UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2018, EN LA CUENCA DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

JORGE RAÚL CÓRDOVA REYES

LUIS OSWALDO SÁNCHEZ DE SOUZA

PUCALLPA-PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 111

En el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, siendo las 11:00 am horas, día 03 del mes de enero del 2020, se reunieron los miembros del jurado evaluador designado con memorando múltiple N° 003-2020-UNU-FCFyA-CGT. Conformado por los siguientes docentes:

Dr. Fernando Velásquez De La Cruz	(Presidente)
Ing. Mg. Gabriel Mercado Jauregui	(Miembro)
Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez	(Miembro)

Para evaluar la sustentación de la Tesis **"ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2018 EN LA CUENCA DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ"** presentado por los **Bachilleres: JORGE RAÚL CÓRDOVA REYES** y **LUIS OSWALDO SÁNCHEZ DE SOUZA**, asesorado por el **Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga.**

Terminado la sustentación se procedió a formular las preguntas, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente por los Sustentantes, por lo que el jurado evaluador aprobó por **UNANIMIDAD** con el **calificativo de BUENO.**

En consecuencia, los sustentantes quedan aptos para obtener el Título de **INGENIERO AMBIENTAL**, previo levantamiento de las observaciones hechas por el jurado.

Siendo las 12:20 am, se dio por concluido el acto académico.

.....
Dr. Fernando Velásquez De La Cruz
Presidente

.....
Ing. Mg. Gabriel Mercado Jauregui
Miembro

.....
Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su **APROBACIÓN** ante el jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz

Presidente

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui

Miembro

Dr. Fredy Helar Velásquez Ramírez

Miembro

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga

Asesor

Bach. Jorge Raúl Córdova Reyes

Tesista

Bach. Luis Oswaldo Sánchez De Souza

Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

Constancia

N° 473

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

"ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL ENTRE LOS AÑOS 2010-2018, EN LA CUENCA DEL RIO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ"

Cuyo autor (es)	:	**CÓRDOVA REYES, JORGE RAUL**
		SÁNCHEZ DE SOUZA, LUIS OSWALDO
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor(a)	:	**Dr. DIAZ ZUÑIGA, EDGAR JUAN**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 07 %.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 03/12/2019

Dirección General de Producción Intelectual
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
ORA. DINA FARI QUISPE
Direc. Gral. Prod. Intel.

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Jorge Raúl Córdova Reyes

Autor de la TESIS titulada:
"Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú."

Sustentada el año: 2020
Con la asesoría de: Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [X] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 02 / 03 / 2020

Email: raul.96jr@gmail.com
Teléfono: 947 898 019

Firma:
DNI: 71550961

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Luis Oswaldo Sánchez De Souza

Autor de la TESIS titulada:
"Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010 - 2018, en la cuenca del río Yeshuya, Ucayali, Perú".

Sustentada el año: 2020
Con la asesoría de: Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales
Carrera Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [x] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [ ] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 02 / 03 / 2020

Email: luisdesouza20@gmail.com Firma:

Teléfono: 958949429 DNI: 47175679

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Raul y Pepita, quienes me guiaron por el camino del bien e inculcaron los valores de la responsabilidad, puntualidad y la honestidad y el apoyo incondicional durante toda la etapa de mi vida, a ellos les debo lo que ahora soy.

A mi hermana Karen, sé lo mucho que me admira y que hoy disfruta por haber logrado uno de mis objetivos.

A mis familiares y amigos que contribuyeron conmigo y darme la motivación para seguir adelante.

Jorge Raul.

A Dios, a mis padres: Nazarena y Luis Angel, quienes me dieron vida, educación, consejos, amor y apoyo incondicional ante cada situación y adversidad pasada antes de este logro

A mis hermanos Angel y Milagros que hoy disfrutan esta meta cumplida

A mi sobrino Rodo, por su alegría que sin saberlo me motivó.

A mi mamá Lola, por siempre estar presente para mí.

Luis Oswaldo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por dejarnos llevar la maravillosa carrera de Ingeniería Ambiental.

A cada uno de los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental, por impartirnos sus conocimientos, en bien de nuestra formación profesional, para el servicio de nuestra región y país.

Al Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga, por dedicar su tiempo en todo el proceso de asesoramiento, brindando recomendaciones para que esta investigación culmine con éxito.

Al Ing. Dennis Francis Verde García, co – asesor de esta investigación.

A la Empresa Tecnología Espacio y Ambiente S.A.C., por haber dedicado las enseñanzas en los Sistemas de Información Geográfica, cartografía, teledetección y por haber contribuido con la logística y los equipos RPAS – Drones.

A la Gerencia de Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional de Ucayali, por la información brindada, para la elaboración de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA ..... **VII**
AGRADECIMIENTO ..... **VIII**
ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **IX**
ÍNDICE DE TABLAS xii
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XIV**
RESUMEN ..... **XVI**
ABSTRACT ..... **XVII**
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.2.1. Problema General 3
1.2.2. Problemas Específicos 3
1.3. OBJETIVOS 3
1.3.1. Objetivo General 3
1.3.2. Objetivos Específicos 3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 4
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 4
2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO 10
2.2.1. Cambio de Cobertura y Uso Actual de las Tierras 10
2.2.2. Tipos de Cambio Uso de la Tierra y su relación con la Deforestación 13
2.2.3. Agricultura 14
2.2.4. Ganadería 14
2.2.5. Pastizales 15
2.2.6. Bosque secundario 15
2.2.7. Bosque secundario/agricultura 15
2.2.8. Resultado del cambio climático de usos de la tierra en Ucayali 15
2.2.9. Definición de estadística 16
2.2.10. Población 16
2.2.11. Muestra 17

2.2.12. Diseño de muestreo 17
2.2.13. RPAS-Drone 18
2.2.14. Marco Normativo 19
2.2.15. Finalidad de los sistemas agroforestales 20
2.2.16. Contexto mundial: la degradación de la tierra 21
2.2.17. La agroforestería para restaurar el paisaje 22
2.2.18. La agroforestería para restaurar la productividad del suelo 23
2.2.19. Recomendaciones políticas 24
2.2.20. Cuenca del río Neshuya 25
2.2.20.1. Clima 25
2.2.20.2. Hidrografía 25
2.2.20.3. Fauna 26
2.2.20.4. Flora 26
2.2.20.5. Fisiografía 27
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 28
2.3.1. Análisis Multitemporal 28
2.3.2. Cobertura Vegetal 28
2.3.3. Cuenca Hidrográfica 28
2.3.4. Deforestación 28
2.3.5. Degradación 29
2.3.6. Firma Espectral 29
2.3.7. Imágenes Satelitales 29
2.3.8. Mapas para aplicar el SIG 30
2.3.9. Pixel 30
2.3.10. Post - Clasificación 30
2.3.11. Procesamiento de las Imágenes Satelitales 31
2.3.12. Raster 31
2.3.13. Shapefile 31
2.3.14. SIG 31
2.3.15. Uso de suelo 32
2.3.16. CORINE Land Cover 32
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 33
3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN 33

3.2. ÁREA DE ESTUDIO 34
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 35
3.3.1. Población 35
3.3.2. Muestra 35
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 36
3.5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 36
3.5.1. Fase previa de gabinete 36
3.5.2. Fase de gabinete 40
3.5.3. Fase de campo 48
3.5.4. Elaboración de Mapa de la variación de cobertura vegetal cuenca del río Neshuya entre los años 2010-2018. 52
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53
4.1. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS COBERTURAS…….53
4.2. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL……57
4.3. DISCUSIÓN 71
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73
5.1. CONCLUSIONES 73
5.2. RECOMENDACIONES 74
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 75
ANEXOS……...86

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Propuesta de la leyenda CORINE Land Cover adaptada para el Perú……..	12
Tabla 2.	Tipos de clase de Uso de la Tierra en la Amazonía Peruana…	14
Tabla 3.	Superficie de tipos de uso de la tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali……..	16
Tabla 4.	Tipos de bosque de la cuenca del río Neshuya…….	27
Tabla 5.	Tipo de fisiografía de la cueca del río Neshuya…….	27
Tabla 6.	Información de la descarga de las imágenes Landsat 8 OLI…	38
Tabla 7.	Distribución las imágenes satelitales del Landsat 8 OLI y TIRS……..	39
Tabla 8.	Combinaciones de banda Landsat 8 LC…….	39
Tabla 9.	Generación del ROI……	41
Tabla 10.	Calibración Radiométrica……..	41
Tabla 11.	Corrección Atmosférica…….	41
Tabla 12.	Coberturas de interés de la cuenca del río Neshuya……	42
Tabla 13.	Valoración del coeficiente de kappa……	47
Tabla 14.	Unidad mínima de mapeo y alcance de la investigación…….	48
Tabla 15.	Puntos de muestreo para la validación de la variación de la cobertura en la cuenca el río Neshuya……	49
Tabla 16.	Clasificación supervisada de la cuenca del río Neshuya del 2010, 2013, 2015 y 2018……..	53
Tabla 17.	Parámetros de la zona de estudio para la palma aceitera entre Neshuya y Aguaytía……	69
Tabla 18.	Toma de muestra de área urbana de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….	82
Tabla 19.	Toma de muestra de la tierra desnuda de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….	83
Tabla 20.	Toma de muestra de red vial de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……...	84
Tabla 21.	Toma de muestra del cultivo de palma aceitera de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….	85

Tabla 22. Toma de muestras de pastizal de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……... 86
Tabla 23. Toma de muestras de bosque de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……... 87
Tabla 24. Toma de muestra de área quemada de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……. 88
Tabla 25. Tabla de muestra de los puntos de validación de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……. 89
Tabla 26. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2010 de la cuenca del río Neshuya……. 90
Tabla 27. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2013 de la cuenca del río Neshuya……. 90
Tabla 28. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2015 de la cuenca del río Neshuya……. 91
Tabla 29. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2018 de la cuenca del río Neshuya……. 91

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Mapa de Ubicación Localización del área de estudio de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….……..	34
Figura 2.	Proceso para elaborar la variación de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya…….	37
Figura 3.	Catálogo de descarga de las imágenes satelitales LANSAT.	38
Figura 4.	Spectral Profile de área urbanizada del software Envi 5.3…	42
Figura 5.	Spectral Profile de red vial del software Envi 5.3……	43
Figura 6.	Spectral Profile de cultivo de palma aceitera del software Envi 5.3……..	43
Figura 7.	Spectral Profile de cultivo del pasto del software Envi 5.3…	44
Figura 8.	Spectral Profile de bosque del software Envi 5.3……	44
Figura 9.	Spectral Profile de la superficie de agua del software Envi 5.3…….……..	45
Figura 10.	Spectral Profile de tierra desnuda del software Envi 5.3…..	45
Figura 11.	Spectral Profile de área quemada del software Envi 5.3……	46
Figura 12.	Conversión de Raster a vector con, Raster To Vector Parameters software Envi 5.3……..	47
Figura 13.	Comportamiento lineal del área urbanizada (ha), de la cuenca del río Neshuya……..	53
Figura 14.	Comportamiento lineal de la red vial (ha), de la cuenca del río Neshuya……...	54
Figura 15.	Comportamiento lineal de cultivo de palma aceitera (ha), de la cuenca del río Neshuya……..	54
Figura 16.	Comportamiento lineal del pasto (ha), de la cuenca del río Neshuya……	55
Figura 17.	Comportamiento lineal de bosque (ha), de la cuenca del río Neshuya……	55
Figura 18.	Comportamiento lineal de tierra desnuda (ha), de la cuenca del río Neshuya…….	56
Figura 19.	Comportamiento lineal de superficie de área quemada (ha), de la cuenca del río Neshuya…….	56

Figura 20. Comportamiento lineal de superficie de agua (ha), de la cuenca del río Neshuya…..…… 57
Figura 21. Cambio de cobertura vegetal periodo 2010-2013 de la cuenca del río Neshuya……. 58
Figura 22. Coberturas vegetales clasificadas de los años 2010-2013 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…… 59
Figura 23. Cambio de cobertura vegetal periodo 2013-2015 de la cuenca del río Neshuya……... 60
Figura 24. Coberturas vegetales clasificadas de los años 2013-2015 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…… 61
Figura 25. Cambio de cobertura vegetal periodo 2015-2018, de la cuenca del río Neshuya……. 62
Figura 26. Cobertura vegetal clasificadas de los años 2015-2018 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…… 63
Figura 27. Cambio de cobertura vegetal periodo 2010-2018 de la cuenca del río Neshuya…….. 64
Figura 28. Cobertura vegetal clasificadas de los años 2010 – 2018 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…… 65
Figura 29. Zona de estudio para la palma aceitera entre Neshuya y Aguaytía……. 70
Figura 30. Mapa de dispersión de toma de puntos y validación de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……. 92
Figura 31. Mapa de ubicación y localización de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……... 93
Figura 32. Mapa de Cobertura Vegetal del Año 2010 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……. 94
Figura 33. Mapa de cobertura vegetal del año 2013 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….. 95
Figura 34. Mapa de cobertura vegetal del año 2015 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú……. 96
Figura 35. Mapa de cobertura vegetal del año 2013 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú…….. 97

RESUMEN

En la presente investigación se analizó la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010 al 2018, divididos en dos periodos del año 2010 al 2013 y del año 2015 al 2018, el estudio se desarrolló en la cuenca del río Neshuya, ubicado en la latitud 8°38′21″S y longitud 74°57′52″O, entre los distritos de Campo Verde, Neshuya, Curimana, y Alexander Von Humboldt con una superficie de 114 611, 20 ha, en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad en el departamento de Ucayali. Para determinar las coberturas se usó el procesamiento de imágenes satelitales con la metodología CORINE Land Cover adaptada al Perú por el Ministerio del Ambiente, procesando las imágenes satelitales de los años 2010, 2013, 2015 y 2018 con instrumentos de la teledetección. Se determinó 8 coberturas: áreas urbanizadas, red vial, palma aceitera, pastos, bosques, tierras desnudas, área quemada y superficie de agua. En el análisis se logró identificar como uno de los datos más representativos, la perdida de la cobertura boscosa, teniendo en el año 2010 un área de 59 826 ha, para luego en el año 2018 disminuir su volumen a 19 993 ha, con una pérdida de 38 833 ha; siendo el caso contrario el de la palma aceitera de 31 032 ha en el año 2010, pasó a tener un crecimiento 47 399 ha, obteniendo un área de 78 431 ha en el año 2018. Estos datos fueron validados por coeficiente de Kappa de 1.000 y una precisión general de 100% y la toma de muestra de 75 puntos aleatorios en campo con ayuda de equipo RPAS-Drone, para así obtener la más fina precesión de las coberturas en la cuenca.

Palabras claves: Variación multitemporal, cobertura vegetal, cuenca, imágenes satelitales.

ABSTRACT

In the present investigation, the multitemporal variation of the vegetation cover was analyzed between the years 2010 to 2018, divided into two periods from 2010 to 2013 and from 2015 to 2018, the study was carried out in the Neshuya river basin that is located in latitude 8°38′21″S and longitude 74°57′52″O, between the districts of Campo Verde, Neshuya, Curimana, and Alexander Von Humboldt with an area of 114 611, 20 ha, located in the provinces of Coronel Portillo and Padre Abad of the department of Ucayali. To determine the coverage, satellite image processing was used with the CORINE Land Cover methodology adapted to Peru by the Ministry of Environment, processing the satellite images of the years 2010, 2013, 2015 and 2018 with remote sensing instruments. Eight coverage was determined: urbanized areas, road network, palm, pastures, forests, bare lands, burned area and water surface. In the analysis it was possible to identify as one of the most representative data, the loss of forest cover, having in 2010 an area of 59 826 ha, and then in 2018 decrease its volume to 19 993 ha, with a loss from 38 833 ha; the opposite being that of the palm of 31,032 ha in 2010, it had a growth of 47 399 ha, obtaining an area of 78 431 ha in the year 2018. These data were validated by a Kappa coefficient of 1,000 and a 100% overall accuracy and sampling of 75 random points in the field with the help of RPAS-Drone equipment, in order to obtain the finest coverage precession in the basin.

Keywords: Multitemporal variation, vegetation cover, basin, satellite images.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Neshuya se caracteriza por tener un clima cálido húmedo y una zona de vida que se caracteriza por ser un bosque semi seco verde estacional. (Cochrane y Sánchez, 1982)

De acuerdo con los reportes, según las imágenes satelitales publicadas por el Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina (MAAP:78, 2017), la pérdida de bosques en la Amazonía peruana durante el año 2017 alcanzó la cifra de 14 3425 ha, es decir, el equivalente a 200 000 campos de fútbol, de la misma manera se determinó que son cinco los sectores más deforestados en Perú: Ucayali y Huánuco en la Amazonía centro; Madre de Dios en la Amazonía sur; el noreste de la región San Martín y el sector de Santa María de Nieva en la región Amazonas y según esta evaluación, las principales causas de la deforestación de la Amazonía peruana corresponden a la actividad agropecuaria, agricultura y ganadería; además de la expansión de la palma aceitera.

Por este motivo profesionales especializados en esta línea de investigación de la teledetección muestran preocupación y centran su atención en realizar estudios en estos complejos ambientes, de tal manera que mediante el incremento significativo de la calidad de los datos de teledetección y la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), es posible conocer la dinámica de los cambios de la cobertura vegetal en diferentes periodos de tiempo, además de entender cómo y por qué ocurren estos cambios; inclusive permite identificar las áreas más susceptibles a presentar cambios, de modo que es fundamental en la toma de decisiones para la planificación de un territorio (Dzieszko, 2014)

Por lo tanto, esta investigación se realiza con el objetivo de analizar multitemporalmente la variación de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya entre los años 2010 hasta el 2018; así también poder evaluar las políticas socioeconómicas que coadyuvaron a los cambios de cobertura en el área de estudio, y esta sirva como insumo para próximas investigaciones y/o estudios de ordenamiento territorial en el ámbito local y departamental.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Oficialmente la cuenca del río Neshuya no está reconocida dentro de la estructura de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016), esta forma parte de la cuenca del río Aguaytía con código 49916, con un área de 1 135 100.03 hectáreas, el cual se encuentra en nivel 5 (GOREU, 2013), en el estudio de la Zonificación Ecológica Económica de la Región Ucayali (GOREU, 2017), especializó la cuenca del río Neshuya con nivel 6 ocupando un área de 114 614.37 hectáreas. La interpretación analítica y procesamiento digital fueron con Imágenes Landsat (2010) y Modelos de Elevación Digital, con lo cual permitieron lograr dicho producto.

En el departamento de Ucayali con la Zonificación Ecológica y Económica (GOREU, 2017) tiene definido 80 Zonas Ecológicas y Económicas y se han identificado cinco grandes zonas: Zonas Productivas, Zonas de Protección y Conservación Ecológica, Zonas de Tratamiento Especial, Zonas de Recuperación y Zonas de Vocación Urbano Industrial. Sobre esta base se plantea recopilar datos actuales e históricos en relación directa de actividades al cambio de la cobertura vegetal, para relacionarlo como línea base, apoyados de insumos satelitales y sobre vuelo con RPAS-Drones, para aplicar metodologías conocidas en creación de temáticos básicos de uso actual del territorio.

Por lo tanto, se evaluará la variación multitemporal de la cobertura vegetal en la cuenca del río Neshuya por efecto de la agricultura migratoria, cultivos permanentes y transitorios, que tienen relación directa con la perdida de bosques en los últimos años. En el presente estudio se pretende analizar y determinar las diversas categorías que contiene la zona, empleando imágenes satelitales para el trabajo a nivel meso y para la validación y/o verificación en campo se empleó sobrevuelos con equipo

RPAS-Drones, con el propósito de contar con datos que permitan tener una idea del desarrollo de actividades agrícolas, industriales y otras, dentro de lo que históricamente fue considerado como cobertura no bosque.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Cómo ha variado multitemporalmente la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Qué cobertura vegetal tiene mayor expansión, en los periodos 2010-2013 y 2015-2018, en la cuenca del río Neshuya?
- ¿Existe actualmente políticas socioeconómicas de incentivo de expansión agraria por cobertura bajo criterios medioambientales?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Analizar la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las principales coberturas vegetales en los periodos 2010-2013 y 2015-2018, en la cueca del río Neshuya, con el respaldo de imágenes satelitales y sobre vuelo de drones.
- Evaluar políticas socioeconómicas de incentivo de expansión agraria entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Camacho-Sanabria, Pineda, Cadena-Vargas, Bravo y Sánchez (2015). En el Estado de México la porción sur poniente del (PSEM) se realizó el siguiente estudio “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos entre 1989 y 2009 en la PSEM”, el objetivo de este estudio fue analizar los cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos entre 1989 y 2009 en la Porción Surponiente del Estado de México a través de la interpretación de imágenes de satélite (Landsat TM), que en complemento con la aplicación del algoritmo máxima verosimilitud permitieron la construcción de mapas temáticos de uso de suelo y vegetación, los cuales fueron evaluados para conocer su confiabilidad temática. A partir de la sobreposición de estos mapas se elaboró una matriz de cambios que comprende la superficie de las coberturas y usos del suelo para cada año y con base en esta se determinaron las tasas de cambio. Los resultados obtenidos demuestran que la cobertura del bosque disminuyó considerablemente, es decir, se eliminaron 19 262 ha, las cuales fueron ocupadas por las categorías cuerpos de agua (105 ha), agropecuario (19 113 ha), asentamientos humanos (39 ha) y agricultura tecnificada controlada (5 ha). La superficie deforestada es resultado del establecimiento y la práctica de actividades relacionadas con la agricultura y ganadería.

En el país de México se han presentado por décadas, altas tasas de deforestación, aunque las estimaciones de la magnitud de esta dinámica a nivel nacional difieren entre los distintos autores, ya que la perdida de bosque fue de 370 mil ha anuales entre las décadas de los 80´s y 90´s, SARH (1994) otros afirman que para el mismo periodo las superficies forestales desaparecerían dentro de un rango de iba de las 400 mil a las 1, 500, 000 ha al año. FAO (1995)

En general el cambio de la cobertura y uso del suelo han sido provocados por diversos factores dentro de los que se puede resaltar la implementación de políticas gubernamentales que incluyen incentivos fiscales, discontinuidad de impuestos, subsidios y concesiones de tierra y madera, la construcción de infraestructura de comunicaciones y transporte, así como programas oficiales de apoyo para el desmonte a favor de la ganadería y la agricultura.

Pineda (2011), en el Estado de México en Guanajato del Municipio de Valle de Santiago, realizó el siguiente estudio "Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el Municipio de Valle de Santiago"; y tuvo por objeto analizar el cambio de uso de suelo mediante imágenes satelitales de los años 1979, 1989, 1999 y 2006, en los cuales se muestran que la clase predominante para las 4 fechas es la agrícola, la cual representa más del 80% de las 82,284 ha del municipio. La técnica de percepción remota, cuantificando los cambios ocurridos durante 3 décadas, estableciendo 6 periodos de tiempo para el análisis. En el análisis de cambio se utilizó el método de comparación de imágenes post-clasificación. Se realizó una clasificación supervisada a cada imagen utilizando el clasificador de máxima verosimilitud. Las clases seleccionadas para la clasificación estuvieron en función de los objetivos planteados y se clasificaron en el software ERDAS IMAGINE 8.7, se obtuvieron las siguientes clases: laguna, vegetación arbórea y arbustiva, zona destinada a la agricultura y riego y zona de asentamientos humanos. Obteniendo como resultado del estudio que en el Municipio de Valle de Santiago ha sido y continúa siendo predominantemente agrícola; su producción agrícola representa el 8.2% de la producción de Guanajuato (SIAP, 2006). El municipio aún conserva algunas zonas cubiertas por vegetación natural que para 1979 representaban el 12.15% de la superficie del territorio y para el 2006 el 13.55%. Este pequeño incremento en la superficie de vegetación natural representa un aspecto positivo de la iniciativa del municipio para la reforestación. No obstante, del porcentaje de vegetación recuperada una parte de esta es vegetación es para pastizales inducidos con fines ganaderos.

Las superficies cubiertas por agua han disminuido a lo largo de casi 4 décadas, ocasionando serios problemas a los habitantes del municipio. La superficie urbana para 1979, representaba el 1.33% y para el 2006 incremento a un 5.42% ganándole terreno a la zona agrícola, No obstante que el municipio continúa siendo primordialmente agrícola esta actividad está viéndose mermada por diversos factores entre los que destacan la falta de agua y las políticas gubernamentales para el campo mexicano, y de continuar esta situación el municipio corre el riesgo de sufrir una transformación total en su funcionamiento.

El deterioro de la agricultura en Valle de Santiago, va de la mano con la escasez del agua, ya que, por muchas décadas, se ha utilizado aguas subterráneas para los regadíos, trayendo como consecuencia la sobreexplotación de los acuíferos. El régimen de explotación excesiva genera descensos piezométricos continuos, disminución de recursos y deterioro de la calidad del agua, provocando un desequilibrio entre extracciones y recursos renovables (Pineda, 2011). El conocimiento generado a partir del modelo de detección de cambios, no fue suficiente para explicar todo lo que está pasando en Valle de Santiago, para que este estudio hubiera sido más amplio y completo se necesitaría, complementar la información obtenida de los sensores remotos, con información obtenida en campo, es decir con la experiencia de la gente, con sus narraciones, con su visión del cambio en el municipio. (Pineda, 2011)

En el 2013, el Programa Nacional de Conservación de Bosques (Programa Bosques) y el Proyecto REED+ del Ministerio del Ambiente (MINAM), con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y la Sala de Observación de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), generaron y publicaron información sobre la cobertura y pérdida de los bosques de manera conjunta.

Para tal fin, aplicaron una metodología desarrollada por la Universidad de Maryland que utiliza imágenes LANDSAT para detectar la pérdida de bosques anualmente. Los productos obtenidos fueron el “Mapa

de bosque/no bosque para el año 2000" y el "Mapa de pérdida de los bosques húmedos amazónicos del Perú para el periodo 2001 – 2011", actualmente con información de pérdida de bosque al 2016, la que se actualiza cada año. MINAM (2016)

Pérdida de Bosque 2001 – 2016 (actualización anual). Superficie donde se perdió la cobertura de bosque durante el periodo 2001 al último año monitoreado, teniendo en cuenta que hay una capa con información anual de la pérdida de bosque desde el 2001 hasta el último año monitoreado. Se considera "pérdida de bosque" al cambio de la cobertura vegetal originado por acción antrópica o natural. Sin embargo, en los datos generados se logró identificar y excluir la pérdida provocada por la dinámica de los ríos amazónicos y diferenciarla de la pérdida de la deforestación, que se refiere exclusivamente a la pérdida por acción antrópica. (MINAGRI, 2016)

En el año 2016 la pérdida de bosque húmedo amazónico fue de 164,662 ha, esto fue 5.2% mayor respecto al 2015, pero 7.3% menos que el 2014.

La pérdida de bosques del año 2016 es la segunda de mayor magnitud anual del periodo 2001 – 2016. La pérdida promedio de bosque húmedo amazónico del periodo 2001 – 2016, es de 123,388 ha. La superficie de bosque húmedo amazónico remanente al 2016 es de 68´733,265 ha. (MINAGRI, 2016)

La región Ucayali tiene una perdida para el año 2016 de 29 611 ha siendo la fuente de esta información el programa nacional de conservación de bosques, PNCB MINAM, con metodología de la Universidad de Maryland. Para el año 2017 y posteriores la metodología de obtención de estos datos es desarrollada netamente por Perú. (MINAGRI, 2016)

GOREU (2013). Estudio de Cuencas Hidrográficas con Metodología Pfafstetter. Existen diversas maneras de delimitar o delinear cuencas hidrográficas, van desde las realizadas manualmente, sobre un plano

topográfico o directamente en pantalla, hasta las que se realizan digitalmente de forma semiautomática, con las herramientas SIG y con la información base georreferenciada. Todas las formas de delimitar conducen al mismo objetivo, sin embargo, la diferencia radica en la precisión; y es allí donde el método que se utilice y la información base, determinarán la calidad del trabajo final.

El presente estudio tiene lugar en la cuenca del río Neshuya, obtenida dentro de los estudios del Gobierno Regional de Ucayali, teniendo la particularidad, que en la medida que se generan se van aplicando los criterios del método Pfafstetter, ello implica un proceso, que va desde la determinación del río principal, selección de las cuatro redes de drenaje de mayor tamaño, por cálculos de acumulación de flujo hasta la generación de las cuencas (watersheds), en formato ráster utilizando el stream link y la dirección de flujo. Posteriormente el ráster se convierte en vector, y queda expedito para la codificación tabular. La generación de la información cartográfica de la hidrografía regional se logró mediante la digitalización manual teniendo como insumo para este proceso a las imágenes de satélite Landsat TM5.

