

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA
BOSCOSA Y USO DE LA TIERRA EN EL DISTRITO DE
POMAHUACA, PROVINCIA DE JAÉN, PERIODO 2000-2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL.**

Autor : Bach. Villalobos Ramírez, Luis Enmanuel
Asesores : M.Sc. Duberlí Geomar Elera Gonzáles
Dr. Santos Clemente Herrera Díaz

JAÉN-PERÚ- ENERO-2020



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 20 de enero del año 2020, siendo las 8:40 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Ruiz Ramos.

Secretario: Dr. Alexander Huamán Mera.

Vocal: Mg. María Marleni Torres Cruz., para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
 () Tesis
 () Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA BOSCOSA Y USO DE LA TIERRA EN EL DISTRITO DE POMAHUACA, PROVINCIA DE JAÉN, PERIODO 2000-2019”, presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller Luis Enmanuel Villalobos Ramírez de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (<u>16</u>) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 9:25 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

INDICE

INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE GRÁFICOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE MAPAS	VIII
INDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.	3
III. MATEIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1. Tipo y diseño de la investigación empleada.....	4
3.2. Materiales	4
3.1.1. Equipos.....	4
3.1.2. Material cartográfico.....	4
3.1.3. Programas.....	4
3.3. Metodología.....	5
3.3.1. Ubicación del área de estudio.....	5
3.3.2. Determinación de la cobertura vegetal.....	7
IV. Resultados	15
4.1. Análisis multitemporal de la cobertura boscosa y uso de la tierra en el distrito de Pomahuaca, provincia de Jaén, periodo 2000-2019.....	15
A. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 1999.	16
B. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2015.	18

C.	Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2019.	20
D.	Cobertura Boscosa y usos de la tierra, periodo general (1999-2019).	22
V.	DISCUSIONES.....	29
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
6.1.	CONCLUSIONES.	31
6.2.	RECOMENDACIONES.	32
VII.	REFERENCIAS.....	33
	DEDICATORIA.....	36
	AGRADEECIMIENTO.....	37
	ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Programas Utilizados.....	4
Tabla 2 Datos de las imágenes descargadas	8
Tabla 3 Número de pixeles muestra por clase de cobertura para cada imagen.	9
Tabla 4 Categorías del uso actual de la tierra identificadas en el distrito de Pomahuaca.....	16
Tabla 5 Cambios de Cobertura y Usos de la Tierra.....	22
Tabla 6 Matriz de Confusión para el año 1999.....	24
Tabla 7 Matriz de Confusión para el año 2015.....	25
Tabla 8 Matriz de Confusión para el año 2019.....	26
Tabla 9 Diferencia de áreas por tipo de cobertura.	28

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 1999.	16
Gráfico 2. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 2015	18
Gráfico 3. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 2019	20
Gráfico 4. Cambios de Cobertura y Usos de la Tierra.	27
Gráfico 5. Comparación de los usos de la tierra.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso de clasificación para la representación categórica.....	7
Figura 2. Tejido urbano continuo del distrito de Pomahuaca.....	10
Figura 3. Cultivos transitorios en el sector Patacón.....	11
Figura 4. Bosque ubicado en el caserío de Sónдор.....	11
Figura 5. Pastos y áreas naturales en la parte baja del caserío Sónдор.....	12
Figura 6. Áreas sin o con poca vegetación en el sector Patacón.....	12
Figura 7. Represa El Limón.....	13
Figura 8. Variación de la cobertura boscosa y usos de la tierra en el distrito de Pomahuaca, desde el año (1999,2015 y 2019).....	23
Figura 9. Represa El Limón.....	40
Figura 10. Pastos y vegetación arbustiva cerca de Sónдор.....	40
Figura 11. Bosque Manta (Sónдор).....	41
Figura 12. Cultivos Transitorios por Patacón.....	41
Figura 13. Áreas Urbanas (distrito de Pomahuaca).....	42
Figura 14. Mapa de variación de cobertura boscosa y usos de la tierra: incremento de cultivos.....	43

INDICE DE MAPAS

Mapa N° 1. Ubicación del área de estudio.	6
Mapa N° 2. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 1999.	17
Mapa N° 3. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2015.	19
Mapa N° 4. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2019.	21

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Perú	38
Anexo B. Comparación de los usos de la tierra.....	39
Anexo C. Imágenes fotográficas.....	40
Anexo D. Mapa de variación: incremento de cultivos.....	43

RESUMEN

La intensificación de las actividades humanas en la ambiente causa degradación del suelo y alteración de los ecosistemas terrestres, lo que conduce principalmente cambios en la cobertura de la tierra, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general Analizar los cambios de cobertura boscosa y usos de la tierra en el distrito de Pomahuaca- provincia de Jaén; periodo 2000 - 2019. Para determinar la variación de la cobertura boscosa y usos de la tierra (VCBUT), se utilizó la clasificación supervisada de los diferentes tipos de cobertura a través del Sistema de Clasificación CORINE LAND COVER (CLC), evaluando en el nivel II, a través de imágenes satelitales LANDSAT 5TM, LANDSAT 8OLI y SENTINEL 2. Los resultados muestran una pérdida acumulada de 2630.17 hectáreas de área cubierta por bosques (BO), un aumento de 121.6 hectáreas de áreas urbanizadas (AU), un aumento de 6431.4 hectáreas de cultivos transitorios (CT), incremento en 16708.64 ha de áreas sin o con poca vegetación (AscPV), disminución en 20428.73 hectáreas de áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (AVHA) y disminución en 66.03 hectáreas de áreas húmedas o cuerpos de agua (AH). Las principales causas de la perdida boscosa fueron la expansión agrícola migratoria a pequeña explotación.

Palabras claves: Cobertura boscosa; imágenes satelitales; clasificación supervisada; Corine Land Cover (CLC).

ABSTRACT

The intensification of human activities on the environment causes soil degradation and alteration of terrestrial ecosystems, leading mainly to changes in land cover, the present research work has as a general objective Analyze changes in forest cover and land uses in the district of Pomahuaca- province of Jaén; 2000 - 2019 period. To determine the variation of forest cover and uses of the earth (VCBUT), the supervised classification of the different types of coverage was used through the CORINE LAND COVER Classification System (CLC), evaluating at level II, through LANDSAT 5TM, LANDSAT 8OLI and SENTINEL 2 satellite images. The results show a cumulative loss of 2630.17 hectares of area covered by forests (BO), an increase of 121.6 hectares of urbanized areas (AU), an increase of 6431.4 hectares of transient crops (CT), an increase of 16708.64 ha of areas without or with low vegetation (AscPV), decrease in 20428.73 hectares of areas with herbaceous and / or shrub vegetation (AVHA) and decrease in 66.03 hectares of wet areas or bodies of water (AH). The main causes of the loss of the forest were the migratory agricultural expansion in small exploitation.

Keywords: Vegetation coverage; satellite images; supervised classification; Corine Land Cover (CLC).

I. INTRODUCCIÓN.

El cambio de uso actual de la tierra es: "Procedimiento por el cual se ubica e identifica, bajo criterios ambientales un área con cobertura boscosa que presentan capacidad de uso mayor (CUM) para cultivos anuales (comunicamazonia 2018)", el mundo en el 2017 perdió 15,8 millones de hectáreas de bosque tropical, mientras que entre los años 2017 y 2018, el Perú pasó de 155 mil 914 a 154 mil 766 de hectáreas perdidas de bosque amazónico (García 2019).

Estudios realizados en Tabasco (México) durante los años 1990 y 2000, en el que se clasificaron escenas del satélite Landsat MSS-de 1992-y Landsat ETM-del 2000, a partir de las cuales se generaron mapas de vegetación y uso del suelo basados en puntos de verificación, donde permitieron estimar que las tasas de cambio por pérdida anual se fueron 6.06% (selva de pucté) y 34.96% (selva de tinto); en tanto que la tasa de incremento anual fue de 1.15%(manglar), 0.72%(comunidades de hidrófitas) y 27.82%(pastizal) (Verónica et al., 2006)

Durante los años 1992 al 1997 la pérdida de la cobertura boscosa en el departamento de Alto Paraguay, fue de 80530.20 ha es decir de 16.106,04 ha anuales, para el periodo 1997 al 2002 la pérdida de la cobertura boscosa es de 423.281,70 ha, por su parte durante el periodo 2002 al 2007 la pérdida de la cobertura boscosa fue de 437.424,55 ha y para el periodo 2007 – 2012 fue de 1.138.709,46 ha con un promedio anual de 227.741,89 ha (García et al., 2017)

En un estudio realizado en Sierra Madrigal (Estado de Tabasco-México), se evaluó la distribución espacial y la tasa de transformación de la selva tropical en 3 642 ha de Sierra Madrigal desde 1973 hasta el año 2003; la selva tropical de ramón (*Brosimum nlicastrum*) y huapaque (*Dialium guianenese*) perdió el 80% de su distribución original en 30 años; determinándose que el fuego causa devastación formando vegetación secundaria (56%) y pastizales (10%) para el uso del ganado. (Salazar et al., 2004)

Según Cajacuri (2011), la tasa de deforestación en la microcuenca del río Supte (Tingo María) para el periodo 1990 a 20115 fue elevada y alarmante (34,80 ha por año), observándose que la agricultura migratoria de cultivos ilícitos desarrollada en la zona es la causa principal.

Estudios realizados en la provincia de Yauyos (Lima) durante los años 1997-2017, a través de datos satelitales y uso de los software SIG, Erdas Imagine y ArcGIS, determinaron que los cambios que se han dado en el uso de la tierra son negativos, se determinó que la cobertura vegetal permanente perdió 39492.3 ha (10.5% de la superficie total), mientras que la cobertura vegetal temporal ascendió en 41974.1 ha, (6% superficie total) y la cobertura vegetal rala y superficie desnuda ascendió a 31203.3 ha, (4.5% superficie total). (Alegre, 2017)

Haciendo uso de imágenes satelitales Cruz (2019) determinó que la microcuenca El Tingo (Luya, Amazonas) perdió del 8,39% (-343,48 ha) de la cubierta de bosques en 31 años (1987 – 2018), en el primer período (1987 – 2001), hubo una pérdida de 5,90% de la superficie de bosque y una tasa de deforestación anual de 0,43%, en el último período (2001 – 2018) la pérdida de cubierta de bosque se pasó al 2,65% y presentó una tasa anual de deforestación de 0,16%, debido a la expansión agropecuaria migratoria a pequeña escala (Cruz, 2019).

Según los hallazgos de estudios similares, es posible esperar que, debido a la constante pérdida y sustitución de bosque por cultivos transitorios y habilitación de áreas para agricultura (Brinceño et al., 2019), se estima que los bosques naturales del distrito de Pomahuaca (Jaén, Cajamarca) se encuentren en un estado avanzado de transformación y fragmentación; por ese motivo, en el presente estudio se analizan los cambios de cobertura boscosa y usos de la tierra en el distrito de Pomahuaca- provincia de Jaén para el periodo 2000 - 2019. Se trata de brindar información sobre la dinámica de cambios de la cobertura boscosa y usos de la tierra por su relación con la calidad de los servicios ecosistémicos del territorio; y la vulnerabilidad y riesgos a la que podrían estar expuestos las poblaciones locales.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar los cambios de cobertura boscosa y usos de la tierra en el distrito de Pomahuaca- provincia de Jaén; periodo 2000 - 2019.

