicas de datos interrelacionadas entre si.

R

- **RASTER:** (GIS general) Modelo de datos geográfico que representa la información a través de una malla regular de tipo un mosaico, donde cada celda (pixel) es la unidad mínima de información que lleva asociado un número. Este número se corresponde con el valor de un fenómeno geográfico en el punto de la superficie terrestre que representa la celda. En general, las estructuras de datos raster son más

efectivas que el modelo vectorial para representar datos continuos de objetos geográficos sin límites precisos (por ejemplo, un modelo digital del terreno o una nube de contaminación). Para objetos geográficos con límites precisos y datos discretos, suele ser más apropiada (aunque no siempre) la estructura de datos vectorial.

- **RESOLUCIÓN:** (GIS general) Nivel de detalle geométrico máximo de una fuente de datos geográfica. En el caso de datos raster, este valor equivale al tamaño de la celda base de la imagen (píxel). En el caso de datos vectoriales, el nivel de resolución va unido a la escala de compilación, resultando teóricamente en su límite de percepción visual (0.2 mm a escala); en línea con este valor deben estar fijadas también las diversas tolerancias que afectan a los datos vectoriales: tolerancias weed, grain y proximal.

S

- **SIG:** (acrón.) (GIS general) Sistema de Información Geográfica (GIS). Conjunto de tecnología (software y hardware), datos y personal especializado encargados de la captura, almacenamiento y análisis de información espacialmente referenciada. Existe una controversia entre si el término debe ser acrónimo de Geográfica o Geográfico, puesto que el carácter de geográfico lo aporta la información y no el sistema en sí. En español, está más extendida la versión Sistema de Información Geográfica (en alusión a la información, que es quien aporta el carácter diferenciador frente a otros sistemas), pero en inglés predomina la

versión Geographic Information System (Sistema de Información Geográfico).

T

- **TABLA:** Matriz bidimensional. 2. Elemento de una base de datos relacional que almacena los atributos de una entidad. Una tabla esta estructurado en filas y columnas.
- **TELEDETECCIÓN, PERCEPCIÓN REMOTA (REMOTE SENSING):** (Teledetección) Ciencia que se encarga de la obtención de información a partir de fotografías multiespectrales o de radar tomadas por sensores remotos (satélites o aviones) de elementos situados a una cierta distancia. Con el desarrollo de la tecnología, esta ciencia se ha separado de la fotointerpretación tradicional para pasar a técnicas basadas en el tratamiento digital de la imagen.

W

- **WGS84:** (acrón.) (Geodesia) World Geodetic System 1984; Sistema geodésico mundial de 1984. Sistema de referencia geodésico de carácter geocéntrico desarrollado por la Defense Mapping Agency (DMA, ahora llamada NIMA), en 1984. Es el sistema de referencia utilizado por el sistema GPS y dado su carácter global que le hace aplicable en todas las partes del planeta, se ha convertido en un sistema de referencia para el paso de cartografía de un datum a otro (utilizando WGS84 como puente).

Z

- **ZONA (HUSO) (ZONE):** (Cartografía) Sub-región en que divide el planeta un determinado sistema de proyección cartográfico para mantener sus propiedades métricas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, por haberme brindado una buena formación profesional.

Al Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana-IIAP, por patrocinar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Guillermo Vásquez Ramírez, por su constante orientación y asesoramiento incondicional, en la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Francisco Reátegui Reátegui que en calidad de co-asesor y consultor en el tema, supo orientarme a bien para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Fernando Rodríguez Achung, Director del Programa de Ordenamiento Ambiental (POA) del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, por su desinteresada orientación en la ejecución del presente trabajo.

A la Bta. M.Sc. Karina Pinasco Vela, por sus grandes consejos y apoyo moral durante la ejecución del presente trabajo.

Al Sr. Pedro García Rengifo, administrador del IIAP-San Martín, por la viabilidad en el apoyo logístico.

A todos mis amigos y personas quienes de una u otra manera colaboraron y contribuyeron para hacer realidad la culminación del presente trabajo de investigación.

Y muy en especial a una gran amiga, que con mucho esmero, dedicación y perseverancia me apoyó en la edición del presente informe.