Montesinos y Leyton (2017). Realizaron el estudio de “Clasificación del uso actual del territorio con la leyenda del IPCC nivel I, aplicando el algoritmo RANDOM FOREST, en un tramo de la carretera a la laguna Cashibococha, distrito Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali el 2016. Los objetivos específicos fueron, generar muestras de entrenamiento de forma manual en las coberturas identificadas para la clasificación del uso actual de territorio en el trayecto de la carretera a la laguna de Cashibococha, teniendo un total de 105 muestras de entrenamiento distribuidas en tres tipos de coberturas; y empleando la leyenda del Panel Intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC) y aplicando el algoritmo de RANDOM FOREST, obtuvimos como resultado seis clases, asentamientos, humedales, praderas, tierras agrícolas y otras tierras. El porcentaje que ocupan de acuerdo a la extensión del ámbito de trabajo. Las clases con más extensión son las

tierras forestales y praderas que ocupan un área de 2,264.76 ha (41.33%) y 1,899.81 ha (34.67%); mientras que la clase con menor área son las tierras agrícolas con 205.11 ha (3.74%). La información complementaria generada (NDVI, RVI, NBR, SAVI, NDWI), permitió mejorar la clasificación del uso actual del territorio, filtrando las siguientes coberturas de acuerdo a los umbrales de cada insumo, NBR (ÁREAS QUEMADAS, PASTIZALES Y HUMEDALES), NDVI (VEGETACIÓN), NDWI (CUERPOS DE AGUA), (VEGETACIÓN), y SAVI (ÁREAS AGRÍCOLAS). En el proceso de validación de la clasificación del uso actual del territorio en el trayecto de la carretera a la laguna de Cashibococha, se obtuvo un total de 96 puntos aleatorios de validación. Las muestras de entrenamiento generadas de forma manual en las coberturas identificadas no permitieron una adecuada clasificación del uso actual de territorio, generando un mayor tiempo de trabajo de edición. (Montesinos y Leyton, 2017)

Valdivia (2015), realizó el estudio de “Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali” se basó en el uso de la teledetección en el cual aplicó la metodología Random Forest y el uso de la leyenda CORINE Land Cover adaptada para el Perú para la identificación de las coberturas vegetales y usos del territorio de la provincia de Padre Abad. Teniendo como resultados, Bosques, con alrededor de 664,750 ha que corresponde al 72%, y como superficie corregida de 676,050 ha (77%) del total de la superficie de la provincia de Padre Abad. Áreas agrícolas, con aproximadamente 195,811 ha que representa un 21%, y como superficie corregida de 184,880 ha (21%) de la superficie de la provincia de Padre Abad.

Los resultados encontrados corresponden al 2014 y al uso de la metodología de Random Forest sobre segmentos, por lo cual se recomienda que al realizar una comparación de los resultados obtenidos con los de otros estudios similares se tenga en cuenta el proceso metodológico empleado. (Valdivia, 2014)

Bardales (2019). Realizó el estudio, “Análisis de cambio de uso del suelo mediante percepción remota en la Vía Vecinal Uc-561, entre los años 1985 al 2018, en el distrito de Campo Verde, Ucayali, Perú”. En este estudio de investigación se determinó los cambios de uso del suelo entre los años 1985 al 2018, divididos en 6 periodos de 5 años y un lapso de 3 años, el área de estudio, vía vecinal UC - 561 se encuentra ubicado en el distrito de Campo Verde. Las imágenes satelitales fueron seleccionadas entre los meses de mayo y septiembre de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2018. Se utilizó la metodología de leyenda CORINE Land Cover, la Metodología de procesamiento de imágenes del Ministerio del Ambiente, técnicas de teledetección y las fórmulas de tasas de cambio y tasas de deforestación. Las Coberturas encontradas fueron: áreas urbanizadas, infraestructuras, cultivos permanentes, pastos, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y áreas con o sin poca vegetación. En el proceso de la investigación, se demostró que, el Bosque disminuyó considerablemente su cobertura, en el año 1985 contaba con 970.05 ha y en el año 2018 se encontró 27.75 ha. Para validar los resultados del año 2018 fue necesario obtener 50 puntos aleatorios para realizar trabajos en campo. Así mismo, se debería de generar mapas de uso actual del territorio cada año, a fin de contar con información actualizada y así poder tener una línea base para análisis de cambios de cobertura, realizar investigaciones para comparar otros métodos de validación de clasificación de imágenes satelitales. (Bardales, 2019)

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

2.2.1. Cambio de cobertura y uso actual de las tierras

Desde el año 2008-2009, a través del Proyecto “Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina” integrado por la Comunidad Andina y apoyado técnicamente por CONDESAN, se desarrolló una Leyenda para representar cartográficamente patrones de cobertura de la tierra y de diversidad biológica a nivel de ecosistemas, según el acuerdo regional de trabajar con el esquema de Clasificación

CORINE Land Cover (Ideam, 2010) Este esquema ha sido adaptado para Colombia y da un marco de comparabilidad internacional.

El sistema CORINE Land Cover (CLC) es una metodología para la construcción de Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra, que emplea una leyenda jerárquica que vincula distintos niveles de detalle espacial con distintos niveles de detalle temático. El proceso de definición y discusión de metodologías empleables para desarrollar el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Perú estuvo enfocado en aprender de las experiencias regionales y buscar un método que permita fortalecer la replicabilidad y eficiencia del procesamiento de las imágenes satelitales. En este marco, se partió de los acuerdos regionales que planteaban emplear la metodología CORINE Land Cover como base para el desarrollo de la propuesta regional. (Ideam, Igac y Cormagdalena, 2007)

Es por ello que, en el marco del proceso de Ordenamiento Territorial Ambiental en el Perú que viene impulsando el Ministerio del Ambiente, a través de la Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental, se promueve la elaboración de Estudios de Cambio de la Cobertura y Uso de la Tierra a través de la ejecución de la Zonificación Ecológica y Económica, utilizando la metodología CORINE Land Cover, con el fin de generar información sobre las diferentes actividades económicas, sociales, culturales y ambientales que se presentan en el territorio.

Tabla 1. Propuesta de la leyenda CORINE Land Cover adaptada para el Perú

Nomenclatura estandarizada Corine Land Cover, para construir Mapas de Cobertura de la Tierra a nivel Nacional

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
1. Áreas Artificializadas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	
		1.1.2 Tejido urbano descontinuo	
	1.2 Áreas industriales e infraestructura	1.2.1 Áreas industriales o comerciales	
		1.2.2 Red vial, ferroviaria y terreno asociados	
		1.2.3 Áreas portuarias	
		1.2.4 Aeropuerto	
		1.2.5 Obras hidráulicas	
	1.3 Área de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1 Áreas de extracción de minería e hidrocarburos	
		1.3.2 Área de disposición de residuos	
	1.4 áreas verdes artificial izadas, no agrícolas	1.4.1 Áreas verde urbanas	
		1.4.2 Instalaciones recreativas	
2. Áreas Agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		
	2.2 Cultivos permanentes	2.2.1 Cultivo permanente herbáceo	
		2.2.2 Cultivo permanente arbustivo	
		2.2.3 Cultivo permanente arbóreo	2.2.3.2 Palma aceitera
		2.2.4 Cultivo permanente agroforestales	
		2.2.5 Cultivo permanente confinados	
	2.3 Pastos		
	2.4 Áreas agrarias heterogéneas		
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1 Bosques	3.1.1 Bosque denso bajo	
		3.1.2 Bosque abierto bajo	
		3.1.3 Bosque denso alto	
		3.1.4 Bosque abierto alto	
		3.1.5 Bosque fragmentado	
	3.2 Bosques planos		
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	
		3.3.2 Arbustal	
		3.3.3 Vegetación secundaria o en transición	
		3.3.4 Vegetación arbustiva herbácea	
		3.3.5 Arbustal/área intervenida	
		3.3.6 Herbazal/área intervenida	
		3.3.7 Arbustal-Herbazal/área intervenida	
	3.4 Áreas sin o poca vegetación	3.4.1 Área arenosa naturales	
		3.4.2 Afloramiento rocosos	
		3.4.3 Tierra desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas	
		3.4.4 Área quemada	
		3.4.5 Glaciares	
		3.4.6 Salares	
4. Áreas Húmedas	4.1 Áreas húmedas continentales	4.1.1 Área pantanosa	
		4.1.2 Tubería y bofedales	
		4.1.3 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	
	4.2 Áreas húmedas costeras	4.2.1 Pantano costeros	
		4.2.2 Salitral	
		4.2.3 Sustrato y sedimentos expuestos en bajamar	
5. Superficies de Agua	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos (50m)	
		5.1.2 Lagunas, lagos y Ciénegas naturales permanentes	
		5.1.3 Laguna, lagos y ciénagas naturales estacionales	
		5.1.4 Canales	
		5.1.5 Cuerpos de agua artificiales	
	5.2 Aguas costeras	5.2.1 Lagunas costeras	
		5.2.2 Mares y océanos	
		5.2.3 Estanques para agricultura marina	

Fuente: MINAN, 2012

Los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual y es un tema de interés para los gobiernos y los pueblos. La mayor parte de los cambios ocurridos en los ecosistemas terrestres se deben a:

- Conversión en la cobertura del terreno.
- Degradation del terreno.
- Intensificación en el uso del terreno. (Ponce, 2010)

Estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian a impactos ecológicos importantes en prácticamente todas las escalas. Localmente inducen la perdida y degradación de suelos, cambios en el microclima y perdida en la diversidad de especies; regionalmente afectan el funcionamiento de cuencas hidrográficas y de asentamientos humanos, a nivel global, dan por resultado el problema del cambio climático global.

Ponce (2010). Por otro lado, el crecimiento exponencial que ha experimentado la población humana a nivel mundial en las últimas décadas, la demanda de recursos naturales para satisfacer las necesidades de supervivencia de esa población y las formas y mecanismos de apropiación de los recursos, con frecuencia ligados a fuerzas sociales, políticas y económicas, han presentado implicaciones estructurales y funcionales sobre los ecosistemas.

2.2.2. Tipos de cambio uso de la tierra y su relación con la Deforestación

En la Tabla 2, se observa el estudio desarrollado por el MINAM (2005), la clase de uso de la tierra que presenta mayor superficie es la clase mixta Bosque Secundario / Agricultura, con 3 168/ 727,48 ha, es decir un 44,18% del total deforestado al año 2000, por el contrario, la clase que presenta la menor superficie es la clase de áreas sin vegetación con 65 564,64 ha (0,91% del total de superficie deforestada).

Tabla 2. Tipos de clase de Uso de la Tierra en la Amazonía Peruana

Clase de Uso de la Tierra	Superficie (ha)	% total de deforestación
Bosque Secundario/Agricultura	3 168727.48	44.18
Bosque Secundario	2 067 765.17	28.83
Pasto	1 179 982.15	16.45
Agricultura	690 514.54	9.63
Áreas sin Vegetación	65 564.64	0.91
TOTAL	**7 172 553.97**	**100 .00**

Fuente: MINAM, 2005

2.2.3. Agricultura

La agricultura es la actividad agraria que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. El cual si no se emplea un plan de manejo adecuado esta traería consigo problemas socio - ambientales que contribuiría al deterioro del medio ambiente. (Barreto, 2011)

En esta clase se menciona las tierras aradas, las tierras en descanso y las tierras recién aperturadas y se excluyen cafetales asociados con guaba, en tanto existen cultivos agrícolas que figuran como anuales el maíz, yuca y arroz; y permanentes los cítricos, caña de azúcar, plátano, palma aceitera, entre otros. (MINAM, 2005)

2.2.4. Ganadería

Según la FAO, “bosque” es definido por tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de copas superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ.* No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. (FAO, 2005)

2.2.5. Pastizales

En el año 2000 esta clase ocupaba una superficie de 1 179 982,14 ha, ubicada en terrenos planos, ondulados, colinosos y montañosos, en la que están incluidos los pastizales libres, pastizales con árboles dispersos, pastos bajos y altos y la quillal que es una gramínea que crece en suelos ácidos (Selva central). (MINAM, 2005)

2.2.6. Bosque secundario

Son aquellos bosques que cubren una diversidad de tipos de bosque afectados en inicios por la actividad humana comprendiendo tanto bosques primarios previamente aprovechados para madera (bosques residuales) como bosques de segundo crecimiento. Los bosques secundarios jóvenes (< 10 años) están conformados por individuos de diámetros pequeños y de poca altura y de una estructura muy simple. (MINAM, 2005)

2.2.7. Bosque secundario/agricultura

Esta clase mixta, se presenta en zonas con intensa actividad agrícola. Se caracteriza por constituir una mixtura de áreas con bosque secundario (purma) y áreas con cultivos agrícolas, cuyo grado de asociación va en proporción de 50%-50% hasta 80%-20%, correspondiendo siempre los mayores valores al bosque secundario. (Barreto, 2011)

2.2.8. Resultado del cambio climático de usos de la tierra en Ucayali

En este estudio desarrollado en el año 2005 por el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM) se realizó un resumen enfocado principalmente a los tipos de cambio de uso de tierra encontrados en el departamento de Ucayali al año 2000. (MINAM, 2005) (ver Tabla 3).

Tabla 3. Superficie de tipos de uso de la tierra acumuladas al año 2000 en Ucayali

Departamento	Tipos de Uso de la Tierra	Superficie (ha)	%
UCAYALI	Agricultura	25 356.29	3.67
	Pastizales	117 810.88	9.98
	Bosque Secundario	213 223.08	10.31
	Bosque Secundario/Agricultura	265 194.31	8.37
	Áreas sin Vegetación	5 479.85	8.36
	TOTAL	**627 064.40**	**40.69**

Fuente: Adaptado del estudio desarrollado por MINAM, 2005

2.2.9. Definición de estadística

La clasificación espectral es la base fundamental para mapear objetivamente las áreas de una imagen que tiene características espectrales (reflectancia) similares. Las clasificaciones se conciben también como una manera de comprimir el contenido de información de la imagen (reducción de la información de varias bandas a una imagen clasificada). No hay límites teóricos sobre la dimensionalidad de información usada para una clasificación, aunque la clasificación de un número grande de bandas puede ser una limitación (computacionalmente intensivo). Se recomienda realizar clasificaciones con imágenes (bandas) con alto contenido de información y una proporción grande de señal/ruido. Existen diferentes métodos para clasificar una imagen, de los cuales dos son los más representativos: Es una técnica o método científico usado para recolectar, organizar, resumir, presentar, analizar, interpretar, generalizar y contrastar los resultados de las observaciones de los fenómenos reales. (Solano & Álvarez, 2006)

2.2.10. Población

En forma general, en estadística; se denomina población, a un conjunto de elementos (que consiste de personas, objetos, etc.), que contienen una o más características observables de naturaleza cualitativa o cuantitativa que se pueden medir entre ellos. (Córdova, 2003)

En estadística se llama población (o universo) al conjunto de elementos que tienen una característica en común. La población se define en cada caso de acuerdo con los objetivos del estudio, y su definición es uno de los aspectos más importantes en el diseño de una investigación. (Moya, 2007)

2.2.11. Muestra

Para, Castro (2003), la muestra se clasifica en probabilística y no probabilística. La probabilística, son aquellas donde todos los miembros de la población tienen la misma opción de conformarla a su vez pueden ser: muestra aleatoria simple, muestra de azar sistemático, muestra estratificada o por conglomerado o áreas. La no probabilística, la elección de los miembros para el estudio dependerá de un criterio específico del investigador, lo que significa que no todos los miembros de la población tienen igualdad de oportunidad de conformarla. La forma de obtener este tipo de muestra es: muestra intencional u opinática y muestra accidentada o sin norma.

2.2.12. Diseño de muestreo

Muestro sistemático: Un muestreo sistemático utiliza una cuadrícula fija, o una matriz, para asignar parcelas en un patrón regular. La ventaja del muestreo sistemático es que maximiza la distancia media entre parcelas y, por lo tanto, minimiza la correlación espacial entre observaciones e incrementa la eficacia estadística. Además, el muestreo sistemático, el cual se considera representativo en cierto sentido, puede resultar muy convincente para los responsables de la toma de decisiones que no tienen experiencia con muestreos. Los muestreos sistemáticos se pueden basar en cuadrículas rectangulares o en matrices hexagonales. Por ejemplo, una parcela de muestra podría establecerse en las intersecciones de una cuadrícula de 2 x 2 km. Para seleccionar el punto inicial y la orientación de dicha cuadrícula se utiliza un número aleatorio, pero no es necesaria ninguna otra información de este tipo. Este diseño de muestreo

es el más común en ingeniería forestal. El mayor riesgo es que la orientación de la cuadrícula pueda, por algún casual, coincidir o ser paralela a las características naturales o introducidas por el hombre, como carreteras o caminos de grava formados como resultado del deshielo de glaciares. En el caso de grandes áreas geográficas, se debe evitar la orientación de las líneas de la cuadrícula a lo largo de las líneas de longitud. A elevadas latitudes, la naturaleza convergente de estas líneas de cuadrícula norte-sur puede hacer que las ubicaciones de las parcelas de muestra estén más cerca unas de otras que a latitudes menores. Los diseños de muestreo basados en matrices hexagonales mitigan este problema. (White et al., 1992)

2.2.13. RPAS-Drones

DJI Spark: La distancia máxima de vuelo se ve limitada hasta 100 metros y 50 de altura. Con el controlador remoto conectado, en cambio, el Spark es capaz de alejarse hasta 2 kilómetros, una distancia más que considerable para su diminuto tamaño.

Lo mismo sucede con la velocidad máxima, que pasa de algo más de 10 km/h a unos 50 km/h con el controlador remoto. Eso sí, para alcanzar esa cifra máxima también es necesario activar el modo Sport, que deshabilita todos los sistemas de detección de obstáculos y permite sacar todo el partido del Spark.

Todos estos modos de vuelo se apoyan en los sistemas de detección de obstáculos, que en el caso del Spark están situados en la parrilla frontal y en el suelo del RPAS-drones. Detrás, en los laterales y arriba carece de sensores que detecten obstáculos. Esta limitación significa que el piloto debe tener especial cuidado cuando realiza movimientos en zonas densas, pues el sistema de detección de obstáculos es incapaz de ver cualquier cosa que no se encuentre frente al Spark.

La transmisión de vídeo en tiempo real al mando se hace en 720p hasta un máximo de 2 km de distancia cuando el RPAS-drone se controla

con el controlador remoto.

Por último, el Spark monta una batería capaz de entregar energía durante 16 minutos, la cifra más baja de todos los RPAS-drone de DJI y, probablemente, el punto más negativo del producto. Quien quiera exprimir al máximo el Spark tendrá que invertir en una segunda (o incluso tercera) batería.

2.2.14. Marco Normativo

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763 y sus reglamentos, tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación. Artículo 119. Requisitos y condiciones para la gestión de sistemas agroforestales La gestión de sistemas agroforestales en tierras forestales o de protección transformadas tiene por objeto mantener o recuperar la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas ubicados en las zonas de tratamiento especial para producción agroforestal o silvopastoril, en el marco de la zonificación forestal. La suscripción de un contrato de cesión en uso conlleva el compromiso del titular de cumplir las condiciones establecidas, respetar los bosques remanentes, instalar especies forestales maderables o no maderables en el sistema productivo y llevar a cabo prácticas de conservación de suelos y de fuentes y cursos de agua. Sistemas Agroforestales: Los sistemas agroforestales como una clase de sistemas de uso de la tierra, que consisten en el manejo asociado de especies forestales y agropecuarias, en una misma parcela, en el espacio y en el tiempo. Incluyen prácticas de integración, preservación y manejo de especies leñosas perennes en sistemas productivos agrícolas anuales o perennes. Sistemas silvopastoriles: Es una clase de sistema de uso de la tierra que consiste en el manejo asociado de especies forestales y animales, sin la presencia de cultivos. Se practican a diferentes niveles,

desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia. Se denominan también agroforestales pastoriles o agrosilvopastoriles.

2.2.15. Finalidad de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales se establecen en tierras forestales o de protección que han sido transformadas y que sean consideradas como zonas de tratamiento especial para producción agroforestal o silvopastoril o zonas de recuperación de la cobertura forestal con fines de producción forestal o con fines de restauración y conservación, de acuerdo a la zonificación forestal, y que buscan mantener o recuperar la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas ubicados en estas zonas.

Zonas de tratamiento especial: Son las áreas que, por su naturaleza biofísica, socioeconómica, cultural y geopolítica, requieren de una estrategia especial para su asignación de uso.

Reservas de tierras para pueblos indígenas en situación de aislamiento o contacto inicial: Estas reservas se rigen por la Ley 28736, Ley para la Protección de Pueblos Indígenas u Originarios en Situación de Aislamiento y en Situación de Contacto Inicial, su reglamento y normas complementarias. En ellas no se otorga títulos habilitantes.

Zonas de producción agroforestal y silvopastoriles: Son ecosistemas transformados, ubicados sobre tierras forestales o de protección que fueron objeto en el pasado de retiro de la cobertura boscosa, en los que se ha instalado y desarrollado sistemas sostenibles de producción permanente, compatibles con la zonificación ecológica económica. En ellos se combinan vegetación forestal o leñosa y plantas domesticadas con fines de producción forestal, agrícola o pecuaria en forma sostenible, contribuyendo a la provisión de servicios ecosistémicos. Comprenden el uso silvopastoril en los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre en tierras bajo dominio del Estado.

2.2.16. Contexto mundial: la degradación de la tierra

Si bien no existe una definición única de degradación de la tierra acordada a nivel internacional, para los fines del presente documento las tierras degradadas se definen como tierras que han perdido hasta cierto grado su productividad natural debido a procesos inducidos por la actividad humana. Las definiciones más actuales de degradación de la tierra engloban también cambios negativos en la capacidad de los ecosistemas de brindar una variedad de bienes y servicios sociales y ambientales. Las causas de la degradación incluyen el uso y la gestión inadecuados de la tierra, lo que puede ir desde la sobreexplotación de la vegetación local, el sobrepastoreo y la labranza excesiva hasta la eliminación de los residuos del cultivo. Los tipos de degradación incluyen la disminución de la fertilidad del suelo, el desequilibrio de nutrientes, la erosión, la compactación, la acidificación y la salinización. A largo plazo, estos fenómenos también pueden producir escorrentías extremas, reducir la humedad del suelo y su capacidad de regular el flujo de las aguas. Además, en lo que respecta al paisaje, la degradación de la tierra puede ser responsable de la pérdida de biodiversidad y producir cambios negativos en el microclima que faciliten la desertificación. La degradación puede también influir negativamente en el cambio climático, al aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero. La degradación de la tierra puede tener graves consecuencias para los medios de vida de las poblaciones rurales, ya que disminuye el suministro de agua de buena calidad y reduce la seguridad alimentaria y nutricional. Con el tiempo, la degradación de la tierra puede aumentar la vulnerabilidad de las comunidades rurales ante las amenazas biológicas y ambientales y ante los efectos del cambio climático.

Se calcula que el 25% de las tierras del mundo se han degradado enormemente o están sujetas a altos índices de degradación. En África, la FAO (2016) calcula que se ha degradado el 65% de las tierras arables, el 30% de los pastizales y el 20% de los bosques. Y esta degradación avanza a ritmo acelerado, con una degradación anual de unos 12 millones de hectáreas de tierra en todo el mundo. Como resultado, la productividad de

las tierras del mundo sigue disminuyendo, al mismo tiempo que la población humana y la demanda de alimentos y bienes siguen creciendo. Se calcula que la degradación de la tierra, a nivel mundial, cuesta entre 6,3 y 10,6 billones de dólares estadounidenses cada año. Los habitantes pobres de las zonas rurales están entre los grupos más afectados.

2.2.17. La agroforestería para restaurar el paisaje

Según datos de teledetección, en 2009 el 43% de todas las tierras agrícolas tenían una cubierta de dosel de al menos el 10%, lo que equivale a más de mil millones de hectáreas de tierra. Esto subraya la enorme extensión de la agroforestería, que es practicada por más de 1.200 millones de personas. Por ejemplo, los sistemas agroforestales de cacao (donde este cultivo crece bajo la sombra de dosel) abarcan 7,8 millones de hectáreas en todo el mundo; los sistemas silvopastoriles (donde los árboles se combinan con ganado) abarcan 9,2 millones de hectáreas solo en América central; y los cultivos de caucho en la selva (una forma de agroforestería) representan 2,1 millones de hectáreas en Indonesia. La agroforestería puede diversificar y mejorar la producción agrícola, ofreciendo a la vez otros beneficios económicos, sociales y ambientales a los usuarios de la tierra. Hay varios enfoques agroforestales que permiten restaurar y aumentar la productividad de la tierra y, al mismo tiempo, resolver las exigencias de los agricultores de bajos ingresos; además, la presencia de árboles ofrece una gran cantidad de ventajas. Por ejemplo, los árboles pueden fijar el nitrógeno, estabilizar el suelo y usarse con éxito en cultivos en terrazas, cultivos en curvas de nivel y cultivos en fajas para combatir la erosión del suelo y aumentar su fertilidad. Plantados en forma de cortinas rompe vientos o de cinturones protectores, los árboles pueden proteger los suelos de la erosión causada por el viento. Se pueden también plantar en barbechos mejorados o en sistemas de cultivo en callejones, donde las ramas se podan y se aplican como cobertura del suelo para aumentar su contenido en materia orgánica y su estado nutricional. En los sistemas silvopastoriles, la copa de los árboles ofrece sombra y protección

contra el viento, mejorando indirectamente el bienestar, la sanidad y la productividad del ganado.

2.2.18. La agroforestería para restaurar la productividad del suelo

En todo el mundo, se ha constatado una disminución significativa de la fertilidad del suelo como consecuencia de la degradación de la tierra y de la sobreexplotación, lo que reduce la productividad de la tierra y aumenta la inseguridad alimentaria en las comunidades locales. La fertilidad del suelo disminuye cuando las cantidades de nutrientes extraídos del suelo con los productos cosechados exceden las cantidades de nutrientes que se agregan a los suelos arables. La disminución de la fertilidad del suelo puede ser también producto de la erosión y de prácticas agrícolas inapropiadas, como el monocultivo, el laboreo frecuente, la evacuación de los residuos de las plantas y la falta de períodos de barbecho adecuados. La recuperación de la fertilidad del suelo puede ser un proceso largo cuando se ha agotado la materia orgánica del suelo y se ha dañado su estructura. Las características de los árboles que ayudan a aumentar la fertilidad del suelo son entre otras la alta producción de biomasa, la fijación del nitrógeno, las asociaciones micorrícicas, las redes densas y profundas de raíces finas y la capacidad de crecer en suelos pobres. Los árboles pueden contribuir a reconstituir la Materia orgánica del suelo al succionar los nutrientes de capas más profundas del suelo y de rocas desgastadas y agregarlos a las capas superficiales del suelo con la hojarasca. Diversas especies de árboles pueden evitar la lixiviación de nutrientes gracias a sus raíces profundas, y los árboles también pueden utilizarse para combatir la salinización y la acidificación del suelo. El uso de árboles fijadores de nitrógeno puede aumentar la fertilidad del suelo al agregar nitrógeno al ecosistema agrario, mientras que el mayor contenido en nitrógeno del suelo puede aumentar la productividad de los cultivos agrícolas. Pruebas realizadas en Zambia, por ejemplo, demostraron que el rendimiento del maíz aumentó en un 88-190% al cultivarlo en un sistema agroforestal bajo el dosel de *Faidherbia albida* (espina de invierno).

2.2.19. Recomendaciones políticas

Los sistemas agroforestales tienen el potencial de restaurar las tierras degradadas, apoyar los medios de vida, mejorar la seguridad alimentaria y nutricional y mitigar la pobreza, pero existen obstáculos que limitan la inclusión de estos sistemas de uso de la tierra en las iniciativas de restauración del paisaje. Las siguientes recomendaciones políticas podrían estimular la ampliación de la agroforestería en la restauración del paisaje:

Mayor reconocimiento en los planes y políticas de restauración de los sistemas Agroforestales como opciones inestimables para restaurar los paisajes degradados. Ya que ofrecen una amplia gama de servicios ecosistémicos, entre ellos la conservación de la biodiversidad y el secuestro del carbono, los sistemas agroforestales son también relevantes para la implementación de convenciones internacionales como la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).