2.2. Objetivos específicos.

- Elaborar mapas temáticos de uso de la tierra del Distrito de Pomahuaca, durante los años 2000 –2005–2010–2015– 2019.
- Comparar las variaciones del cambio de cobertura boscosa y usos de la tierra en el periodo de estudio con relación a lo ocurrido a nivel nacional.

III. MATEIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de la investigación empleada.

Por la Naturaleza de la metodología propuesta, desarrollada y objetivos planteados, la investigación es del tipo descriptivo correlacional y un diseño de investigación no experimental (campo y gabinete)

3.2. Materiales

3.1.1. Equipos

Receptor (GPS)

Cámara fotográfica

Laptop

3.1.2. Material cartográfico.

Imágenes satelitales Landsat y Sentinel.

Carta nacional del Perú 1: 100 000, capa (polígono) de los distritos obtenido del gobierno regional de Cajamarca, Base de datos ZEE Cajamarca.

3.1.3. Programas.

Tabla 1
Programas Utilizados.

SOFWARE	DESCRIPCIÓN
Google Earth Pro	Permite el acceso a terabytes de información que en la actualidad permite descargar imágenes de manera gratuita. Mejora aún más la resolución de las imágenes, incluye soporte telefónico, importación de sistemas de información geográfica (Google, 2019).
Programa ARCGIS	Software que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, es utilizado por personas para poner el conocimiento geográfico al servicio de la población. El sistema permite visualizar, analizar y presentar información extraída de imágenes satelitales (ESRI, 2019).

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Metodología.

Para determinar la variación de cobertura boscosa y usos de la tierra (VCBUT) en el periodo planteado, se adquirió imágenes Landsat 5TM (1999), Landsat 8OLI (2015) y Sentinel 2 (2019), luego se trabajó en 3 fases (figura 1), la clasificación se realizó teniendo en cuenta el nivel II de la leyenda Corine Land Cover-CLC, propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014).

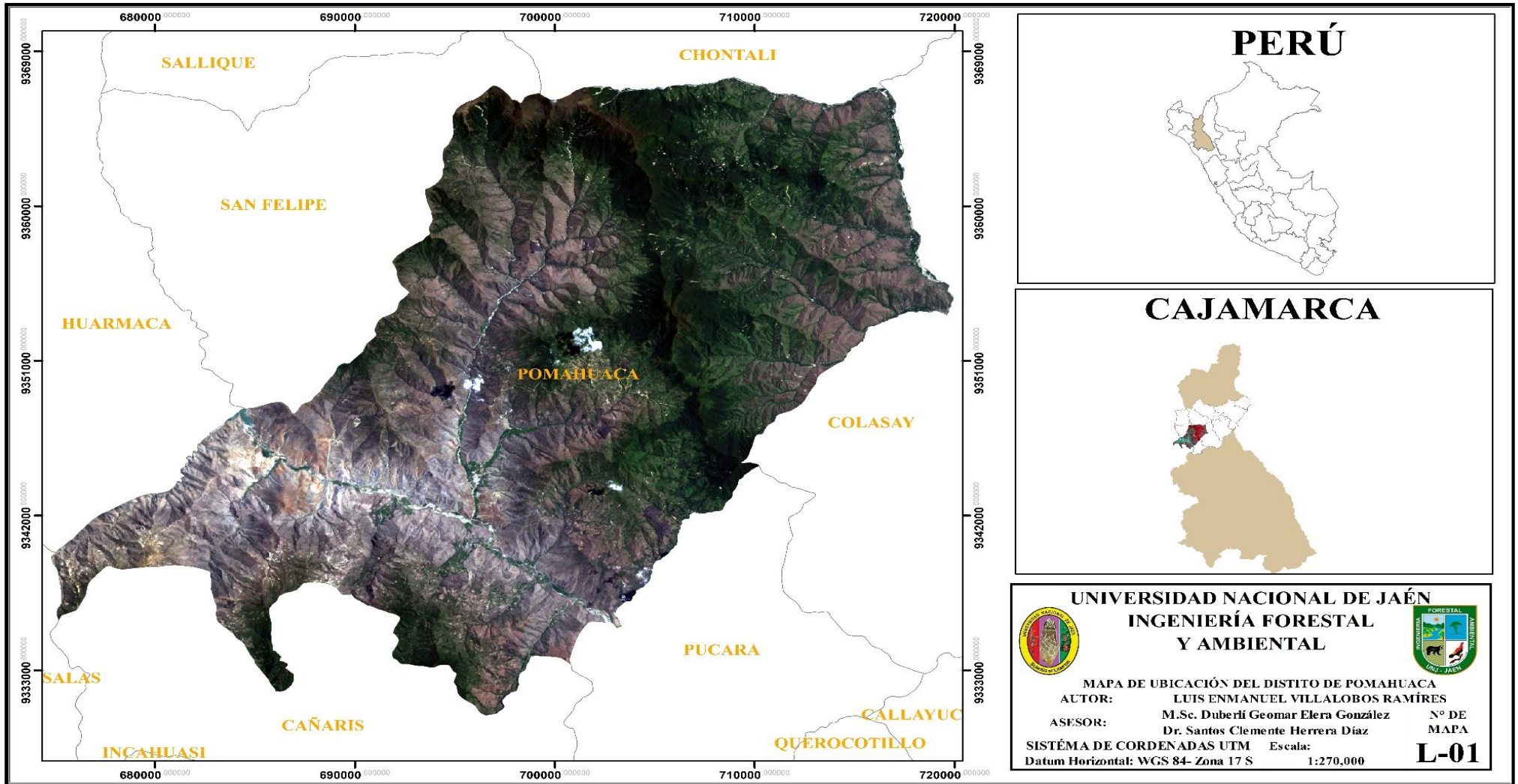
Para la elaboración de los mapas temáticos de la cobertura vegetal, se utilizó la metodología del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014), con modificaciones de acuerdo a los resultados del área de estudio.

3.3.1. Ubicación del área de estudio.

El distrito de Pomahuaca se extiende entre los 5°43' 0.9" y 6° 03' 18" latitud sur, y entre los 79° 25' 14" y 79° 0'49" Longitud Oeste, cubre una superficie de 81 170.9 hectáreas y una altitud media de 1075 msnm. Cuenta una población estimada de 10166 habitantes (MINSa, 2019), y una densidad poblacional de 11,39 hab/km² (INEI, 2017)

Límites:

- Por el Norte : Con el distrito de San Felipe y Chontalí.
- Por el Este : Con el distrito de Pucará.
- Por el Sur : Con el distrito de Cañaris.
- Por el Oeste : Con el distrito de Cañaris y Colasay.



Mapa N° 1. Ubicación del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Determinación de la cobertura vegetal

La clasificación de las imágenes para determinar las clases de cobertura vegetal para los años 2000, 2015 y 2019, se realizó en 3 fases: Fase inicial de gabinete, fase de campo y fase final de gabinete (figura 1).

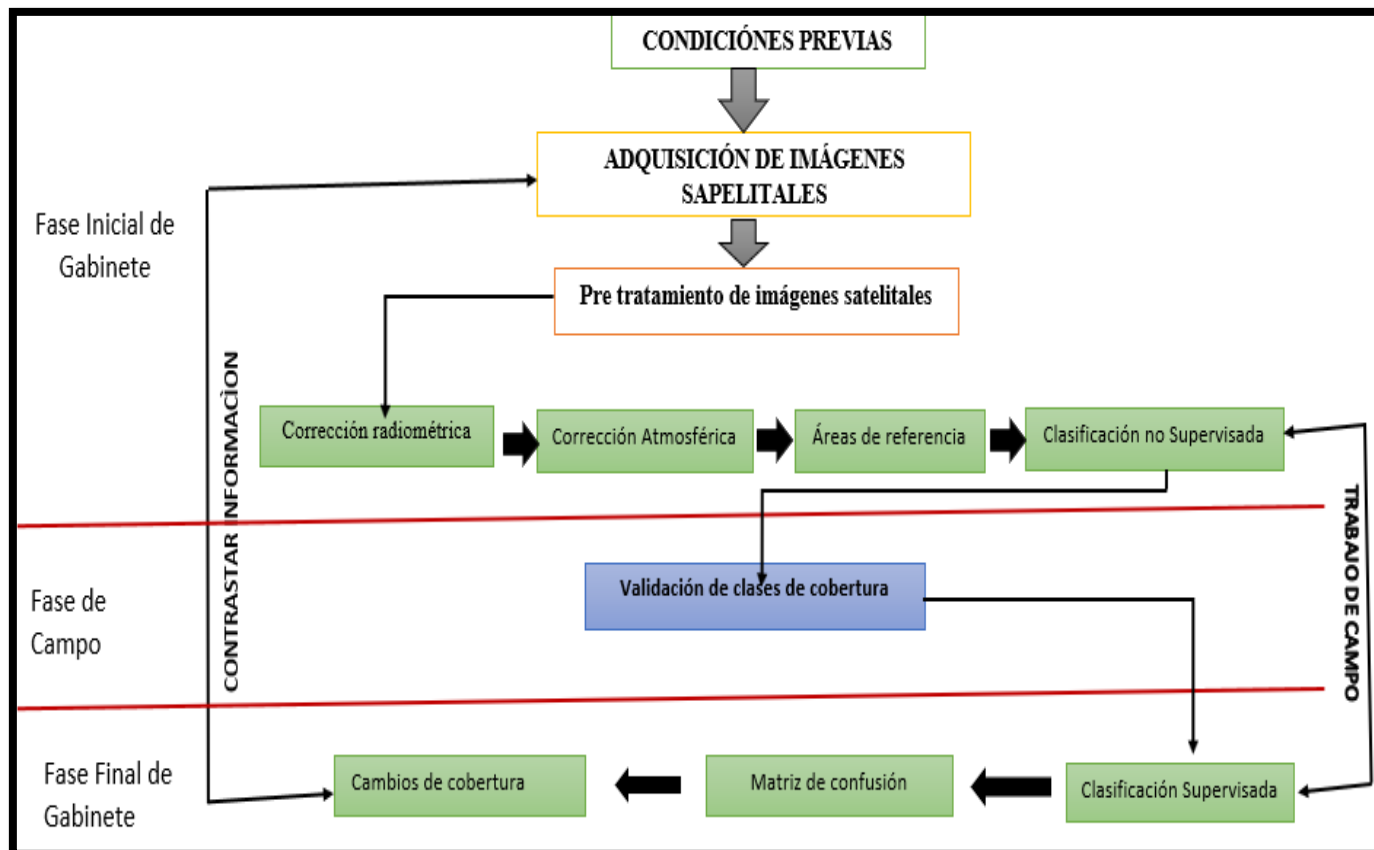


Figura 1. Esquema del proceso de clasificación para la representación categórica.

Fuente: Propia.

A. Fase inicial de Gabinete.

a). Obtención de imágenes.

Debido a la alta cobertura de nubes en las imágenes del año 2000, se trabajó con una imagen del Satélite Landsat 5 TM de diciembre del año 1999; ese mismo inconveniente se tuvo con imágenes para los años 2005 y 2010 por lo que se trabajó sólo con imágenes correspondientes a los años 1999 (LANDSAT 5TM), 2015 (LANDSAT 8OLI) y 2019 (Sentinel 2); en el caso de las Imágenes Sentinel 2 fueron necesarias dos imágenes para cubrir toda el área de estudio (Tabla 2).

Las cuatro (04) imágenes en mención fueron descargadas del sitio web <https://earthexplorer.usgs.gov/>, donde el *United State Geological Survey* (USGS) las dispone de forma gratuita.

Tabla 2
Datos de las imágenes descargadas

ID	Satélite	Bandas	Año	Fecha
LT05_L1TP_010064_19991224_20161215_01_T1	Landsat5	7	1999	24/12/1999
LC08_L1TP_010064_20150915_20170404_01_T1	Landsat8	11	2015	25/09/2015
S2B_MSIL2A_20191118T153619_N0213_R068_T17MPP_20191118T193510.SAFE	Sentinel	13	2019	18/11/2019
S2B_MSIL2A_20191118T153619_N0213_R068_T17MQP_20191118T193510.SAFE	Sentinel	13	2019	18/11/2019

Fuente: Elaboración Propia.

b). Re-proyección de imágenes satelitales:

Debido a que las imágenes descargadas del USGS están proyectadas para el hemisferio norte, fue necesario realizar la re-proyección de las mismas al hemisferio sur. En los tres casos. Las imágenes fueron re-proyectadas a la Zona 17S, Datum WGS84.

c). Preparación de la base de datos:

La capa vectorial del límite distrital de Pomahuaca descargada en formato *Shapefile* (.shp) de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN) fue utilizada para recortar todas las bandas de las imágenes satelitales para el área de estudio. Adicionalmente fue obtenida de fuentes oficiales del gobierno peruano, información vectorial en formato *Shapefile* (.shp) de la hidrografía y los centros poblados del distrito de Pomahuaca. La distancia euclidiana a la hidrografía y a los centros poblados en formato raster fue calculada a fin de poder incluirlas como variables para la clasificación de la cobertura vegetal.

d). Muestreo para la clasificación no supervisada.

La clasificación no supervisada, busca clases espectrales (o clústeres) en una imagen multibanda a partir de un muestro realizado por el analista.

El proceso de análisis previo al muestreo de los tipos de cobertura permitió establecer seis clases (tipos) de cobertura vegetal y usos de la tierra, teniendo en consideración la metodología de CORINE Land Cover adaptada para Perú (MINAM, 2014), estas clases fueron: 1) Áreas urbanizadas (AU), 2) Cultivos transitorios (CT), 3) bosques (BO), 4) Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (AVHA), 5) Áreas sin o con poca vegetación (AscPV) y 6) Áreas Húmedas continentales o cuerpos de agua (AH), además se identificó los pixeles Sombra (SO), con la finalidad de que estos no sean confundidos con algún tipo de cobertura vegetal. El proceso de muestreo descrito, permitió coleccionar una determinada cantidad de pixeles por cada tipo de cobertura (Tabla 3).

Tabla 3
Número de pixeles muestra por clase de cobertura para cada imagen.

CLASE	AÑO			
	1999	2015	2019	TOTAL
Áreas Húmedas Continentales	185	351	1786	2322
Cultivos Transitorios	712	2530	9720	12962
Áreas Urbanizadas	248	131	1043	1422
Sombras	184	242	3925	4351
Bosque	3002	36667	48279	87948
Áreas sin o con poca vegetación	2205	64117	78172	144494
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3623	8681	41476	53780
TOTAL	10159	112719	184401	307279

Fuente: Elaboración propia

B. Fase de campo.

El trabajo de campo se realizó con la finalidad de validar las muestras de entrenamiento que fueron seleccionadas para la clasificación supervisada, así mismo con la finalidad de contar con información que permita validar las imágenes ya clasificadas principalmente para verificar las zonas que presentaron mayor dificultad para su delimitación e identificación durante el proceso de interpretación de las imágenes de satélite.

a) Áreas urbanizadas.

Son espacios conformados por edificaciones, áreas verdes en una baja proporción y por redes de comunicación asociadas con ellas (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 55' 39". Longitud: 79° 17' 00"



Figura 2. Tejido urbano continuo del distrito de Pomahuaca

Fuente: Propia

b) Cultivos transitorios

Son aquellos cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año; es decir que después de la cosecha es necesario volver a sembrar para seguir produciendo, por ejemplo: maíz, arroz, papa, yuca. En el área de estudio se encuentran los siguientes cultivos: maíz (*Zea mays*), café (*Coffea Canepora*) y arroz (*Oryza sativa*) en su mayoría (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 56' 26". Longitud: 79° 15' 32"



Figura 3. Cultivos transitorios en el sector Patacón

Fuente: Propia

c) Bosque.

Vegetación arbórea con altura mayor a 5m. Cobertura mayor a 10%, considerándose también el umbral entre denso y abierto: 70% de cobertura (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 56' 31". Longitud: 79° 06' 39"



Figura 4. Bosque ubicado en el caserío de Sónдор

Fuente: Propia

d) Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

Son áreas que disponen de montes herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, que sucede a la regeneración del bosque natural (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 59' 46". Longitud: 79° 09' 59"



Figura 5. Pastos y áreas naturales en la parte baja del caserío Sónдор

Fuente: Propia

e) Áreas sin o con poca vegetación.

Comprende los territorios en las cuales vegetales no existen o escasea, compuesto principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por cobertura arenosa y afloramiento rocoso (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 55' 21". Longitud: 79° 18' 34"



Figura 6. Áreas sin o con poca vegetación en el sector Patacón

Fuente: Propia

f) Áreas Húmedas continentales.

Son espacios copados por agua o vegetación cubiertas de agua (MINAM, 2014)

Latitud: 5° 54' 04". Longitud: 79° 19' 49"



Figura 7. Represa El Limón.

Fuente: Elaboración propia

C. Fase Final de Gabinete.

a). Clasificación supervisada.

Con la información de las muestras de píxeles de acuerdo a las 6 clases de cobertura definidas se realizó la clasificación supervisada de cada imagen (1999 -2015 y 2019), mediante la aplicación del algoritmo *Maximum Likelihood Classification* disponible en el software ArcGIS®.

b). Matriz de Confusión.

Se elaboró una matriz de confusión (Chuvieco, 2002), sobre la cual se calcularon métricas de precisión (error de omisión y comisión), métricas para evaluar la exactitud a nivel de clases (exactitud del usuario y del productor) (Story & Congalton, 1986; MINAM, 2014), y la exactitud total observada, dividiendo la cantidad de puntos ubicados correctamente entre el total de puntos muestreados. El Índice Kappa (k , medida de la concordancia basada en las diferencias entre los datos de la clasificación y los de referencia; Congalton & Green, 2009) se obtuvo con la fórmula desarrollada por Congalton et al. (1983):

$$k = \frac{m \sum_{n=1}^r a_{nn} - \sum_{n=1}^r r_n a_{n+} - \sum_{n=1}^r r_n a_{+n}}{m^2 - \sum_{n=1}^r r_n a_{n+} - \sum_{n=1}^r r_n a_{+n}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde r es el número de filas en la matriz; a_{nn} el número de observaciones en la fila n y columna n ; a_{n+} , a_{+n} son el total de marginal de fila n y columna n , respectivamente, y m es el total de observaciones.

c). Cambios de Cobertura.

Habiendo obtenido los resultados y mapas de clasificación para cada año, se evidenciará los cambios de cobertura que existen en el área de estudio a lo largo del periodo de estudio.

IV. Resultados

4.1. Análisis multitemporal de la cobertura boscosa y uso de la tierra en el distrito de Pomahuaca, provincia de Jaén, periodo 2000-2019.







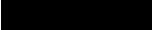
La presente investigación se realizó en un área total de 81170.9 hectáreas que forma el distrito de Pomahuaca, al cual actualmente está siendo intervenida por las diversas actividades agrícolas y agropecuarias que se practican, siendo en la parte alta el cultivo de café, ganadilla y en la parte baja el cultivo de arroz. La variación de la cobertura boscosa, se debe fundamentalmente a estas actividades, ya que ocasionan principalmente la pérdida de áreas boscosas del distrito.

4.1.1. Cambios de Cobertura.

Luego de realizar el análisis de las 3 imágenes satelitales utilizadas para la investigación, se obtuvieron 6 categorías de clasificación de cobertura y uso de la tierra (áreas Urbanizadas (AU), Bosque (BO), áreas con vegetación Herbácea y/o arbustivo (AVHA), Cultivos Transitorios (CT), Áreas sin o con poca vegetación (AscPV), Áreas Húmedas o cuerpos de agua (AH)), sombra (SO) las cuales han sido clasificadas en el Nivel II de Corine Land Cover adaptada para Perú. A partir de las categorías encontradas se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo (análisis multitemporal) en el distrito de Pomahuaca. En la tabla se muestra las categorías obtenidas de la clasificación:

Tabla 4

Categorías del uso actual de la tierra identificadas en el distrito de Pomahuaca

NIVEL I	NIVEL II	ABREVIATURA	PATRON
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	AU	
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	CT	
3. Bosque y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques	BO	
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	AVHA	
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	AscPV	
4. Áreas	4.1 Áreas Húmedas continentales	AH	
	Sombra	SO	

Fuente: Elaboración propia.

A. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 1999.

Para determinar la cobertura boscosa y los diferentes usos de la tierra en el año 1999, la clasificación de la imagen multispectral del satélite Landsat 5 TM del 24 de diciembre de 1999 fue clasificada en ambiente SIG, obteniéndose 15597.54 ha de bosques, 5278.74 ha de cultivos y 596.55 ha de áreas urbanas (Gráfico 1).