Se deben crear entornos políticos favorables para el desarrollo y la ampliación de sistemas tradicionales y mejorados de agroforestería en los proyectos de restauración del paisaje. Esto implica revisar y reformar legislaciones desfavorables y restricciones jurídicas que afectan a la agroforestería; mejorar la coordinación entre los diferentes sectores que participan en el desarrollo agroforestal; clarificar y garantizar la tenencia de la tierra y de los árboles, tomando en cuenta las exigencias de las mujeres de disponer de un mejor acceso a la tierra y a sus recursos conexos; y apoyar las cadenas de valor de los productos agroforestales.

Se deben formular esquemas de incentivos basados en el papel de los árboles en el suministro de servicios ecosistémicos, como el control de la erosión, el mejoramiento de la biodiversidad, la calidad del agua y el secuestro de carbono, para alentar a agricultores y propietarios de tierras a considerar la agroforestería como una opción valiosa para aumentar la

productividad y la rentabilidad de sus tierras. Combinados con financiación o apoyo para cubrir los costos iniciales, a menudo muy altos, dichos incentivos ayudarían a los agricultores a superar las barreras a la inversión, en particular el tardío rendimiento sobre las inversiones en el período inmediatamente posterior a la siembra, cuando los árboles producen pocos ingresos, pero requieren recursos para su cuidado.

Es esencial facilitar el desarrollo de las capacidades técnicas locales para la recolección, producción y distribución de las variedades agrícolas y arbóreas y de las razas ganaderas capaces de tolerar condiciones ambientales extremas (por ejemplo, sequías, estrés térmico y salinidad), para ayudar a las comunidades locales a adaptarse mejor al cambio climático.

2.2.20. Cuenca del río Neshuya

2.2.20.1. Clima

El clima de la región selva baja (Omagua) se caracteriza por ser cálido, húmedo y lluvioso. La temperatura promedio de esta zona es de 24 °C aproximadamente. Durante todo el día el calor es permanente. En esta región se ha registrado la temperatura máxima en el Perú, en Neshuya, carretera a Pucallpa, en el año de 1963, de 41 °C. La cuenca del río Neshuya cuenta con un bosque húmedo tropical, típica es lluviosa (pluvisilva), presenta clima ecuatorial (tipo Af) o monzónico (Am) y se caracteriza por el clima cálido durante todo el año y, con un rango diario de la temperatura mayor que el rango estacional. Igualmente, las longitudes de los días son esencialmente las mismas durante todo el año. La precipitación máxima suele llegar a 8000 mm y la mínima suele llegar a 4000 mm. Las temperaturas no son extremas, el máximo puede ser 32 °C, pero sí son constantes. La temperatura mínima 24 °C.

2.2.20.2. Hidrografía

El recurso hídrico de la región de Ucayali constituye uno de los

principales recursos, siendo un medio que favorece al desarrollo de actividades productivas y constituyendo una de las principales vías de comunicación entre los diferentes centros poblados asentando a las riveras de los mismos. La hidrografía superficial del área de estudio, presenta ríos torrentosos de curso corto, aprovechando una falla geológica, erosiona y profundiza su cauce, para proseguir su curso y formando así el río Neshuya, cerca de la localidad del mismo nombre. El río Neshuya posee afluentes como el río Aguaytía del cual da origen a su curso, y efluentes como la quebrada Tashuaillo.

2.2.20.3. Fauna

Una gran variedad de especies han sido explotadas indiscriminadamente, pues este noble recurso ha apoyado otras actividades especialmente la explotación forestal, industrial, agrícola y a la población, pues era la principal fuente de proteínas con costo aparentemente cero, se cuenta todavía con una cierta variedad de especies animales mayores y menores propias del trópico, desde lombrices, hormigas (fauna de suelo), añujes, sajinos, majas, (fauna de solo bosques), ardillas, serpientes, tigrillo, gavilanes, tucanes, guacamayo, loros, perdices, etc. (fauna de coronas); tenemos también fauna acuática, donde existen aves (garzas, shansho, tuki tuki), reptiles (lagartos,), anfibios (ranas y sapos); respecto a nuestra riqueza acuífera tenemos: boquichicos, carachamas, paco, gamitana y mojaras.

2.2.20.4. Flora

En la cuenca del río Neshuya existen diferentes zonas de vida que están distribuidas en las 114 511,2098 hectáreas, los tipos de bosques se pueden identificar por los bosques dominante en el área que son de terrazas altas que abarcan el 70,90% del área de estudio y los bosques secundarios que abarcan el 20,10% del área y bosques de colina baja y media, de ellos se obtuvo los datos.

Tabla 4. Tipos de bosque de la cuenca del río Neshuya

TIPO DE BOSQUE	ÁREA (Ha)	%
Bosque de terraza Alta	81169,06	70,90%
Bosque de terraza Media	418,93	0,40%
Bosque de Colina Media	9355,79	8,20%
Bosque de Colina Baja	200,97	0,20%
Área Deforestada /Bosque Secundario	22979,91	20,10%
Otras Áreas	389,52	0,30%
ÁREA TOTAL	114511,21	100%

Fuente. MINAN, CERFOR (2013)

2.2.20.5. Fisiografía

La cuenca del rÍo Neshuya tiene un área de 114 511,2098 hectáreas, de las cuales se han identificado diversas formas paisajísticas principalmente las terrazas medias, altas, colinas y colinas bajas, de ellos se obtuvo este dato.

Tabla 5. Tipo de fisiografía de la cuenca del río Neshuya

PAISAJE	AREA (Ha)
Terraza Alta	88799,05
Terraza Media	5704,19
Lomada	8050,64
Colina Media	395,58
Colina Baja	11132,48
Pueblo	233,57
Curso de agua	195,70
Total	114511,21

Fuente: MINAN, CERFOR (2013)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Análisis Multitemporal

El análisis multitemporal como se le conoce al análisis de tipo espacial que se realiza mediante la comparación de las coberturas interpretadas en dos imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y que permite evaluar los cambios en la situación de las coberturas que han sido clasificadas. (Chuvieco 1990)

2.3.2. Cobertura Vegetal

Las coberturas vegetales son aquellas que consideran el desarrollo de las plantas o cultivos, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y ayudar a disminuir la erosión del suelo. (Figueroa y Morales, 1992)

2.3.3. Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que sus aguas dan al mar a través de un único río o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. (Evert, 2010)

Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. (García-Morato; Sánchez; Gomis, 2011)

Son cambios dentro del bosque que afectan negativamente la estructura o función del rodal o sitio y, por lo tanto, disminuyen la capacidad de suministrar productos y/o servicios %. (FAO, 2005)

2.3.4. Deforestación

Es la transformación del bosque en otro uso de la tierra o reducción de la cubierta de copa por debajo del umbral mínimo del 10%. (FAO, 2005)

Por otro lado, Según CNUCC define “deforestación” como la conversión por actividad humana directa de tierras boscosas en tierras no forestales. (Llactayo, Salcedo & Victoria, 2013)

2.3.5. Degradación

Son cambios dentro del bosque que afectan negativamente la estructura o función del rodal o sitio y, por lo tanto, disminuyen la capacidad de suministrar productos y/o servicios %. (FAO, 2005)

2.3.6. Firma Espectral

Según menciona Muñoz (2006) en relación a la firma espectral “Si en un gráfico representamos la longitud de onda en el eje de las X y la reflectividad en el eje de las Y podremos observar que cada cubierta se ve representada por una curva característica, que con sus singularidades nos da una idea de rúbricas, que personalizan su comportamiento espectral frente a otras cubiertas, a dichas curvas se las denomina espectros, signaturas o firmas espectrales. ”Signatura espectral, espectros, firma de reflectividad, son algunos nombres que reciben el gráfico formado de la relación que existe entre el cociente de la cantidad de energía radiante incidente con la energía reflejada. Para apreciar el rol de los sensores remotos en varios campos, es bueno entender el comportamiento de los objetos con respecto al espectro electromagnético. El comportamiento espectral de estos objetos son las características básicas para entender e interpretar los fenómenos y características identificables, es así que la firma espectral de un objeto comprende una serie de valores de reflectancia, emitancia, en diferentes bandas espectrales, sabiendo que cada objeto reacciona de diferente manera ante la energía. (Jensen, 2009)

2.3.7. Imágenes Satelitales

Los satélites de observación de recursos naturales orbitan a unos 700 km de altura en sentido Norte – Sur, y llevan a bordo una serie de sensores que captan la radiación solar reflejada por las distintas zonas de la superficie terrestre, y las separa en diversas bandas del espectro electromagnético. A medida que el satélite avanza en su órbita, va “observando” líneas de pequeños elementos, las que, ubicadas una al lado

de la otra, forman cuadros llamados imágenes satelitales. (Hurtado, Lombardi & Bejar, 2008)

2.3.8. Mapas para aplicar el SIG

El mapa SIG, que es mucho más que una presentación cartográfica estática. Un mapa SIG es una ventana interactiva a toda la información geográfica y datos descriptivos, y a ricos modelos de análisis espacial creado por profesionales de SIG. (Esri, 2014)

Los mapas SIG se usan para:

- Dar a conocer y compartir el SIG.
- Compilar y mantener el contenido del SIG.
- Diseñar y organizar la información geográfica por medio de capas temáticas.
- Obtener nueva información mediante geoprocesamiento y, posteriormente, visualizar, resumir, analizar, comparar e interpretar los resultados analíticos.
- Compartir la información geográfica para su uso en la Web.

2.3.9. Pixel

Una imagen satélite está compuesta por una matriz de puntos elementales (píxeles) generados por los captadores de los instrumentos de teledetección. Estos sensores miden la radiación reflejada por unidad de superficie para unas longitudes de onda determinadas (bandas).

2.3.10. Post - Clasificación

La Post-clasificación es el método cuantitativo de detección más comúnmente utilizado. Requiere de la rectificación y clasificación de cada imagen, para luego ser comparados píxel a pixel a través de una matriz. Desafortunadamente, los errores en la clasificación individual de cada imagen se ven reflejados clasificación final (Argany y Saradjian; Yagoub et al., 2015). Por ello es necesario que la clasificación individual de las imágenes sea lo más exacto como sea posible. (Müller y Brandl, 2009)

2.3.11. Procesamiento de las Imágenes Satelitales

Bense (2007), menciona que el procesamiento de las imágenes consiste en la manipulación numérica de dichas imágenes e incluye:

- Pre procesamiento
- Realce
- Clasificación

2.3.12. Raster

Un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura. Los rásteres son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados. (Esri, 2019)

2.3.13. Shapefile

Un shapefile es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas). El espacio de trabajo que contiene shapefiles también puede incluir tablas, que pueden almacenar atributos adicionales que se pueden vincular a las entidades de un Shapefile. (Esri, 2019)

2.3.14. SIG

Según López (2015) SIG es un conjunto de herramientas compuestas por hardware, software, datos de usuario, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos. De acuerdo a Burrough (1994), señala que un SIG también puede verse como un modelo informatizado de la realidad geográfica para satisfacer unas necesidades de información concretas, esto es, crear, compartir y aplicar información útil basada en datos y en mapas.

2.3.15. Uso de Suelo

Uso de suelo se entiende por “el destino asignado por el hombre a cada unidad de territorio” es decir, la función humana que se da al espacio en tanto la cobertura de suelo se refiere a “las unidades vegetales que cubren la superficie terrestre”. (Romero, 2005)

Son aquellas superficies naturales o artificiales que cubren el suelo, y que pueden ser tanto de origen natural (bosques, sábanas, lagunas, etc.) como a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre.

2.3.16. CORINE Land Cover

Coordinación de Información sobre el Medio Ambiente, también conocido por el acrónimo CLC, desarrolla la creación de una base de datos sobre la cobertura y uso del territorio en la Unión Europea.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La información a nivel de reconocimiento de estudio de la cobertura vegetal en la cuenca del río Neshuya, fue de tipo aplicada, descriptiva cuantitativa no experimental; por el tratamiento de los datos se mantiene la función cuantitativa, de campo y gabinete, en la recopilación de información secundaria como: base de datos, shapefile, cartografía base, la escala de trabajo a 1/100,000 (considerando una unidad mínima de mapeo de 6,25 ha) y la utilización de imágenes Landsat con resolución espacial de 30 metros de los años 2010, 2013, 2015 y 2018, complementando con visitas a campo, para la validación de información.

Si bien es cierto existen muchas metodologías propuestas por el MINAM para determinar los Cambios de Cobertura y Uso de la Tierra, usando en esta investigación la metodología CORINE Land Cover adaptada al Perú (2012), en la que permitió la inclusión de todas las áreas principales y funciones inherentes a los usos concretos que se encontraron en campo, contando con el Software Envi 5.3 (versión prueba), que nos permitió desarrollar la clasificación máxima verisimilitud de las imágenes de satelitales, teniendo la funcionabilidad de combinar las bandas, pudiendo obtener resultados sorprendentes en la identificación de un sin números de coberturas.

Con la generación de información preliminar se procedió a realizar el mapa de muestreo, para la previa validación de información *in situ,* ya que a través de fichas de campo las unidades en los diferentes niveles de clasificación de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya, conforme a la categorización que se da en el CORINE Land Cover adaptado al Perú.

La información de la Cobertura Vegetal de la cuenca del río Neshuya, después de su recopilación, se sistematizó en base de datos de tipo personal Geodatabase. Este estudio estuvo enmarcado en tres fases

principales: inicial gabinete, campo y final gabinete.

3.2. ÁREA DE ESTUDIO

Geográficamente el área de estudio se encuentra ubicada en el distrito de Neshuya y Curimana, provincia de Coronel Portillo y el distrito Alexander Von Humboldt, provincia de Padre Abab en el departamento de Ucayali, con coordenadas geográficas Latitud (Sur) 8°38′21″ y Longitud (Oeste) 74°57′52″, con altitud promedio de 200 m.s.n.m., encontrándose dentro de la cuenca del río Neshuya, con un área de 114 611, 20 ha, siendo esta el área del estudio de no bosque, en el cual se centró el trabajo de investigación.

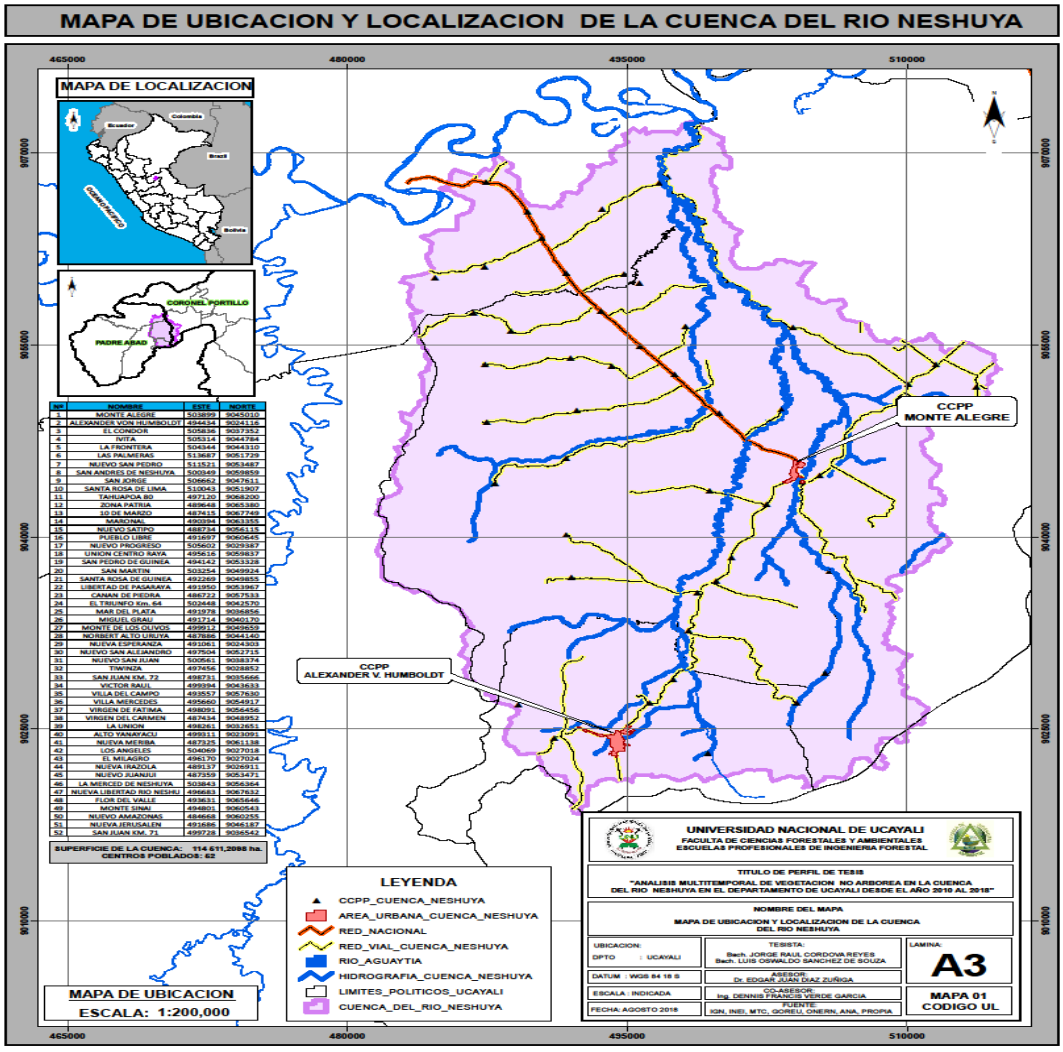


Figura 1. Mapa de Ubicación Localización del área de estudio de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población constituyó la cuenca del río Neshuya.

3.3.2. Muestra

El tamaño de muestra fue igual al número de los sitios de verificación utilizados para estimar la confiablidad del mapa.

Muestrear al menos 50 puntos por unidad del estudio; si el área de la unidad supera las 50 000 ha o 500 km^2, se deben tomar por lo menos de 75 a 100 puntos por unidad. (Congalton, 1991)

Según Chuvieco (2008), para determinar una muestra donde la variable no es cuantitativa sino categórica, se debe emplear la distribución binomial de probabilidad, ya que cada punto representa la unidad mínima de mapeo por categoría (6,25 ha por punto), siendo la expresión:

$$N = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Dónde:

N: Tamaño de la muestra.

z: Nivel de confianza (Tomando un 95% de confiabilidad) (Z = 1.96).

p: Indica el porcentaje de aciertos estimados (85%).

q: Indica el porcentaje de errores (15%).

e: Error permitido (7%).

Aplicando las metodologías de muestreo antes mencionadas se obtuvo lo siguiente:

Siendo la cuenca del río Neshuya la unidad de estudio, y superando las 50 000 ha, se tuvo como resultado un total de muestras de 100 puntos.

Por otro lado, aplicando la segunda metodología con la fórmula estadística, se tuvo como resultado un total de muestras de 100 puntos, además el muestreo fue sistemático para ambos, y la distribución de estos

para la verificación en campo se realizó de la siguiente manera:

Los puntos para verificación en campo constituyeron el 70%, correspondiente a 70 puntos, calculados para el área de estudio y se distribuyeron cerca de la red vial terrestre.

Los puntos para verificación mediante Google Earth Pro de mayor resolución espacial constituyeron el 30%, correspondiente a 30 puntos, calculados para el área de estudio, y se distribuyeron de manera aleatoria en área faltante.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Materiales

- Útiles de escritorio
- Equipos de protección personal (EPP)
- Herramientas

Equipos

- GPS Garmin Map 73
- Laptop Core i7
- Cámara fotográfica
- Impresora
- DJ SPARK RPAS-Drone

Software

- ArcGIS 10.5 (versión de Prueba)
- ENVI 5.3 (versión de Prueba)

3.5. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Fase previa de gabinete

Para elaborar el estudio de análisis multitemporal de la cobertura vegetal en la cuenca del río Neshuya se efectuó definiendo la escala de trabajo a 1/100,000 (considerando una unidad mínima de mapeo de 6,25

ha), se descargó (4) imágenes satelitales de los años, 2010, 2013, 2015 y 2018; ver en la Tabla 6, descargadas del servidor Geológico de los Estados Unidos WEB **USGS** (United States Geological Survey), las imágenes fueron procesadas con ayuda del programa ENVI 5.3 (versión de prueba).



Fuente. Modificado de la metodología de uso actual del suelo MINAM 2012

Figura 2. Proceso para elaborar la variación de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 3, se muestra el catálogo de descarga de las imágenes satelitales ortorectificado Landsat Lt 08, con la ubicación de la cuenca del río Neshuya, la escena corresponde al código Path (0070 y 0060) – Row (066), con resolución de 30 metros en bandas multiespectrales y 15 metros

de la banda pancromática. Cada escena mide aproximadamente de 190 km de ancho y 180 km de alto. Estas imágenes fueron elegidas en base a la disponibilidad de imagen libre de nubes durante la estación seca de agosto a septiembre (ver Tabla 6).

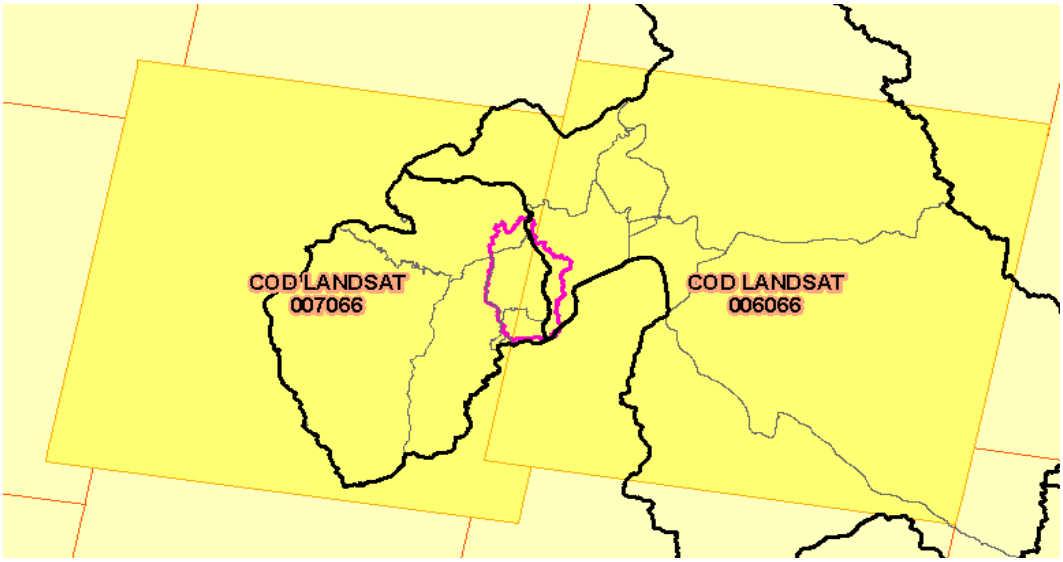


Figura 3. Catálogo de descarga de las imágenes satelitales LANSAT

Tabla 6. Información de la descarga de las imágenes Landsat 8 OLI

Sensor	Pat	Row	Fecha de imagen
Landsat 8 OLI	007	066	08 de agosto 2010
Landsat 8 OLI	007	066	04 de septiembre 2013
Landsat 8 OLI	007	066	09 de septiembre 2015
Landsat 8 OLI	007	066	20 de septiembre 2018

Fuente: Servidor Geológico de los Estados Unidos WEB **USGS** (2019)

Las imágenes Landsat 8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) (azul profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 como se puede ver en la tabla 7, estos son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución. (Ariza, 2013)

Tabla 7. Distribución las imágenes satelitales del Landsat 8 OLI y TIRS

Banda	Nombre	Longitud de onda (mμ)	Resolución(m)
1	Costera – Aerosoles	0.435 – 0.451	30
2	Azul	0.452 – 0.512	30
3	Verde	0.533 – 0.590	30
4	Rojo	0.636 – 0.673	30
5	Infrarrojo cercano (NIR)	0.851 – 0.879	30
6	Infrarrojo de onda corte 1 (SWR 1)	1.566 – 1.651	30
11	(TIR 1)	10.60 – 11.19	100
10	(TIR 2)	11.50 – 12.50	100
7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWR 2)	2.107 – 2. 294	30
9	Pancromática	0.503 – 0.670	15
8	Cirrus	1.360 – 1.384	30

Fuente: United States Geological Survey, 2013

En la Figura 4, se muestra una composición satelital Landsat 8, una imagen compuesta por la combinación de tres bandas diferentes del sensor y dispuestas cada una en los tres canales de proyección en pantalla: Rojo (R), Verde (G) y Azul (B). La escena en RGB resulta en una imagen a color. (Franco, 2017)

Tabla 8. Combinaciones de banda Landsat 8 LC

Banda en Landsat 8	Banda en Landsat 8 Aplicación principal / Descripción
Banda 1 Coastal	Para mapeo de costas y estudios de aerosol.
Banda 2 Azul	Útil para mapeo batimétrico, delimitar costas, diferenciar suelo de vegetación, diferenciar coníferas de latifoliadas, detección de rasgos urbanos, vías y construcciones.
Banda 3 Verde	Empleada para discriminar sedimentos en suspensión, evaluar vigor de las plantas por la alta reflectancia de la vegetación verde y sana, delinear aguas poco profundas, rasgos urbanos y de infraestructura.
Banda 4 Rojo	Permite un mayor contraste de áreas con y sin vegetación, discriminar gradientes de vegetación, delimitar áreas urbanas y áreas agrícolas.
Banda 5 NIR Infrarrojo cercano	Útil para el cálculo de biomasa de vegetación, delimitar costas, para diferenciación suelos-cultivos y suelos-agua, para geomorfología, suelos y geología.
Banda 6 SWIR 1	Se alcanzan a penetrar nubes delgadas. Es útil para discriminar contenido de humedad en los suelos y la vegetación, diferenciar entre nubes, nieve y hielo.
Banda 7 SWIR 2	Útil para discriminar tipos de rocas, para estudios de suelos y mejora la determinación de contenidos de humedad en suelos y vegetación.
Banda 9 Pancromática	Es una imagen sensible a todo el espectro visible y más afinada en tanto su resolución es de 15 m.
Banda 10 TIRS 1 Térmica	Útil para mapeo termal y estimación de humedad del suelo.
Banda 11 TIRS 2 Térmica	Mapeo termal mejorado y estimación de humedad del suelo.

Fuente: United States Geological Survey, 2013

Shapefiles: Los shapefiles utilizados en el análisis multitemporal de la cobertura vegetal fueron adquiridos de fuentes locales, distritales, regionales y nacionales:

- Límite político administrativo departamento de Ucayali (Gobierno Regional de Ucayali).
- Hidrografía (Gobierno Regional de Ucayali).
- Red vial departamental (Gobierno Regional de Ucayali).
- Zonificación Ecológica Económica (Gobierno Regional de Ucayali).
- Cuenca del río Neshuya (ZEE Región de Ucayali).
- Centros poblados (Gobierno Regional de Ucayali).
- Cuenca del río Aguaytía (Autoridad Local del Agua- Ucayali).

3.5.2. Fase de Gabinete

El presente estudio estuvo orientado a obtener la clasificación multitemporal de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya entre los años 2010 hasta 2018, generando así el área de influencia de la cuenca del río Neshuya y teniendo una visualización de las imágenes satelitales para generar las categorías de la cobertura vegetal, todo esto se trabajó con la leyenda CORINE Land Cover.

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo de los procesos de las imágenes satelitales, generamos el ROI, Calibración Radiométrica y Corrección Atmosférica como se puede ver los resultados en la Tabla 9, 10 y 11.

Software: ArcGIS 10.5

- Área de influencia (shapefile).
- Buffer a 1000 mts (shapefile).
- Software: Envi 5.3.
- Reconocimiento de las imágenes Landsat 8 OLI (raster).

Tabla 9. Generación del ROI

Generación de ROI de interés	
Insumos	• Imágenes Landsat 8 OLI, años 2010, 2013, 2015 y 2018 (raster). • Área de influencia de la cuenca del río Neshuya (shapefile). • Buffer a 1000 mts, ambos imágenes (shapefile).
Procedimiento	• Se utilizará la herramienta SUBSET DATA FROM ROI del Envi 5.3. • Selección de ROI, con el shapefile Buffer (1000 mts) de la cuenca del río Neshuya, para las imágenes satelitales de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.
Resultado	• Obtención de ROI interés de los años 2010, 2013, 2015 y 2018. • Obtención de la máscara para los cortes de las imágenes.

Tabla 10. Calibración Radiométrica

Calibración Radiométrica	
Insumos	• ROI interés de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.
Procedimiento	• Transformar los valores de los pixeles de la imagen de niveles digitales a niveles de reflectancia en el techo de la atmósfera TOA (Top of Atmosphere). • Se utilizará la herramienta RADIOMETRIC CALIBRATION del software Envi 5.3, de las regiones de interés, años 2010, 2013, 2015 y 2018.
Resultado	• Imagen calibrada radiométricamente de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.

Tabla11. Corrección Atmosférica

Corrección Atmosférica	
Insumos	• Imágenes calibradas radiométricamente de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.
Procedimiento	• Se utilizará la herramienta FLASH (Flash line of sight Atmospheric analysis Hypercubes). • Elegimos el sensor a corregir tipo Landsat 8 OLI. • Colocamos los datos de la hora y fecha de la adquisición de las imágenes. • Elegimos el modelo tropical (adecuda a la zona de estudio). • Seleccionamos el modelo aerosol, rural. • Imágenes corregidas atmosféricamente de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.
Resultado	• Imágenes calibradas radiométricamente de los años 2010, 2013, 2015 y 2018.

La Clasificación supervisada máxima verisimilitud de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya, se desarrolló a un nivel III de la leyenda CORINE Land Cover (ver Tabla 1), mediante el análisis se obtuvo como resultado tomando ocho áreas de interés las cuales se pueden ver en la Tabla 12.

Tabla 12. Coberturas de interés de la cuenca del río Neshuya

Id	Cod. Leyenda	Clases
1	1.1	Áreas urbanizadas
2	1.2.1	Red vial
3	2.2.3.2	Palma aceitera
4	2.3	Pastos
5	3.1	Bosques
6	3.4.3	Tierras desnudas
7	3.4.4	Área quemada
8	5	Superficie de agua

La toma de los pixeles se realizó de forma manual, analizando las firmas espectrales de cada de los tipos de coberturas para así obtener una clasificación fina que precise el estudio y sea aceptable para la investigación. Las áreas urbanizadas, debido a su granulometría y a la textura, en este caso implica que no absorben radiación y aumenta la reflectancia a lo largo de la longitud de onda de las bandas azul, verde y rojo y tiene similitud con las firmas espectrales de red vial como se observa en la Figura 4.

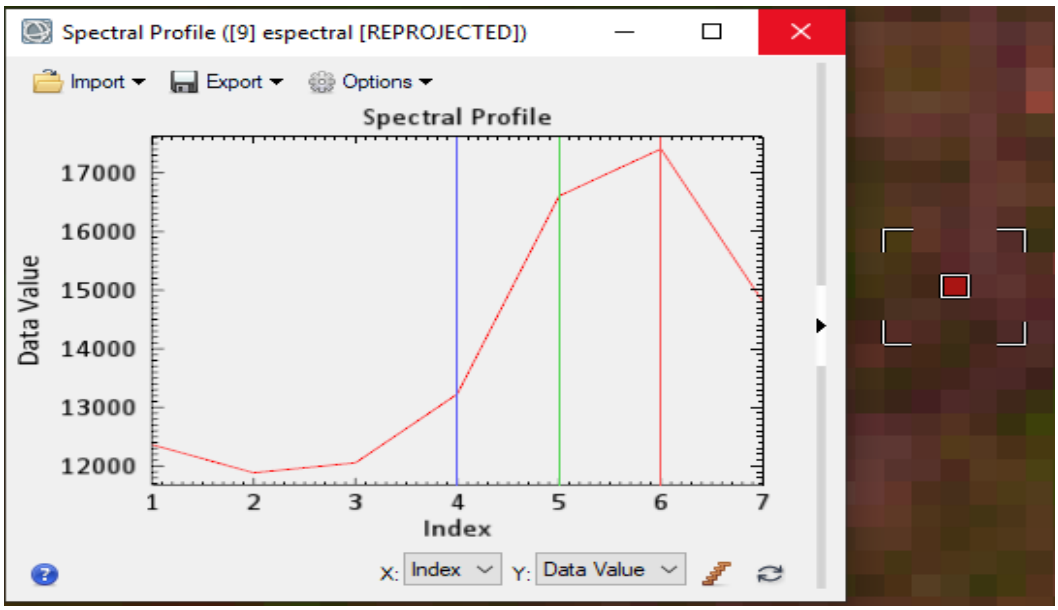


Figura 4. Spectral Profile de área urbanizada del software Envi 5.3

Firma espectral de red vial, no absorbe radiación debido a las superficies lisas sin vegetación y la reflectancia aumenta a lo largo de las bandas azul, verde y rojo, tienen mucha similitud con las firmas espectrales de zona urbana.

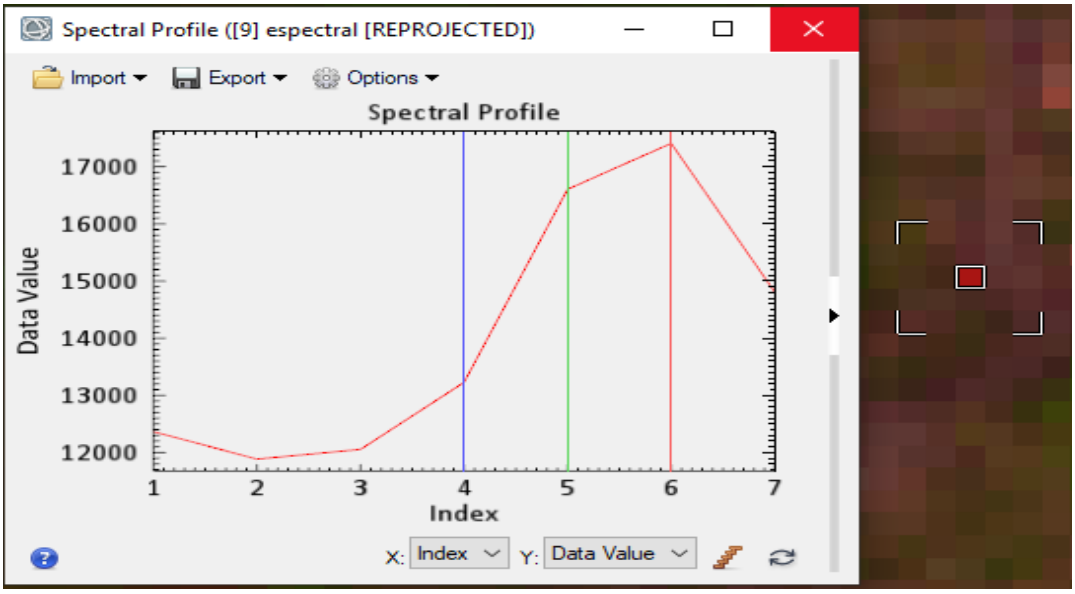


Figura 5. Spectral Profile de red vial del software Envi 5.3

El cultivo de palma aceitera, con alta reflectancia que se presentan en la región del infrarrojo cercano, esto está asociada al alto contenido de agua de las hojas y agiliza el proceso de intercambio gaseoso, viéndose reflejado en la absorción de CO_2, reflejándola en la banda del infrarrojo.

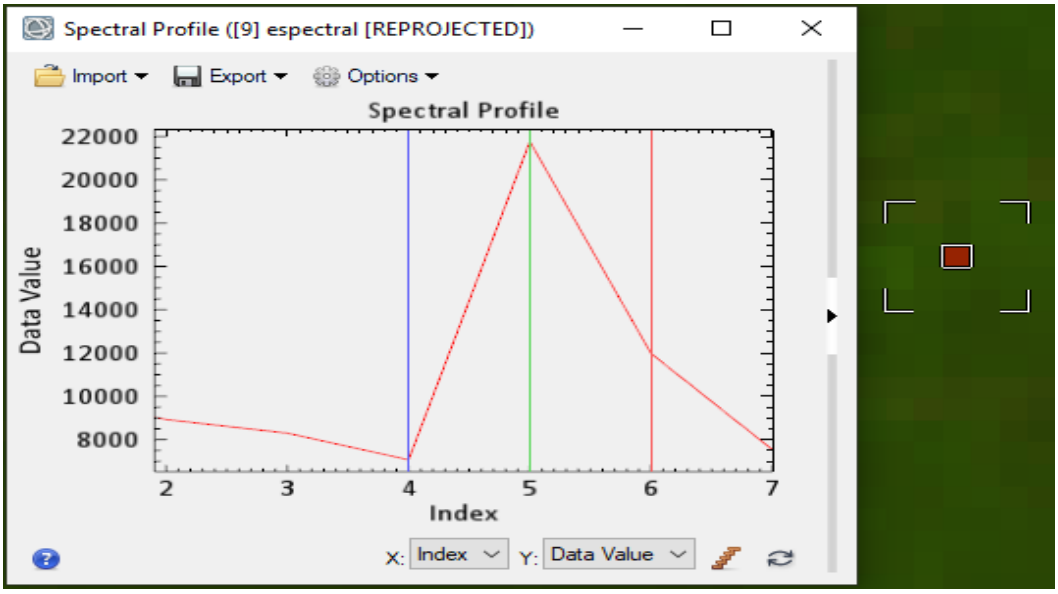


Figura 6. Spectral Profile de cultivo de palma aceitera del software Envi 5.3

La firma espectral de pasto se logra reflejar por los contenidos de clorofila y humedad presente en la cuenca estos son características de reflexión y absorción, así mismo una diferencia considerable entre los valores del rango visible y del infrarrojo cercano.

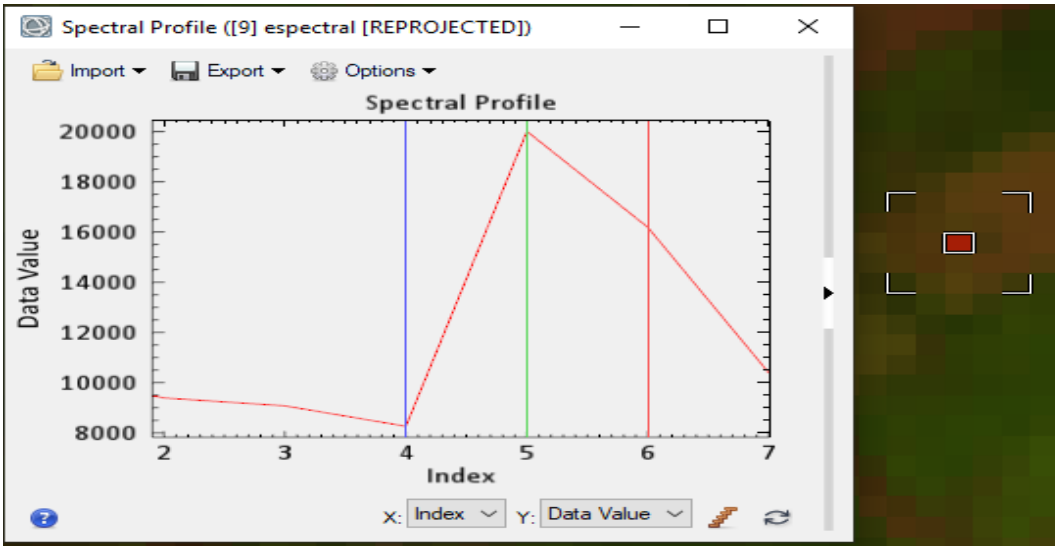


Figura 7. Spectral Profile de cultivo del pasto del software Envi 5.3

En la firma espectral del bosque se muestra que la vegetación boscosa tiene una reflectividad baja en el visible, aunque con un pico alto en el color verde debido a la clorofila. La reflectividad de la vegetación es muy alta en el infrarrojo próximo debido a la escasa absorción de energía por parte de las plantas en esta banda.

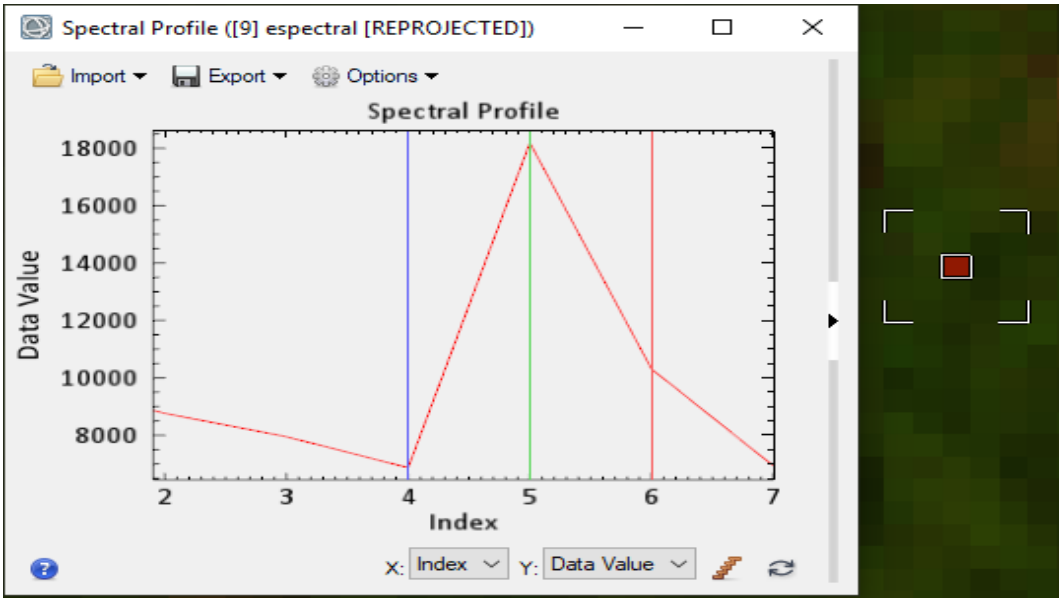


Figura 8. Spectral Profile de bosque del software Envi 5.3

La forma espectral de la toma de muestra de la superficie de agua, el agua sólo refleja la banda de luz visible. Como el agua casi no se refleja en la banda cercana al infrarrojo, se distingue muy bien de otras superficies. Estas superficies acuáticas aparecerán claramente delimitadas como áreas oscuras (valores de píxel bajos) en imágenes registradas en la banda cercana al infrarrojo.

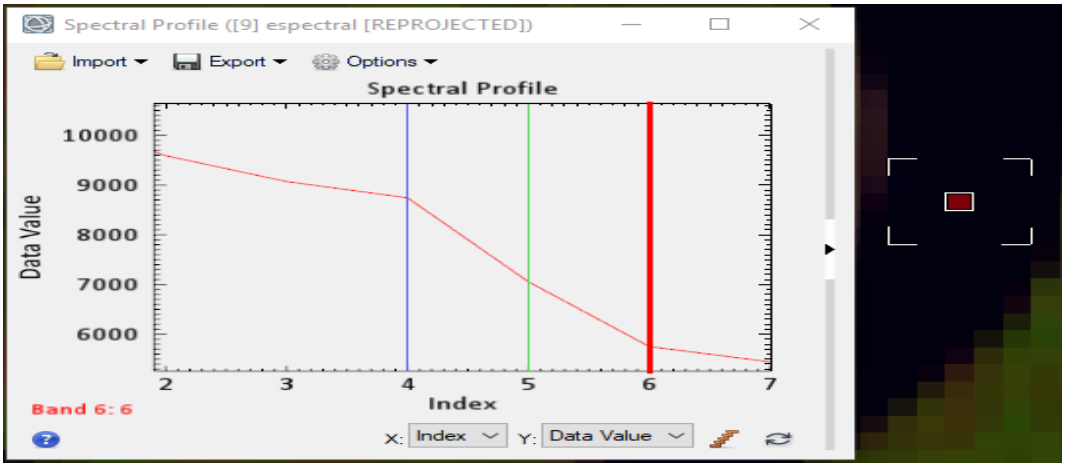


Figura 9. Spectral Profile de la superficie de agua del software Envi 5.3

Comportamiento de tierras desnudas en la firma espectral, aumenta ligeramente en la banda visible a del infrarrojo, existen grandes diferencias entre los distintos tipos de suelo, de tierra seca y húmeda. Las distintas composiciones minerales de la superficie también se reflejan en la firma espectral.

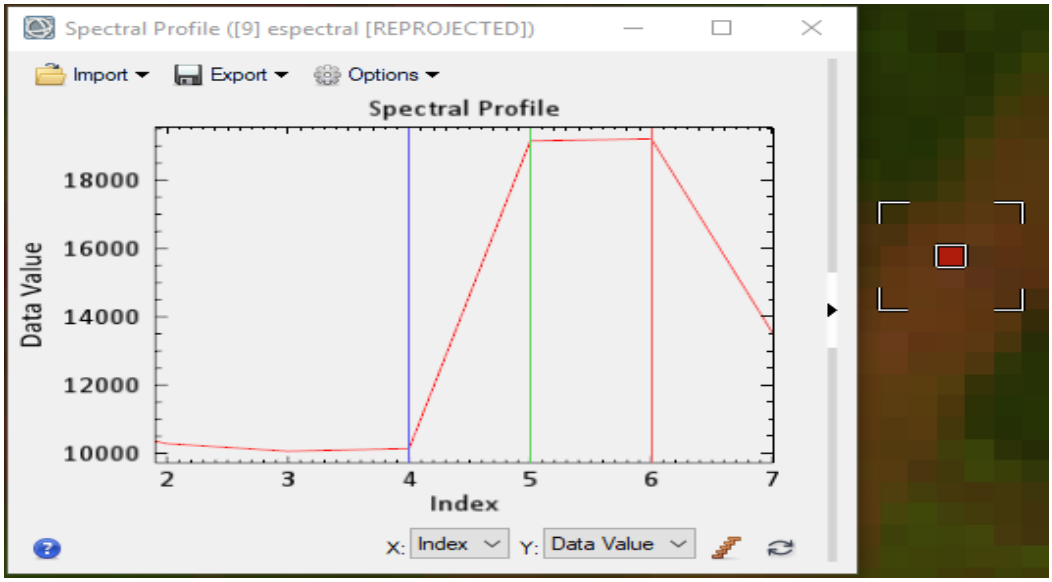


Figura 10. Spectral Profile de tierra desnuda del software Envi 5.3

El comportamiento espectral del área quemada es particular porque, se registra una baja reflectancia en la banda del infrarrojo cercano, como efecto de la acción del fuego a medida que el dosel de los árboles se consume. (Remote Sensing, 2014)

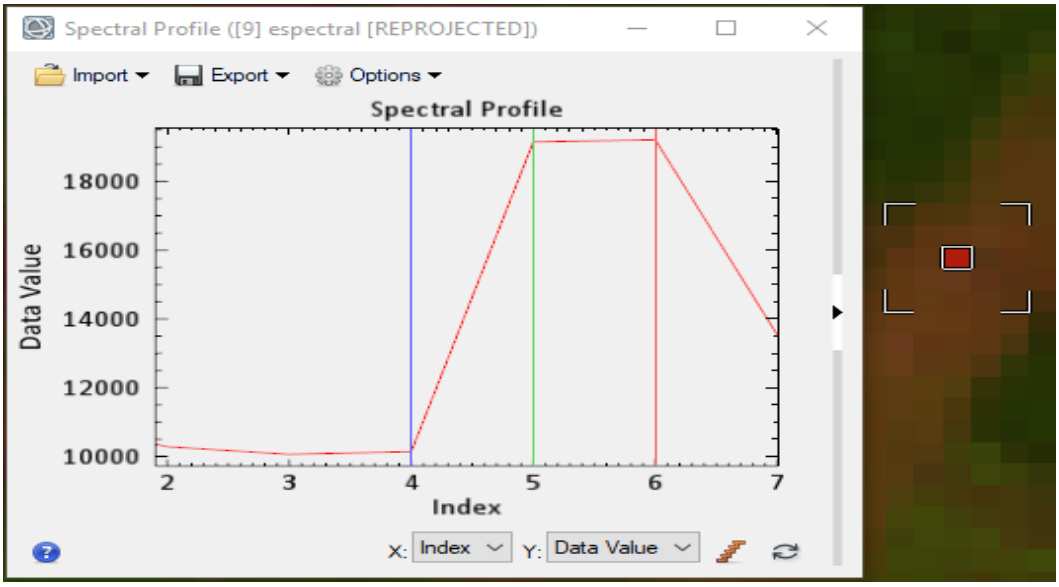


Figura 11. Spectral Profile de área quemada del software Envi 5.3

La validación que se da a la clasificación, se la damos por medio de la validación por el Índice de Kappa el cual “refleja la concordancia inter-observador y puede ser calculado en tablas de cualquier dimensión, siempre y cuando se contrasten dos observadores”. (Cerda y Villarroel, 2008)

El coeficiente kappa (κ) “toma valores entre -1 y +1; mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia inter-observador; por el contrario, un valor de κ = 0 refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar”. (Cerda y Villarroel 2008). Ver en la Tabla 13, la interpretación del coeficiente kappa “se realiza correlacionando su valor con una escala cualitativa que incluye seis niveles de fuerza de concordancia (pobre, leve, aceptable, moderada, considerable y casi perfecta), simplificando la comprensión del mismo”. (Cerda y Villarroel, 2008) (ver Tablas 15, 16, 17 y 18).

Tabla 13. Valoración del coeficiente de kappa

Coeficiente Kappa	Fuerza de la Concordancia
0,00	Pobre
0,01 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Aceptable
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Considerable
0,81 – 1,00	Casi perfecta

Fuente: Cerda y Villarroel 2008

Una vez que haya validado la clasificación de cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya, pasamos a exportarlo en el formato shapefile; en la Caja de herramientas de ENVI 5.3; seleccione la Clasificación para luego - Clasificación posterior (Clasificación a Vector). Seleccione su imagen clasificada y haga clic para abrir el cuadro de diálogo (Raster To Vector Parameters) podemos ver en la Figura 11. Tiene varias opciones dentro de este cuadro de diálogo; puede seleccionar todas las clases o un subconjunto de ellas, puede guardar todos los datos en un archivo de capa única o guardar cada clase como una capa separada ver en la figura 7 (de nuestro Envi clasificado). Usando la caja de herramientas seleccione: Vector (EVF clásico a Shapefile). Seleccione el archivo EVF del paso anterior, ingrese un nombre de archivo apropiado para el nuevo archivo shapefile. ENVI agregará la extensión de archivo '.shp" a su nombre de archivo. Una vez que esto esté completo, agregue este archivo de forma a un mapa en ArcGIS 10.5.

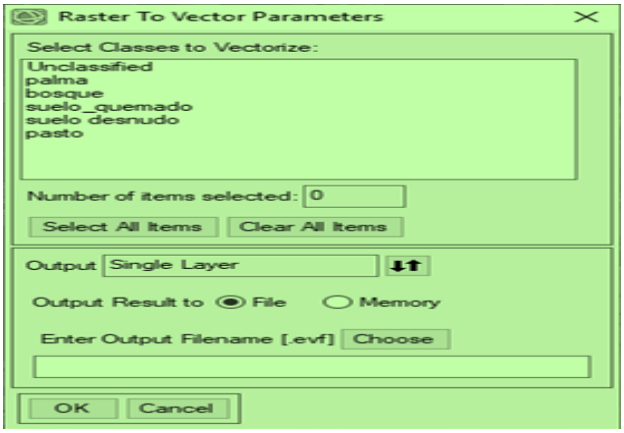


Figura 12. Conversión de Raster a vector con, Raster To Vector Parameters software ENVI 5.3

Para la post-clasificación que es el método que requiere de la rectificación y clasificación de cada imagen, para luego ser comparados píxel a pixel (Jensen, Lin, Yang, Ramsey III, Davis y Thoemke, 1991; Xiuwan, 2002), una vez obtenida los shapefile de la clasificación validada se procedió al limpiando y filtrando de los shapefile con el software ArcGIS 10.5 en la opción de la caja de herramientas (Arctoolbox), ELIMINATE (Coverage), el criterio que se aplicó fue eliminar las áreas que fueron menores a nuestra unidad mínima de mapeo, la unidad mínima de mapeo que se definió en el área de estudio fue la escala de trabajo de 1:100,000 (considerando una unidad mínima de mapeo de 6,25 ha) ver en la Figura 8 ya que su función es la más conveniente para su interpretación y edición.

Tabla 14. Unidad Mínima de mapeo y alcance de la investigación

ESCALA DE TRABAJO	UMM	ALCANCE
1:1 000 000	15 Km^2	Formulación de políticas nacional. Planificación a escala nacional. Cuencas o ecosistemas transfronterizos. Identificación general de proyectos
1:3 000 000	150 Km^2	
1:100 000	6,25 ha	Formulación e implementación de políticas regionales. Planificación a escala regional: departamentos, regiones, cuencas
1:500 000		
1:50 000	25 ha	Planificación a escala subregional – local: Municipios, microcuencas. Estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos
1:100 000	1,56 ha	
1:25 000	6,25 ha	Implementación de programas y proyectos a nivel local: Municipios, Microcuencas. estudios de factibilidad técnica y económica de proyectos
1:50 000	6,25 ha	
1:25 000	1,56 ha	Monitoreo y seguimiento especifico
1:5 000	0,06 ha	

Fuente. Serie de Manuales de Educación y Capacitación Ambiental (Pérez, 2004).

Previamente a este proceso se requirió de puntos de validación, para lo cual en el presente trabajo se realizó a través de la recolección de puntos de las áreas de entrenamiento extraídas de las diferentes zonas de la cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya, a través de la verificación *in situ* mediante del uso de GPS (GPS Garmin Map 73).

3.5.3. Fase de campo

En el caso del estudio, muchos estudios demuestran la potencialidad

para clasificar áreas de bosque, no bosque y áreas deforestadas a través de una comparación multitemporal (Angulo, 2011; Bocco et al., 2011; Chuvieco et al., 2008; Mas et al., 1996).

En este proceso se requirió de puntos de validación, para lo cual en el presente trabajo se realizó un proceso en el software ArcGIS para la distribución de los puntos utilizando la red vial como criterio de accesibilidad para su distribución, y a través de la verificación *in situ* mediante el uso de GPS (GPS Garmin Map 73), se tuvo como resultado 75 puntos de validación (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Puntos de muestreo para la validación de la variación de la cobertura en la cuenca el río Neshuya, Ucayali, Perú.