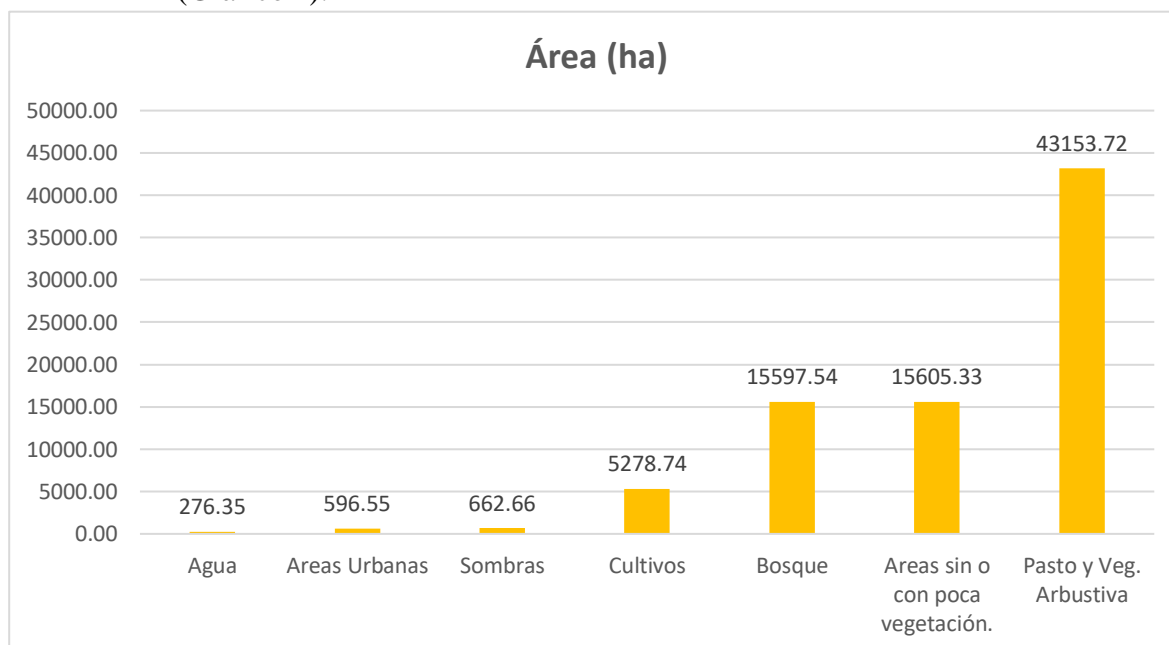
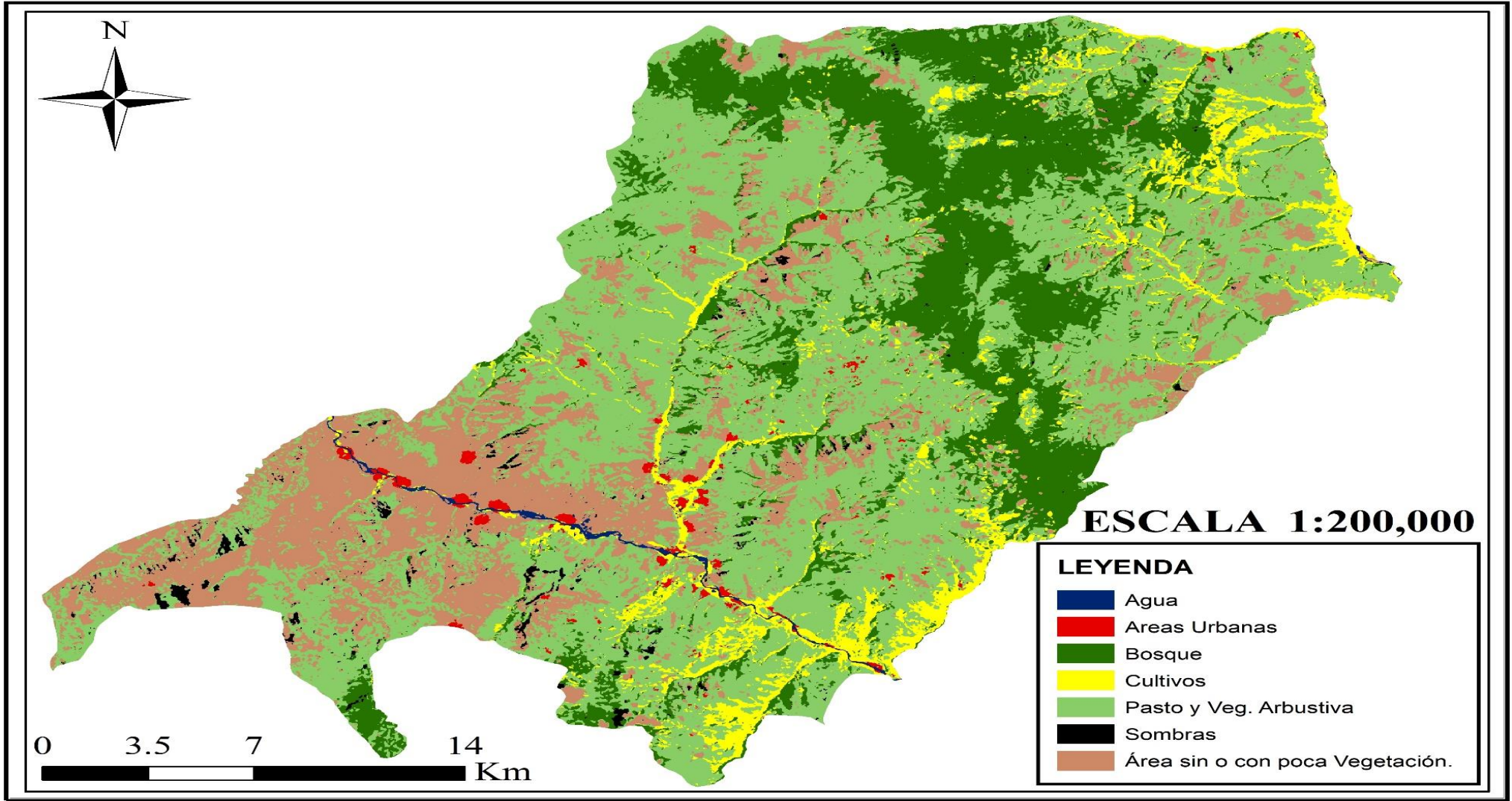


Gráfico 1. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 1999.

Fuente: Elaboración Propia.



Mapa N° 2. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 1999.

Fuente: Elaboración propia.

B. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2015.

En el año 2015 para determinar la cobertura boscosa y los diferentes usos de la tierra, una imagen multiespectral del satélite Landsat 8 OLI del 25 de octubre del 2015 fue clasificada en ambiente SIG, mediante la cual se determinó la disminución del bosque a 13753.35 ha, esto debido al incremento de cultivos agrícolas en 8319.69 ha (causado por la migración de la población a las partes altas que talaron bosques para cultivar en tierras nuevas), y al incremento de áreas urbanas a 676.71 ha (debido al incremento de la población 0.9% (Cajamarca) y 0.7% (Pomahuaca) (INEI, 2017)) (Gráfico 2).

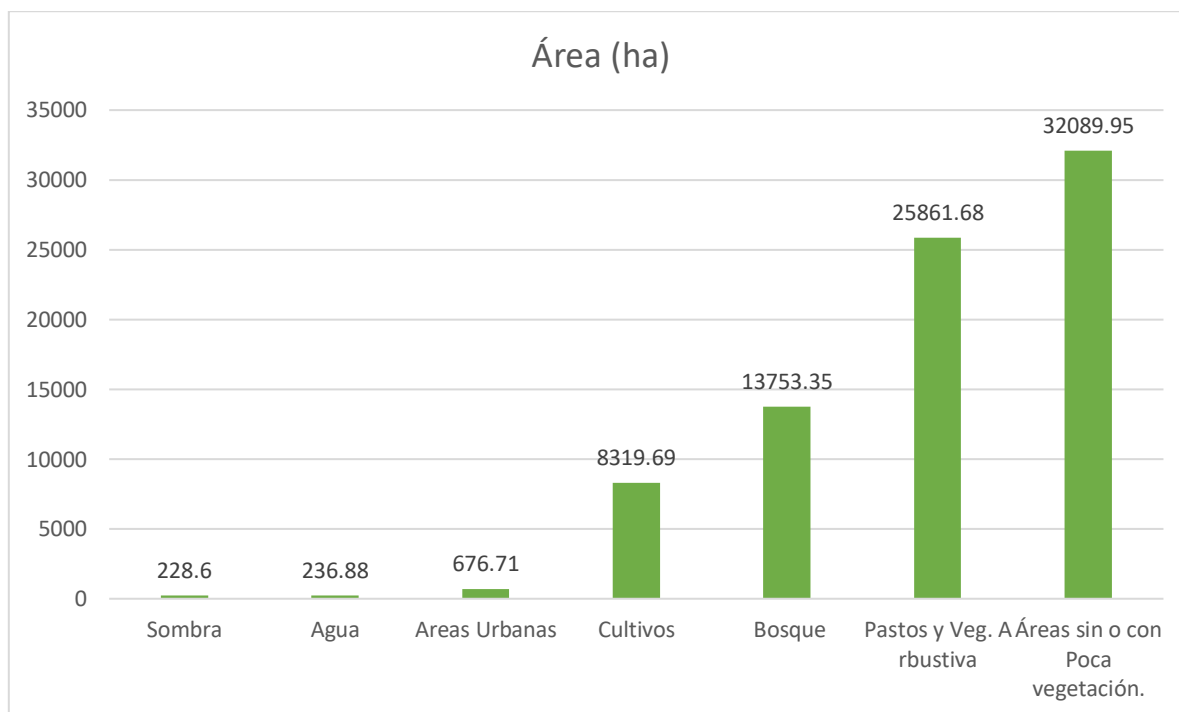
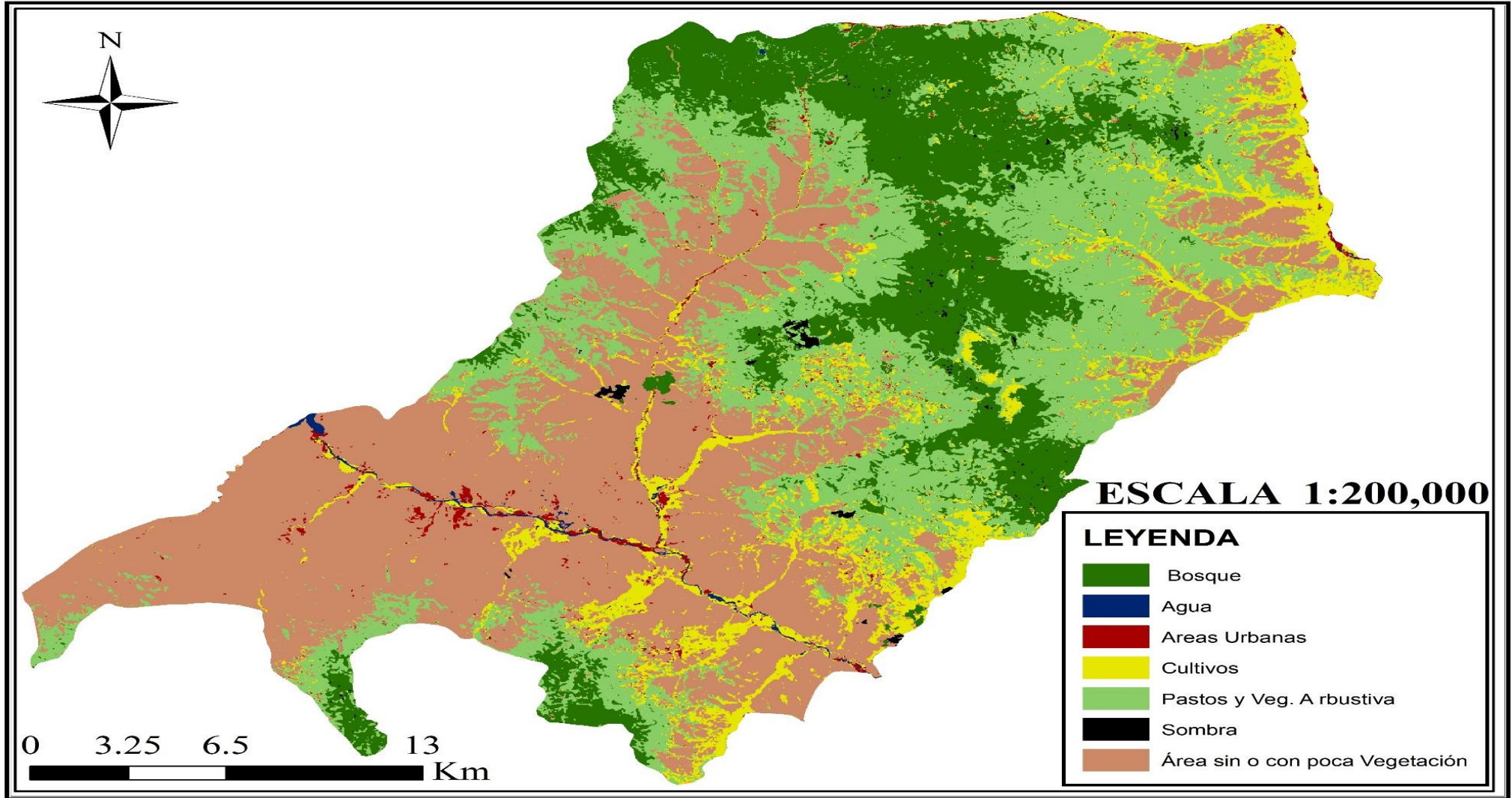


Gráfico 2. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 2015

Fuente: Elaboración Propia.