N° Punto	Tipo de validación	Descripción	Este	Norte
1	Campo	Tierra desnuda, vegetación herbácea	512542.66 m E	9053388.04 m N
2	Campo	Cultivo de Palma aceitera	514250.50 m E	9052999.67 m N
3	Campo	Pasto	514238.51 m E	9053368.48 m N
4	Campo	Cultivo de Palma aceitera	513806.94 m E	9052041.97 m N
5	Campo	Cultivo de Palma aceitera	513757.35 m E	9051156.22 m N
6	Campo	Pastizal	511414.66 m E	9053169.13 m N
7	Campo	Centro Poblado Santa Rosa	509657.53 m E	9052324.71 m N
8	Campo	Cultivo de Caña, Cultivo de Palma aceitera	508068.76 m E	9053992.32 m N
9	Campo	Cultivo de Palma aceitera	507573.19 m E	9054361.55 m N
10	Campo	Cultivo de Caña	506326.88 m E	9054726.25 m N
11	Campo	Cultivo de Palma aceitera	505866.09 m E	9055382.24 m N
12	Campo	Cultivo de Caña	506186.90 m E	9055550.23 m N
13	Campo	Cultivo de Palma aceitera	504532.85 m E	9056260.86 m N
14	Campo	Caserío la Merced de Neshuya	503719.15 m E	9056306.05 m N
15	Campo	Cultivo de Palma aceitera	502836.81 m E	9057006.81 m N

16	Campo	Cultivo de Palma aceitera y red vial (Carretera Federico Basadre)	508143.24 m E	9049848.37 m N
17	Campo	Área quemada	503597.20 m E	9044590.78 m N
18	Campo	Zona Urbana, Zona Boscosa, Quebrada, Árboles Maderables	503999.27 m E	9044012.10 m N
19	Campo	Zona Urbana, Zona Boscosa, Quebrada, Árboles Maderables	504011.58 m E	9043929.74 m N
20	Campo	Vegetación herbácea, árboles, Pastizales.	502792.28 m E	9042646.08 m N
21	Campo	Centro Ganadero	501769.31 m E	9041576.50 m N
22	Campo	Piscigranja	500595.12 m E	9038552.74 m N
23	Campo	Bosque	503918.09 m E	9047719.14 m N
24	Campo	Pastizal, Bosque Primario	503319.37 m E	9046939.77 m N
25	Campo	Cultivo de Palma aceitera	502374.69 m E	9049052.21 m N
26	Campo	Cultivo de Palma aceitera	502794.26 m E	9049228.42 m N
27	Campo	Cultivo de Palma aceitera, Cultivo de Cítricos	499975.79 m E	9048967.60 m N
28	Campo	Cultivo de Palma aceitera	499181.72 m E	9048142.52 m N
29	Campo	Carretera, Sembrío de Palma aceitera	500168.57 m E	9049166.81 m N
30	Campo	Pastizal	498679.34 m E	9051129.14 m N
31	Campo	Shapaja, Piscigranja	497572.18 m E	9052544.08 m N
32	Campo	Cultivo de Palma aceitera	497087.85 m E	9053192.45 m N
33	Campo	Cultivo de Palma aceitera	496756.15 m E	9053601.59 m N
34	Campo	Purma, Zona Urbana	504329.86 m E	9045032.28 m N
35	Campo	Zona Urbana, Cultivo de Palma aceitera	505225.39 m E	9044720.41 m N
36	Campo	Cultivo de Palma aceitera	493879.42 m E	9057297.34 m N
37	Campo	Pastizal, Cultivo de Palma aceitera	492377.29 m E	9059262.64 m N
38	Campo	Cultivo de Palma aceitera	491994.70 m E	9059960.84 m N
39	Campo	Bosque	487144.53 m E	9058728.84 m N

40	Campo	Cultivo de Cacao, cultivo de Yuca, Bosque	488026.06 m E	9058814.56 m N
41	Campo	Institución Educativa **"**Nuevo Bellavista" perteneciente al Centro Poblado Nuevo Bellavista	489013.95 m E	9059152.68 m N
42	Campo	Cultivo de Plátano, Cultivo de Cacao, Cultivo de Palma aceitera	490177.80 m E	9059153.63 m N
43	Campo	Zona Urbana	491649.09 m E	9060687.56 m N
44	Campo	Cultivo de Palma aceitera	491091.65 m E	9061614.99 m N
45	Campo	Purma, Cultivo de Maíz	496918.12 m E	9067445.11 m N
46	Campo	Centro Poblado "La Libertad"	496716.79 m E	9067537.74 m N
47	Campo	Bosque	495612.17 m E	9067186.41 m N
48	Campo	Cultivo de Cacao, Pastizal, Purma	494931.08 m E	9066611.01 m N
49	Campo	Cultivo de Arroz	494502.82 m E	9066246.24 m N
50	Campo	Cultivo de Arroz	493737.80 m E	9066195.94 m N
51	Campo	Cultivo de Palma aceitera	490402.22 m E	9063537.94 m N
52	Campo	Cultivo de Palma aceitera	489982.86 m E	9064488.16 m N
53	Campo	Cultivo de Palma aceitera, Vegetación de Árboles Maderables.	487312.11 m E	9067730.02 m N
54	Campo	Pastizal, Árboles	484245.01 m E	9068200.96 m N
55	Campo	Distrito de Von Humboldt, Árboles, Cultivo de Cítrico, Cultivo de Mango, Pastizal.	494506.16 m E	9022257.66 m N
56	Campo	Zona Urbana, Árboles Frutales.	494331.79 m E	9023666.34 m N
57	Campo	Zona Urbana	494256.58 m E	9024387.82 m N
58	Campo	Árboles maderables, Pendiente Cambio del Suelo, Tierra Desnuda.	490882.34 m E	9023593.09 m N
59	Campo	Zona Deforestada, Purma	490958.82 m E	9024359.59 m N
60	Campo	Zona Deforestada, Purma	491974.30 m E	9024634.09 m N

61	Campo	Zona Urbana Von Humboldt	494087.43 m E	9024538.71 m N
62	Campo	Pastizal, Purma	495950.65 m E	9027327.38 m N
63	Campo	Pastizal, Ganadería	496784.56 m E	9027673.05 m N
64	Campo	Pastizal, Ganadería, Purma, Cultivo de Palma aceitera.	497215.48 m E	9028586.17 m N
65	Campo	Pastizal, Purma	498424.36 m E	9031527.90 m N
66	Campo	Cultivo de Plátano, Cultivo de Cacao, Purma	498495.06 m E	9031991.69 m N
67	Campo	Bosque, Cultivo de Cacao, Vivienda	502039.66 m E	9031330.43 m N
68	Campo	Cultivo de Yuca, Shapaja, pastizal	501580.81 m E	9031516.63 m N
69	Campo	Cultivo de palma aceitera	500982.73 m E	9032050.29 m N
70	Campo	Vegetación Árboles, Vegetación Boscosa	501064.23 m E	9032080.03 m N
71	Campo	Bosque Secundario	498339.07 m E	9032824.16 m N
72	Campo	Aguaje, pastizal, Tronco de Palmera, Actividad Ganadera	498798.00 m E	9034397.95 m N
73	Campo	Cultivo de Palma aceitera	498983.64 m E	9035476.41 m N
74	Campo	Cultivo de Mango, pastizal.	500472.90 m E	9037897.26 m N
75	Campo	Cultivo de Palma aceitera	500162.47 m E	9036977.55 m N

3.5.4. Elaboración de Mapa de la variación de Cobertura Vegetal cuenca del río Neshuya entre los años 2010-2018

Posteriormente concluida la fase de validación en campo, se procedió a procesar los datos en gabinete, luego se realizó la validación de los puntos de campo con la clasificación del año 2018 realizado en el software ENVI 5.3, y luego se procedió a elaborar los mapas de variación de cobertura vegetal de la cuenca del río Neshuya con el uso del software ArcGIS 10.5, y tener como productos los mapas del año 2010, 2013, 2015 y 2018, (Ver Anexo 2).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS COBERTURAS

En la Tabla 16, los resultados demuestran cómo las coberturas vegetales sufren variaciones en los periodos de evaluación de los años 2010, 2013, 2015 y 2018, causada por la agricultura, ganadería y procesos antrópicos, en la cuenca del río Neshuya.

Tabla 16. Clasificación supervisada de la cuenca del río Neshuya del 2010, 2013, 2015 y 2018

ÁREAS DE LA COBERTURA VEGETAL					
LEYENDA	**NIVEL III**	**2010 ha**	**2013 ha**	**2015 ha**	**2018 ha**
1.1	Áreas urbanizadas	147	168	217	411
1.2.1	Red vial	366	366	366	366
2.2.3.2	Palma aceitera	31032	50415	67407	78431
2.3	Pastos	1162	2281	7065	10139
3.1	Bosques	59826	2281	25612	19993
3.4.3	Tierras desnudas	21343	32071	11848	2942
3.4.4	Área quemada	451	862	1805	2063
5	Superficie de Agua	185	185	185	161

En la Figura 13, se muestra la variación del área urbanizada (1.1), teniendo una superficie de 147 ha en el año 2010, a su vez presenta una tasa de crecimiento de 33 ha por año, llegando a tener en el año 2018 una superficie de 411 ha.

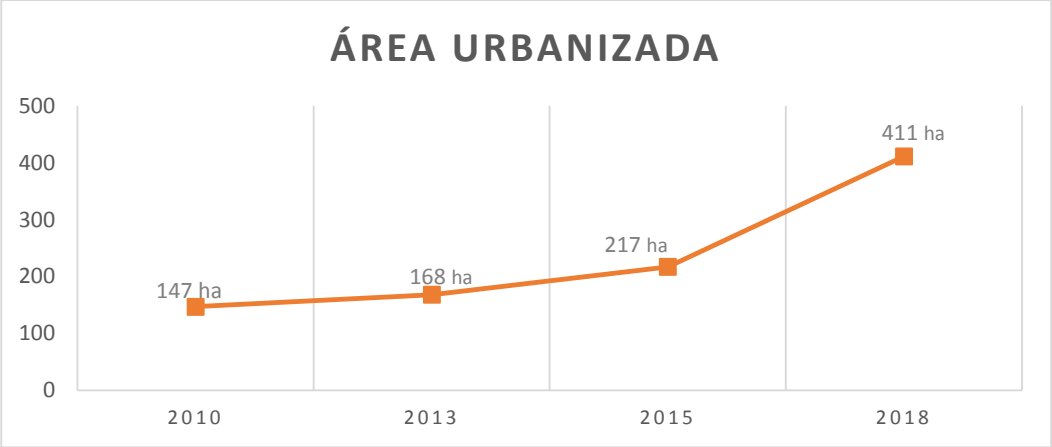


Figura 13. Comportamiento lineal del área urbanizada (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 14, se muestra el comportamiento de la red vial (1.2.1), presentando comportamiento constante a largo del tiempo, llegando a tener del año 2010 al 2018 una superficie de 366 ha sin variación.

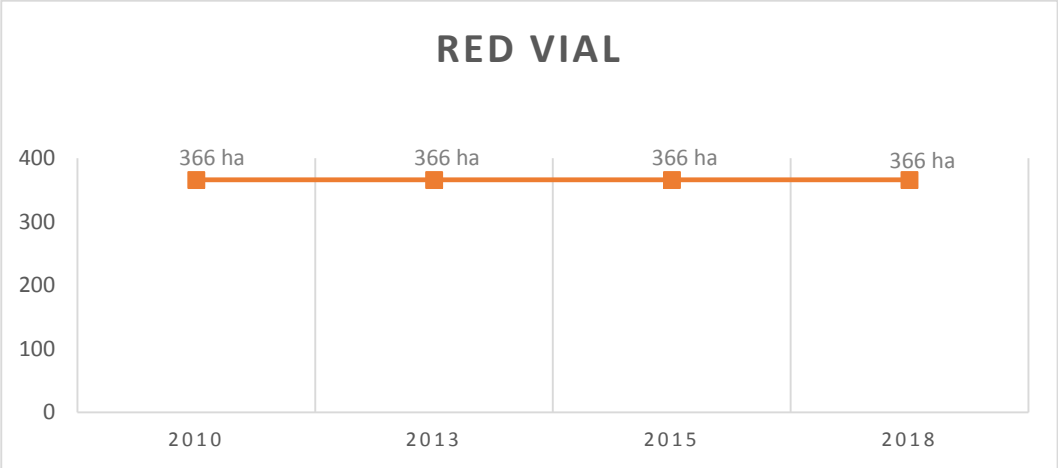


Figura 14. Comportamiento lineal de la red vial (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 15, se muestra el comportamiento de cultivo de palma aceitera (2.2.3.2), iniciando con un área de 31 467 ha el año 2010, luego muestra una tasa de crecimiento ascendente de 5 925 ha por años, llegando al año 2018 con un área de 78 431 ha.

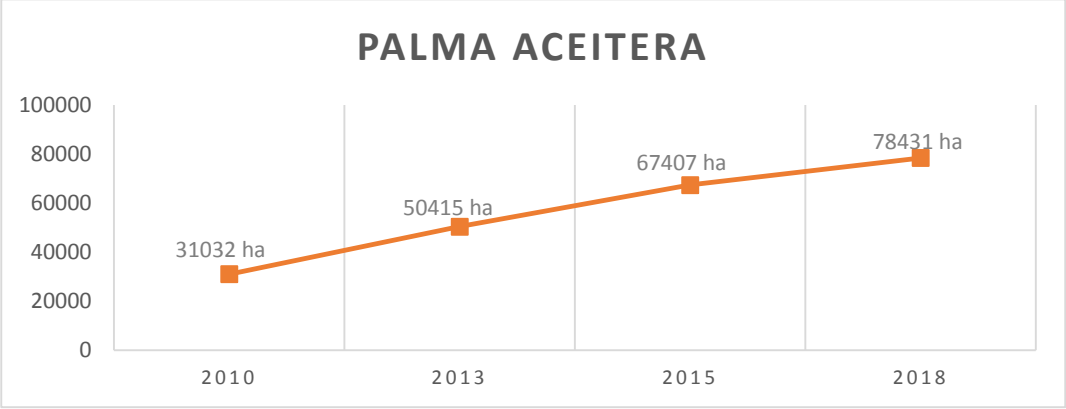


Figura 15. Comportamiento lineal de cultivo de palma aceitera (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 16, se muestra el comportamiento de pastos (2.3), iniciando con un área de 1 162 ha el año 2010, luego muestra un crecimiento ascendente hasta el 2018 con un área de 10 139 ha y una tasa de crecimiento de 1 122 ha por año.

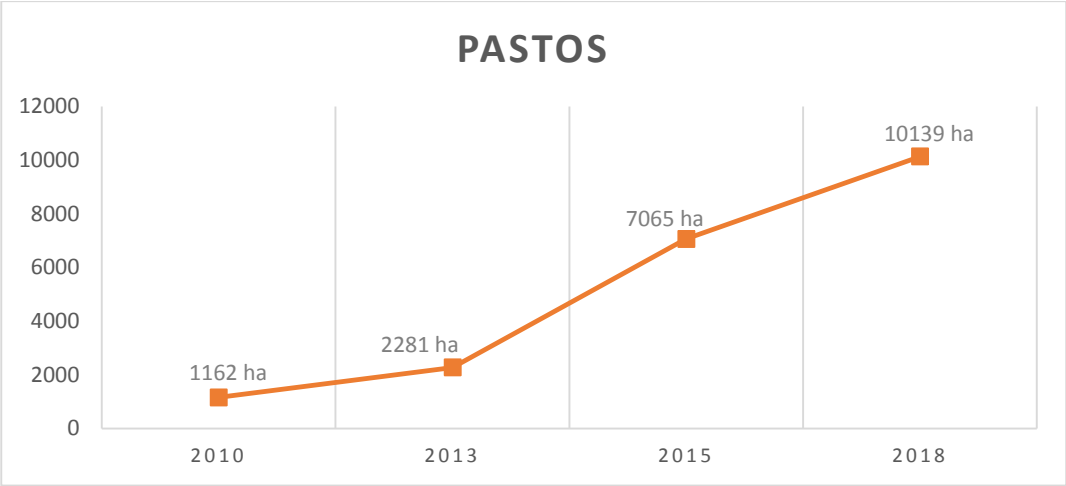


Figura 16. Comportamiento lineal del pasto (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 17, se muestra el comportamiento del bosque (3.1), iniciando con un área de 59 826 ha en el año 2010, mostrando una tasa de pérdida de 4 979 ha por año, mostrando en el año 2018 un área de 19 993 ha.

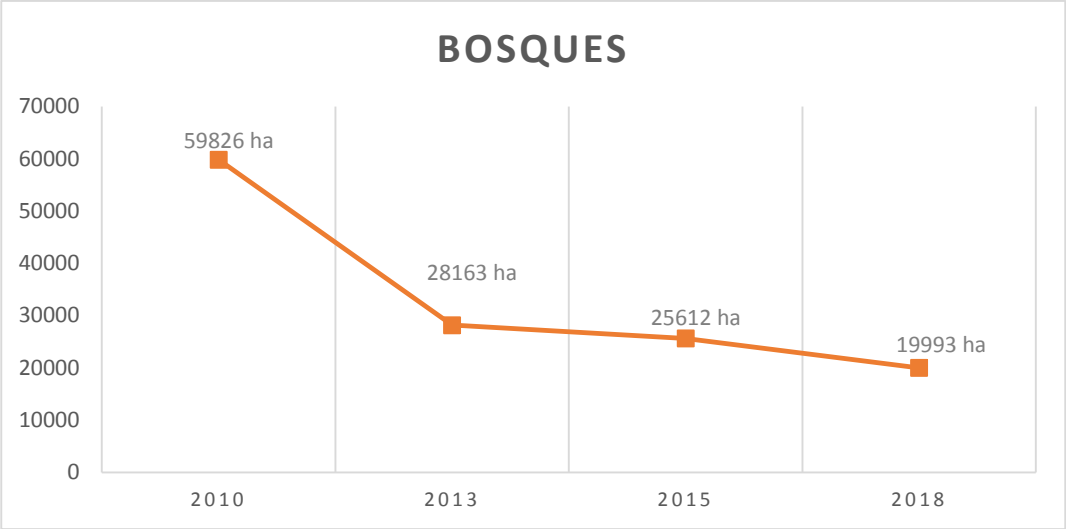


Figura 17. Comportamiento lineal de bosque 89 (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 18, se muestra el comportamiento de la superficie de Tierras Desnudas (3.4.3), presentando en el año 2010 un área de 21 341 ha, llegando a tener un punto de crecimiento más alto en el año 2013 con un área de 32 071 ha, para luego decrecer en el año 2015 con un área de 11 848 ha y llegando al año 2018 con un área de 2 942 ha.

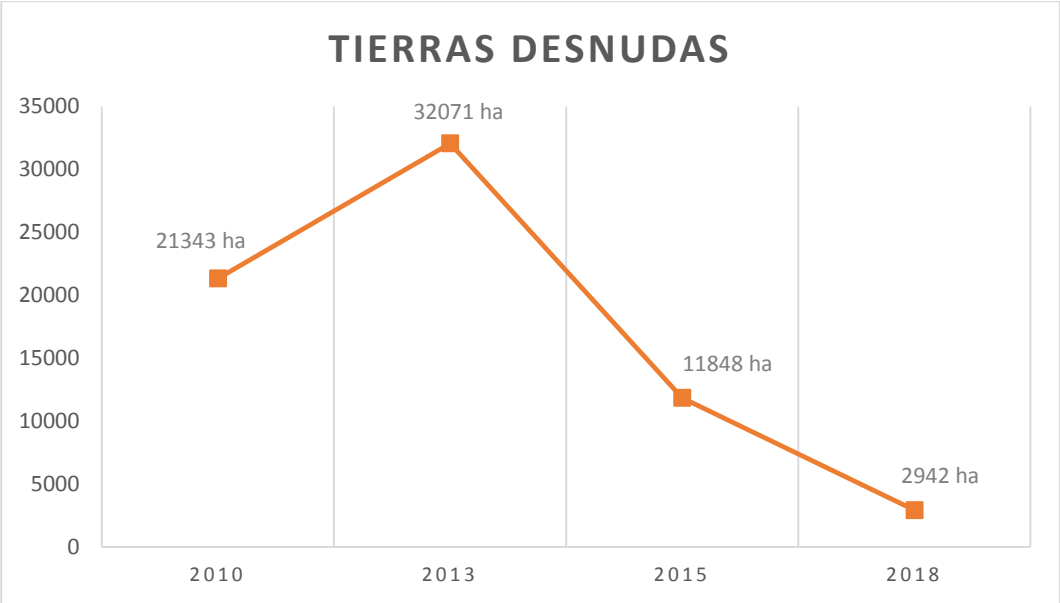


Figura 18. Comportamiento lineal de tierra desnuda (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 19, se muestra el Área quemada (3.4.4), en el año 2010 con un área de 451 ha, presentando una tasa de crecimiento de 202 ha por año, llegando al año 2018 con un área de 2 063 ha.

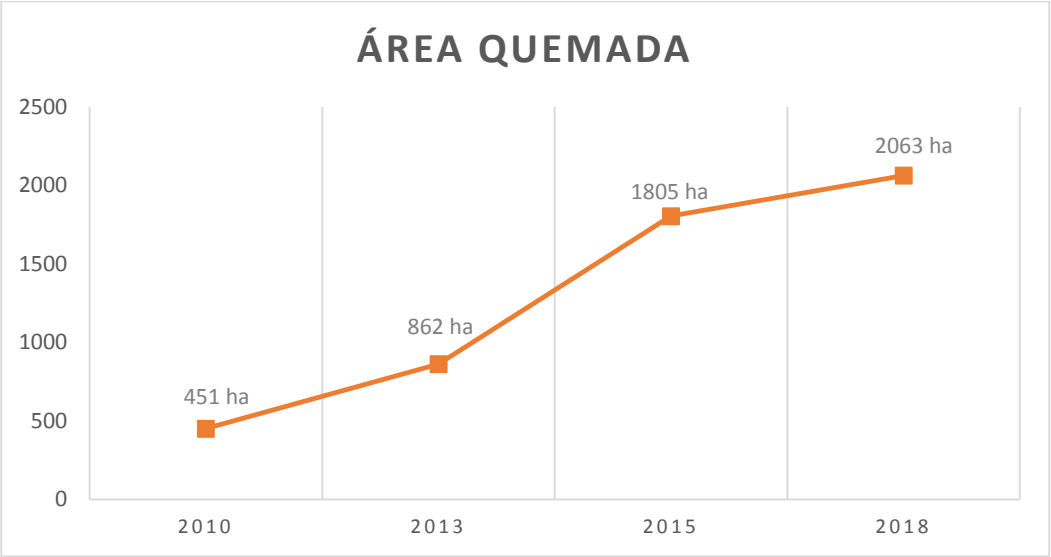


Figura 19. Comportamiento lineal de superficie de área quemada (ha) de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 20, la superficie de agua (5), presenta un comportamiento constante decrecimiento en el año 2010 con un área de 185 ha hasta el año 2015 y un decrecimiento en el año 2018 con un área de 161 ha.

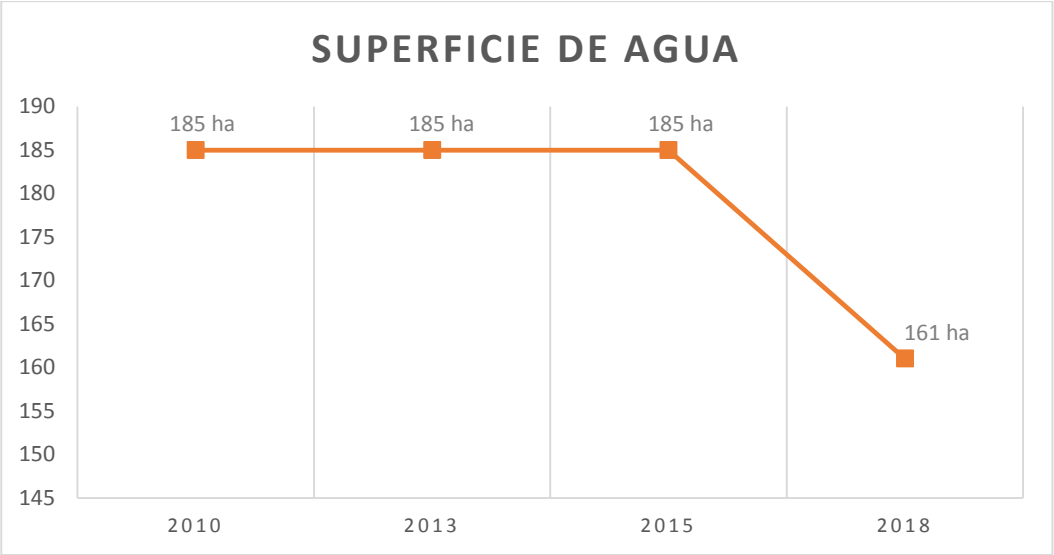


Figura 20. Comportamiento lineal de superficie de agua (ha) de la cuenca del río Neshuya

4.2. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

Para analizar la variación de las coberturas, se realizó en los siguientes periodos 2010-2013, 2013-2015, 2015-2018, el cual se muestra a continuación:

4.2.1. Cambios de la cobertura vegetal en el periodo 2010 - 2013

En la Figura 21, el color amarillo representa el año inicial 2010 y el color azul el año final 2013.

- Las áreas urbanizadas con 147 ha en el año 2010, teniendo un área de 168 ha en el año 2013, encontrando un crecimiento de 21 ha.
- La red vial se mantuvo sin cambios del 2010-2013 con un área de 366 ha.
- Los cultivos de palma aceitera con un área de 31 031 ha en el año 2010, teniendo para el año 2013 un área 50 415 ha, encontrando un crecimiento de 19 383 ha.
- El pasto con 1 162 ha en el año 2010, teniendo 2 281 ha en el año 2013, con un crecimiento de 1 119 ha.

- El bosque con 59 826 ha en el año 2010, mostrando una variación hasta el año 2013 con un área de 2281 ha, encontrando una disminución 31 663 ha.
- La tierra desnuda con 21 343 ha en el año 2010, mostrando un área 32 071 ha en el año 2013, encontrando un crecimiento 10 728 ha.
- El área quemada con 451 ha en el año 2010, y un área de 862 ha en el año 2013, encontrando un crecimiento 411 ha.
- La superficie de agua se mantuvo sin cambios del 2010 – 2013 con un área de 185 ha.

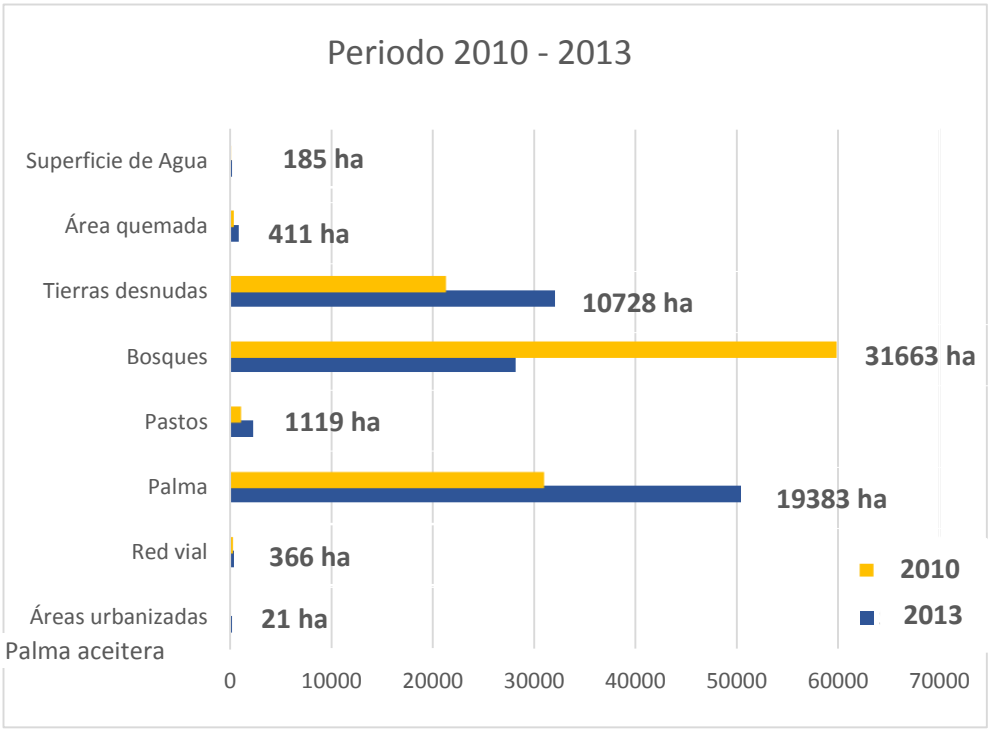


Figura 21. Cambio de cobertura vegetal periodo 2010 – 2013 de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 22, se muestra las coberturas vegetales clasificadas de los años 2010 y 2013, obteniéndose coberturas cambiantes y otras que mantuvieron su área durante la transición.

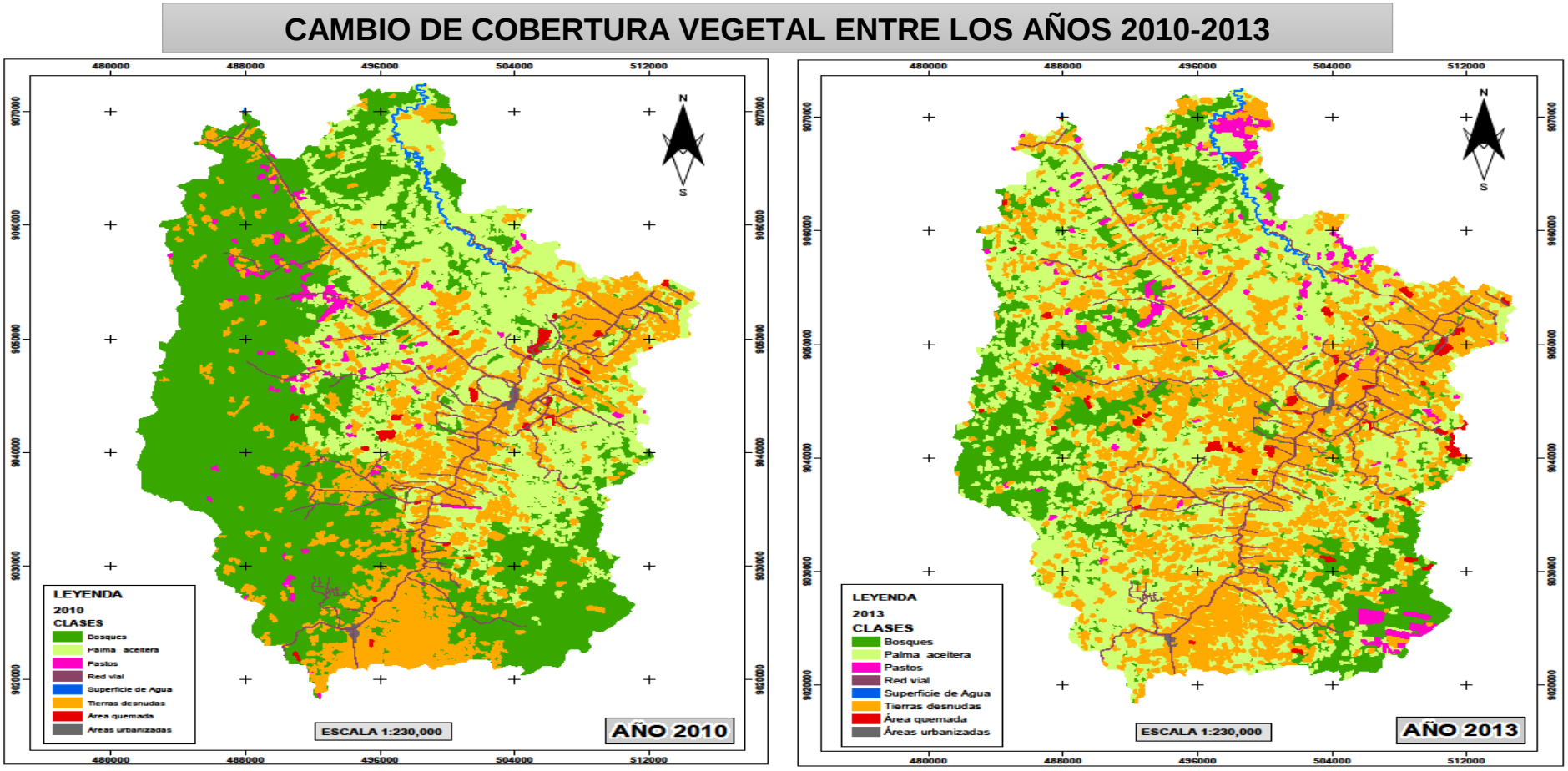


Figura 22. Coberturas vegetales clasificadas de los años 2010 – 2013 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

4.2.2. Cambios de la cobertura vegetal en el periodo 2013 - 2015

En la Figura 23, el color amarillo representa el año inicial 2013, y el color azul el año final 2015.