Mapa N° 3. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2015.

Fuente: Elaboración Propia.

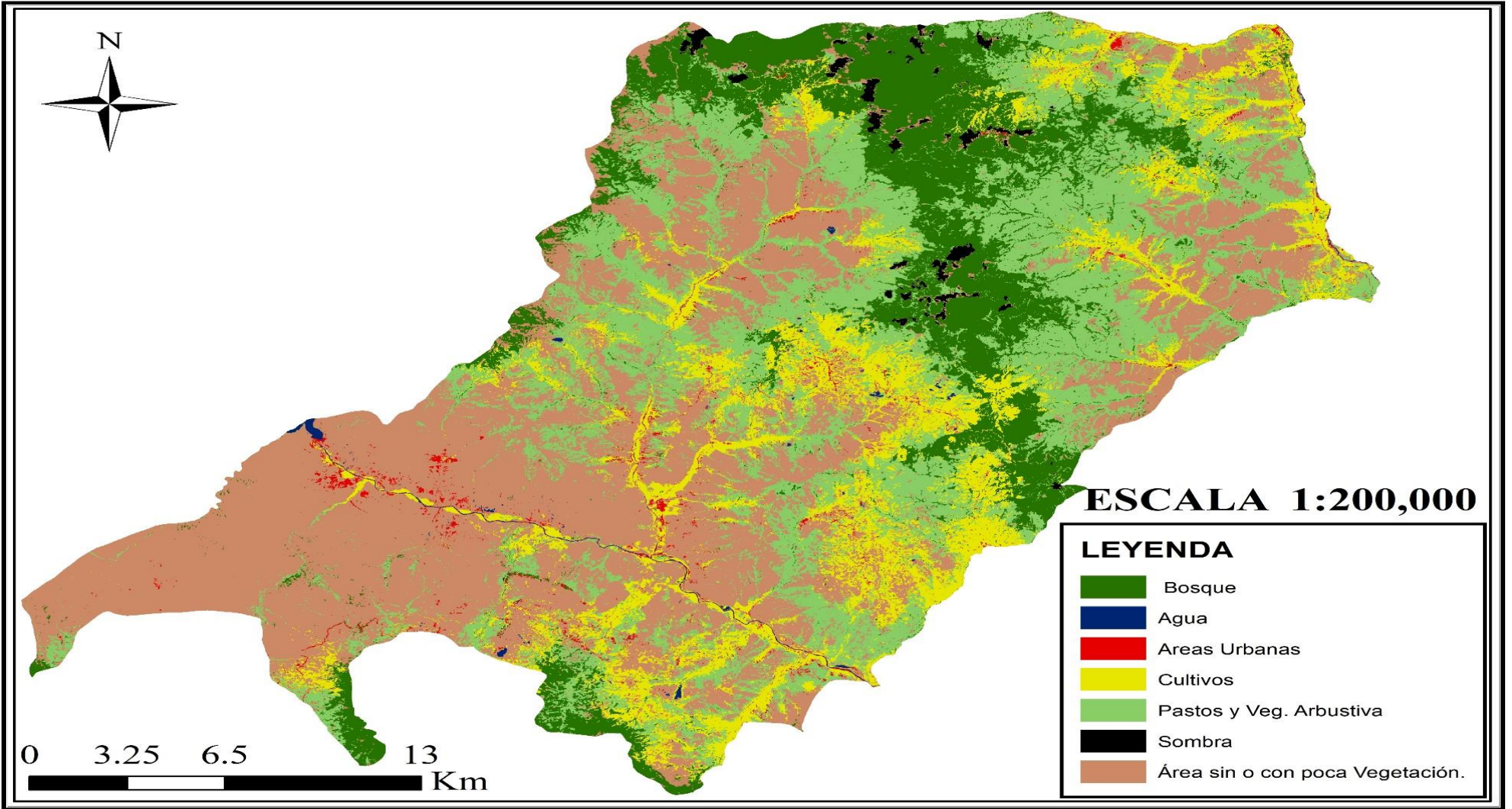
C. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2019.

Finalmente, la determinación de la cobertura boscosa y los diferentes usos de la tierra en el año 2019, se realizó a través de la clasificación de dos imágenes multiespectrales del satélite SENTINEL 2 del 18 de noviembre del 2019. En ese año se calculó una disminución del bosque a 12967.37 ha, presumiblemente debido a la renovación de tierras para cultivos agrícolas y pecuarios en 8319.69 ha (producto de la migración hacia zonas boscosas para cultivar en tierras nuevas y fértiles), y al incremento de áreas urbanas a 718.15 ha, (debido al incremento de la población 0.1% (Jaén) y 0.7% (Pomahuaca) (INEI, 2017)) (Gráfico 3).



Gráfico 3. Distribución en hectáreas la cobertura boscosa y usos de la tierra año 2019

Fuente: Elaboración Propia



Mapa N° 4. Cobertura Boscosa y usos de la tierra para el año 2019.

Fuente: Elaboración Propia

D. Cobertura Boscosa y usos de la tierra, periodo general (1999-2019).

En la figura 8 muestra los mapas (escala 1:500,000) donde se modela el patrón de distribución espacial de cobertura boscosa y uso de la tierra para los años 1999, 2015 y 2019, en el distrito de Pomahuaca. De las seis clases definidas se detecta un importante aumento del área de cultivos transitorios y áreas sin o con poca vegetación en el periodo de análisis, este cambio aparece debido a procesos de deforestación y expansión de cultivos agrícolas. Por su parte, la prevalencia de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, disminuyó gradualmente a medida que se dio la expansión áreas sin o con poca vegetación, y áreas urbanizadas.

Tabla 5
Cambios de Cobertura y Usos de la Tierra

CLASE	Área por tipo de cobertura (ha)		
	1999	2015	2019
Áreas Húmedas Continentales	276.35	236.88	210.32
Áreas Urbanizadas	596.55	676.71	718.15
Sombras	662.66	228.6	525.89
Cultivos Transitorios	5278.74	8319.69	11710.14
Bosque	15597.54	13753.35	12967.37
Áreas sin o con poca vegetación	15605.33	32089.95	32313.97
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	43153.72	25861.68	22724.99

Fuente: Elaboración propia

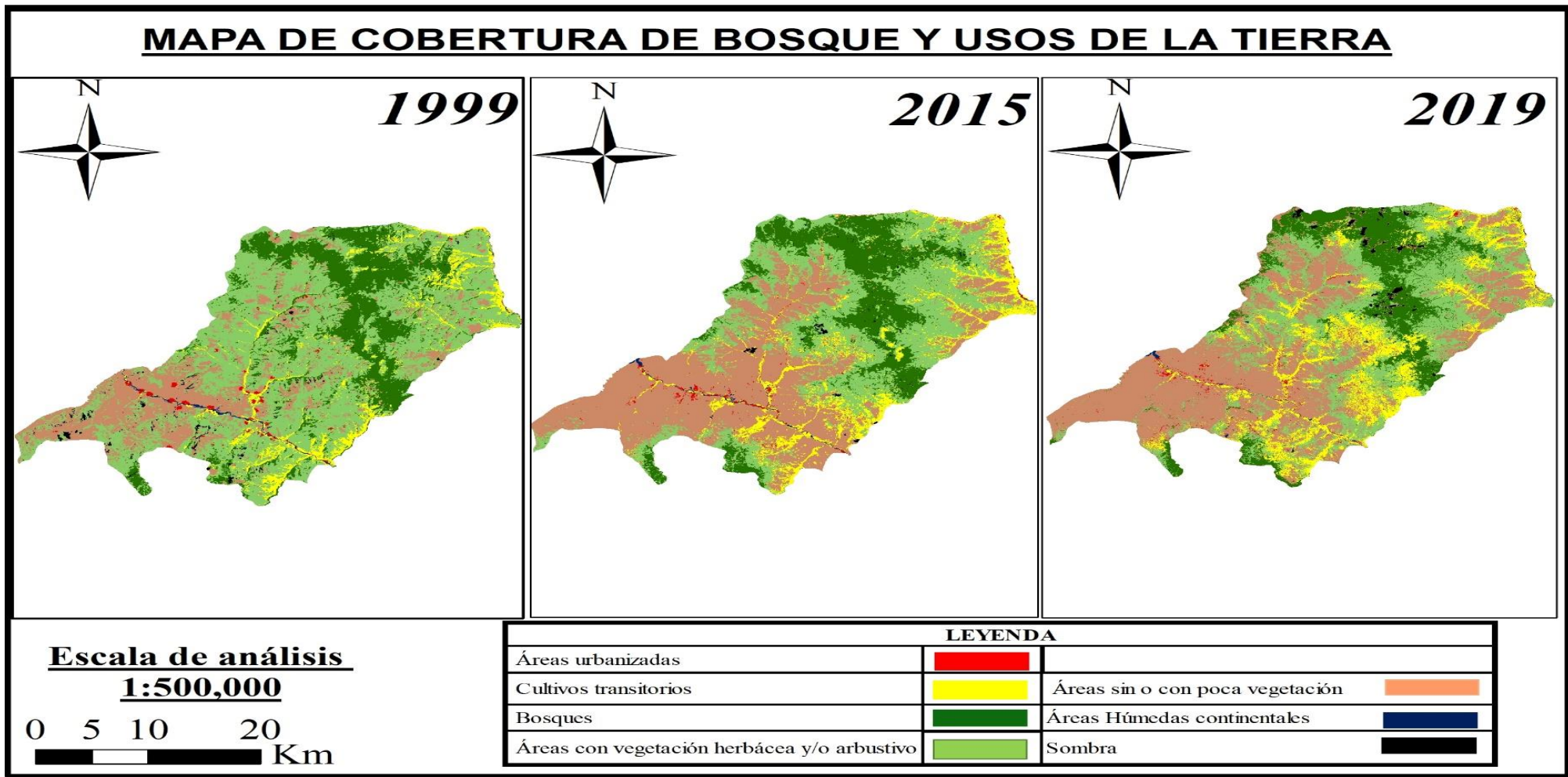


Figura 8. Variación de la cobertura boscosa y usos de la tierra en el distrito de Pomahuaca, desde el año (1999,2015 y 2019).

Fuente: Propia

En clasificación supervisada de imágenes, la importancia de la matriz de confusión radica en la capacidad de conocer conflictos entre clases (Chuvieco, 2002). De acuerdo a los resultados de este estudio, los principales problemas de clasificación surgen entre las clases AscPV y SO, donde 432900 de los 2137500 píxeles identificados en la clase AscPV corresponden realmente a SO, mientras que 94500 de los 2875500 píxeles identificados en la clase BO corresponden a AU. Estos errores de clasificación se deben a los valores espectrales que posee el suelo desde el sector Las Juntas hasta la represa El Limón. También surgen problemas entre las clases CT y BO; 6300 de los 178200 píxeles identificados en la clase CT corresponden a BO, y 246600 de los 2137500 píxeles identificados en la clase AscPV corresponden a AVHA. Esto se debe a una mínima diferenciación de los valores de reflectancia entre AVHA y AscPV, pues poseen densidades y características de vegetación similares, más aún cuando estas se desarrollan contiguamente.