- Las áreas urbanizadas con un área de 168 ha en el año 2013, llegando a tener un área de 1 217 ha en el año 2015, encontrando un crecimiento de 49 ha.
- La red vial se mantuvo sin cambios del 2013-2015 con 366 ha.
- Los cultivos de palma aceitera tuvieron un área de 50 415 ha en el año 2013, con un área de 67 407 ha en el año 2015, encontrando un crecimiento de 16 992 ha.
- El pasto con 2 281 ha en el año 2013, y un área de 7 065 ha en el año 2015, con un crecimiento de 4 784 ha.
- El bosque con un área de 28 163 ha en el año 2013, y un área de 25 612 ha en el año 2015, encontrando una disminución de 2 551 ha.
- La tierra desnuda con un área de 32 071 ha en el año 2013, y un área de 11 848 ha en el año 2015, encontrando una disminución de 20 223 ha.
- El área quemada con un área de 862 ha en el año 2013, y en el año 2015 un área 1 805 ha, encontrando un crecimiento 943 ha.
- La superficie de agua se mantuvo sin cambios del 2013 – 2015 con un área de 185 ha.

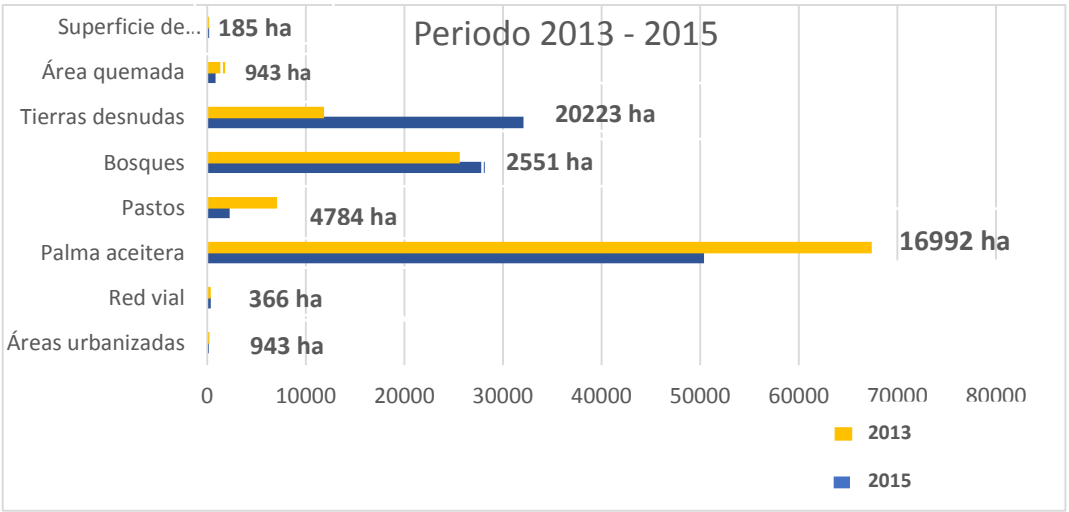


Figura 23. Cambio de cobertura vegetal periodo 2013 – 2015 de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 24, se muestra las coberturas vegetales clasificadas de los años 2013 y 2015, obteniéndose coberturas cambiantes y otras que mantuvieron su área durante la transición.

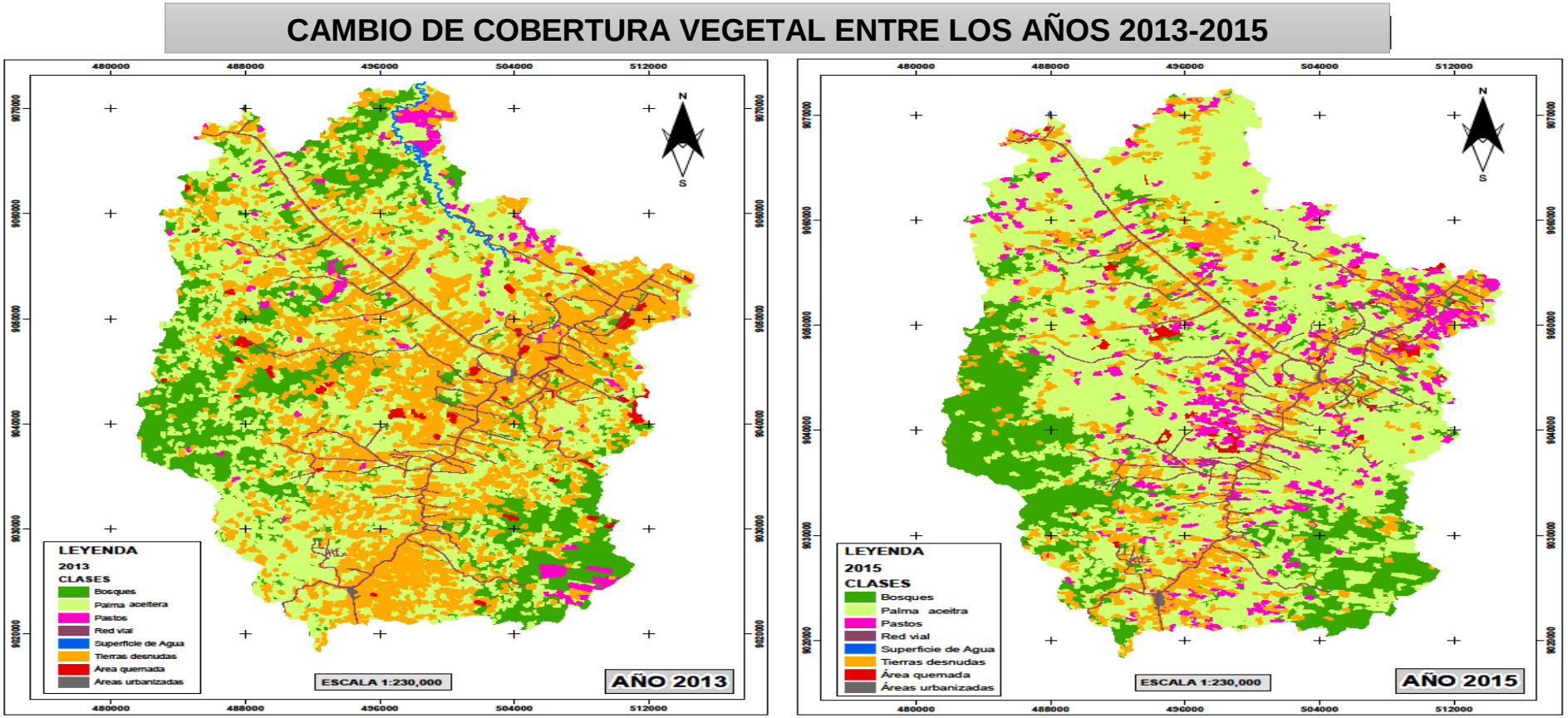


Figura 24. Coberturas vegetales clasificadas de los años 2013-2015 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

4.2.3. Cambios de la cobertura vegetal en el periodo 2015 - 2018

En la Figura 25, el color amarillo representa el año inicial 2015, y el color azul el año final 2018.

- Las áreas urbanizadas con un área de 217 ha en el año 2015, llegando a tener 411 ha en el año 2018, encontrando un crecimiento de 194 ha.
- La red vial se mantuvo sin cambios del 2015 – 2018 con 366 ha.
- Los cultivos de palma aceitera de encontrarse con un área de 67 407 ha en el año 2015, y en el año 2018 un área de 78 431 ha, encontrando un crecimiento de 11 024 ha.
- El pasto con un área de 7 065 ha en el año 2015, llegando a tener 10 139 ha en el año 2018, con un crecimiento de 3 074 ha.
- El bosque con 25 612 ha en el año 2015, llegando a tener en el año 2018 un área de 19 993 ha, encontrando una disminución 3 074 ha.
- La tierra desnuda con 11 848 ha en el año 2015, legando a tener 2 942 ha en el año 2018, encontrando una disminución 8 906 ha.
- El área quemada con 1 805 ha en el año 2015, y 2 063 ha en el año 2018, encontrando un crecimiento 258 ha.
- La superficie de agua con 185 ha en el año 2015, pasó a un cambio de perdida 161 ha en el año 2018, encontrando una disminución de 24 ha.

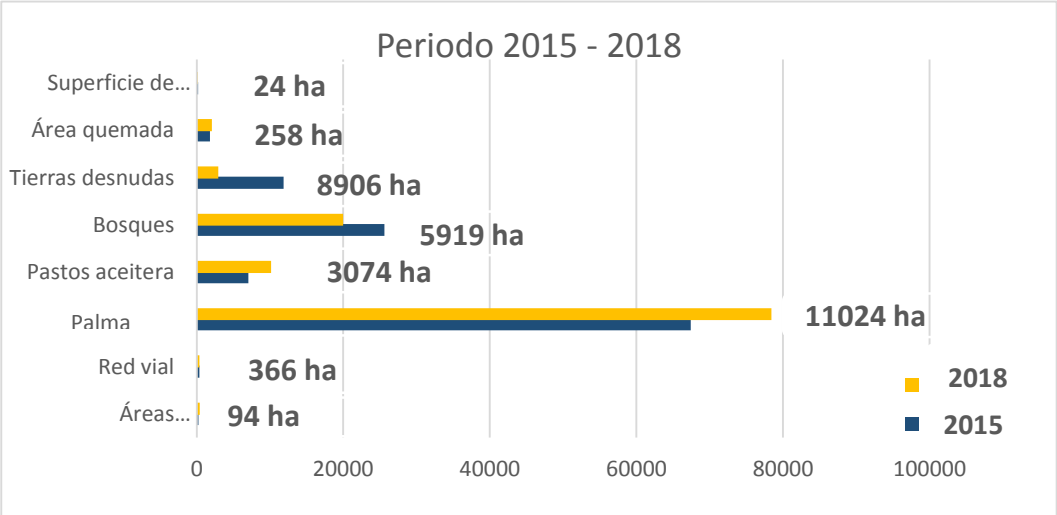


Figura 25. Cambio de cobertura vegetal periodo 2015-2018 de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 26, se muestra las coberturas vegetales clasificadas de los años 2015 y 2018, obteniéndose coberturas cambiantes y otras que mantuvieron su área durante la transición.

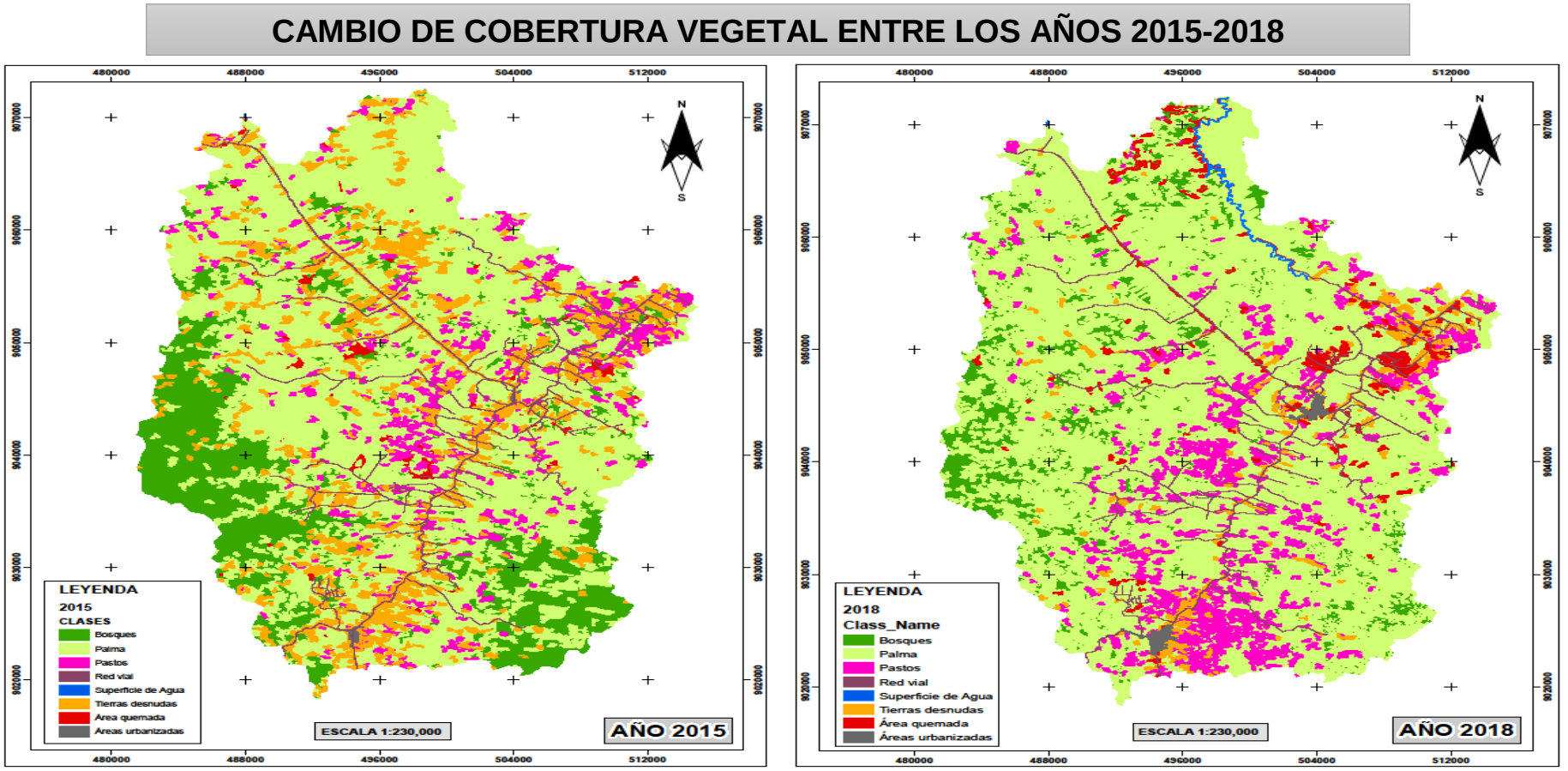


Figura 26. Cobertura vegetal clasificadas de los años 2015-2018 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

4.2.4. Cambios de la cobertura vegetal en el periodo 2010 - 2018

En la Figura 27, el color amarillo representa el año inicial 2010, y el color azul el año final 2018.

- Las áreas urbanizadas con 147 ha en el año 2010, llegando a tener en el año 2018 un área de 411 ha, encontrando un crecimiento de 264 ha.
- La red vial se mantuvo sin cambios del 2015 – 2018 con 366 ha.
- Los cultivos de palma aceitera de encontrarse con 31 032 ha en el año 2010 y en el año 2018 un área de 78 431 ha, encontrando un crecimiento de 47 399 ha.
- El pasto con 1162 ha en el año 2010, teniendo en el año 2018 un área de 10 139 ha, con un crecimiento de 8 977 ha.
- El bosque con 59 826 ha en el año 2010, en el año 2018 un área de 19 993 ha, encontrando una disminución 39 833 ha.
- La tierra desnuda con 21 434 ha en el año 2010, llegando a tener en el año 2018 un área de 2 942 ha, encontrando una disminución 18402 ha.
- El área quemada con 451 ha en el año 2010, y en el año 2018 un área de o 2 063 ha, encontrando un crecimiento 1 602 ha.
- La superficie de agua con 185 ha en el año 2010 y 161 ha en el año 2018, encontrando una disminución de 24 ha.

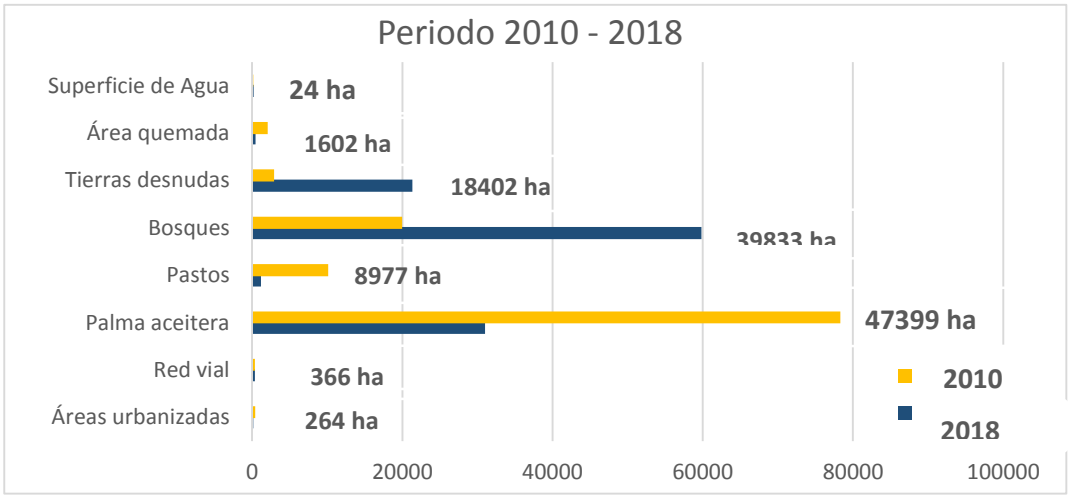


Figura 27. Cambio de cobertura vegetal periodo 2010 – 2018 de la cuenca del río Neshuya

En la Figura 28, se muestra las coberturas vegetales clasificadas de los años 2010 y 2018, obteniendo coberturas cambiantes y otras que mantuvieron su área durante la transición.

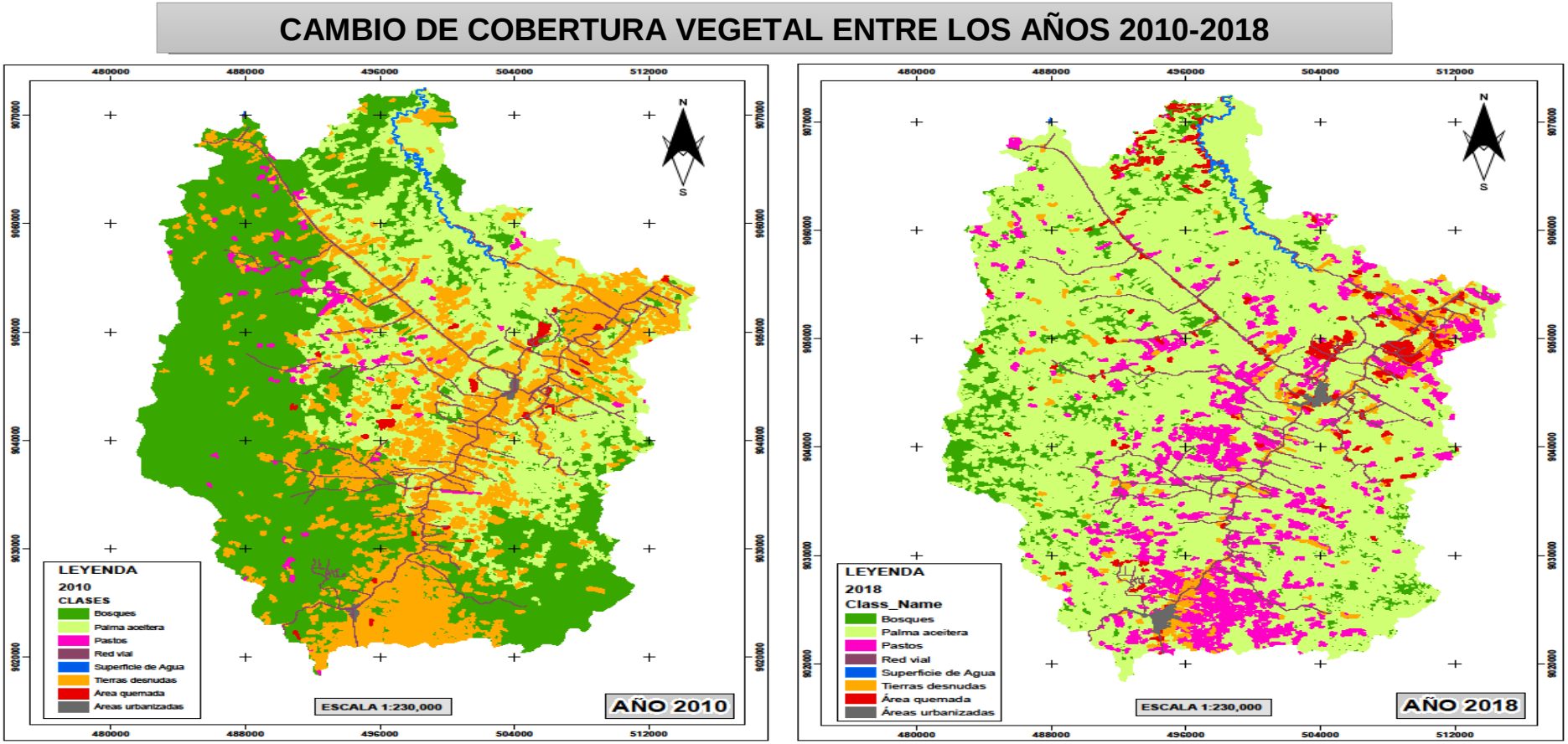


Figura 28. Cobertura vegetal clasificadas de los años 2010 – 2018 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

4.2.5. Análisis de las políticas socioeconómicas de incentivo agrario

4.2.5.1. Proyecto de “Fomento del Cultivo de Palma Aceitera en la Zona de Neshuya y Aguaytía”

En el año 2007 el Gobierno Regional de Ucayali realizó este proyecto el cual abarca el área de estudio de la presente investigación y tiene las siguientes descripciones:

Características de los beneficiarios:

1841 familias beneficiarias para atender 9.690 ha, instalación de 3 700 nuevas ha y mejoramiento de 5 990 ha existentes recibirán asistencia técnica para mejorar su rendimiento, 3 082 ha en la zona de Neshuya (488 familias) y 2908 en la zona de Aguaytía (413 familias). La población del ámbito del proyecto se dedica a la agricultura de subsistencia, y a la actividad extractiva de recursos.

Todos los beneficiarios del proyecto están agrupados en Comités de productores reconocidos por el Ministerio de Agricultura y agrupados en el ASPASH y COCEPU/OLAMSA.

Viabilidad Técnica:

La zona de influencia del proyecto posee condiciones agroclimáticas favorables para el óptimo desarrollo del cultivo. Los agricultores aplicarán una tecnología adecuada que les permitirá mejorar su rendimiento de RFF/HA, haciendo de este cultivo más atractivo para su explotación en unidades de producción familiar. La producción será dirigida al abastecimiento de las 2 plantas procesadoras existentes en Neshuya y Aguaytía respectivamente.

Viabilidad Ambiental:

El cultivo constituye un factor de asentamiento y reforestación repotenciando bosques improductivos, reduciendo la migración y las actividades ilícitas del cultivo de coca.

Viabilidad Sociocultural:

En las zonas de Neshuya y Aguaytía, áreas de influencia del proyecto la población y autoridades aceptan el proyecto por ser una opción de negocio con efectos multiplicadores en otras actividades de servicio y se le considera como una alternativa al cultivo de coca, los beneficiarios directos e indirectos son 2 000 familias.

Institucionalmente es viable porque dentro de los lineamientos de política de desarrollo del Gobierno Regional de Ucayali, el cultivo está priorizado concordante con lo que establece el D.S. Nº 015-2000-AG que declara de interés nacional la instalación de plantaciones de Palma Aceitera.

4.2.5.2. Plan de Competitividad de la Palma Aceitera Ucayali 2016-2026

La región Ucayali, tiene una extensión territorial de 102 410.55 km^2 (aproximadamente un poco más de 10 millones de ha), en ellos se ha hecho una identificación a nivel Meso Zonificación de 228 mil ha, que tienen condiciones edafoclimáticas adecuadas para el cultivo de la Palma Aceitera, como son altitud, clima, tipo de suelo, relieve, donde además predominan áreas deforestadas y cultivos ilícitos. Estas áreas están ubicadas en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad, conectadas por la Carretera Federico Basadre; en estos últimos ocho años el crecimiento del cultivo de la Palma Aceitera ha mostrado una tendencia creciente de 15 mil ha cada cuatro años, habiéndose instalado 35 mil hectáreas, a febrero del 2016, en la región Ucayali, actualmente se cuenta con 10 plantas extractoras de aceite crudo de palma (ACP).

Sin embargo, estas ventajas comparativas de la Palma Aceitera en Ucayali significan sólo un crecimiento en áreas, baja producción y un nivel primario en industrialización, dificultades en la comercialización y débil asociatividad. Ante esta situación nos preguntamos:

- ¿Qué está funcionando mal en cada uno de los eslabones de la cadena productiva?

- ¿Qué falta para desarrollar una cadena de Valor de la Palma Aceitera?
- ¿Qué debemos hacer?

Con estas interrogantes se ha elaborado el presente Plan de competitividad de la Palma Aceitera al 2026, que presente estrategias dirigidas a crear condiciones propicias y fortalecer la confianza entre el estado y sector palmero, con miras al desarrollo de modelos productivos que sean económicamente viables, social y ambientalmente aceptables, siendo el propósito pasar de nuestras ventajas comparativas a tener ventajas competitivas; las respuestas se han identificado con la participación de los actores involucrados públicos y privados, apoyados con herramientas metodológicas de planificación, como: diamante competitivo, Análisis FODA y tablero de comando (Balanced Scorecard), que nos ha permitido fijar técnicamente las políticas orientadas a mejorar la competitividad del sector palmero, que contribuya a incrementar la productividad del cultivo, reducir los costos de producción, mejorar la calidad de los productos en el mediano plazo (certificación RSPO) y crear un clúster como fuente de competitividad.

Para lograr los objetivos, se han priorizados cuatro componentes: conocimiento del cultivo, desarrollo industrial, articulación al mercado y clúster competitivo, que impulsarán la competitividad de la palma aceitera. En el proceso de planeamiento, el diagnóstico ha permitido precisar siete sub componentes: ZEE, I&D, RRHH, Promoción, Financiamiento, Comercialización, Exportación, Reforma legal, Sistema de información y Asociatividad; los mismos que desplegados generan catorce objetivos específicos del presente plan los que se encuentran detallados en las matrices a nivel de actividades y metas.

El Gobierno Regional de Ucayali, que tiene entre otras competencias para impulsar la competitividad, a través de su Gerencia Regional de Desarrollo Económico ha formulado en coordinación con el sector privado el presente plan, para orientar sus acciones en este cultivo emblemático

de impacto económico y social a nivel regional.

Para elaborar el mapa de zonas aptas para el establecimiento de plantaciones de Palma Aceitera en Ucayali, que cuenta con 228 279.7 hectáreas, se empleó en primer término las fuentes y criterios metodológicos utilizados por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, en su documento "Identificación de zonas deforestadas adecuadas para la producción de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en la Amazonía Peruana". Para calcular estas áreas se utilizaron los parámetros de precipitación, altitud, tipo de suelo según el relieve, pendiente, etc., además de la recopilación de información que realizó mediante consultas a expertos para afinar la selección de las áreas por su aptitud para el cultivo de Palma Aceitera. Con esta información se generó un área inicial adecuada para palma aceitera basándose en las exigencias agroecológicas del cultivo, que son las siguientes:

Tabla 17. Parámetros de la zona de estudio para la palma aceitera entre Neshuya y Aguaytía

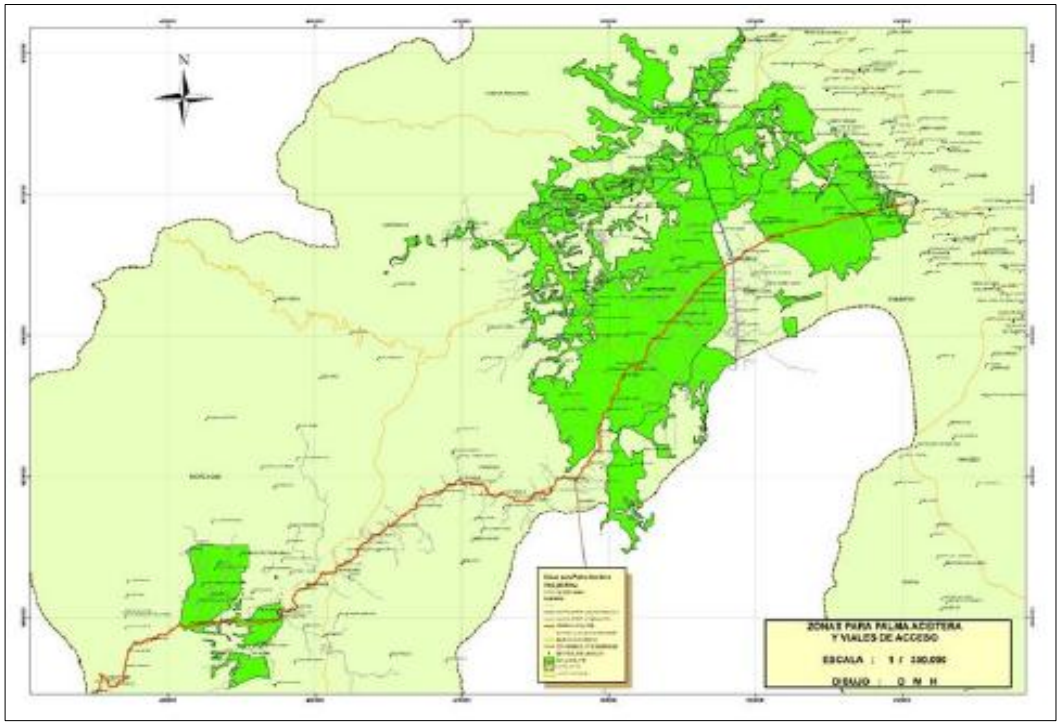
Clima	Tropical húmedo
Suelo	Limoso, profundos y francos limosos, bien drenados que eviten lixiviación de nutrientes.
PH	De 4.5 a 7.5 suele ser optimo, pero se adaptará a otros rangos si contienen niveles altos de calcio.
Precipitación pluvial	Lo óptimo es de 1700 – 2000 mm al año.
Altitud	3 – 7000 msnm.
Pendientes	Hasta 15%
Temperaturas	Si bien entre 23-27 °C es óptima, es total adaptada a 20-35 °C
Humedad relativa	70 – 90%
Luminosidad	1500 – 2000 horas luz por año.

Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP

De establecer mediante imágenes satelitales e información de campo las zonas con los criterios mencionados se adicionó un subsiguiente criterio, que ha sido el tener en cuenta las áreas ubicadas a lo largo del eje de la carretera Federico Basadre, las ciudades y centros poblados que, asentados en la misma zona, actúan como elementos articuladores. Las ciudades y centros poblados van desde Pucallpa, Campo Verde, Nueva Requena, Neshuya, Von Humboldt, San Alejandro hasta Villa Aguaytía.

Otro criterio considerado en la determinación de las áreas, es el establecimiento en la zona de varias áreas con cultivo de palma aceitera, en primer lugar lo que se realizó con fondos provenientes de las Naciones Unidas, el Fondo Contravalor Perú - Canadá y con el apoyo del Gobierno Regional de Ucayali, a través de la Dirección Regional Agraria, donde a partir de 1991 se inicia un nuevo proyecto agroindustrial de Palma Aceitera, que contempló inicialmente la instalación dispersa de 1,300 hectáreas de cultivos de palma aceitera. Este proyecto constituye un núcleo de los varios que está impulsando el Programa de Naciones Unidas para la Fiscalización Internacional de Drogas – PNUFID y que actualmente se denomina DEVIDA. Tomando estas áreas dispersas se ha determinado un área global de plantaciones que se ha incorporado al mapa.

Se han identificado nuevas zonas con plantaciones de palma aceitera, mediante el uso de imágenes de alta resolución Rapid Eye, estas áreas, al observarse el vigor de las plantaciones con el infrarrojo del espectro electromagnético, indican tener características agroecológicas adecuadas para este cultivo, de manera que fueron incorporadas a las áreas adecuadas para Palma Aceitera.



Fuente. Plan de Competitividad de la Palma Aceitera Ucayali 2016-2026.

Figura 29. Zona de estudio para la palma aceitera entre Neshuya y Aguaytía

4.3. DISCUSIÓN

Los tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación desarrollado por el Ministerio del Ambiente en el año 2005, informa la clase de uso de la tierra que presenta mayor superficie es la clase mixta Bosque Secundario/ Agricultura, con 3 168/ 727.48 ha, es decir un 44.18% del total deforestado al año 2000, en esta investigación pone en evidencia la clase que presenta la menor superficie donde, es la clase de áreas sin vegetación con 65 564.64 ha (0,91% del total de superficie deforestada).

Los tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación desarrollado por el Ministerio del Ambiente (2005), en el departamento de Ucayali datan del año 2000 publicadas el año 2005, teniendo como un dato significativo el cambio de uso de la tierra relacionado con la deforestación en Ucayali de 7 172 553.97 ha hasta el año 2000, esta información documentada muestra, como viene cambiando la cobertura vegetal en Ucayali y especialmente de la cuenca de Neshuya por la agricultura migratoria, declarando así la agricultura con 690 514.54 ha hasta año 2000, sin embargo en los resultados de nuestra investigación del cultivo clasificado en la cuenca de Neshuya que es de palma aceitera con 78 431 ha del año 2010 hasta el 2018, (ver Tabla 16), Ministerio del Ambiente (2005) declara el pastizal con 1 179 982.15 ha hasta el año 2000, sin embargo en los resultados de nuestra investigación es de 10 139 ha del año 2010 hasta 2018, (ver Tabla 16), esto pone en evidencia como viene cambiando la cuenca de Neshuya por la agricultura migratoria desde el año 2000 hasta la actualidad, mostrando cambios de la cobertura influenciados por motivos socioeconómicos

GOREU (2013), mediante la Metodología Pfafstetter delimitan la Cuenca de Neshuya, aplicando los criterios del método, adecuándolo a la zona de estudio, digitalizando de forma manual teniendo como insumos imágenes de satélite Landsat TM5, en lo que se refiere al estudio de cuencas y su importancia para la región de Ucayali, sin embargo en la investigación realizada en la cuenca de Neshuya, sirva como línea base

para futuros estudios y así poder tomar decisiones políticas de ordenamiento territorial en la cuenca de Neshuya.

En la investigación de Valdivia (2015), mediante la aplicación de la metodología Random Forest y el uso de la leyenda CORINE Land Cover adaptada al Perú obtuvo 6 coberturas clasificadas en la provincia de Padre Abad, en su estudio descarta una información como clase no data que representa el 6.05% de la provincia, a este dato al no ser considerado en su clasificación, podemos complementar con nuestros datos obtenidos en nuestro estudio de la cuenca de Neshuya, con las coberturas de palma aceitera, red vial y pastos y así poder generar información base para futuros estudios en el distrito de Padre Abad y la cuenca de Neshuya, además con la metodología empleada se obtuvo una clasificación precisa y exacta, ya que el estudio analizó los componentes de firmas espectrales a nivel de pixel, en el cual se redujo el error a 0 tal como se aprecia en las matrices (ver Anexo 2).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. En los periodos del año 2010-2018, se determinó la variación de las principales coberturas, tales como las Áreas Urbanizadas, con una superficie de 147 ha en el año 2010, con una tasa de crecimiento de 33 ha por año, llegando a tener 411 ha en el año 2018. Bosque en el año 2010 obteniendo un área de 59 826 ha, con una tasa de pérdida de 4 979 ha por año, llegando a tener un área de 19 993 ha en el año 2018. Pasto en el año 2010 tuvo un área de 1 162 ha, con una tasa de crecimiento de 1 122 ha por año, llegando a tener en el año 2018 un área de 10 139 ha. Palma Aceitera en el año 2010 con un área de 31 032 ha, con una tasa de crecimiento de 5 925 ha por año, llegando a tener en el año 2018 un área de 78 431 ha. Tierra Desnuda en el año 2010 tuvo un área de 21 434 ha, llegando a tener un decrecimiento en su superficie en el año 2018 de 2 942 ha. Área Quemada en el año 2010 contaba con un área de 451 ha, llegando al año 2018 con un área de 1 602 ha. Superficie de Agua en el año 2010 con un área de 185 ha siendo constante hasta el año 2015, para luego en el año 2018 tener un área de 161 ha. Red Vial en el año 2010 con un área de 366 mostrándose constante hasta el año 2018 sin ninguna variación.

2. Se determinó ocho principales coberturas en los periodos 2010-2013 y 2015-2018, con el uso de la leyenda CORINE Land Cover, imágenes satelitales Landsat 08, uso del software ENVI 5.3 y validación de puntos de muestreo con imágenes de DRONE, las cuales son: Áreas Urbanizadas, Red Vial, Palma Aceitera, Pasto, Bosque, Tierra Desnuda, Área Quemada y Superficie de Agua, en la cuenca del río Neshuya.

3. Se realizó una evaluación de las políticas socioeconómicas de incentivos agrarios encontrándose que el Gobierno Regional de Ucayali realizó un proyecto en el año 2007 sobre “Fomento del Cultivo de Palma Aceitera en la Zona de Neshuya y Aguaytía”, beneficiando 1 841 familias, atendiendo 9.69 ha e instalación de 3 700 nuevas ha y mejoramiento de 5 990 ha existentes. Y en el año 2016 presentaron el plan de Plan de Competitividad de la Palma Aceitera Ucayali 2016-2026, con la finalidad de fortalecer la confianza entre el Estado Peruano y sector palmero, incrementar la productividad del cultivo, el cual comprenderá en las ciudades y centros poblados que van desde la provincia de Coronel Portillo hasta Padre Abab. Influenciando ambos en el cambio de la cobertura vegetal, debido a que la plantación de este cultivo de palma aceitera en un futuro no muy lejano causará la pérdida de la cobertura de bosque en su totalidad de la cuenca del río Neshuya.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Los resultados de la investigación sirvan como línea base para futuros estudios de variación multitemporal en la cuenca, para así generar Data actualizada y correlativa para analizar las coberturas vegetales.

2. La investigación sirva como base para generar geopolíticas de la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, así brindar garantías adecuadas a la calidad de vida de las personas que habitan en la cuenca.

3. Realizar investigaciones con otras metodologías, con el propósito de comparar y mejorar el proceso, teniendo como resultado de la clasificación y edición de una forma más automatizada y precisa.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Angulo, C. (2011). Dinámica de la deforestación en Venezuela: Análisis de los cambios a partir de mapas históricos. Interciencia, 36(8), 578-586.

ANA. (2016). Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos (Julio 2016).

Ariza, A. (2013). Productos LDCM – LANDSAT8, Centro de Investigaciones y Desarrollo CIAG, Instituto Geográfico Agustín Codazi, Bogotá – Colombia, 36p.

Argany, M.; Saradjian M. (2015). Digital change detection y expansion monitoring of urban areas using satellite images by means of classification methods.

Bardales, R. (2019). Análisis de Cambio de Uso del Suelo Mediante Percepción Remota en la Vía Vecinal Uc-561, entre los años 1985 al 2018, en el distrito de Campo Verde, Ucayali, Perú.

Bense, T. (2007). Tutorial-Introducción a la Percepción Remota.

Bocco, E. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacan. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. México: Investigaciones Geográficas.

Bocco, G.; Mendoza, M.; Masera, O. (2011). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones geográficas, (44), 18-36.

Burrough, P. (1994). Principles of Geographical Information Systems for land ressources assessment. Oxford Science.

Castro, M. (2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. (2da ed.). Caracas: Uyapal.

Castilla, G. (2003). Object-oriented analysis of remote sensing images for land cover mapping: conceptual foundations and a segmentation method to derive a baseline partition for classification. España: Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Camacho-Sanabria, J.; Juan, P.; Pineda J.; Cadena-Vargas, L.; Bravo, P.; Sánchez, L. (2015). Cambios de cobertura/ uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de montaña. Madera y Bosques 21(1):93-112.

Cerda, J.; Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. Revista chilena de pediatría, 79(1), 54-58.

Córdova, Z. (2003). Estadística: Descriptiva e Inferencial Aplicaciones. Quinta edición Enero del 2003.

Congalton, R. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, Remote Sensing of the Environment, 37:35-46.

Cochrane, L.; Sánchez, P. (1982). Recursos de tierras, suelos y su manejo en la región Amazónica: informe acerca del estado de conocimiento. In: Amazonía: investigación sobre agricultura y uso de tierras, serie CIAT 035-4 (82): 141- 218 pp.

Chávez et al., (2011). La Deforestación en la Amazonía Peruana y en Madre de Dios. Puerto Maldonado.

Chuvieco, E. (1990). Fundamentos de la Teledetección Espacial. Edición Ilustrada. Barcelona (España): Editorial Rialp, 1990 (ISBN: 978-84-321-2680-2).

Chuvieco, E. (2002). Fundamentos de Teledeteccion Espacial. Madrid.

Chuvieco, E. (2008). Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. (3ra ed.). Barcelona: Editorial Ariel, S.A.

Chuvieco, E. (1996). Empleo de imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. Serie Geográfica, 6, 131-147.

Dzieszko, P. (2014). Land-cover modelling using corine land cover data and multi-layer perceptron. Quaestiones Geographicae, v. 33, N. 1, 5-22p.

Etter, A. (1991). Introducción a la ecología del Paisaje. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Esri. (2014). ArcGis Resources, Ayuda disponible para productos de ArcGIS (mayo 2014).
URL:https://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n0000000t00O000.htm

Esri. (2018). ArcGis DesKtop ¿Qué son geodatos? (julio 2018)
URL: http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm

URL:http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/managedata/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm

Evert, K-J. (2010). Encyclopedic Dictionary Of Landscape And Urban Planning: Multilingual Reference Book In English, Spanish, French And German. Springer Science & Business Media. (21 de mayo del 2010)

FAO. (1996). Survey of tropical forest cover and study of change processes. Roma: Forest resources assessment.

FAO. (1995). Food and Agreiculture Organization (FAO), 1995. Evaluación de los recursos forestales (1990), Países tropicales. Estudios FAO Montes. No 112, 41p.

FAO. (2005). Situación de los bosques del mundo. Roma.

FAO. (2016). El estado de los bosques del Mundo.

Figueroa, S.; Morales, F. (1992). Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Colegio de Postgraduados. Sect. de Agri. y Rec. Hidráulicos. Montecillo, México.

Franco, R. (2017). Composiciones Landsat en ARCGIS. Guía Básica. Bogotá, Colombia. 45p.

García-Morato, A.; Sánchez, J. (2011). Laboratorio de biología y geología. Editorial Club Universitario.(9 de marzo del 2011).

Gobierno Regional de Ucayali (2010). “Zonificación Ecológica Económica Base para el Ordenamiento Territorial de la Región Ucayali”. Recuperado de http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/62171.

GOREU (2013). Informe del Estudio Hidrografía y Cuencas del departamento de Ucayali, Proyecto desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial de la región Ucayali.

GOREU. (2017). Zonificación ecológica económica base para el ordenamiento territorial de la región Ucayali. Pucallpa. Agosto 2017.

Hurtado, A.; Lombradi, F.; Bejar, N. (2008). Interpretación Visual de Imágenes o Fotos Clasificación Supervisada de Imágenes o Fotos Clasificación No Supervisada de Imágenes o Fotos.

Jensen, J.; Lin, H.; Yang, X.; Ramsey, E. (1991). The measurement of mangrove characteristics in southwest Florida using SPOT multispectral data. Geocarto International, 6(2), 13-21.

Jensen, J. (2009). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective 2/e. Pearson Education. Retrieved from http://books.google.com.ec/books?id=ge_nwDX-HBEC.

Ideam. (2007). Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Colombia.

Ideam. (2014). http://www.ideam.gov.co. Obtenido de: http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover

López, T. (2015). Diccionario de Geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio.

MAAP:78. (2017). Finer, M.; Mamani, N.; García, R.; Novoa, S. (2017). Hotspots de Deforestación en la Amazonía Peruana.

MINAM. (2015). Análisis de pérdida de bosque para el monitoreo y gestión del territorio. Lima: Ordenamiento Territorial.

MINAM. (2015). Cuantificación y análisis de la deforestación en la Amazonía peruana en el periodo 2010-2014. Lima.

MINAM. (2015). Procedimiento Metodológico para la clasificación de los cambios en el uso de la tierra en cuatro regiones de la Amazonía peruana. Lima, Perú.

MINAN. (2016). Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. Julio 2016.

MINAM. (9 de mayo de 2019). Obtenido de Portal GeoBosques: geobosques.minam.gob.p

MINAGRI. (2016). Ministerio de Agricultura y Riego. Evolución de Producción del Sector Forestal.

Montesinos, B. & Tuesta, L. (2017). Clasificación del uso actual del territorio con la leyenda del IPCC nivel I, aplicando el algoritmo RANDOM FOREST, en un tramo de la carretera a la laguna Cashibococha, distrito Yarinacocha - 2016. Pucallpa, Perú.

Moya, C. (2007). Estadística descriptiva: Organización y Clasificación de Datos. San Marcos.

Muñoz, A. (2006). Teledetección nociones y aplicaciones. Avila: Carlos Perez Guitierrez.

Müller, J. y Brand, R., (2009). Assessing biodiversity by remote sensing in mountainous terrain: the potential of LiDAR to predict forest beetle assemblages. Journal of Applied Ecology, 46(4), 897-905.

Perez, A. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Mexico: Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental.

Pineda, O. (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago. México, D.F.: Centro Público de Investigación CONACYT.

Pineda, B.; De Alvarado, E.; De Canales, F. (1994). Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de persona al de salud, Segunda edición. Organización Panamericana de la Salud. Washington.

Ponce, B. (2010). Detección y análisis del cambio de uso del suelo en la zona centro-norte de la provincia de Capitan Prat, XI Región periodo 1984.

Ponce, V. (2008). Análisis de cambio de cobertura vegetal y fragmentación en el corredor de Conservación Comunitaria El Ángel - Bosque Golondrinas, Provincia del Carchi (1996 - 2005). Sangolqui, Ecuador.

Proyecto de “Fomento del Cultivo de Palma Aceitera en la Zona de Neshuya y Aguaytía” (2007).

Llactayo, W.; Salcedo, K. & Victoria, E. (2013). Memoria Técnica de la Cunatificacion de la cobertura de Bosque y Cambio de Bosque a no Bosque de la Amazonía Peruana Periodo 2009-2010-2011. Dirección General de Ordenamiento Territorial, Lima.

Remote Sensing, NRM641. (17 de 04 de 2014). Using Landsat Sensor Data To Map Burned Areas. Recuperado el 13 de 07 de 2016, de https://www.youtube.com/watch?v=9P0MzlXzaPk

Roy et al., (2014). Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote sensing of environment.

Romero, A. (2005). Diccionario de términos jurídicos forestales. México.

SARH. (1994). Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Inventario forestal Nacional Periodo, Memoria Nacional. Publicaciones de la Ed. SARH. subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre. México. Limusa, México.

Servidor WEB de la NASA (2019). (U.S. Departament of the Interior U.S. Geological Surwey. Earth Explore with imagery gallery Landsat. In., vol. 2019, p. URL: https://earthexplorer.usgs.gov).

Solano, H.; Álvarez, C. (2006). Estadística descriptiva y destribución de probabilidad 1 ed., 1 reimp. -- Barranquilla: Edición Uninorte.

Valdivia, M. (2015). Clasificación de la cobertura y uso del territorio para el año 2014 de la provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali. Pucallpa.

White, D.; Kimerling, J.; Overton, S. (1992). Cartographic and geometrics components of a global sampling design for environmental monitoring. Cartography and Geographic Information Systems 19:5-22.

Xiuwan, C. (2002). Using remote sensing and GIS to analyse land cover change and its impacts on regional sustainable development. International Journal of Remote Sensing, 23(1), 107-124.

Zhou, C.; Zhangguan, Z.; Zhao D. (2008). Análisis de la trayectoria de cambio de cobertura de la tierra en medio árido de China. Revista internacional de percepción remota.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATOS DE VALIDACIÓN DE PUNTOS EN CAMPO

Tabla 18. Toma de muestra de área urbana de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">43</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">29/07/2019 – 09:28:48 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN GENERAL:
SE RECORRIÓ LA CARRETERA NESHUYA – CURIMANA AL MARGEN IZQUIERDO, 30 MINUTOS EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO.</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:
ÁREA URBANA</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>491649.09 m E</td><td>NORTE:</td><td>9060687.56 m S</td><td>ALTITUD
181m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
INSTITUCIÓN EDUCATIVA WALDEMAR SORIA RODRIGUEZ</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
ZONA URBANA ALREDEDOR DEL CENTRO EDUCATIVO</td></tr>
</table>

Tabla 19. Toma de muestra de la tierra desnuda de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">1</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">29/07/2019 – 14:01:08 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN GENERAL:
SE RECORRIÓ LA CARRETERA FEDERICO BASADRE HASTA LLEGAR AL DISTRITO DE ALEXANDER VON HUMBOLT AL MARGEN DERECHO, 80 MINUTOS EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO.</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:

TIERRA DESNUDA</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>512542.66 m E</td><td>NORTE</td><td>9053388.04 m S</td><td>ALTITUD
228 m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
SE ENCONTRÓ UN ÁREA DE 1 HA APROXIMADAMENTE, DE SUELO DESNUDO CON PURMA ALTA A SU AREDEDOR.</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
EL SUELO DESNUDO SE ENCONTRÓ CON PURMA ALTA A SU ALREDEDOR.</td></tr>
</table>

Tabla 20. Toma de muestra de red vial de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">16</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">27/07/2019 – 03:25:36 PM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCION GENERAL:
SE RECORRIÓ LA CARRETERA FEDERICO BASADRE HASTA LLEGAR AL DISTRITO DE ALEXANDER VON HUMBOLT, 20 MINUTOS EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:
RED VIAL</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>508143.24 m E</td><td>NORTE:</td><td>9049848.37 m S</td><td>ALTITUD
201m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
SE ENCONTRÓ EN LA CARRETERA FEDERICO BASADRE, CULTIVOS DE PALMA ACEITERA DE APROXIMADAMENTE DE 6 METROS DE ALTURA.</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
CARRETERA ASFALTADA Y PURMA ALTA</td></tr>
</table>

Tabla 21. Toma de muestra de cultivo de palma aceitera de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">38</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">29/07/2019 – 08:40:46 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCION GENERAL:
SE RECORRIÓ LA CARRETERA NESHUYA – CURIMANA AL MARGEN DERECHO 10 MINUTOS EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO.</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:
CULTIVO DE PALMA ACEITERA</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>491994.70 m E</td><td>NORTE:</td><td>9059960.84 m S</td><td>ALTITUD
178m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
CULTIVO DE PALMA ACEITERA EN GRANDES EXTENSIONES.</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
CULTIVO DE PALMA ACEITERA CON 8 METROS DE ALTURA CON 10 AÑOS DE EDAD APROXIMADO Y PURMA BAJA.</td></tr>
</table>

Tabla 22. Toma de muestras de pastizal de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">37</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">29/07/2019 – 08:30:56 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN GENERAL:
SE RECORRIÓ EN MOTOCICLETA LA CARRETERA NESHUYA – CURIMANA ENTRANDO AL MARGEN DERECHO 20 MINUTOS EN MOTOCICLETA</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:
PASTIZAL</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>492377.29 m E</td><td>NORTE:</td><td>9059262.64 m S</td><td>ALTITUD
180 m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
CULTIVO DE PALMA ACEITERA Y PASTIZAL DE APROXIMADO UN METRO DE ALTURA</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
PASTIZAL Y PURMA ALTA</td></tr>
</table>

Tabla 23. Toma de muestras de bosque de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">71</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">29/07/2019 – 16:11:12 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN GENERAL:
SE RECORRIÓ EL DISTRITO DE NESHUYA POR LA CARRETERA FEDERICO MARGEN IZQUIERDO, 20 MINUTOS EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:
BOSQUE</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>498339.07 m E</td><td>NORTE:</td><td>9032824.16 m S</td><td>ALTITUD
225m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE5
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
SE ENCONTRÓ UNA ÁREA EXTENSA DE BOSQUE Y ÁRBOLES FORESTALES DE 15 METROS DE ALTURA APROXIMADAMENTE.</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
BOSQUE CON VEGETACIÓN ESPESA Y ÁRBOLES FORESTALES DE APROXIMADAMENTE DE 10 METROS DE ALTURA.</td></tr>
</table>

Tabla 24. Toma de muestra de área quemada de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

<table>
<tr><th colspan="6">MATRIZ DE DATOS DE CAMPO</th></tr>
<tr><td>CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:</td><td colspan="2">17</td><td colspan="3">TESISTAS: Bach. JORGE CORDOVA REYES – Bach. LUIS SANCHEZ DE SOUZA</td></tr>
<tr><td>FECHA Y HORA:</td><td colspan="2">28/07/2019 – 11:10:18 AM</td><td colspan="3">ZONA: CUENCA DEL RÍO NESHUYA</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN GENERAL:

SE RECORRIÓ LA CARRETERA FEDERICO BASADRE HASTA LLEGAR AL DISTRITO DE NESHUYA CON 10 MINUTOS DE RECORRIDO POR NESHUYA EN MOTOCICLETA PARA LLEGAR AL PUNTO.</td><td colspan="3">OBSERVACIONES:

ÁREA QUEMADA</td></tr>
<tr><td>COORDENADAS DE CAMPO</td><td>ESTE:</td><td>503597.20 m E</td><td>NORTE:</td><td>9044590.78 m S</td><td>ALTITUD
195m</td></tr>
<tr><th colspan="6">REGISTRO FOTOGRÁFICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">FOTO VISTA DE PLANTA – NIVEL RPAS/DRONE
</td><td colspan="3">FOTO DE CAMPO – A NIVEL DEL SUELO
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
SE ENCONTRÓ CERCA DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE NESHUYA PLANTACIONES DE COCO DE 8 METROS DE ALTURA CON UNA EDAD DE 10 AÑOS APROXIMADAMENTE Y ZONAS QUEMADAS.</td><td colspan="3">DESCRIPCIÓN
PLANTACIÓN DE COCO Y ZONAS QUEMADAS.</td></tr>
</table>

Tabla 25. Muestra de los puntos de validación de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

PUNTOS DE VALIDACIÓN CON GOOGLE EARTH PRO			
ID	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
1	487000.336	9055751.5	Bosque
2	491709.928	9053105.66	Bosque
3	487410.441	9049599.92	Bosque
4	485426.062	9041979.91	Bosque
5	488204.192	9037283.54	Tierra Desnuda
6	487516.274	9062789.43	Bosque
7	493495.869	9048528.36	Área Quemada
8	497001.606	9044493.45	Palma Aceitera
9	497067.752	9040524.71	Bosque
10	492503.68	9038275.73	Bosque
11	491392.428	9043289.64	Bosque
12	489196.382	9031131.97	Tierra Desnuda
13	495149.519	9034902.29	Bosque
14	493032.848	9030073.63	Bosque
15	500639.634	9025046.54	Palma Aceitera
16	503682.348	9027692.38	Bosque
17	504674.538	9023657.48	Bosque
18	506976.417	9028393.53	Palma Aceitera
19	506195.895	9033103.12	Bosque
20	506381.104	9038262.58	Bosque
21	508047.982	9043236.68	Pasto
22	507664.335	9047403.88	Tierra Desnuda
23	502504.95	9053608.37	Palma Aceitera
24	499343.173	9057272.85	Palma Aceitera
25	498761.088	9060685.99	Bosque
26	495903.583	9062762.97	Bosque