El Índice de Kappa (k) de 0,78 indica una fuerza de concordancia muy buena en la clasificación (Landis & Koch, 1977)

Tabla 6

Matriz de Confusión para el año 1999

RESULTADO DE CLASIFICACIÓN	RESULTADOS DE REFERENCIA								Total	Exactitud usuario	Error comisión
	CLASE	AH	AU	SO	CT	BO	AscPV	AVHA			
	AH	173700	900	2700	0	0	900	0	178200	0.97	0.03
	AU	900	559800	9900	0	61200	0	48600	680400	0.82	0.18
	SO	900	4500	150300	0	0	45900	37800	239400	0.63	0.37
	CT	0	0	0	170100	6300	1800	0	178200	0.95	0.05
	BO	900	94500	900	65700	2656800	900	55800	2875500	0.92	0.08
	AscPV	1800	0	432900	0	0	1456200	246600	2137500	0.68	0.32
	AVHA	41400	186300	225000	1800	44100	26100	3005100	3529800	0.85	0.15
	Total	219600	846000	821700	237600	2768400	1531800	3393900	9819000		
Exactitud usuario	0.79	0.66	0.18	0.72	0.96	0.95	0.89	Exactitud Global=0.83			
Error Omisión	0.21	0.34	0.82	0.28	0.04	0.05	0.11	Índice Kappa=0.78			

Fuente: Elaboración propia (Imagen LANDSAT 5 TM)

En la imagen del año 2015, los principales problemas surgen entre las clases BO y SO, donde 463500 de los 32504400 pixeles identificados en la clase BO corresponden a SO, mientras que 728100 de los 57240000 pixeles identificados en la clase AscPV corresponden a AVHA, esto se debe a que frecuentemente están superpuestas o en transiciones de AVHA hacia AscPV. También surgen problemas entre las clases BO y AVHA, donde 1242900 pixeles identificados en la clase BO corresponden a AVHA y 1634400 de los 57240000 pixeles identificados en la clase AscPV corresponden a AU. Estos errores de clasificación se deben a los valores espectrales que posee el suelo desde el sector Las Juntas hasta la represa El Limón.

El Índice de Kappa (k) de 0.95 indica una fuerza de concordancia excelente en la clasificación (Landis & Koch, 1977).

Tabla 7

Matriz de Confusión para el año 2015.

RESULTADOS DE REFERENCIA												
RESULTADO DE CLASIFICACIÓN	CLASE	SO	Nube	AH	BO	AVHA	CT	AscPV	AU	Total	Exactitud Usuario	Error Comisión
	SO	189900	0	0	14400	0	900	0	0	205200	0.92	0.08
	Nube	0	599400	0	0	900	0	1800	900	603000	0.99	0.01
	AH	0	0	299700	900	900	9000	19800	2700	333000	0.9	0.10
	BO	463500	35100	900	30600900	1242900	96300	42300	22500	1242900	0.94	0.06
	AVHA	1800	27900	0	562500	6635700	335700	116100	2700	7682400	0.86	0.14
	CT	0	6300	21600	59400	320400	1672200	139500	5400	2224800	0.75	0.25
	AscPV	2700	25200	73800	0	728100	1091700	53684100	1634400	57240000	0.94	0.06
	AU	0	0	0	0	0	0	4500	125100	129600	0.97	0.03
	Total	657900	693900	396000	31238100	8928900	3205800	54008100	1793700	100922400		
Exactitud usuario	0.29	0.86	0.76	0.98	0.74	0.52	0.99	0.07		Exactitud Global=0.92		
Error Omisión	0.71	0.14	0.24	0.02	0.26	0.48	0.01	0.93		Índice Kappa=0.95		

Fuente: Elaboración propia (Imagen LANDSAT 8 OLI)

Finalmente, en año 2019 los principales problemas surgen entre las clases CT y BO, donde 29500 de los 1304600 pixeles identificados en la clase CT corresponden a BO, mientras que 165900 de los 3730200 pixeles identificados en la clase AVHA corresponden a CT, esto se debe a que estas clases están frecuentemente superpuestas o en transiciones de CT hacia AVHA. También surgen problemas entre las clases BO y AVHA, pues 175800 de los 2170200 pixeles identificados en la clase BO corresponden a AVHA y 421900 de los 568600 pixeles identificados en la clase AU corresponden a AscPV. Estos errores de clasificación se deben a los valores espectrales que posee la cobertura de la tierra desde el sector Las Juntas hasta la represa El Limón.

El Índice de Kappa (k) de 0.92 indica una fuerza de concordancia excelente en la clasificación (Landis & Koch, 1977).

Tabla 8

Matriz de Confusión para el año 2019.

RESULTADOS DE REFERENCIA												
RESULTADO DE CLASIFICACIÓN	CLASE	BO	SO	Nube	CT	AVHA	AH	AU	AscPV	Total	Exactitud Usuario	Error Comisión
	BO	1951800	300	100	42200	175800	0	0	0	2170200	0.90	0.10
	SO	0	383300	0	0	0	0	0	0	383300	1.00	0.00
	Nube	7000	3400	2747100	0	10900	0	3400	40200	2812000	0.98	0.02
	CT	29500	0	0	750600	486800	0	200	37500	1304600	0.58	0.42
	AVHA	40100	0	2000	165900	3424100	0	0	98100	3730200	0.92	0.08
	AH	0	0	0	100	0	188100	0	23600	211800	0.89	0.11
	AU	0	0	11800	20800	3000	1900	109200	421900	568600	0.19	0.81
	AscPV	1000	2900	26400	4200	75300	3000	14100	7207000	7333900	0.98	0.02
	Total	2029400	389900	2787400	983800	4175900	193000	126900	7828300	18514600		
Exactitud Usuario	0.96	0.98	0.99	0.76	0.82	0.97	0.86	0.92	Exactitud Global=0.90			
Error Omisión	0.04	0.02	0.01	0.24	0.18	0.03	0.14	0.08	Índice Kappa= 0.92			

Fuente: Elaboración propia (Imagen SENTINEL 2)

E. Tasas de cambio

La dinámica espacio temporal de las clases de cobertura y uso de la tierra para el distrito de Pomahuaca muestran una desaceleración en el proceso general de transformación del uso de la tierra en el periodo 2000-2019. En el gráfico 4 se observa de manera clara la relación inversa que siguen las clases de BO, AVHA y AH, frente a AU, AscPV y CT, estos últimos tuvieron un aumento considerable en extensión. La mínima pero notoria tasa de cambio de los AH es debido a la presencia de la Represa El Limón en el área de estudio.

En este estudio, se puede inferir que las tasas estimadas para los periodos P1 (1999–2015) y P2 (2015–2019) muestran una marcada dinámica de la VCBUT (tabla 9). Los cambios que se produjeron en el P1 fueron el incremento de las clases de uso CT 3040.95ha (57.61%), AU 80.16ha (13.44%) y AscPV 16484.62ha (105.63%). Por el contrario, se determinó pérdida de otras coberturas naturales como los BO -1844.19 ha (-11.82%), la reducción de AH-39.47ha (-14.28%) y AVHA -17292.04ha (-40.07%).

Las variaciones producidas en el P2 fueron el incremento de CT 3390.45 ha (40.75%), AU 41.44 ha (6.12%) y AscPV 224.02 ha (0.70%). Finalmente se determinó la pérdida de otras coberturas naturales como los BO -785.98 ha (-5.71%), la reducción de los AH -26.56ha (-11.21%) y AVHA -3136.69 ha (-12.13%).

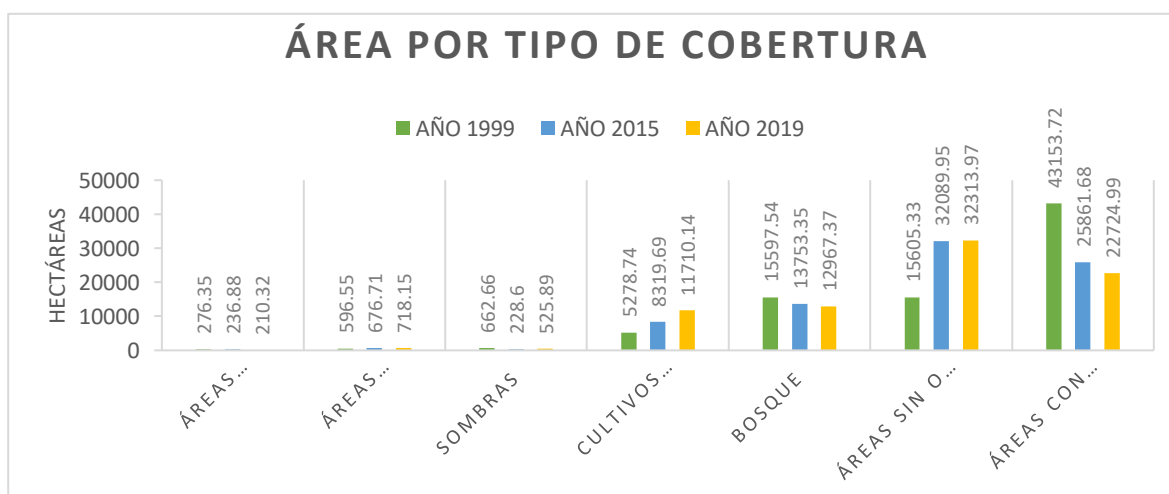


Gráfico 4. Cambios de Cobertura y Usos de la Tierra.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9
Diferencia de áreas por tipo de cobertura.

Clase	Diferencia de Áreas por tipo de cobertura (ha)			
	2015-1999	%	2019-2015	%
Áreas Húmedas Continentales	-39.47	-14.28	-26.56	-11.21
Áreas Urbanizadas	80.16	13.44	41.44	6.12
Sombras	-434.06	-65.50	297.29	130.05
Cultivos Transitorios	3040.95	57.61	3390.45	40.75
Bosque	-1844.19	-11.82	-785.98	-5.71
Áreas sin o con poca vegetación	16484.62	105.63	224.02	0.70
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	-17292.04	-40.07	-3136.69	-12.13

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIONES.

En el presente estudio, se determinó que el distrito Pomahuaca perdió 17.53% (2630.98 ha) de la cobertura boscosa en un periodo de 20 años (1999-2019), esta cifra supera lo determinado en la microcuenca El Tingo (Luya, Amazonas) (Cruz,2019), donde la pérdida fue de 8,39% (343,48 ha) de la cubierta de bosques en un periodo de 31 años (1987 – 2018). Cuando esta comparación se realiza por periodos de estudio, en el primer período (1999 – 2015), se tiene una pérdida de 11.82% de la superficie de bosque y en el periodo 2015-2019 la pérdida de bosque fue de 5.71%, ambos periodos con valores superiores de pérdida boscosa a lo estimado por Cruz (2019) en la microcuenca el Tingo (Luya, Amazonas) cuya pérdida boscosa fue de 5,90% y 2.65% en los periodos 1987 – 2001 y 2001-2018 respectivamente. En ambos casos la pérdida de áreas boscosas está relacionado de manera directa con el incremento de áreas agrícolas.

Los resultados obtenidos en este estudio (pérdida de 17.53% de la superficie boscosa), también son superiores a los determinados por Alegre (2017) en la provincia de Yauyos (Lima), donde hubo una pérdida de 39492.3 ha (10.5% de la superficie total) de cobertura vegetal permanente, además se determinó que las áreas sin o con poca vegetación se incrementaron en 17608.64 ha, por debajo de lo evaluado en la provincia de Yauyos (Lima) (Alegre, 2017), donde dicha clase de cobertura se incrementó a 31203.3 ha en un periodo de 10 años (1997-2017). Entre las causas posibles se puede mencionar, los incendios forestales y los procesos de erosión superficial por efectos de lluvias intensas, ambos como consecuencia de los graves desequilibrios ambientales que causa el cambio climático y que afecta a los diferentes ecosistemas alrededor del mundo.

Se puede afirmar que el distrito de Pomahuaca vive una acelerada alteración de la cobertura vegetal, pues la disminución en la cobertura boscosa es también mayor con relación a los resultados obtenidos en el estudio “Deforestación en la Amazonía peruana: índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG”, realizado por (Brinceño et al., 2019), en el que los principales cambios que se produjeron en el periodo 1987-2001 fueron el incremento de zona urbana (5,13%), pastos y

cultivos (3,85 %) y cuerpos de agua(0.02 %), debido a la pérdida de otras coberturas naturales como pajonal y herbazal (-0,39 %), y la reducción de los bosques con una tasa de cambio anual negativa de -0,65%. Así mismo, el mismo autor refiere que en el periodo 2001-2016, existió un incremento de las zonas urbanas (6,74 %) y pastos y cultivos en 4,50 %, en tanto que se determinaron pérdidas de pajonal y herbazal (-0,34 %) y bosque (-1,66%); valores inferiores a los obtenidos en este estudio.

Los resultados del presente estudio determinan que la tasa de deforestación anual en el distrito de Pomahuaca es de 131.5 ha año⁻¹, superior a la tasa de deforestación determinada por Cajacuri (2011) para el periodo 1990-2015 en la microcuenca del río Supte (Tingo María), cuyo valor fue de 34,80 ha año⁻¹. Observándose que la agricultura migratoria de cultivos transitorios desarrollada en el territorio es la causa principal.

En el distrito de Pomahuaca, se ha determinado que para el periodo en estudio (2000 – 2019), existe un incremento de la tasa de cambio anual de 1.01% para la clase AU, 6.09% para CT y 5.35% para AscPV; por el contrario, existe una disminución de la tasa de cambio anual en las clases AH (0.56%), BO (0.84%) y AVHA (2.36%); no obstante, a pesar de abarcar un periodo de 20 años, dichos valores son inferiores a los resultados obtenidos por Verónica et al. (2006) en el estado de Tabasco (México) durante los años 1990 y 2000, donde se estimó que las tasas de cambio por pérdida anual fueron de 6.06% en la selva de Puckté y 34.96% en la selva de Tinto; en tanto que la tasa de incremento anual fue de 1.15% para la cobertura tipo manglar, 0.72% para comunidades de hidrófitas y 27.82% para pastizal.

Con relación a la pérdida de la cobertura boscosa en la zona de estudio, se ha determinado que la pérdida total de bosques asciende a 2 630.17 ha, lo cual significa una tasa de deforestación de 131.5 ha año⁻¹, si bien no dejan de ser preocupantes, existen zonas en el mundo donde la pérdida boscosa es mucho mayor, incluso en periodos de tiempo más cortos, así por ejemplo, un estudio realizado en Alto Paraguay entre los años 1992 y 2012 la pérdida total de la cobertura boscosa fue de 503 811.85, es decir alcanzó una tasa de deforestación de 2 190.59 ha.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

Se analizó la variación de la cobertura boscosa y usos de la tierra entre los años 2000 y 2019, en el que se determinó la existencia de una alteración de la cobertura vegetal y los diferentes usos de la tierra.

La pérdida acumulada del área cubierta por la clase bosques (BO) asciende a un total de 2 630.17 ha, así mismo también se ha determinados disminución en las áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo (AVHA) y áreas húmedas o cuerpos de agua (AH), las cuales han perdidos 20 428.73 ha y 66.03 ha; por otro lado, se ha determinado incremento de las clases de cobertura: áreas urbanizadas (AU) con un total de 121.6 ha, cultivos transitorios (CT) con 6431.4 ha y áreas sin o con poca vegetación (AscPV), cuyo incremento ha alcanzado 16 708.64 ha. La expansión agrícola migratoria de pequeña escala se encuentra entre las principales causas de la perdida boscosa.

Se elaboraron mapas temáticos de cobertura de la tierra del distrito de Pomahuaca, para los años 2000, 2015 y 2019. En dichos mapas (figura 8) se puede apreciar la continua disminución de: área cubierta por bosques (generando la pérdida del oxígeno) , áreas con vegetación herbácea y arbustiva (mostrando alteración de los ecosistemas terrestres), y el incremento de las clases de cobertura cultivos transitorios (por cultivar en tierras nuevas y fértiles), áreas sin o con poca vegetación, ocasionando alteración del ecosistema que a su vez afecta el hábitat de las especies de flora y fauna.

El incremento de áreas urbanas se debe al incremento poblacional en el distrito (0.7% anual) , ya que fue necesario construir en áreas urbanas y algunos migrar a las partes altas.

6.2. RECOMENDACIONES.

Los estudios que analizan los cambios o alteraciones de la cobertura terrestre, son herramientas de planificación que deben ser tomados en cuenta por las autoridades responsables de la gestión territorial. En este caso, las autoridades y la población en general del distrito de Pomahuaca, cuenta con una herramienta que debe ser tomada en cuenta para los procesos de planificación territorial y uso responsable de la tierra, con la finalidad de asegurar la sostenibilidad del territorio, recuperando las condiciones ambientales en beneficio de las poblaciones locales, así como de la flora y fauna de la zona.

Estudios para determinar el comportamiento de las especies de flora y fauna son necesarios en todos los territorios donde ocurren cambios ambientales drástico; por lo que sería necesario complementar el presente estudio, determinar el comportamiento de migración, adaptación y/o extinción de especies.

Siendo los bosques de las partes altas de las cuencas, los principales afectados en los proceso del cambio de uso de la tierra, se recomienda realizar estudios de variación del caudal de las principales fuentes de agua, para determinar cual a sido el efecto de la pérdida de los bosques en relación a la disminución del recurso hídrico.

VII. REFERENCIAS

- Alegre, V. K. (2017). *Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal*. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10803>
- Anzil, F. (26 de 05 de 2010). *Recursos Naturales*. Obtenido de <https://www.econlink.com.ar/definicion/recursosnaturales.shtml> (Consultado el 27 de Ago del 2019)
- AreaCiencias.com. (06 de Marzo de 2018). *AreaCiencias.com*. Obtenido de AreaCiencias.com: <https://www.areaciencias.com/recursos-naturales.htm>
- Briceño, N. B. R., Castillo, E. B., Quintana, J. L. M., Cruz, S. M. O., & López, R. S. (2019). Deforestación en la Amazonía peruana: índices de cambios de cobertura y uso del suelo basado en SIG. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (81).
- Cajacuri, M. Á. (2011). *MEDICIÓN DE LA DEFORESTACIÓN MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN LA MICROCUENCA RÍO SUPTE, TINGO MARÍA – PERU*. Tingo María: GeoCiencia pública.
- Cecilia, P., Acosta, S., & Lara. (2008). *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra* - FAO. Dialnet, 50-53.
- Comunicamazonia. (25 de junio del 2018). *¿Qué es el cambio de tipo de uso de suelo en el Perú y cómo afecta la conservación de los Bosques Amazónicos?*. Obtenido de <http://comunicamazonia.com/que-es-el-cambio-de-tipo-de-uso-de-suelo-en-el-peru-y-como-afecta-la-conservacion-de-los-bosques>.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Congalton, R. G., Oderwald, R. G., & Mead, R. A. (1983). *Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques*. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 49(12), 1671–1678.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el Espacio*. Barcelona: Ariel Ciencia.
- CIAT. (2007). *Imágenes satelitales de GOES y NOAA*. . Lima - Peru.
- Cruz, A. D. (2019). *Evaluación de la dinámica multitemporal de los cambios de cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca El Tingo, Provincia Luya, Amazonas*,

- 1987–2018 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Amazonas.
- FAO. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Revista Internacional sobre bosques y actividades e industriales, 15-29.
- Franco, R. (2017). Composiciones Landsat en Arcgis. .
- García, D. F. (2019). El comercio. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/por-que-la-reduccion-de-la-deforestacion-en-la-amazonia-no-es-del-todo-una-buena-noticia-noticia/?ref=ecr>
- GARCÍA-CALABRESE, Monserrat Victoria et al. Análisis multitemporal del cambio de uso de la tierra en el Departamento de Alto Paraguay, Paraguay. *Investigación Agraria*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 93-100, nov. 2017. ISSN 2305-0683. Disponible en: <<http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/422>>. Fecha de acceso: 24 ene. 2020
- Gestión. (14 de Noviembre de 2016). *Minagri: Perú pierde 20782 hectareas de bosque al año por la deforestación*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/minagri-peru-pierde-120-782-hectareas-bosques-ano-deforestacion-120561-noticia/>
- IngeOexpert. (28 de Diciembre de 2018). *Clasificación de imágenes satelitales*. Obtenido de <https://ingeoexpert.com/blog/articulo/clasificaciones-de-imagenes-de-satelite/>
- Jeffrey G, M., Michel P, T., & Laura, R. (30 de Septiembre de 2019). NASA Landsat Science. Obtenido de <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/technical-information/>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). *An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers*. *Biometrics*, 363–374. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2529786>
- López, N. A. (Enero de 2017). “*Comparación del cambio de cobertura y uso de suelo a través de Sistemas de Información Geográfica en Acaxochitlán, Hidalgo*”.
- MINAM. (Febrero de 2014). *Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina*: Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Informe-final-de-Proyecto-Dinamica-de-los-Cambios-de-la-Tierra-CAN.pdf&ved=2ahUKEwj8oJaVyKTIAhWFtVkKHbfYBBUQFjAAegQIBR>

- MINAM. (2019). *BOSQUE EN TUS MANOS*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/programa-bosques/cuantos-bosques-hay-en-el-mundo-y-cual-es-su-impacto-economico/>
- ONU. (2015). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas.
- Osorio, L. P., Mas, J. F., Guerra, F., & Maass, M. (2015). *Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyuquilla, Guerrero, México*. *Investigaciones geográficas*, 88, 60–74. URL: <https://doi.org/10.14350/rig.43853>
- Romero, F. S. (2006). *La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental*. *Revista AquaTIC*, nº 24, 13-41.
- Ruiz, V. (2014). *Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011*. Nicaragua.
- Salazar Conde, E. D. C., Zavala Cruz, J., Castillo Acosta, O., & Cámara Artigas, R. (2004). *Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003)*. *Investigaciones geográficas*, (54), 7-23.
- Sierra, Y. P. (12 de Noviembre de 2018). Obtenido de MONGABAY LATAM: <https://es.mongabay.com/2018/11/peru-bosques-primarios-deforestacion/>
- Story, M., & Congalton, R. G. (1986). *Accuracy assessment: a user's perspective*. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, 52(3), 397–399.
- Vasquez, P. (2005). *Evaluación de los bosques de protección "Montañas de Manta"(Jaén) y "El Chaupe-Cunía-Chinchiquilla-El Tunal"(San Ignacio), Departamento de Cajamarca*. Lima.
- Verónica Guerra Martínez, Susana Ochoa Gaona. (2006). *Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000)*. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188, Núm. 59, 7-25*.

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado salud, fuerzas, sabiduría y así poder culminar mis estudios universitarios muy satisfecho en esta etapa de mi vida, a mis padres Master Villalobos Llanos y Sara Ramírez Cruz por ser el pilar fundamental de lo que soy, por haberme acompañado hasta estos momentos, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron y por todos los valores que me inculcaron en mi diario caminar, a mis hermanos Caleb Villalobos Ramírez , Abner Eliú Villalobos Ramírez, a mi tía Manuela Ramírez Cruz y abuelo Luis Esposorio Ramírez Díaz, por haberme aconsejado, guiado y acompañado hasta estos momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional De Jaén,
por haberme dado la oportunidad de
formarme como profesional.

A la carrera profesional de Ingeniería
Forestal y Ambiental de la Universidad
Nacional de Jaén, por otorgarme los
conocimientos compartidos a través de
sus docentes y así haberme formado como
profesional.

Al M.Sc. Duberlí Geomar Elera
González, ya que, a pesar de su ardua
labor profesional, me brindó su apoyo en
la codirección del presente trabajo de
tesis.

A mis familiares y amigos por haberme
apoyado siempre: tanto en mis estudios
como en mi vida personal, brindándome
consejos como momentos de alegría
inolvidables.

ANEXOS

Anexo A. Leyenda Corine Land Cover adaptada para Perú

Nivel I	Nivel II
1. Áreas Artificiales	1.1. Áreas urbanizadas
	1.2. Áreas industriales e infraestructura.
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras.
	1.4. Áreas verdes artificiales, no agrícolas.
2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios.
	2.2. Cultivos permanentes.
	2.3. Pastos.
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1 Bosques.
	3.2. Bosques plantados.
	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo
4. Áreas húmedas	3.4. área con sin o poca vegetación
	4.1. Áreas húmedas
5. Superficies de agua	4.2. Áreas húmedas costeras
	5.1. Aguas continentales
	5.2. Aguas costeras

Fuente: (MINAM, 2014)

Anexo B. Comparación de los usos de la tierra.

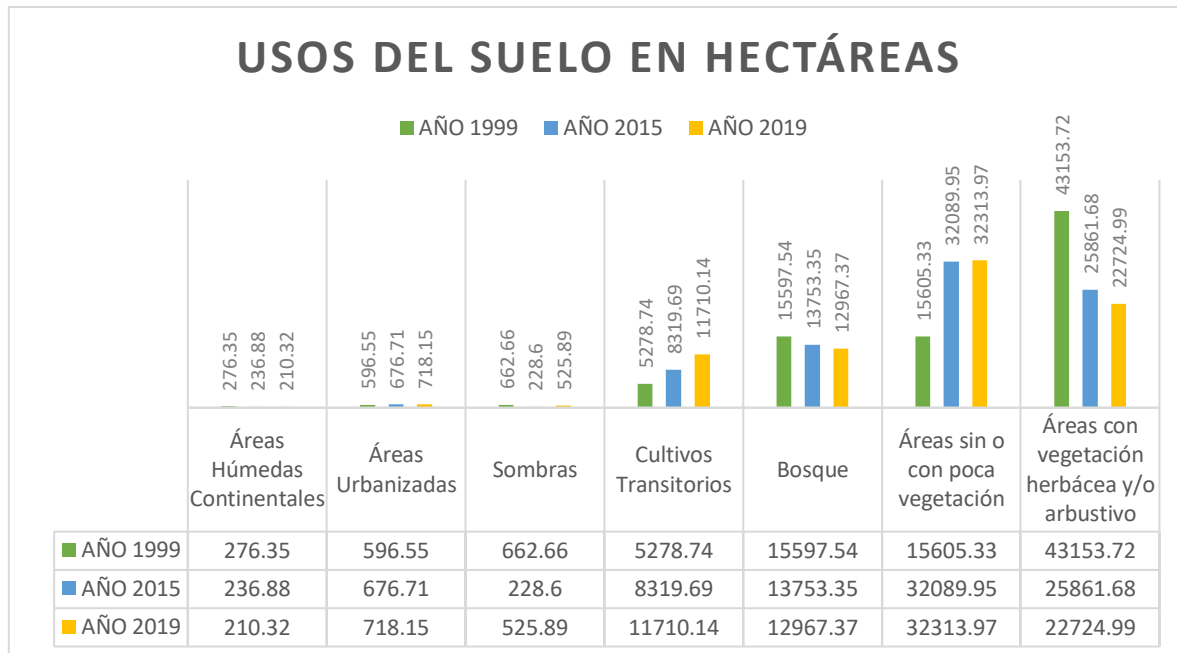


Gráfico 5. Comparación de los usos de la tierra.

Fuente: Elaboración propia

Anexo C. Imágenes fotográficas.



Figura 9. Represa El Limón.



Figura 10. Pastos y vegetación arbustiva cerca de Sónдор.

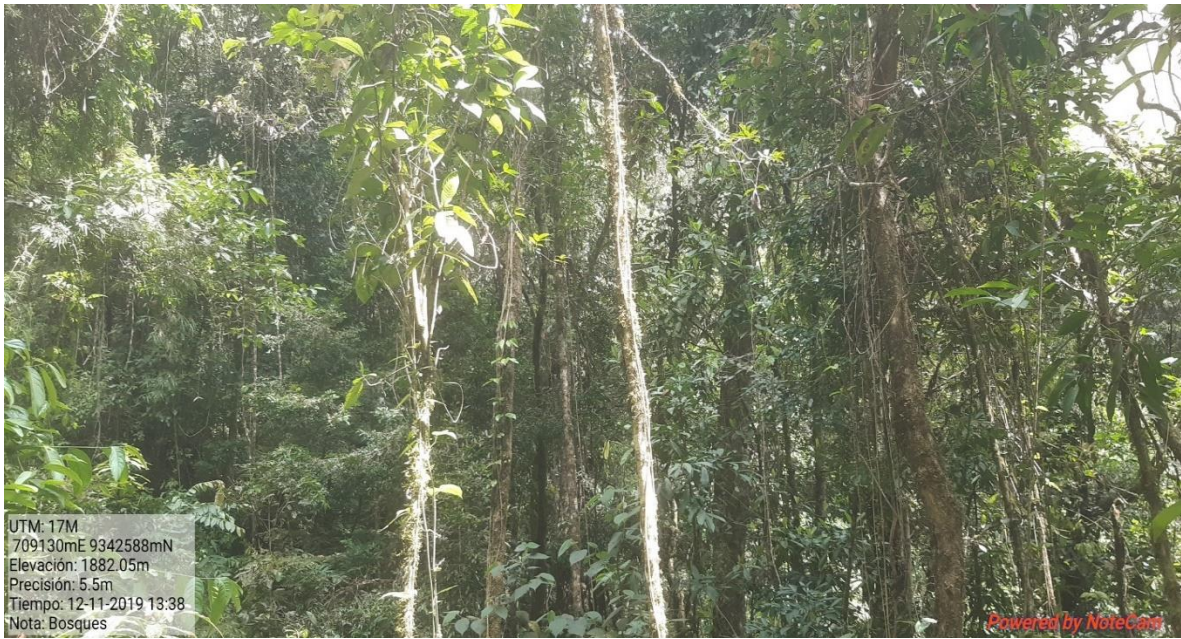


Figura 11. Bosque Manta (Sóndor).



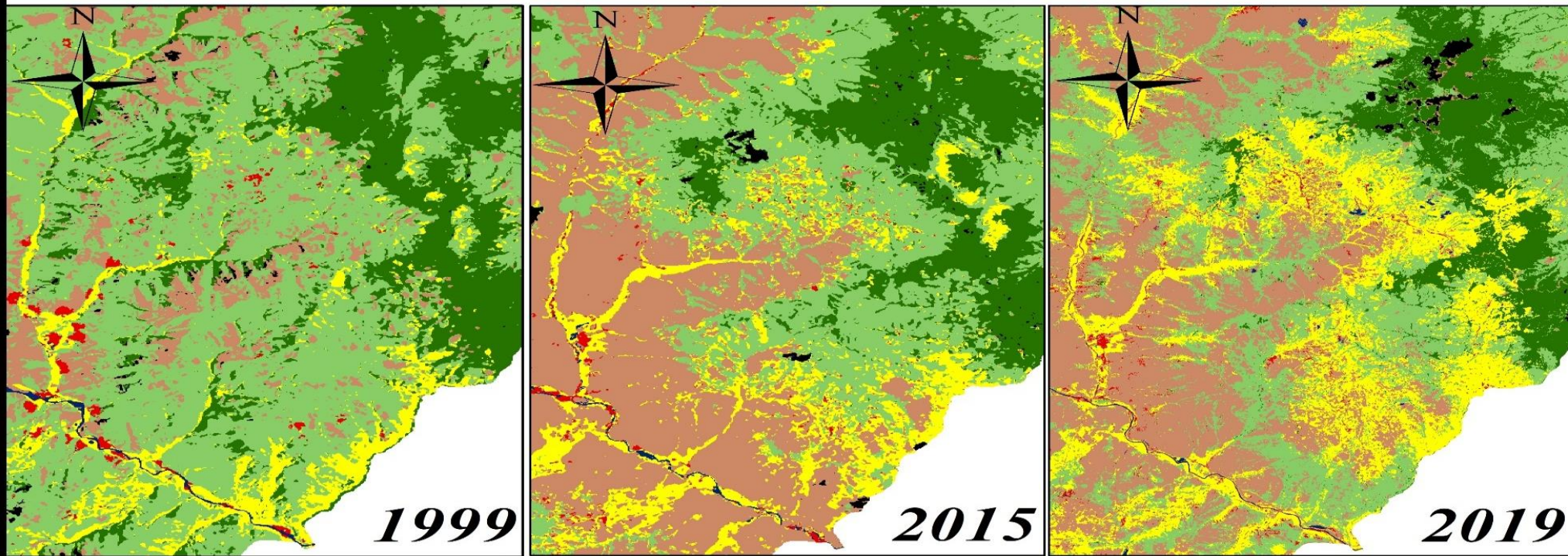
Figura 12. Cultivos Transitorios por Patacón



Figura 13. Áreas Urbanas (distrito de Pomahuaca)

Anexo D. Mapa de variación: incremento de cultivos.

MAPA DE VARIACIÓN: INCREMENTO DE CULTIVOS



Escala de análisis
1:160,000



LEYENDA

Áreas urbanizadas		Áreas sin o con poca vegetación	
Cultivos transitorios		Áreas Húmedas continentales	
Bosques		Sombra	
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo			

Figura 14. Mapa de variación de cobertura boscosa y usos de la tierra: incremento de cultivos.

Fuente: Elaboración Propia.