ANEXO 2

VALIDACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN EN LOS AÑOS 2010, 2013, 2015 Y 2018 DE LA CUENCA DEL RÍO NESHUYA UCAYALI, PERÚ

Tabla 26. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2010 de la cuenca del río Neshuya

	GROUND TRUTH				
Class	Unclassified	Palma Aceitera	Bosque	Área Quemada	Tierra Desnuda
Unclassfied	0	0	0		0
Palma Aceitera	0	960236	0	0	0
Bosque	0	0	1085432	0	0
Área Quemada	0	0	0	22180	0
Tierra Desnuda	0	0	0	0	369346
Pasto	0	0	0	0	0
Total	0	960236	1085432	22180	369346

Overall Accury = (2515284/2515284) 100.0000%

Kappa Coefficient = 1.0000

Tabla 27. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2013 de la cuenca del río Neshuya

	GROUND TRUTH				
Class	Unclassified	Palma Aceitera	Bosque	Área Quemada	Tierra Desnuda
Unclassfied		0	0	0	0
Palma Aceitera	0	913315	0	0	0
Bosque	0	0	1018980	0	0
Área Quemada	0	0	0	65080	0
Tierra Desnuda	0	0	0	0	89983
Pasto	0	0	0	0	0
Total	0	913315	1018980	65080	89983

Overall Accury = (2783929/2783920) 100.0000%

Kappa Coefficient = 1.0000

Tabla 28. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2015 de la cuenca del río Neshuya

GROUN TRUTH					
Class	Unclassified	Palma Aceitera	Bosque	Pasto	Área Quemada
Unclassfied	0	0	0	0	0
Palma Aceitera	0	913315	0	0	0
Bosque	0	0	1018980	0	0
Pasto	0	0	0	65080	0
Área Desnuda	0	0	0	0	89983
Tierra Desnuda	0	0	0	0	0
Total	0	913315	1018980	65080	89983

Overall Accury = (2783920/2783920) 100.0000%

Kappa Coefficient = 1.0000

Tabla 29. Coeficiente de kappa y precisión general del año 2018 de la cuenca del río Neshuya

GROUND TRUTH					
Class	Unclassified	Palma Aceitera	Bosque	Pasto	Área Quemada
Unclassfied		0	0	0	0
Palma Aceitera		913315	0	0	0
Bosque		0	1018980	0	0
Área Quemada		0	0	65080	0
Tierra Desnuda		0	0	0	89983
Pasto		0	0	0	0
Total		913315	1018980	65080	89983

Overall Accury = (2783920/2783920) 100.0000%

Kappa Coefficient = 1.0000

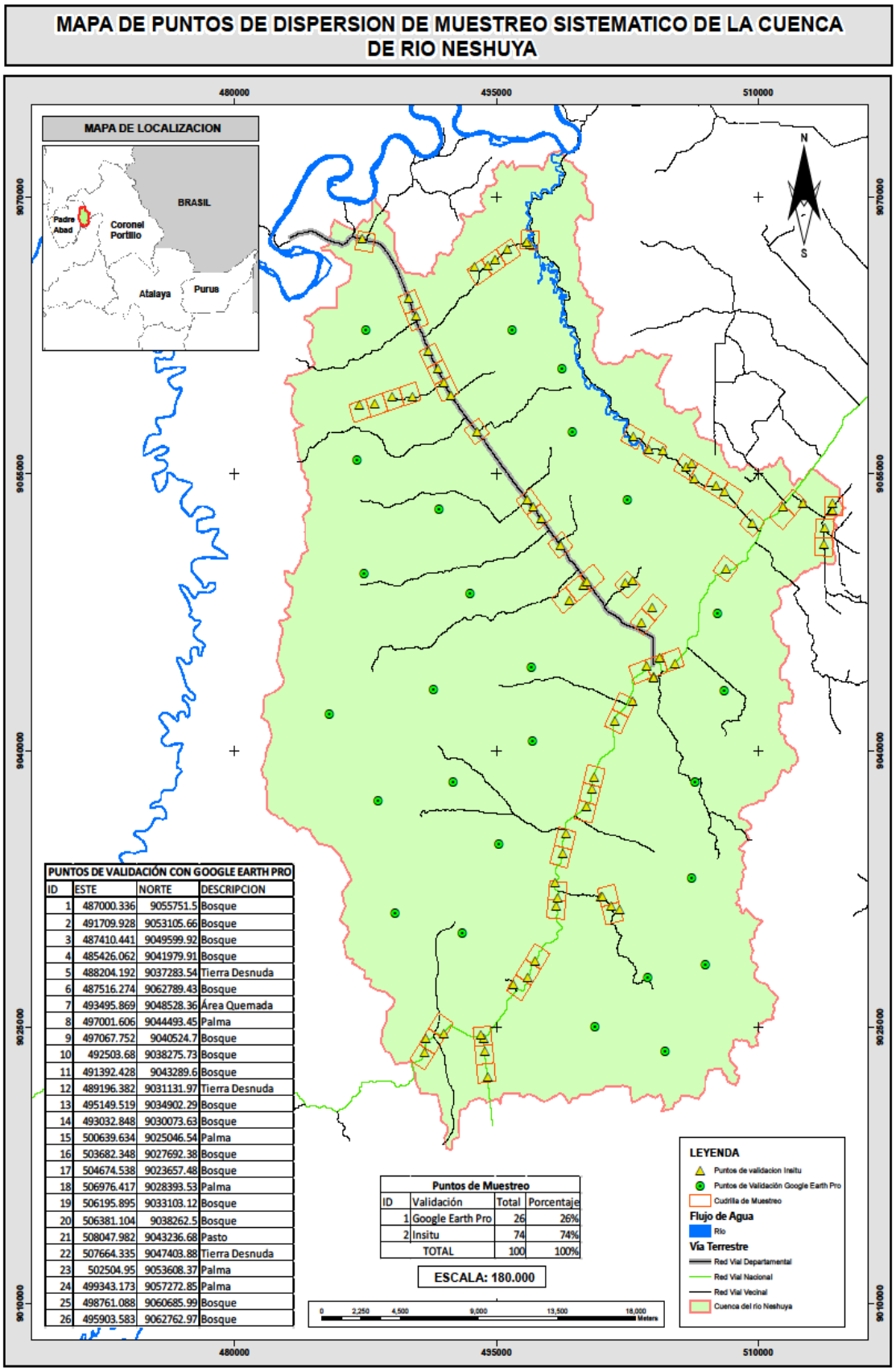
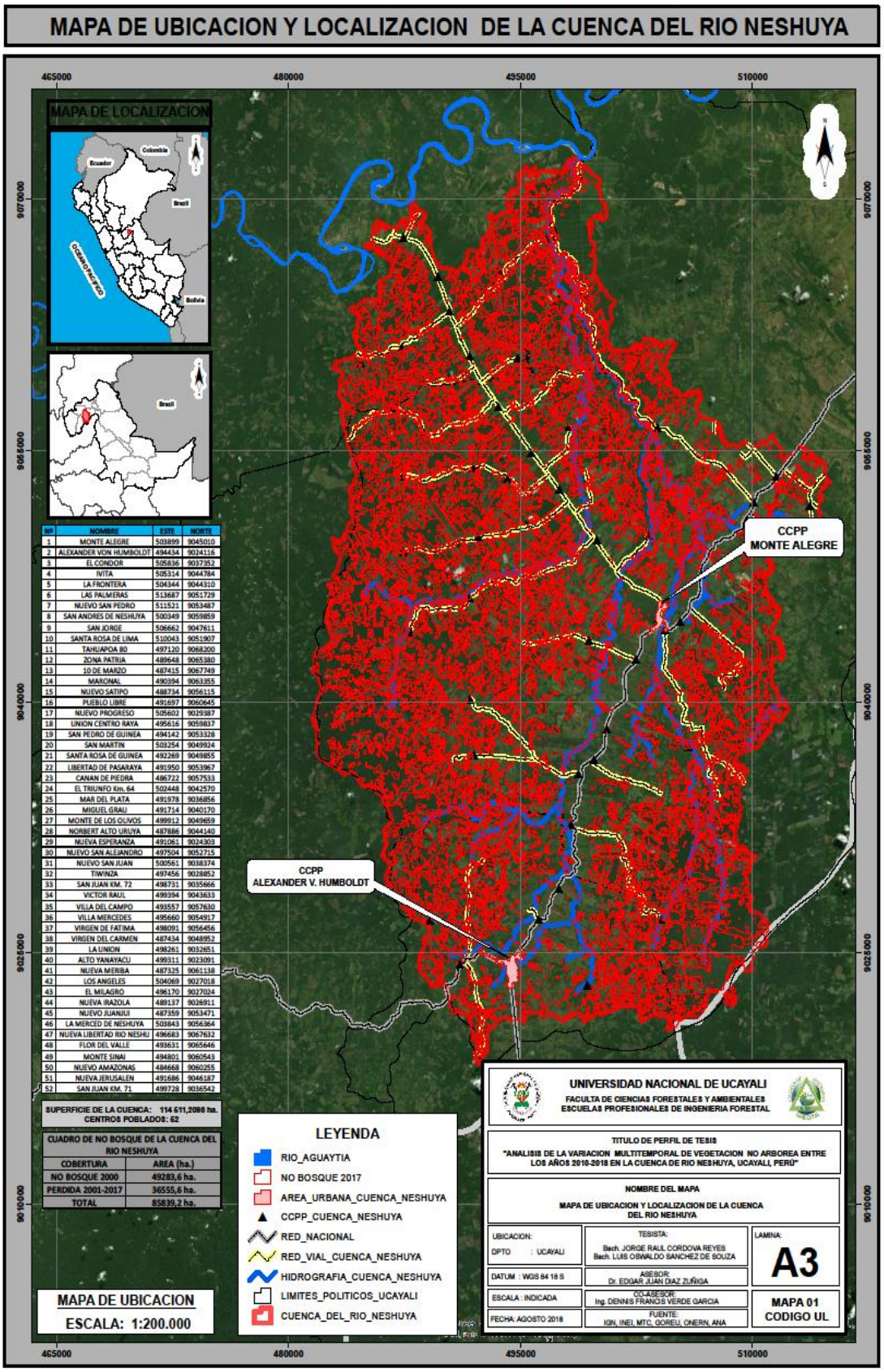


Figura 30. Mapa de dispersión de toma de puntos y validación de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú



Nº	NOMBRE	ESTE	NORTE
1	MONTE ALEGRE	503899	9045010
2	ALEXANDER VON HUMBOLDT	494434	9024116
3	EL CONDOR	505836	9037352
4	IVITA	505314	9044784
5	LA FRONTERA	504344	9044310
6	LAS PALMERAS	513687	9051729
7	NUEVO SAN PEDRO	511521	9053487
8	SAN ANDRES DE NESHUYA	500349	9059859
9	SAN JORGE	506662	9047611
10	SANTA ROSA DE LIMA	510043	9051907
11	TAHUAPOA 80	497120	9068200
12	ZONA PATRIA	489648	9065380
13	10 DE MARZO	487415	9057749
14	MARONAL	490394	9063355
15	NUEVO SATIPO	488734	9056115
16	PUEBLO LIBRE	491697	9060645
17	NUEVO PROGRESO	505602	9029387
18	UNION CENTRO RAYA	495616	9059837
19	SAN PEDRO DE GUINEA	494142	9053328
20	SAN MARTIN	503254	9049924
21	SANTA ROSA DE GUINEA	492269	9049855
22	LIBERTAD DE PASARAYA	491950	9053967
23	CANAN DE PIEDRA	486722	9057533
24	EL TRIUNFO Km. 64	502448	9042570
25	MAR DEL PLATA	491978	9036856
26	MIGUEL GRAU	491714	9040170
27	MONTE DE LOS OLIVOS	499912	9049659
28	NORBERT ALTO URUYA	487886	9044140
29	NUEVA ESPERANZA	491061	9024303
30	NUEVO SAN ALEJANDRO	497504	9052715
31	NUEVO SAN JUAN	500561	9038374
32	TIWINZA	497456	9028852
33	SAN JUAN KM. 72	498731	9035666
34	VICTOR RAUL	499394	9043633
35	VILLA DEL CAMPO	493557	9057630
36	VILLA MERCEDES	495660	9054917
37	VIRGEN DE FATIMA	498091	9056456
38	VIRGEN DEL CARMEN	487434	9048952
39	LA UNION	498261	9032651
40	ALTO YANAYACU	499311	9023091
41	NUEVA MERIBA	487325	9061138
42	LOS ANGELES	504069	9027018
43	EL MILAGRO	496170	9027024
44	NUEVA IRAZOLA	489137	9026911
45	NUEVO JUANJUI	487359	9053471
46	LA MERCED DE NESHUYA	503843	9056364
47	NUEVA LIBERTAD RIO NESHU	496683	9067632
48	FLOR DEL VALLE	493631	9065646
49	MONTE SINAI	494801	9060543
50	NUEVO AMAZONAS	484668	9060255
51	NUEVA JERUSALEN	491686	9046187
52	SAN JUAN KM. 71	499728	9036542

Figura 31. Mapa de ubicación y localización de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

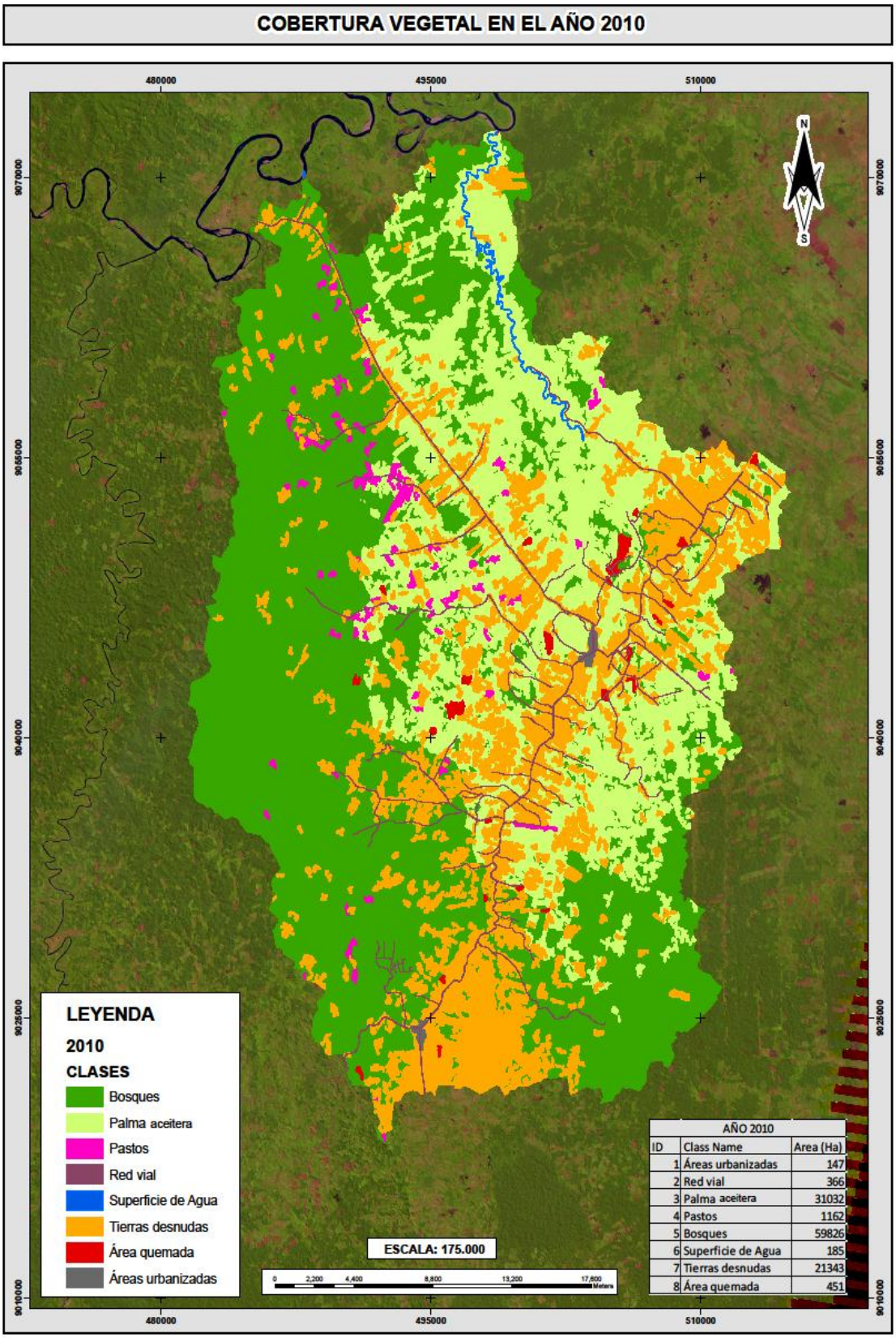


Figura 32. Mapa de cobertura vegetal del año 2010 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

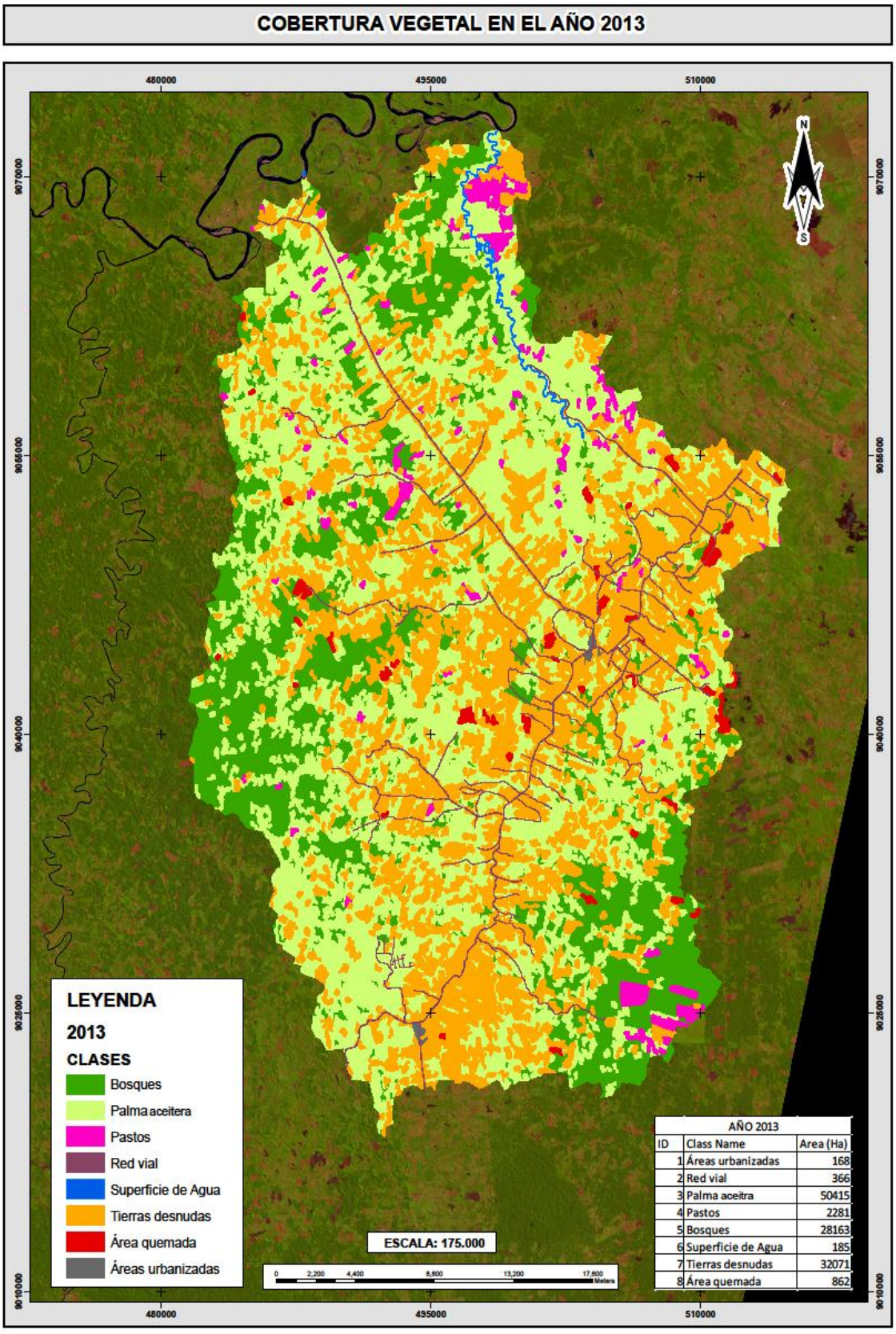


Figura 33. Mapa de cobertura vegetal del año 2013 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

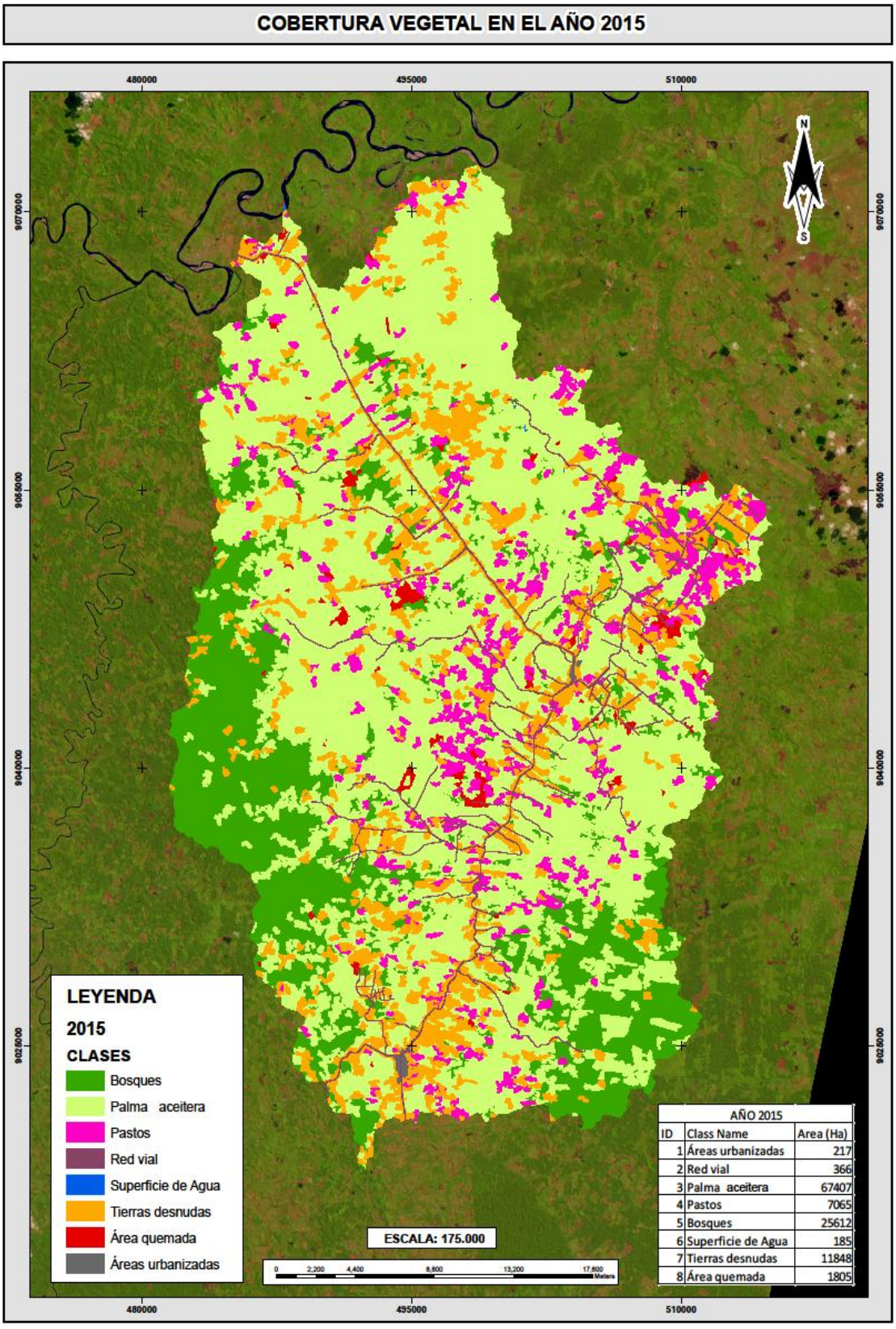


Figura 34. Mapa de cobertura vegetal del año 2015 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú

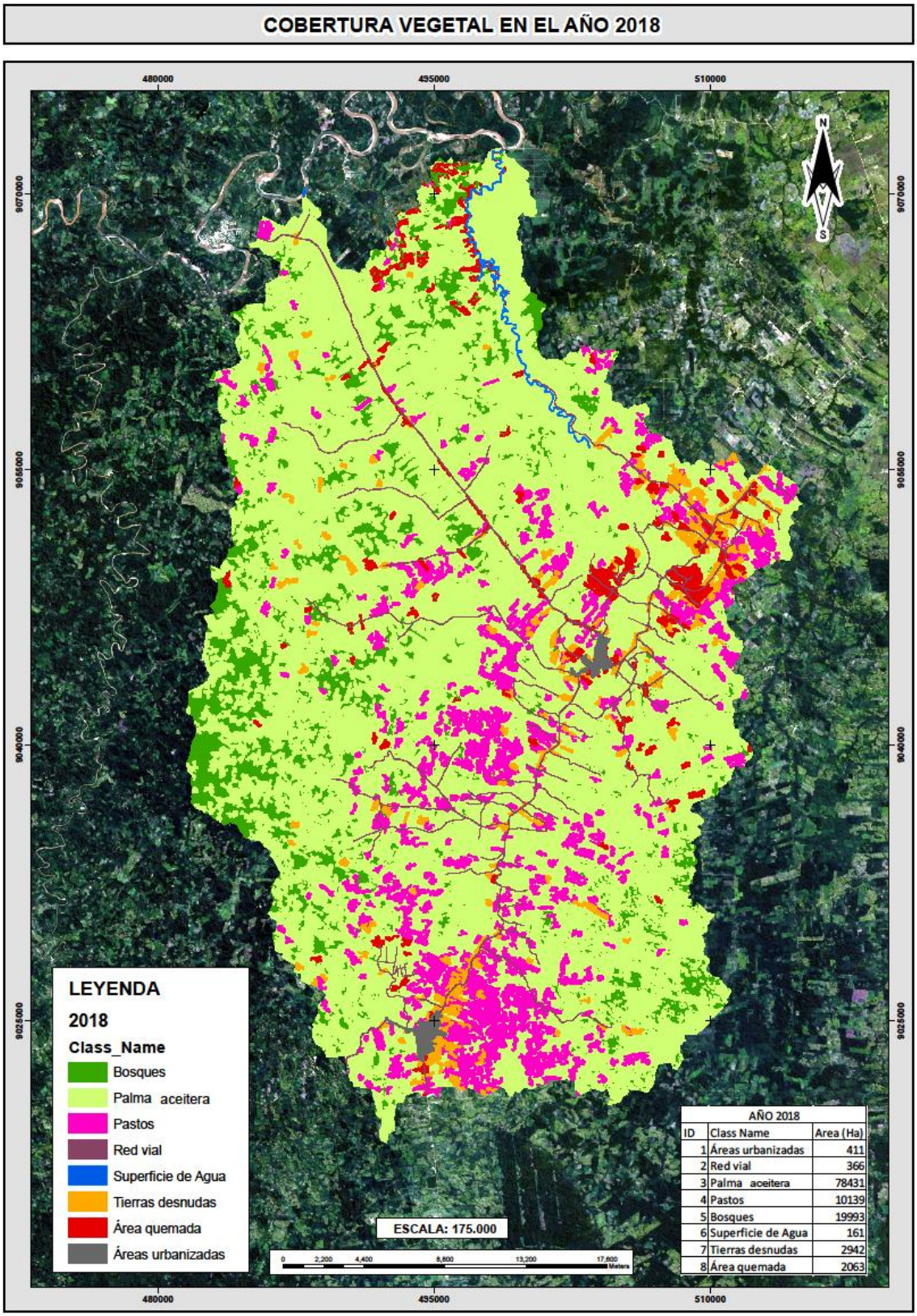


Figura 35. Mapa de cobertura vegetal del año 2018 de la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú