



UNAP

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**INFLUENCIA DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN LA
TEMPERATURA SUPERFICIAL EN EL DISTRITO PADRE ABAD, PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES**

AUTORA:

MARÍA POLET MARÍN PÉREZ

ASESOR:

JOSÉ DAVID URQUIZA MUÑOZ, MSc

Iquitos, Perú

2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 887

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la bachiller MARIA POLEY MARIN PÉREZ, titulada: "INFLUENCIA DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN EL DISTRITO PADRE ABAD, PERU", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

La declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

MUY BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificada:


APTO


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

Iquitos, 18 de julio 2019


Ing. RODIL TELLO ESPINOZA, Dr.
Presidente


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Miembro


Ing. RICHA RIOS ZUMAETA, Dr.
Miembro


Ing. JOSE DAVID URQUIZA MUNOZ, M.Sc.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!
"Cofradía Honoraria 'Bosques Alexander' San Juan, Ecuador - 2008"

MIEMBROS DEL JURADO



ING. RODIL TELLO ESPINOZA, DR.

CIP 27840

Presidente



ING. RICHER RÍOS ZUMAETA, DR.

CIP 50411

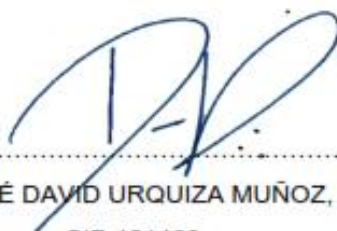
Miembro



ING. RONALD BURGA ALVARADO, DR.

CIP 45725

Miembro



ING. JOSÉ DAVID URQUIZA MUÑOZ, MSc

CIP 181468

Asesor

DEDICATORIA

Dedico este logro al Ser Supremo nuestro Dios, por darme la fuerza, la fe y el poder para seguir adelante.

A mis padres:

Henry y Sandra, por haber invertido su amor, tiempo para realizarme como profesional y persona con grandes valores para lograr cada uno de mis sueños.

A mis queridos

hermanos:

Laura y Junior, por el apoyo incondicional, por haber depositado en mí la confianza y su gran amor hacia mi persona.

A mi abuelita Lourdes, por los buenos consejos y momentos dificultosos ante la vida. Porque espero seguir siendo un modelo respetable a seguir.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), por el apoyo necesario para obtener mi título profesional.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) por ofrecerme y brindarme la información y datos para la ejecución de mi investigación.

Al Ing. David Urquiza Muñoz asesor de la investigación, por ser un buen mentor en cada uno los procesos de elaboración del proyecto, por su tiempo, paciencia y virtud de enseñanza.

Al Ing. Juan José Palacios Vega co-asesor de la investigación en el IIAP, agradecerle de manera especial y sincera por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigadora y profesional.

A mis colegas Julinho Benavides Ríos, Elmer Méndez Torres, Diego Aguilar Flores, GeanCarlo Cohello Huaymacari; por la amistad, apoyo moral, emocional, aportes científicos y colaboración.

Al proyecto “Evaluación de la Dinámica del Cambio de la Cobertura y Uso de la Tierra Distrito de Padre Abad, Departamento de Ucayali, Perú” y a los integrantes del grupo de investigación, en especial al Blgo. Ricardo Zárate Gómez y al Blgo. Pedro Pérez Peña por su enseñanza brindada en la tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Cambio de uso de la tierra	3
1.1.2. Tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación	4
1.1.3. Agricultura.....	5
1.1.4. Pastizales.....	5
1.1.5. Bosque secundario	6
1.1.6. Bosque secundario para la agricultura.....	6
1.1.7. Efectos del cambio climática.....	7
1.1.8. Cobertura de la tierra	7
1.1.9. Uso de la tierra o suelo	8
1.1.10. Temperatura superficial	9
1.1.11. Emisividad.....	10
1.1.12. Reflectividad	11

1.1.13.	Radiancia	12
1.1.14.	Cuerpo Negro	12
1.1.15.	Deforestación	13
1.1.16.	Factores que determinan el uso de la tierra.....	15
1.1.17.	Temperatura	16
1.1.18.	Teledetección.....	17
1.1.19.	Imágenes Satelitales.....	18
1.2.	BASES TEÓRICAS	19
1.3.	DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS	20
II.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	24
2.1	Hipótesis de la investigación.....	24
2.1.1.	Hipótesis General	24
2.1.2.	Hipótesis Alterna.....	24
2.1.3.	Hipótesis Nula	24
2.2.	Variables y su operacionalización	24
III.	METODOLOGÍA	26
3.1.	Área de estudio.....	26
3.2.	Diseño muestral.....	26
3.3.	Procedimiento de recolección de datos	29
IV.	RESULTADOS.....	36

V.	DISCUSIÓN	56
VI.	CONCLUSIONES	61
VII.	RECOMENDACIONES	63
VIII.	FUENTES DE INFORMACIÓN	64
	ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Variables, indicadores e índices.....	25
Cuadro 2. Constantes térmicas para Landsat 5.....	31
Cuadro 3. Constantes térmicas para Landsat 8.....	32
Cuadro 4. Bandas térmicas para Landsat 5.....	32
Cuadro 5. Bandas térmicas para Landsat 8.....	32
Cuadro 6. Valores de emisividad para cada clase de cobertura de la tierra	33
Cuadro 7. Clases de cobertura y uso de la tierra del área de estudio	37
Cuadro 8. Porcentaje de hectáreas de los cambios de usos de la tierra	39
Cuadro 9. Variación térmica superficial entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad	44
Cuadro 10. Cambio de uso de la tierra con la temperatura superficial del distrito de Padre Abad	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de Padre Abad.....	28
Figura 2. Mapa de cobertura y uso para el año 2010	40
Figura 3. Mapa de cobertura y uso para el año 2016	41
Figura 4. Mapa de cobertura y uso de la tierra para el año 2010 generalizado a cinco clases.....	42
Figura 5. Mapa de cobertura y uso de la tierra para el año 2016 generalizado a cinco clases.....	43
Figura 6. Mapa de temperatura superficial de la tierra año 2010 del distrito de Padre Abad	46
Figura 7. Mapa de temperatura superficial de la tierra año 2016 del distrito de Padre Abad	47
Figura 8. Comportamiento térmico en el año 2010 del distrito Padre Abad .	52
Figura 9. Comportamiento térmico en el año 2016 del distrito Padre Abad .	53
Figura 10. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito Padre Abad.....	53
Figura 11. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad.....	54
Figura 12. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad.....	54
Figura 13. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad.....	54
Figura 14. Mapa de ubicación de transectos en cuatro sectores.....	72
Figura 15. Imagen de satélite Landsat 5 del año 2010	73
Figura 16. Imagen de satélite Landsat 8 del año 2016	74

RESUMEN

Se evaluó la influencia de la cobertura y uso de la tierra en relación con la temperatura superficial de la tierra (TST) en el distrito de Padre Abad, departamento de Ucayali. Se recopiló en la Amazonia Peruana información histórica de cobertura y uso de la tierra (CUT) del área de estudio de los años 2010 y 2016 y utilizando imágenes de satélite Landsat TM 5 y Landsat 8 OLI/TIRS. Se registraron un total de cinco categorías de cobertura y uso de la tierra (áreas agrícolas, áreas arenosas naturales, áreas artificializadas, bosques y superficie de agua) para ambos años.

En el periodo de los años 2010 al 2016 la categoría de áreas artificializadas aumentó en 111,33% de ha y con un aumento de temperatura superficial hasta en 1,83 °C, siendo la categoría de cobertura y uso de la tierra más representativa de todo el área de estudio.

En cuanto a uso de la tierra el de mayor aumento se mostró en el tejido urbano continuo con un 75,03% de ha del total del área y con un aumento de temperatura superficial hasta en 2,7 °C, el uso de áreas arenosas naturales se incrementó hasta al 5,1°C, siendo el uso de mayor incremento de temperatura superficial.

Se identificaron relaciones negativas entre los índices de la TST, y se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre tipos de coberturas y usos de la tierra.

Se concluye que las áreas arenosas naturales pueden tener mayor capacidad para ayudar al calentamiento de la superficie a diferencia de las áreas artificializadas y, que los cultivos de palma, plátano, café, pasto, áreas agrícolas heterogéneas que se asemejan a los bosques y plantaciones en la capacidad de enfriamiento.

Palabras claves: cobertura y uso de la tierra, temperatura superficial de la tierra (TST), Landsat TM 5 y TM 8 OLI/TIRS.

ABSTRACT

The influence of land cover and use in relation to the surface temperature of the earth (TST) in the district of Padre Abad, department of Ucayali, was evaluated. Historical information on land cover and use (CUT) of the study area of the years 2010 and 2016 was collected in the Peruvian Amazon and using Landsat TM 5 and Landsat 8 OLI / TIRS satellite images. A total of five categories of land cover and use (agricultural areas, natural sandy areas, artificial areas, forests and water surface) were recorded for both years.

In the period from 2010 to 2016 the category of artificial areas increased by 111.33% ha and with an increase in surface temperature up to 1.83 °C, being the most representative land cover and use category of The whole study area.

In terms of land use, the highest increase was shown in the continuous urban fabric with 75.03% ha of the total area and with an increase in surface temperature up to 2.7 °C, the use of sandy areas Natural increased to 5.1 °C, with the use of a greater increase in surface temperature.

Negative relationships were identified between the TST indices, and significant differences ($p < 0.01$) were found between land cover types and land uses.

It is concluded that natural sandy areas may have greater capacity to help surface warming unlike artificialized areas and that palm, plantain, coffee, grass, heterogeneous agricultural areas that resemble forests and plantations in cooling capacity.

Keywords: land cover and use, earth surface temperature (TST), Landsat TM 5 and TM 8 OLI / TIRS.

INTRODUCCIÓN

La influencia de la cobertura de los bosques en la Amazonía peruana están muy relacionadas con el aprovechamiento sostenible de recursos naturales, la valoración de la diversidad biológica y el patrimonio natural son aspectos que forman parte de las líneas en el sector del medio ambiente y que llegan a tener alcances con la agricultura, el aspecto forestal, entre otros (MINAM, 2015, p. 62).

El uso de la tierra es la respuesta de acciones que los seres humanos o la sociedad han ido generando, con cambios en las condiciones biofísicas o el de la sociedad. Es por ello que es un fuerte indicador que refleja el cómo y en qué medida las acciones antrópicas generan una presión a las condiciones del medio ambiente creando una cadena causal entre el hombre y su medio ambiente (FAO, 1996, p.23).

La temperatura superficial es la referencia que se denota a la temperatura agregada a todos los objetos que comprende a la superficie existente. Esta temperatura superficial de la tierra puede ser reflejada absorbida o transmitida, indicando que la energía que se incide bien son reflejadas o absorbidas. Estas mediciones en la temperatura superficial son derivados de datos del satélite a formato valor digital, que se basan en las revisiones y mejores métodos de comprensión para la ejecución de cada una de las mediciones de temperatura superficial en datos de Landsat 5 TM en el año 2010 y Landsat 8 OLI/TIRS para el año 2016, con ello se fortalece la estimación de la temperatura superficial mediante una formula derivada

matemáticamente con el uso de un píxel de dominio particular (Anbazhagan y Paramasivam, 2016, p.336)

La presente tesis de investigación busca realizar estudios orientados al análisis del aumento de la temperatura y debido a que cambio y uso de la tierra está provocando esta variación térmica, que en un futuro cercano afectara al cambio climático y efectos sobre la ecología de los bosques. Por lo tanto, en el presente estudio se estudia la influencia del cambio y uso de la tierra en la variación térmica a través del uso de sensores remotos mostrando como la cobertura del bosque ha ido cambiando, permitiendo de esta manera contribuir a la toma de decisiones futuras. El objetivo general fue determinar la relación de la dinámica territorial en la temperatura superficial entre los años 2010 y 2016 utilizando sensores remotos y como objetivos específicos a) Determinar y analizar el cambio de la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Padre Abad, b) Identificar espacialmente la variación térmica entre los años 2010 y 2016 en el distrito de Padre Abad, c) Determinar la relación entre la variación térmica y la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Padre Abad.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Cambio de uso de la tierra

A lo largo de la historia el hombre ha ido creando y transformando los ecosistemas para producir bienes y servicios. Estos cambios de cobertura y uso de la tierra (CCUT) son parte de procesos históricos globales los cuales tienen consecuencias a escalas diferentes según (Vitousek, Mooney, Lubchenco, Melillo 1997, p. 494). El CCUT crea impactos en los ecosistemas de manera negativa en cuanto a la estructura y funcionamiento de estos, incrementando así el desarrollo económico y la calidad de vida a costa de la degradación de los ecosistemas. Esta degradación es consecuencia de la necesidad que se requiere en cuanto a la alimentación, a la necesidad de agua potable, madera, fibras y combustible. Estos cambios, en particular la degradación de los bosques, no será transformada si no existe un acuerdo en las políticas públicas y consecuentemente un control en las prácticas de manejo a escalas local y regional. La deforestación y el cambio de uso de la tierra estas son consideradas un problema local y global, creando un interés específico por instancias académicas y organizaciones no gubernamentales que han ido generando proyectos cuyo foco de estudio sean las regiones críticas de CCUT, Lambin *et al* (2001) p. 266-267. La deforestación a nivel mundial se concentra en las regiones tropicales, particularmente en Latinoamérica con tasas más altas del mundo con 4,5 millones ha al año (1990-2000) siendo alrededor de -2,0% de áreas de bosque (FAO, 2013, p. 21). Para los métodos de cultivo tradicionales en Asia y el continente

americano se sustituyeron principalmente por nuevos sistemas y mejorados monocultivos, siendo un ejemplo

claro Corea del Norte que debido a su constante crecimiento poblacional, el cambio de la tierra de áreas forestales a agrícolas, ha implantado al CCUT a principales y significativos cambios de la cobertura, estimando un 29% de emisiones de carbono convirtiéndolo en un porcentaje significativo para la atmosfera, esto debido únicamente al cambio de uso de la tierra (Fahring, 2003, p. 509).

En el distrito de Padre Abad la agricultura siempre se distinguió por tres grandes grupos de producción agrícola: donde la concentración de los productos tradicionales, como la yuca, representa el 10% de la producción en la región de Ucayali. Además, cuenta con altos rendimientos que (13,3 T/ha) esto gracias a la ubicación geográfica del distrito, al igual que la producción de café que cuenta con unos de los máximos rendimientos del Perú, siendo de 0,8 T/ha. De igual forma, la palma aceitera es otro de los productos más rentables de la selva, donde concentra aproximadamente el 27% de la producción nacional e internacional, donde la demanda se muestra entre los países de Colombia y Chile (E. Hallasi, A. Hallasi y R. Tinco, 2017, p. 41-42).

1.1.2. Tipos de cambio de uso de la tierra y su relación con la deforestación

El Perú se caracteriza por tener una amplia diversidad de tipos de bosque que se distinguen por la más grande extensión con 73 millones de hectáreas de bosque que comprende 94% del área forestal, bosques secos que abarcan el 5% y bosques andinos con 0.5%, siendo el bosque amazónico el más

afectado por la deforestación permitiendo fuertes presiones a los ecosistemas. En la Amazonía estudios realizados, muestran que la clase de uso de la tierra con 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 (MINAM, 2009, p. 18).

1.1.3. Agricultura

La agricultura es la actividad agraria de más alta acción del hombre debido a que su papel comprende todo un conjunto de acciones humanas que convierte el medio natural en tierras aptas para la siembra y cosecha. Esta actividad sin un buen plan de manejo y concertación de acciones que faciliten el manejo del medio ambiente traería consigo problemas socio-ambientales que maltraten el medio ambiente (Luna, 2015, p. 11).

(MINAM 2005, p. 17), manifiesta que la agricultura en la zona de Ucayali están relacionadas en su totalidad como tierras aradas, tierras en descanso y tierras recién cultivadas con muy poca presencia de cafetales asociados con guaba, pero con existencia y predominancia de los cultivos agrícolas que figuran como un ingreso anual como el maíz, yuca y arroz y permanentes como los cítricos, caña de azúcar, plátano, palma aceitería, entre otros.

1.1.4. 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 quilla que es una gramínea que crece en suelos ácidos (Selva central) (MINAM, 2005, p. 20)

1.1.5. 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.

Esta clase comprende todas las áreas en proceso de regeneración natural, luego de haber sido usadas por la agricultura. Regionalmente se conocen como "purmas", las cuales existen con diferentes edades. Las purmas jóvenes presentan una estructura simple y poca diversidad florística, mientras estas se vuelven adultas, dichas características se hacen más complejas y diversas, respectivamente. Los bosques secundarios jóvenes (menor a 10 años) están conformados por individuos de diámetros pequeños y de poca altura y de una estructura muy simple (MINAM, 2005, p. 11).

1.1.6. Bosque secundario para la 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 (Luna, 2015, p. 11).

1.1.7. Efectos del cambio climática

Existen un conjunto de amenazas que impactan directamente en estos bosques; que causan su pérdida y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son los causantes del cambio climático. La deforestación se origina por causas antrópicas y no antrópicas y aproximadamente más del 60% de las emisiones de GEI en el país proviene del sector uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS), esto también se corrobora en los estudios que ha elaborado del Sistema de Estimación de Gases de Efecto Invernadero (SEEG). Se calcula que entre los años 2001 - 2014 el Perú perdió 1 653 129 hectáreas de bosque húmedo amazónico, a una tasa anual promedio de 118 080,10 ha/año; asimismo, en el periodo 2011 al 2014, se pudo advertir una tendencia creciente de la deforestación. A través del estudio que realizó la Iniciativa SEEG para el año 2017, se determinó que el 78% del CO₂ proviene del cambio en el uso de la tierra y el 22% son por cambios en la biomasa forestal. Se sabe que el 24% de bosques se convierte a cultivos, el 21% se convierte a pasturas, el 2% quemados por conversión a cultivos y pasturas, 20% por pérdida de bosques secundarios y 11% conversión a otros usos (ENBCC, 2015, p. 86-87).

1.1.8. Cobertura de la tierra

La "Cobertura" de la tierra, está determinada por la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra, para ampliar el termino no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes

sobre la tierra, también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (Di Gregorio, 2005, p. 21).

Conceptualmente se ha logrado la separación entre cobertura y uso de la tierra, que anteriormente se empleaban indistintamente; el término "Uso" implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano (Jansen y Di Gregorio 2000, p. 23) el uso se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra (como el uso urbano o industrial, de reserva natural, entre otros).

En términos puntuales para la delimitación de las coberturas de la Tierra, el (IDEAM, 2008, p. 29), describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima.

1.1.9. Uso de la tierra o suelo

El uso de la tierra es un indicador de presión, de estado o de respuesta. Para los cambios de uso de la tierra estas son generalmente las acciones del hombre y como se han modificado las condiciones biofísicas. Esto no excluye que los cambios en el medio ambiente que tenga una alta presión quiere decir que existe una gran relación entre la sociedad con el medio ambiente.

Para representar la extensión del cambio de uso de la tierra puede ser mediante una matriz de transición de usos donde se muestra las diferentes clases que muestra el bosque y hacia que categorías más amplias de tierras no forestales pueden ser usadas (FAO, 1996, p. 23).

Para el uso de la tierra, el manejo de actividades es una secuencia de acciones relacionada a una cierta área de tierra (Sims, 1986, p. 2), con la cual se ha logrado desarrollar algunos sistemas donde ha permitido a la FAO establecer una interpretación de una clasificación de uso de la tierra para que sirva como fuente de información tanto de interés local como regional.

Actualmente con ayuda de herramientas que facilita el estudio del uso de la tierra se pueden mapear ciertas áreas de interés, obteniendo datos en su mayoría por sensores remotos con algunas limitaciones de verificación en campo. La información de cobertura de la tierra está asociada necesariamente a trabajos de campo realizando la validación donde se pueda especificar sobre qué uso de la tierra o que actividades de manejo se está realizando, con ello poder generar un mapa de uso de la tierra.

1.1.10. Temperatura superficial

Actualmente el cambio climático ha ido creando fenómenos donde la temperatura superficial de la tierra y la actividad magnética solar son indicadores que muestra que durante las últimas tres décadas del siglo XX han ido distinguiendo diferentes cambios y características únicas para cada tiempo, entre ellas el calentamiento global.

En cada una de las décadas el calentamiento se da como un fenómeno a causa de los GEI, en varias investigaciones el efecto invernadero es consecuencia de acciones antrópicas. Para el estudio de la temperatura superficial, las investigaciones indican que la irradiación solar total, la

irradiación ultravioleta y el flujo de los rayos cósmicos son variables que ha sido más estudiadas en relación a la temperatura (Mendoza y Gómez, 2009, p. 23).

Las transformaciones en la cobertura de la superficie terrestre ya sea por actividad del hombre como la deforestación, la urbanización y las prácticas agropecuarias, principalmente son las causantes del proceso de cambio en la temperatura y al cambio global creando situaciones de manera negativa en las características biofísicas repercutiendo en el aumento de la temperatura superficial.

La falta de la vegetación o la sustitución de ella, es un indicador donde la afectación del balance de la radiación y sobre todo a la generación de mayor absorción de la radiación solar, al igual que existe un intercambio de calor y humedad entre la superficie y la atmosfera (Stohlgren, 1998, p.496). Se ha determinado que mientras exista el calor sensible y el calor latente la respuesta a este efecto hacia la temperatura de la superficie es modulada por la vegetación y la absorción de agua en el suelo (Owen, 1998, p.3).

1.1.11. Emisividad

La emisividad de la superficie real es medida mediante la emisión de cuerpos negros, es por ello que la emisividad está relacionada al alejamiento de la superficie real de la tierra. Esta superficie se define directamente con la intensidad espectral de la emisión que genera la superficie de la tierra la que es relativa a la intensidad espectral de la emisión que genera un cuerpo negro generada en la superficie (Failache, 2010, p. 15-16). En general la emisividad de una cubierta o varios tipos es

una medida relativa y que pone en relación su emitancia con la de un cuerpo negro, las cuales nos pueden indicar que una emisividad alta cercana a 1 es la que absorbe y radia una mayor energía incidente de un cuerpo, mientras que una baja emisividad es inferior a 1 puede indicar lo contrario una muy pequeña absorción e irradia. Estudios donde impliquen las cubiertas de interés en el medio ambiente siempre la mayor emisividad está en la vegetación densa y el agua y la menor se encuentran en los suelos arenosos, nieve y metales (Chuvienco, 1995, p. 70-71).

1.1.12. Reflectividad

La reflectividad ocurre cuando la reflectancia se relaciona con superficies no transparentes, esto corresponde a la capacidad que tiene la superficie para reflejar la energía incidente, lo cual indica y se mide con la reflectividad y conlleva a que exista una relación entre el flujo incidente y el flujo de energía reflejada de un cuerpo o superficie. Esta reflectancia depende del tamaño de la superficie la cual está en relación con la longitud de onda, al igual que existen tipos de reflexiones, como la reflexión especular, la cual se caracteriza por que refleja la mayor parte de la energía en un flujo único, en el mismo ángulo de incidencia, como ejemplo se tiene a los cuerpos de agua en calma, superficies con espejos y metales. Otras de las reflectividades se producen en superficies rugosas donde se producen en varias direcciones, las que se conocen como reflectores difusos, los que se comportan de acuerdo a la ley de Lambert, esta ley es aplicada en la teledetección el cual explica el comportamiento de las superficies naturales.

Es allí donde la reflectividad es relacionada a las características de la composición misma de los cuerpos naturales, tanto en cada una de sus propiedades químicas como las físicas (Castro, 1999, p. 17-18).

1.1.13. Radiancia

Es la medida por el área y el ángulo para calcular el flujo radiante que incide en un sistema. Por ello la radiancia es calculada mediante el flujo radiante, la longitud de onda radiada en un cono por unidad de ángulo sólido por una fuente cuya área se mide en metros (Gómez, 2006, p.14). En el caso de la medida de la radiancia por el satélite se toma en cuenta la radiación reflejada desde la superficie, la radiación reflejada por las nubes y la radiancia que reflejan los píxeles vecinos. La radiancia es dependiente no solo de la iluminación (ya sea intensidad y dirección), sino también de la orientación y posición del objetivo o muestra (Loayza, 2018, p. 9).

1.1.14. Cuerpo Negro

La temperatura de un cuerpo caliente solo dependerá de la temperatura absoluta de un cuerpo más no de la naturaleza ni del tamaño de este. Un cuerpo negro es una idea de cuerpo en equilibrio térmico con su medio o entorno, con el detalle que la absorción es total con la de su entorno esto incluye a la emisión. Para un cuerpo negro ideal, se puede realizar modelización muy bien aproximada. Para Josef Stefan, un cuerpo caliente es la energía total emitida con la temperatura, así Stefan conjeturo que la energía total era proporcional a la temperatura absoluta elevada a la potencia cuarta (Zamora, 2011, p. 4-5).

Para la relación entre la energía que es emitida (por radiación) por la superficie de los cuerpos y la temperatura a los que estos se encuentran, es caracterizada o representada por una gráfica de la potencia, la cual es denominada “curva de radiación” esta curva cambiara dependiendo a la temperatura a que se encuentre el cuerpo emisor. Un cuerpo emisor es un “radiador ideal” si esta curva es suave para todas las longitudes de onda, por ellos un emisor de este tipo se denomina “cuerpo negro (cn)” para destacar que, están fríos, tienen color negro, mostrando que son absorbentes perfectos (Gómez, 2006, p. 14).

1.1.15. Deforestación

Según el reglamento para la gestión forestal de la ley 29763 define deforestación como la “eliminación (pérdida) de la cobertura forestal de un bosque natural por causas antrópicas o de la naturaleza” y cambio de uso actual de la tierra como el “procedimiento por el cual se ubica e identifica, bajo criterios ambientales con cobertura boscosa que presentan capacidad de uso mayor (CUM) para cultivos anuales, permanentes o de pastoreo, con el fin de realizar actividades agrícolas o pecuaria.

La deforestación constituye una amenaza tanto en la economía regional como al medio ambiente, esta actividad muchas veces ha perjudicado con acciones negativas que lleva a la pobreza del poblador rural, el concepto de este problema ha sido minimizado en cuanto norma forestal se ha dado en nuestro país, en muchas de ellas se la define tácitamente, solo hacen referencia a algunos procedimientos que tienen carácter de incumplimiento a las normas establecidas. En nuestra amazonia la deforestación es uno de los principales promotores de los cambios de uso de la tierra, estos

cambios se observan en nuestra región desde los años 1990 hasta 2011 con índices de que alcanzo hasta 1,8% de bosque perdido hasta esos años. Sin duda la deforestación es uno de los principales promotores de los cambios de uso de la tierra, al igual que se muestran los resultados con 224,000 ha (MINAM, 2015, p.41).

Dentro de ese marco la deforestación en la Amazonía peruana, ha sido objeto de varios estudios por mostrar índices alto de deforestación en los bosques, mostrando como primer estudio al Mapa Forestal del Perú quien reportó 4,500.000 ha de la selva las cuales el uso de estas tierras habían sido transformadas para usos agrícolas y ganaderos estas estaban recubiertas de vegetación secundaria (purmas) (INRENA, 2005, p. 14-15).

Según INRENA (2005, p. 16) un nuevo Mapa Forestal del Perú en el 2005, sobre la base del Mapa Planimétrico del Perú (1988) elaborado con imágenes de satélite Landsat MSS. En 1996, el INRENA, en base a ese estudio, publicó el trabajo Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana (escala 1:250 000) que permitió determinar que hasta el año 1985 existían 5,642.447 ha deforestadas y que al año 1990 dicha superficie ascendía a 6,948.237 ha. Posteriormente, se elaboró el Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del Perú: Base de Datos de los Recursos Naturales e Infraestructura INRENA donde se estimó que la superficie acumulada al año 1990 era de 5,676.236 ha, es decir 1,3 millones de hectáreas menos que lo que el propio INRENA detectó 4 años antes. Finalmente, el Mapa Forestal del Perú del año 2000, elaborado por el CIF-

INRENA, con imágenes de satélite Landsat TM y ETM+, y escala 1:250 000, reportó una superficie deforestada equivalente a 7,341.803 ha. El estudio más actualizado (PROCLIM) hecho con datos del año 2000, revelaría que la deforestación nacional alcanzó 7,172.554 ha y esa es la información que oficialmente se usa hasta ahora, redondeada a 7,5 millones de hectáreas.

Estos hallazgos sugieren que la deforestación en la Amazonía durante los últimos 50 años ya ha alterado el clima regional y sustentan descubrimientos previos de aumento de nubosidad superficial sobre áreas deforestadas, sin embargo, otros hallazgos sugieren cambios más profundos que se extienden sobre toda la Amazonía (Marc, 2013, p. 43).

1.1.16. Factores que determinan el uso de la tierra

El conocimiento de los factores más amplios que impulsan la deforestación ayuda a los analistas a comprender las causas potencialmente complejas del cambio en el uso de la tierra, calcular tanto los niveles de emisión habituales como los de referencia, e identificar las políticas apropiadas requeridas.

Las causas de la deforestación pueden ser tanto observables como ocultas (Meyer y Turner, 1992, pp. 41-42). Categorías de causas observables: (1) expansión agrícola, (2) extracción de madera, y (3) extensión de infraestructura (Armenteras y Eraso, 2014, p. 237).

El cambio de la cobertura y el uso de la tierra está influenciado por varios factores que determinan un bosque no solo al entorno físico, también se da

por los crecientes factores exógenos, sobre todo socio-económicos. Para determinar el cambio de la tierra se pueden realizar técnicas estadísticas de regresión y la cartográfica apoyada por los sistemas de información geográfica y las cadenas de Markov (CM) Miranda *et al* (2011), p. 60.

1.1.17. Temperatura

La temperatura también está definida como uno de los fenómenos que ha provocado que el calentamiento global tenga un crecimiento en estos años provocando principalmente deshielo al igual que el aumento del promedio del nivel del mar, estas acciones están siendo provocadas por la acción del hombre (PNUD, 2007, p.3).

Por otro lado Artiga *et al.* (2010), los cambios actuales por acción antrópica han ido creando eventos como el cambio climático haciendo que la temperatura tenga un crecimiento exponencial en los últimos años, así mismo, estos cambios en el clima, se producen en diversas escalas de tiempo y de parámetros climáticos como son la temperatura, la precipitación, nubosidad, entre otros fenómenos (p. 1).

Sin lugar a duda el crecimiento paulatino de los GEI, juegan un papel importante en el aumento de la temperatura, estas también asociadas fundamentalmente a diversas actividades antropogénicas, como el aumento exponencial de la temperatura y eventos climáticos que modifican los patrones de precipitación, el alza del nivel del mar y sobre todo cambios en la intensidad y la frecuencia de eventos climáticos extremos (IPCC, 2007, p.815).

(CEPAL, 2010, p. 11), señala que América Latina siendo la segunda región en emitir menos gases de efecto invernadero podría tener impactos significativos en cuanto al cambio climático afectando a la población, a los ecosistemas y sobre todo al crecimiento económico. Este desmesurado ascenso de la temperatura afecta mucho en la productividad volviendo al suelo árido, el número de meses más secos y varios procesos que se transforman negativamente, siendo las más afectadas las zonas de fronteras agrícolas en sistemas ecológicos de alta fragilidad como las selvas de las vertientes amazónicas de Perú, Colombia y Ecuador. En estos países donde la deforestación, la ganadería y otros procesos antrópicos informales contribuyen a procesos severos de degradación del suelo y mayores índices de altas temperaturas.

La superficie terrestre inducidos naturalmente o por acción del hombre son representados en forma de parches que producen índices de propiedades radiactivas y térmicas conduciendo a producir gradientes horizontales de temperatura y presión, todas estas acciones o cambios se deben en su mayoría a las transformaciones en la cobertura terrestre que están relacionados con la vegetación (Carvajal y Pabón, 2016, p.189).

1.1.18. Teledetección

En síntesis la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la teledetección. En sentido la teledetección no solo engloba procesos que permiten obtener una imagen desde el aire o el espacio, si no su posterior tratamiento. En efecto la teledetección espacial está definida como aquella

técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. De tal manera que el sistema de teledetección espacial, está influenciada por una fuente de energía, que supone el origen del flujo energético emitido por este (teledetección activa). La fuente de energía más importante, obviamente, es la energía solar, la cubierta terrestre, formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas que reciben la señal energética procedente, y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas. Al igual el sistema sensor, está compuesta por el sensor, propiamente dicho, está tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificarla y grabarla o enviarla directamente a sistema de recepción (Chuvienco, 1990, p.12).

1.1.19. Imágenes Satelitales

Las imágenes de satélite permiten representaciones graficas de la energía electromagnética independiente del tipo de percepción remota que se utilice para el registro, esta energía puede ser captada de manera fotográfica o electrónica. Las imágenes de satélite están conformadas por pixeles de rango de valores de 0 hasta 255 para imágenes de 8 bits y de 0 a 6535 para imágenes de 16 bits (León, 2002, p.4).

1.2. BASES TEÓRICAS

La cobertura de la tierra y los cambios en la cobertura que pueden reflejar procesos de deforestación o cambios por procesos naturales, se basa en el Análisis de Mezcla Espectral (SMA). El SMA es un medio para extraer desde los datos de reflectancia de una imagen, información que modela la cobertura de la tierra a nivel de píxel que sea representativo de las propiedades físicas de la superficie de la tierra en fracciones de tipos puros de cobertura denominado endmembers que quedan definidos por las longitudes de ondas detectadas y el número de bandas del sensor (MINAM, 2015, p.14).

Por varios años o décadas la superficie terrestre ha sido modificada o transformada constantemente por las diferentes actividades desarrolladas por el ser humano, lo que le ha significado una serie de cambios en su forma y en los componentes que la estructuran, que a su vez han alterado diversos procesos naturales en los que las características de la superficie desempeñan un papel fundamental.

Por lo cual las causas del cambio en el uso y la cobertura pueden ser directas o indirectas, lo que se relaciona con la escala en la que se toman algunas decisiones de orden económico, político, social y cultural, que inciden sobre el tipo de actividades a desarrollar sobre la superficie terrestre (Carvajal y Pabón, 2016, p.186).

Es por ello que la influencia de la temperatura se van enfocando a diferentes trabajos en el análisis de la temperatura superficial de la tierra de las ciudades para compararla con la de zonas rurales Circundantes e identificar islas de calor urbanas; al igual que otros estudios han abarcado áreas más

extensas, pero no han hecho suficiente énfasis en los impactos que generan las transformaciones de las coberturas en las zonas rurales y sobre todo en zonas agrícolas. La preocupación surge porque las ciudades son una cobertura concentrada espacialmente, mientras que las coberturas vegetales tienen una distribución geográfica más amplia y deben ser evaluadas a profundidad, para identificar la forma en que su distribución espacial coincide con las variaciones en la temperatura de la superficie y pueden contribuir con el calentamiento del planeta (Carvajal y Pabón, 2014, p.96)

Las imágenes generadas por estos sensores proveen datos cualitativos y espacialmente continuos de la superficie, resultando así particularmente útiles para describir el uso de la tierra en grandes extensiones. La discriminación de tipos de cobertura (cultivos de verano, de invierno, montes forestales, cuerpos de agua, pasturas, etc.) se basa en la unicidad de su respuesta espectral y en los cambios temporales que en ellos pudieran operar (Paruelo, 2006, p.49).

1.3. DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS

Bosque: Es el ecosistema natural complejo de seres vivos, microorganismos, vegetales y animales, que se influyen y relacionan al mismo tiempo y se subordinan al ambiente dominante de los árboles; que se extiende por más de 0.5 has dotadas de árboles de una altura superior a 2 metros o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ, y una cubierta superior al 10% (MINAM, 2012, p.15).

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, p.2).

Cambio: Efectos sobre procesos del ecosistema o del ambiente global (Veldkamp y Lambin, 2001, p.2).

Uso: Son todas aquellas actividades que se dan en el presente y que han sido producto de las relaciones históricas del hombre con su medio (Vargas, 2009, p.8).

Tierra: Es un área de la superficie incluyendo todas los atributos estables o cíclicos dentro, encima y debajo de esta área, incluye la atmósfera, el suelo y la geología, la hidrología, plantas y población de animales, y los resultados de la actividad humana en el pasado y presente, hasta el punto que estos atributos ejercen una influencia sobre los presentes y futuros usos de la tierra por los humanos (Rossiter, 1998, p.5-6).

Temperatura: Se considera como una medida de la mayor o menor agitación de las moléculas o átomos que constituyen un cuerpo. Para cuantificarla se relaciona la energía cinética promedio de las moléculas, de modo que una temperatura elevada corresponde una mayor energía cinética promedio de las moléculas, debido a una mayor agitación molecular (Peña, 2007, p.9).

Clima: Conjunto de los caracteres atmosféricos que tipifican una región o espacio geográfico determinado. Características relativamente variables de

temperatura y humedad atmosférica, determinadas y/o influidas por el régimen hidrológico, el de vientos, la latitud y la altitud, para cada espacio geográfico (Sánchez y Guiza, 1989, p.28).

Temperatura superficial: Es una medida del calentamiento directo de la superficie terrestre, donde los rayos del sol son absorbidos y re-emitidos. Los datos son medidos por el sensor MODIS montado en la plataforma satelital Terra (CEPAL, 2010, p.48).

Emisividad: Es la proporción espectral de un objeto que está relacionado con su temperatura absoluta y a la vez relacionada con su capacidad para absorber la radiación solar incidente (Chuvienco, 1995, p.72).

Reflectividad: Es la distribución espacial de la radiación reflejada por una superficie; existen dos tipos de distribución de la reflectividad, que son la especular y la difusa (Academia, 2019, p.17)

Radiancia: Es el flujo que recibe el sensor de la propia emitancia en función de su temperatura (Chuvienco, 1991, p. 69-70).

Cuerpo negro: Es una idealización de cuerpo en equilibrio térmico con su entorno pero con la condición especial de que la absorción de radiación del entorno es total y, por lo tanto, también lo es la emisión (Zamora, 2009, p. 4).

Teledetección: La teledetección o percepción remota es la ciencia y arte de obtener información de un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos mediante algún dispositivo que no está en contacto

físico con el objeto, área o fenómeno investigado, el cual se desarrolla mediante la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra (Bense, 2007, p.1).

Imágenes de satélite: Es el registro del comportamiento de la superficie terrestre a través de diferentes regiones del espectro electromagnético (Peña, 2007, p.4).

Uso de la tierra: Son alteraciones o cambios de la cobertura vegetal producida por los cambios en el uso la que constituye una de las principales dimensiones del fenómeno conocido como cambio global (Paruelo, *et al*, 2006, p.2)

Cobertura: Como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima (IDEAM, 2008, p.60)

Variación térmica: Fenómeno que asocia a los factores condicionantes derivados de las acciones antrópicas en el entorno urbano, en términos de uso de la tierra y el condicionamiento del entorno físico y sus atributos geocológicos en cuanto a la temperatura, De Oliveira *et al.* (2003) p. 2.

II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis de la investigación

2.1.1. Hipótesis General

- El cambio de la cobertura y uso de la tierra influencia en la variación de la temperatura superficial.

2.1.2. Hipótesis Alterna.

- En el distrito de Padre Abad, el cambio de la cobertura y uso de la tierra está relacionado a la variación de la temperatura superficial.

2.1.3. Hipótesis Nula

- En el distrito de Padre Abad, el cambio en la cobertura y uso de la tierra no está relacionado a la variación de la temperatura superficial.

2.2. Variables y su operacionalización

Cuadro 1. Variables, indicadores e índices

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Índice	Instrumento
Independiente Cambio de cobertura y uso de la tierra	Unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales.	Base de datos proporcionado por el Instituto de investigación de la amazonia peruana	Categoría de cambio de cobertura	Ordinal	Adimensional	Fuente histórica de la cobertura y uso de la tierra del año 2010 Dinámica de la cobertura y uso de la tierra en el distrito de Padre Abad año 2016
Dependiente Variación de la temperatura superficial	Transformaciones de la temperatura de la cubierta terrestre que son las causantes del proceso de cambio en la temperatura.	Temperatura superficial de las bandas térmicas	Temperatura superficial	Ordinal	°C	ArcGis 10.3

III. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El ámbito de estudio donde se realizó la investigación, es el distrito de Padre Abad el cual se ubica dentro del departamento de Ucayali y provincia de Aguaytía, Perú con coordenadas 8°43'59"S; 75°31'48"O, con una altitud de 300 msnm (Fig. 1). La vía de acceso hacia la zona de estudio es por carretera asfaltada, tomando como referencia a la ciudad de Pucallpa se recorre en transporte terrestre aproximadamente a 162 km y su clima cálido y húmedo con abundantes precipitaciones y el valor más alto de la temperatura máxima que se registró es de 33,8 °C y el valor más bajo para la temperatura mínima fue 20,8 °C, además existe una intensa nubosidad en las altas vertientes y cumbres de estos relieves montañosos (SENAMHI, 2014, p. 5).

Tipo y diseño

Presenta la tipología experimental y descriptiva, ya que, a partir de los análisis, se deduce el comportamiento de la cobertura y uso de la tierra en la temperatura superficial determinando la existencia de variaciones. El nivel de investigación es básico ya que se busca acrecentar los conocimientos teóricos.

3.2. Diseño muestral

La población y la muestra son iguales por que abarca una superficie de 471,719.575 ha, lo cual equivale 2416 x 3667 pixeles con una resolución espacial de 30 x 30 m en formato raster. El análisis estadístico se realizó

sobre todo el área de estudio por ende sobre la totalidad de pixeles que corresponden a las capas raster de cobertura y uso de la tierra como de temperatura superficial (Figura N°1)

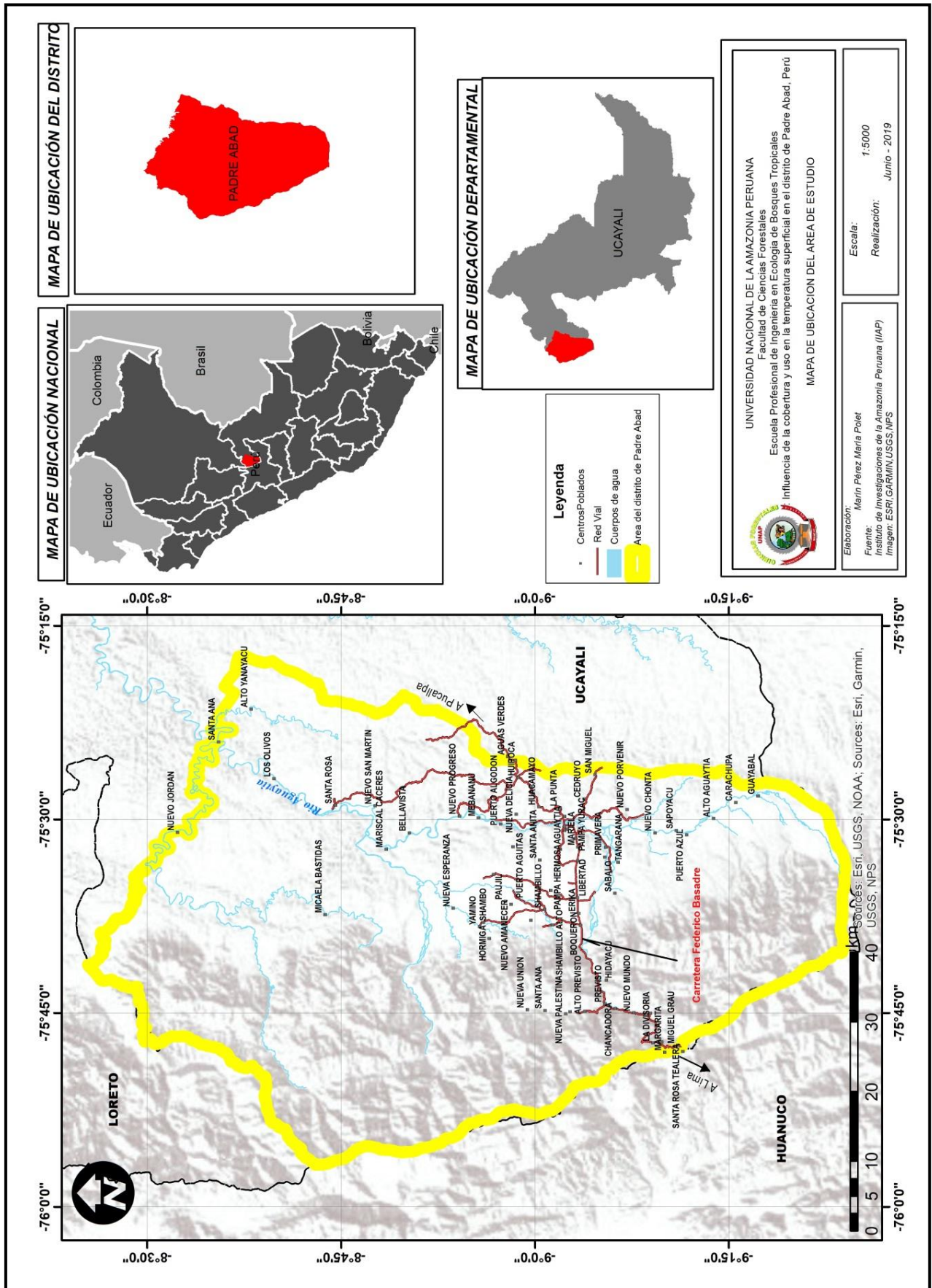


Figura 1. Mapa de ubicación del distrito de Padre Abad

3.3. Procedimiento de recolección de datos

Análisis de la cobertura y uso de la tierra

a) Recopilación de la información

Para la elaboración del análisis de la cobertura y uso de la tierra se obtuvo información brindada por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), esta información fue obtenida del estudio el uso actual de la Zonificación Ecológica Económica al igual que la información de cobertura y uso que fue trabajada en el Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente del Programa Presupuestal (PP) 0068: Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres Actividad 5005572 Desarrollo de investigación aplicada para la gestión del riesgo de desastres en el proyecto de Evaluación de la Dinámica del Cambio de la Cobertura y Uso de la Tierra Distrito de Padre Abad, Departamento de Ucayali, Perú.

La información esta georeferenciada en el sistema de coordenadas referencia WGS 84 y de proyección cartográfica UTM zona 18 S.

Los datos obtenidos fueron procesados y analizados por el software ArcMap 10.3, con la finalidad de determinar los cambios de cobertura y uso de la tierra al igual que se analizaron las temperaturas superficiales a través del análisis temporal de imágenes satelitales de los años 2010 y 2016.

b) Cuantificación y ubicación de cambios de cobertura y uso de la tierra

Se evaluaron las capas de información raster anteriormente ya definidas, luego se procedió a generar una matriz de doble entrada utilizando la herramienta Tabulate Área del módulo Spatial Analyst Tools del programa ArcGIS, la cual generará una tabla de doble entrada cruzada, de la cual se calcula las ganancias y pérdidas por categorías de cobertura y uso de la tierra.

Calculo de temperatura superficial

a) Cálculo de radiación en el satélite

Las imágenes se procesan en unidades de radiancia absoluta. Los valores de ND pueden convertir a radiancia espectral utilizando los factores de escala de luminancia proporcionados en el archivo de metadatos.

$$L\lambda = M_L \cdot Q_{cal} + A_L$$

Dónde:

L λ = Radiancia espectral [(vatios/ (metro cuadrado*ster* μ m))]

M_L = Factor de escalado multiplicativo de reescalamiento específico de la banda, proveniente de los metadatos

(RADIANCE_MULT_BAND_x, donde x es el número de banda, proviene de los metadatos)

A_L = Factor aditivo de reescalamiento de la banda, proveniente de los metadatos (RADIANCE_MULT_BAND_x, donde x es el número de banda)

Qcal = = Valores de pixel discretizados y calibrados del producto estandar
(valores digitales DN)

b) Conversión a temperatura de brillo

Para la conversión de las bandas termales en Landsat 5 y Landsat 8, la conversión de valores digitales DN a temperatura de brillo en el satélite está dada por la siguiente formula:

$$T_B = K_2 / \ln[(K_1 / L_\lambda) + 1]$$

Dónde:

K1 = constante de conversión térmica específica de la banda (en vatios /metro cuadrado * ster * μm)

K2 = Constante de conversión térmica específica de la banda (en grados kelvin)

L_λ = es la radiancia espectral en el sensor, medida en vatios/(metro cuadrado * ster * μm).

Para el sensor Landsat 5 las K1 y K2 constantes son proporcionadas en la siguiente tabla. Fuente (Chander, Markham y NASA, 2003, p. 4).

Cuadro 2. Constantes térmicas para Landsat 5

Constante	Landsat 5
K1 (W/m ² *ster* μm)	607.76
K2 (W/m ² *ster* μm)	1260.56

Para el sensor Landsat 8 (ARIZA, 2013, p.42) las constantes térmicas K1 y K2, aparecerán incluidos dentro de los atributos de imagen en el archivo de

metadato, tal y como se puede ver resaltado a continuación para las bandas 10 y 11 (Jimenez-Muñoz y Sobrino, 2010, p. 177).

Cuadro 3. Constantes térmicas para Landsat 8

GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14

c) Estimación de la temperatura de superficie del suelo

Se calcula a partir de la temperatura de brillo en el satélite como TB con los valores obtenidos anteriormente, Weng *et al* (2004). Para los valores de longitud de onda (λ) de las bandas térmicas en el satélite Landsat son calculadas a partir de los valores que se encuentran en la tabla del mismo satélite (p.471).

En el caso de imágenes Landsat 5 se utiliza la banda 6 de infrarrojo térmico y para Landsat 8 se usan dos tipos de bandas 10 y 11 del infrarrojo térmico.

Cuadro 4. Bandas térmicas para Landsat 5

Bandas Landsat 5	Longitud de Onda (μm)	Resolución (m)
Banda 6 - Infrarrojo Térmico	10.40 - 12.50	120 (remuestreada a 30)

Cuadro 5. Bandas térmicas para Landsat 8

Bandas Landsat 8	Longitud de Onda (μm)	Resolución (m)
Banda 10 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 (remuestreada a 30)
Banda 11 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 (remuestreada a 30)

Para luego aplicar la siguiente formula (Weng *et al* 2004, p.472):

$$T = T_B / [1 + (\lambda * T_B / c_2) * \ln(e)]$$

Dónde:

- λ = longitud de onda de la radiancia emitida
- $c_2 = h \cdot c / k = 1.4388 \cdot 10^{-2} \text{ m K}$
- h = Constante de Planck's = $6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
- k = constante de Boltzman = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- c = velocidad de la luz $2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

d) Estimación de la emisividad para la cobertura de la tierra

Para la estimación de la emisividad de la superficie usamos el NDVI, (Sobrino, Jiménez- Muñoz y Paolini, 2004, p.436); al igual que para la clasificación de la cobertura de la tierra usamos valores de emisividad para cada clase que son proporcionadas en la siguiente tabla (Mallick *et al.* 2012, p. 350).

Para la estimación de la emisividad se destacaron los siguientes valores siguientes (Mira *et al.* 2017, p. 67).

Cuadro 6. Valores de emisividad para cada clase de cobertura de la tierra

Cobertura de la tierra	Emisividad (e)
Áreas agrícolas	0.985
Áreas arenosas naturales	0.930
Áreas artificializadas	0.974
Bosques	0.973
Superficies de agua	0.990

e) Variación térmica para cada año

Se definió cuatro transectos en zonas específicas para determinar la variación de la temperatura superficial entre los dos años 2010 y 2016. Se distingue mediante un gráfico elaborado en el programa ArcMap 10.3, en

primer lugar ubicamos en el módulo del ArcToolbox a la herramienta 3D Analyst Tools, la función de Interpolate Shape y colocamos los raster de temperatura superficial y los transectos ya definidos, con ello se puede crear el diagrama mediante la función de Profile Graph. Esta operación lo realizamos para ambos años con los mismos transectos.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Se realizó sobre la base de los resultados de los datos de los valores obtenidos del producto de las imágenes satelitales y la descripción estadística del censo, basada en una estadística de tipo descriptiva e inferencial, representada en tablas, proceso denominado tabulación y representaciones gráficas. Para el procesamiento de los datos obtenidos, se empleó un programa estadístico BIOESTAT.

Para esto se analizó si todos los conjuntos de datos de las variables evaluadas presentan una relación o correlación.

En cuanto a la estadística descriptiva tenemos a la recolección, organización, tabulación, presentación y reducción de la información, la cual nos permitirá obtener un conjunto de datos por un pequeño número de valores descriptivos, como es la del promedio y en cuanto a la estadística inferencial se genera modelos, inferencias y predicciones asociadas al estudio en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones, con ello estimar características numéricas o pronósticos de futuras observaciones.

Los resultados se mostraran en cuadros, tablas y figuras además de diagramas, etc. Posteriormente se realizó un análisis e interpretación de los mismos, lógicamente se expresará con énfasis los resultados más sobresalientes del estudio.

IV. RESULTADOS

En el cuadro 7 se muestra el cambio de cobertura de la tierra que determinó cinco clases, las cuales son: Áreas artificializadas con un aumento en la cobertura en 111,33 % ósea 370,1 ha; estas fueron cerca a los centros poblados de Santa Rosa, Mariscal Cáceres, Yamini, Shambo, Huipoca, Shambillo, 23 de Marzo, Nuevo Aguaytia, Barrio Unido, Aguaytia, Pampa Yurac, Mariela, Miraflores, Libertad, Erika, Boqueron y Previsto; otra de la clase que mostro un cambio significativo fue áreas agrícolas con un aumento de cobertura de 70,34 % en hectáreas a 50,3582; este aumento de cobertura se ubican al margen de los centros poblados de mayor influencia las cuales fueron divididas por seis sectores, el primer sector está conformado por los centros poblados de Miraflores, Mariela, Pampa Yurac, Cedruyo, Nuevo Aguaytia, 23 de Marzo, Aguaytia, Barrio Unido, La Punta, Huacamayo, Nueva Delicia, Puerto Algodón; el segundo sector está conformada por Boquerón, Erika, Shambillo Alto, Libertad, Shambillo, Pampa Hermosa, Santa Anita, Santa Trinidad de Mediación, Nuevo Amanecer, Paujil, Rio Negro Sector Shambillo, Hormiga y Yamino; el tercer están conformados por los sectores de Minas de Sal, La Divisoria, 3 de Octubre, Santa Rosa, Alto Oriental, Nuevo Mundo, Chancadora, Previsto, Hidayacu, Alto Previsto, Inca Garcilaso de la Vega, Nueva Palestina, Santa Ana, Nueva Unión; cuarto sector por Puerto Azul, Sapoyacu, Nuevo Chonta, Nuevo por Venir, Tangarana, Sábalo, Primavera, Centro Yurac; quinto sector por Porvenir, Cerro Colorado, Huipoca, Llanta Blanca, Aguas Verdes, Nuevo Progreso y el sexto sector conformado por los centros poblados Bellavista, Mariscal

Cáceres, Nuevo San Martín y Santa Rosa; otra de la categoría fue la de superficie de agua con un aumento de cobertura de 39,04% en (1604 ha), los cuales influyen los ríos principales como el río Aguaytia, Yuracyacu, Blanco y Cachiyacu; y en los ríos secundarios como los ríos Santa Ana, Negro y Previsto al igual que quebradas cercanas como Samiria, Isana, Chonta, Huacamaya, Bautista, Pindayo, Carachupa, Guayabal y Aguaytia.

Cuadro 7. Clases de cobertura y uso de la tierra del área de estudio

Orden	Clases de cobertura de la tierra	CUT (ha)		Cambio	
		2010	2016	%	Ha
1	Áreas agrícolas	71 595,88	12 1954,12	70,34	50358,2
2	Áreas arenosas naturales	942,28	168,59	-82,11	-773,7
3	Áreas artificializadas	332,43	70250	111,33	370,1
4	Bosques	39 4536,57	34 3177,92	-13,02	-51358,7
5	Superficie de agua	4108,30	5712,29	39,04	1604,0
	TOTAL	47 1515,46	471715,43	0,04	200,0

En cuanto a la pérdida de cobertura, la clase de áreas arenosas naturales obtuvo

-82,11% (-773,7 ha); encontrándose cerca de los ríos principales como el Aguaytia, Pintuyacu y Negro y en la clase de bosques se perdió -13,02% (-51358,7 ha) de la cobertura, donde se distribuye a lo largo de flanco oeste del distrito de Padre Abad desde el sector sur al norte, casi de una manera continua, al igual que se encuentran de norte a sur en el distrito, principalmente hacia la parte norte y central.

En el cuadro 8 muestra el uso de la tierra que determinó y analizó que en el año 2010 el uso más representativo fue que el cultivo permanente arbóreo la cual cambio actualmente para el año 2016 al uso de áreas agrícolas heterogéneas con un 36,24% respectivamente del área total, mostrando un alto uso de esta actividad, otros de los usos representativos para el año 2010 fue el de cultivo permanente arbóreo al cultivo de plátano para el año 2016 con 24,82% respectivamente del área total.

En el año 2010 el cultivo permanente arbóreo paso al uso de pastos en al año 2016 con un 16,58% respectivamente del área total, en el uso de bosque denso alto al uso de áreas agrícolas heterogéneas con 14,85% del área total y como último uso para el año 2010 fue de cultivo permanente arbóreo al uso de cultivo de palma en el año 2016 con un 11,62% respectivamente del área total.

Cuadro 8. Porcentaje de hectáreas de los cambios de usos de la tierra

USOS	VALOR 2016 (%)	Tejido urbano continuo	Tejido urbano discontinuo	Áreas industriales o comerciales	Cultivo de palma	Cultivo de plátano	Cultivo de cacao	Cultivo de café	Pastos	Áreas agrícolas heterogéneas	Bosque denso bajo	Bosque denso alto	Áreas arenosas naturales	Ríos
VALOR 2010 (%)	Cultivo permanente arbóreo	0.22	0.23	0.11	11.62	24.82	0.88	0	16.58	36.24	0.25	5.62	0.07	1.87
	Tejido urbano continuo	75.03	8.04	0	2.46	0.29	0	0	5.79	7.36	0	0	0	1
	Bosque denso bajo	0	0	0	0	0.04	0.28	0.35	0.4	5.48	68.13	25.11	0	0.11
	Bosque denso alto	0	0	0	0.61	4.65	0.01	0	2.7	14.85	0.29	64.9	0.02	0.57
	Ríos	0	0	0	1.31	3.49	0.05	0	3.27	10.37	0.98	5.45	1.48	69.2

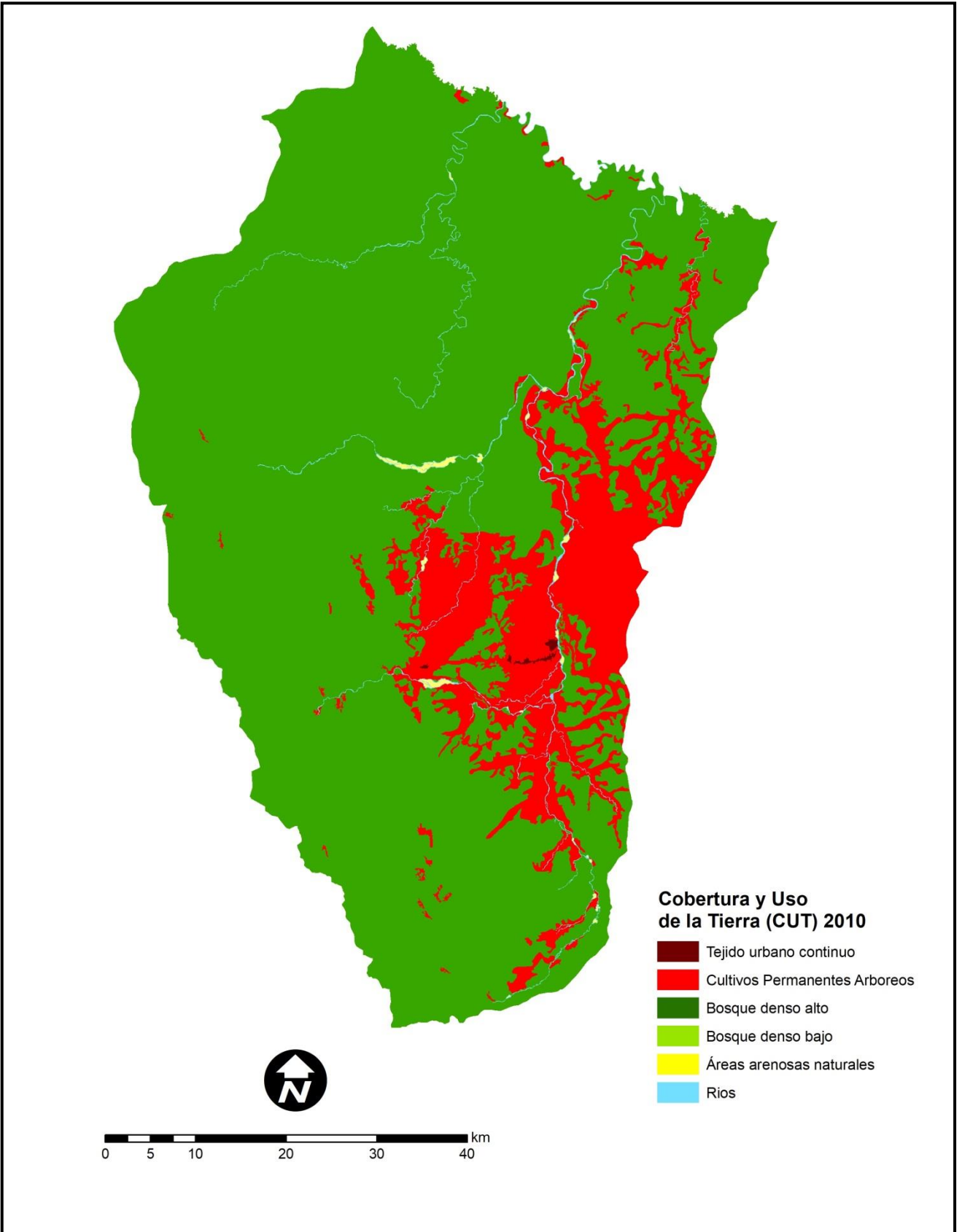


Figura 2. Mapa de cobertura y uso para el año 2010

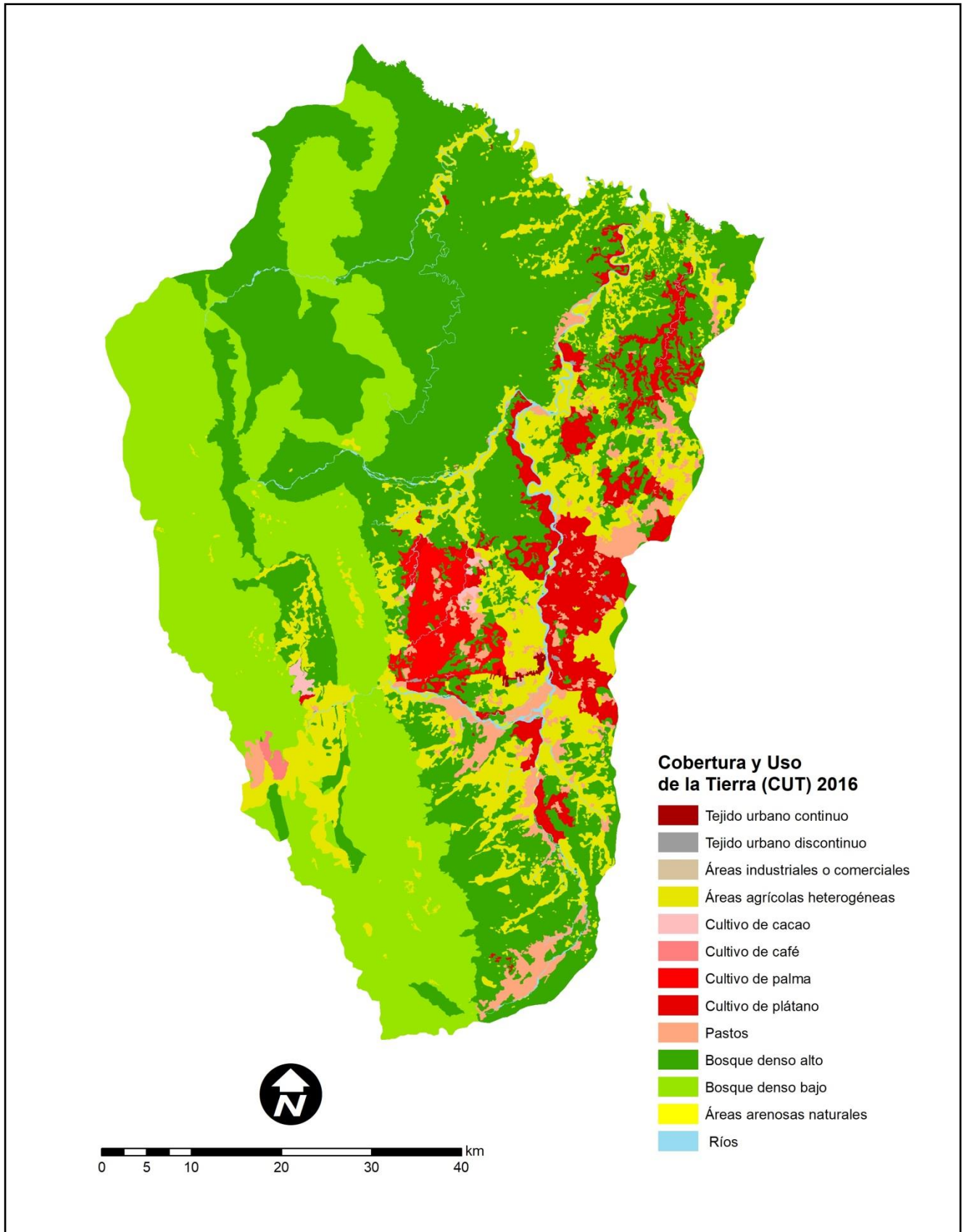


Figura 3. Mapa de cobertura y uso para el año 2016

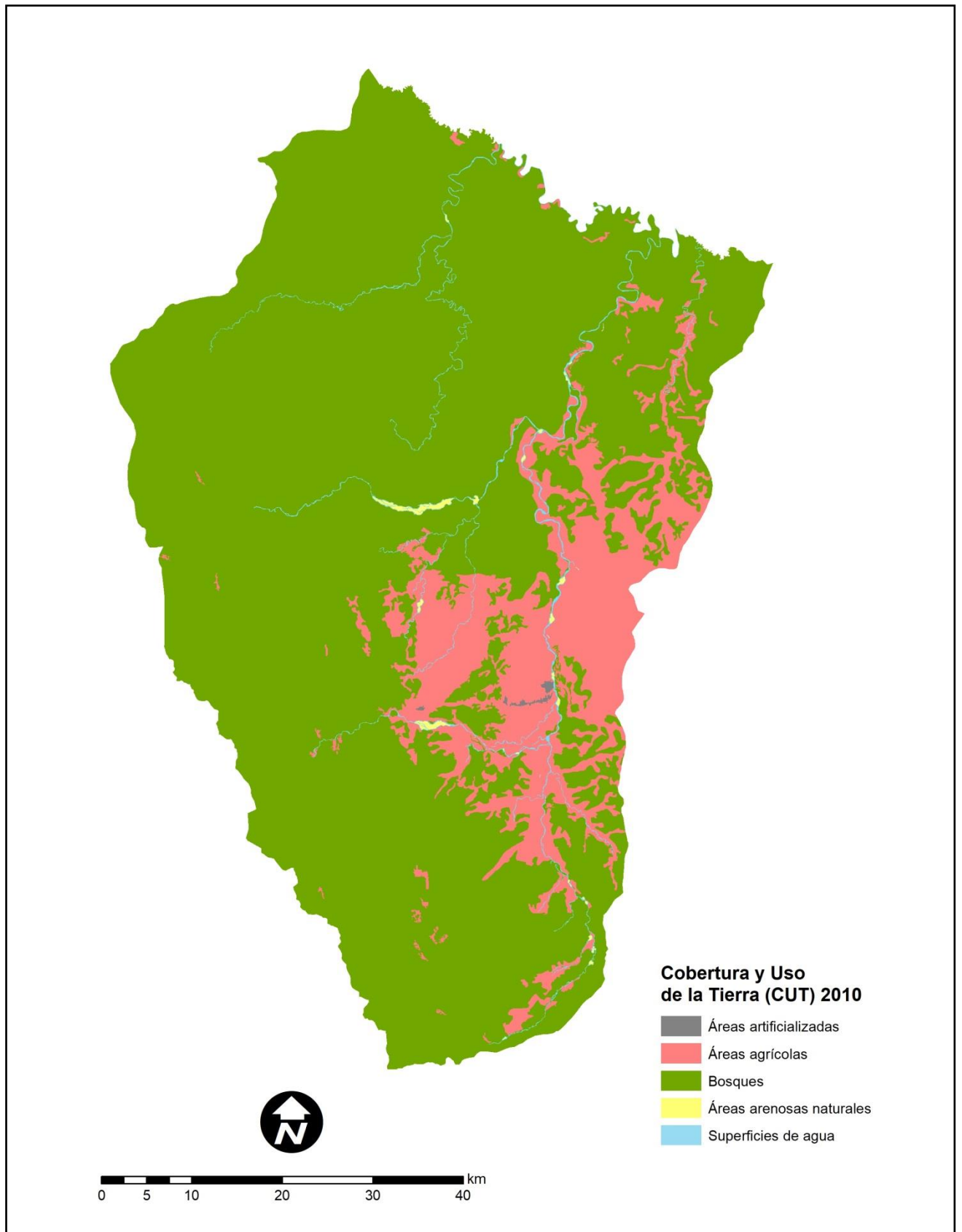


Figura 4. Mapa de cobertura y uso de la tierra para el año 2010 generalizado a cinco clases

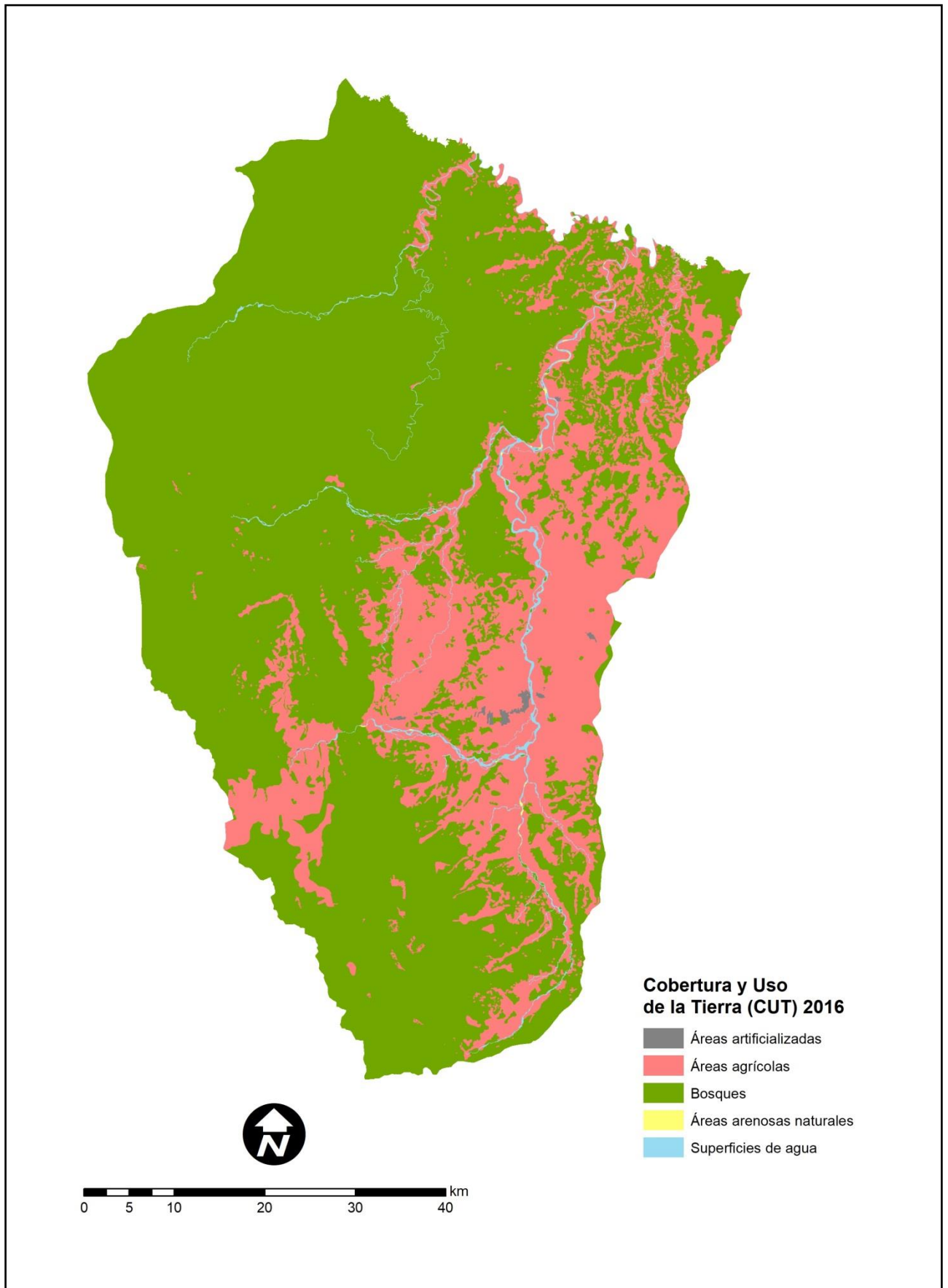


Figura 5. Mapa de cobertura y uso de la tierra para el año 2016 generalizado a cinco clases

En el cuadro 9 se muestra la temperatura superficial en cuanto su variación térmica en la cobertura entre el año 2010 y 2016 en la categoría de superficie de agua fue de 20,16°C a 22,04,°C aumentando 1,88 °C, otra categoría con notable variación y de significancia son las de áreas artificializadas que muestran una temperatura superficial de 23,17°C a 25,00°C mostrando un aumento de 1,83°C y en la categoría de Áreas agrícolas la variación térmica fue de 20,82°C a 22,37°C aumentando 1,55°C de temperatura superficial, la categoría de bosques aumento de 20,43°C a 21,97°C en 1,54 °C y la categoría de áreas arenosas naturales con 25,23°C a 26,54°C aumentando 1,31°C de temperatura superficial.

Cuadro 9. Variación térmica superficial entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad

Orden	Clases de cobertura y uso de la tierra	T°C		Cambio (°C)
		2010	2016	
1	Áreas agrícolas	20,82	22,37	1,55
2	Áreas arenosas naturales	25,23	26,54	1,31
3	Áreas artificializadas	23,17	25,00	1,83
4	Bosques	20,43	21,97	1,54
5	Superficie de agua	20,16	22,04	1,88
	PROMEDIO	21,96	23,59	1,62

En la figura 6 y 7 se presenta las clases de cobertura y uso la variación térmica de mayor significancia de los cultivos permanente arbóreos a áreas arenosas naturales con un aumento de 5,16°C, de cultivos permanentes arbóreos a áreas industriales o comerciales con 3,86°C, de cultivo permanente arbóreos a tejido urbano continuo con un aumento de 3,51°C, al

igual que se presentó un aumento de la temperatura superficial del tejido urbano continuo para ambos años con un aumento de 2,75°C

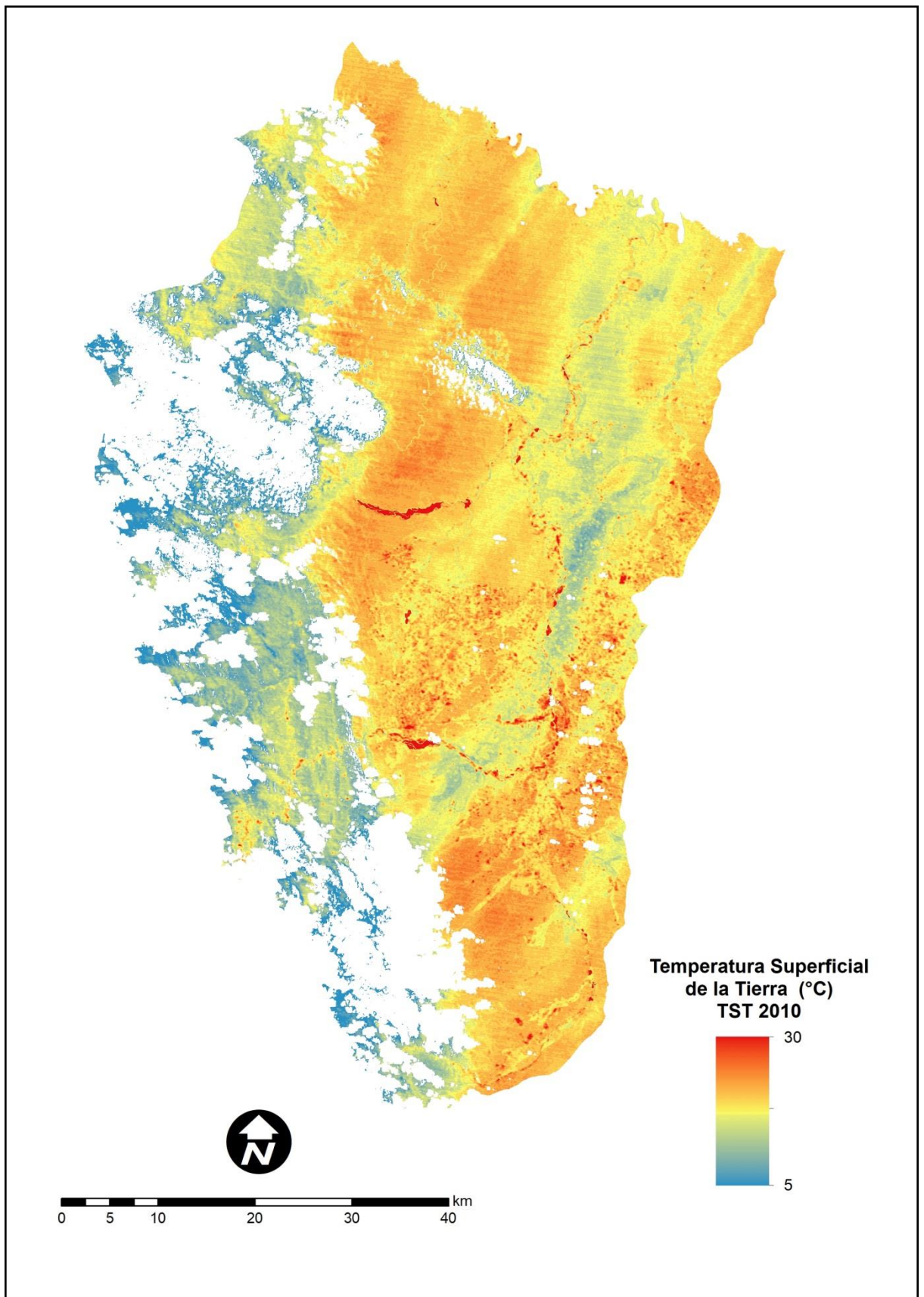


Figura 6. Mapa de temperatura superficial de la tierra año 2010 del distrito de Padre Abad

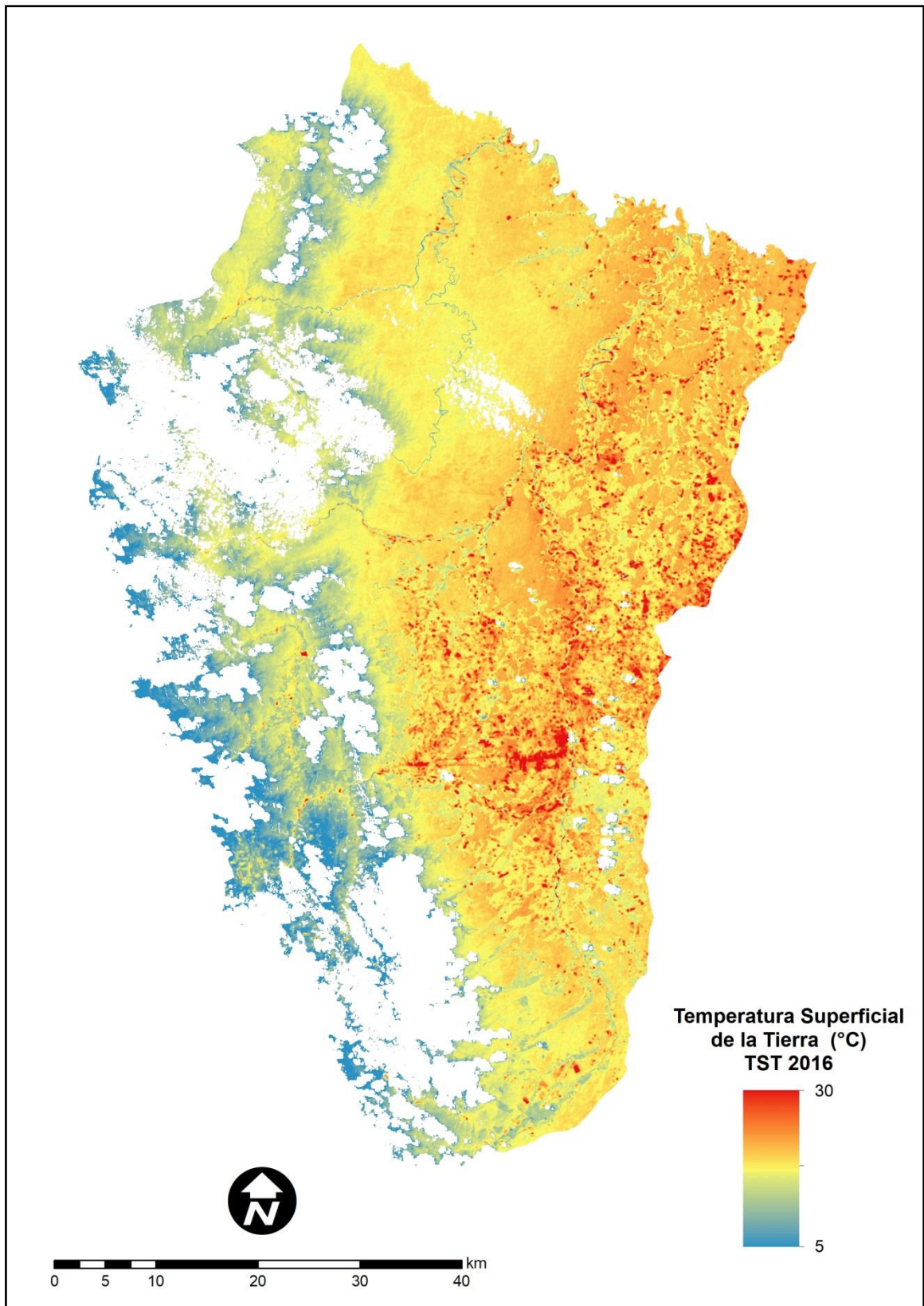


Figura 7. Mapa de temperatura superficial de la tierra año 2016 del distrito de Padre Abad

Los transectos de temperatura superficial mostrados en el cuadro 10 y figura 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se obtuvo en cada uno diferencias significativas. En el primer transecto para el año 2010 el comportamiento de la temperatura superficial es parecido en algunas clases de cobertura y uso para el año 2016, pero se observa un aumento de temperatura hasta de 4°C en el bosque denso alto a áreas agrícolas heterogéneas para el año 2016. En el segundo transecto para el año 2010 y 2016 se observa un aumento de temperatura hasta de 5°C en el uso de bosque denso alto a áreas agrícolas heterogéneas para el año 2016, al igual que en el uso de bosque denso alto a cultivo de plátano para el año 2016 se dio un aumento hasta de 3°C y una disminución de temperatura en el año 2016 en ciertos tramos del transecto. En el tercer transecto existe un comportamiento similar pero con un aumento hasta de 4°C en el uso de bosque a plátano y en el cuarto transecto se observa que existe un comportamiento similar pero con una disminución de la temperatura superficial en el uso de áreas arenosas naturales a pastos de 1°C, pero existe un aumento en el uso de bosque denso alto a pasto hasta de 3 °C.

Cuadro 10. Cambio de uso de la tierra con la temperatura superficial del distrito de Padre Abad

CÓDIGO	CAMBIO DE USOS 2010 /2016	ha	Temperatura superficial (Tsup)
2-1	Cultivos Permanentes Arboreos/ Tejido urbano continuo	0,22	3,51
2-2	Cultivos Permanentes Arboreos/Tejido urbano discontinuo	0,23	2,19
2-3	Cultivos Permanentes Arboreos/Áreas industriales o comerciales	0,11	3,86
2-4	Cultivos Permanentes Arboreos/Cultivo de palma	11,62	1,41
2-5	Cultivos Permanentes Arboreos/Cultivo de plátano	24,83	2,04
2-6	Cultivos Permanentes Arboreos/Cultivo de cacao	0,89	1,51
2-8	Cultivos Permanentes Arboreos/ Pastos	16,59	1,81
2-9	Cultivos Permanentes Arboreos/Áreas agrícolas heterogéneas	36,24	1,76
2-10	Cultivos Permanentes Arboreos/Bosque denso bajo	0,26	1,67

Continuación...

CÓDIGO	CAMBIO DE USOS 2010 /2016	ha	Temperatura superficial (Tsup)
2-11	Cultivos Permanentes Arboreos/Bosque denso alto	5,61	2,38
2-12	Cultivos Permanentes Arboreos/Áreas arenosas naturales	0,07	5,16
2-13	Cultivos Permanentes Arboreos/ Ríos	1,87	1,41
5-1	Tejido urbano continuo/ Tejido urbano continuo	75,03	2,76
5-2	Tejido urbano continuo/Tejido urbano discontinuo	8,04	1,33
5-4	Tejido urbano continuo/Cultivo de palma	2,46	1,11
5-5	Tejido urbano continuo/Cultivo de plátano	0,29	1,89
5-8	Tejido urbano continuo/ Pastos	5,79	1,25
5-9	Tejido urbano continuo/ Áreas agrícolas heterogéneas	7,37	1,77
5-13	Tejido urbano continuo/ Ríos	1,00	1,09
4-2	Bosque denso bajo/Tejido urbano discontinuo	0,003	1,49

Continuación...

CÓDIGO	CAMBIO DE USOS 2010 /2016	ha	Temperatura superficial (Tsup)
4-4	Bosque denso bajo/Cultivo de palma	0,004	0,65
4-5	Bosque denso bajo/Cultivo de plátano	0,04	1,28
4-6	Bosque denso bajo/ Cultivo de cacao	0,28	1,38
4-7	Bosque denso bajo/Cultivo de café	0,35	1,22
4-8	Bosque denso bajo/Pastos	0,40	0,93
4-9	Bosque denso bajo/Áreas agrícolas heterogéneas	5,48	1,31
4-10	Bosque denso bajo/Bosque denso bajo	68,13	1,69
4-11	Bosque denso bajo/ Bosque denso alto	25,11	2,19
4-12	Bosque denso bajo/ Áreas arenosas naturales	0,001	4,91
4-13	Bosque denso bajo/ Ríos	0,11	0,90
1-2	Bosque denso alto/Tejido urbano discontinuo	0,003	2,74
1-4	Bosque denso alto/Cultivo de palma	0,62	0,96
1-5	Bosque denso alto/Cultivo de plátano	4,65	1,53

Continuación...

CÓDIGO	CAMBIO DE USOS 2010 /2016	ha	Temperatura superficial (Tsup)
1-6	Bosque denso alto/Cultivo de cacao	0,02	1,16
1-8	Bosque denso alto/ Pastos	2,70	1,32
1-9	Bosque denso alto/Áreas agrícolas heterogéneas	14,86	1,31
1-10	Bosque denso alto/Bosque denso bajo	0,29	1,69
1-11	Bosque denso alto/Bosque denso alto	64,90	2,19
1-12	Bosque denso alto/Áreas arenosas naturales	0,02	4,90
1-13	Bosque denso alto/Ríos	0,58	0,90
6-2	Rios/Tejido urbano discontinuo	0,006	2,79
6-4	Rios/Cultivo de palma	1,32	1,11
6-5	Rios/Cultivo de plátano	3,49	2,39
6-6	Rios/Cultivo de cacao	0,06	1,62
6-8	Rios/Pastos	3,28	1,74
6-9	Rios/Áreas agrícolas heterogéneas	10,37	1,89
6-10	Rios/Bosque denso bajo	0,98	2,77
6-11	Rios/Bosque denso alto	5,45	2,14
6-12	Rios/Áreas arenosas naturales	1,49	5,50
6-13	Rios/Rios	69,20	1,09

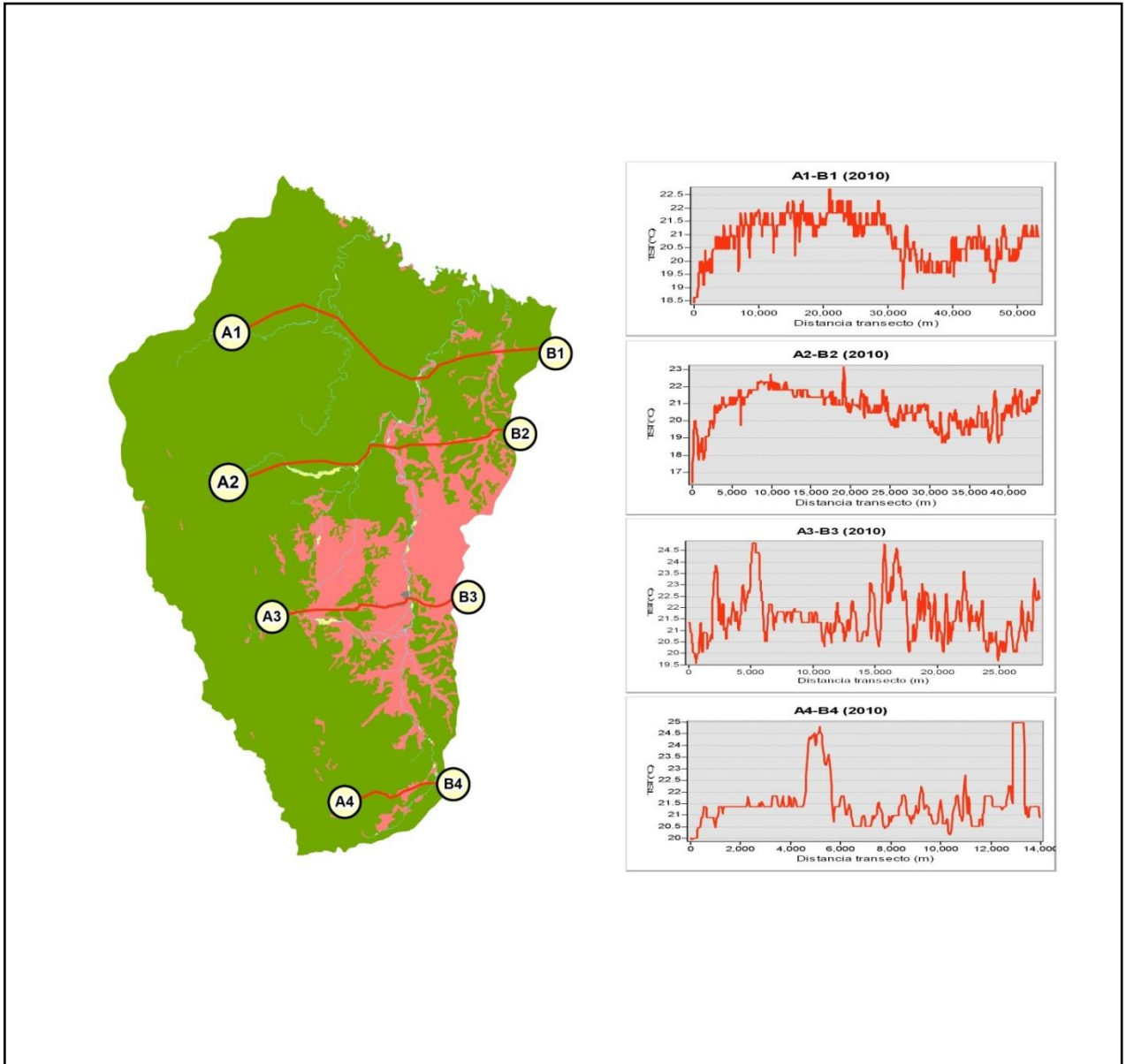


Figura 8. Comportamiento térmico en el año 2010 del distrito Padre Abad

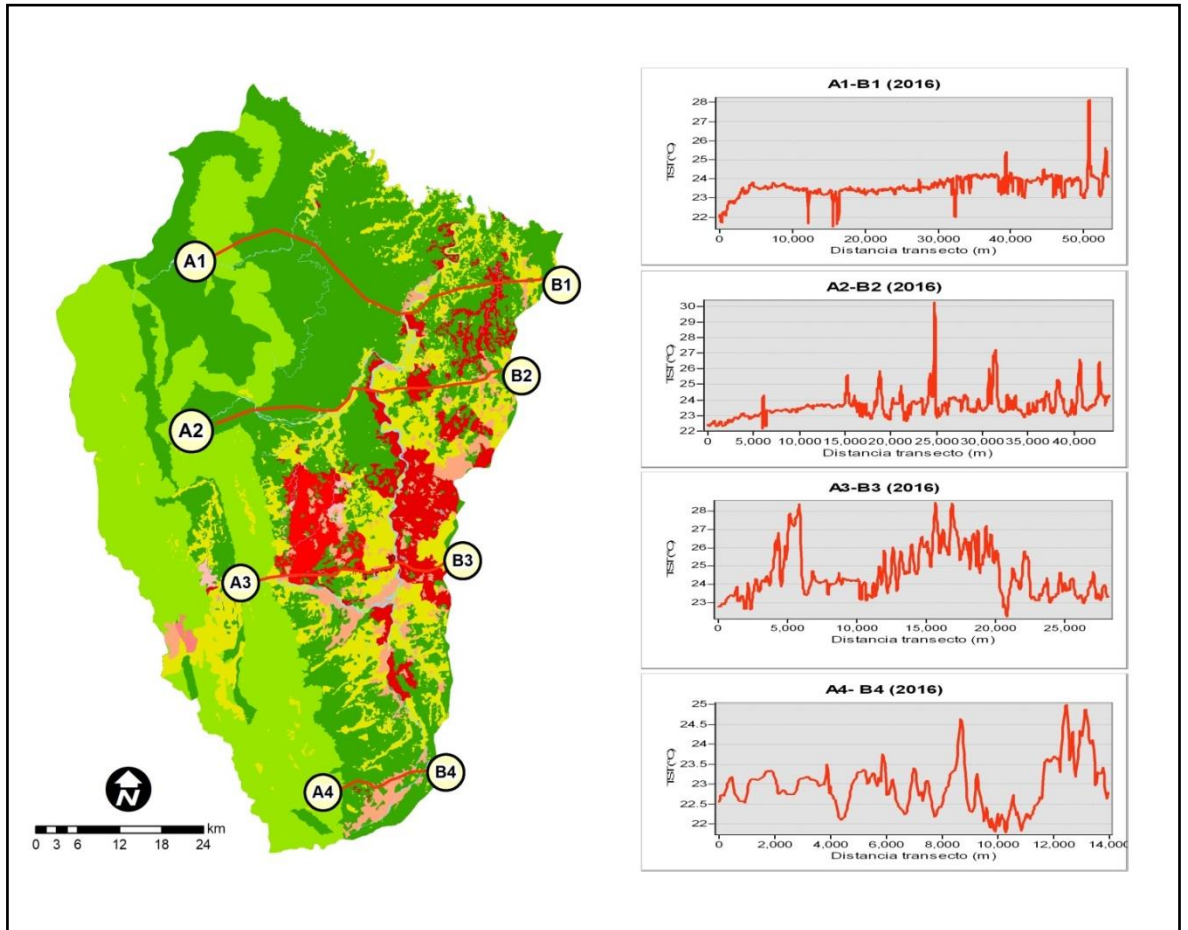


Figura 9. Comportamiento térmico en el año 2016 del distrito Padre Abad

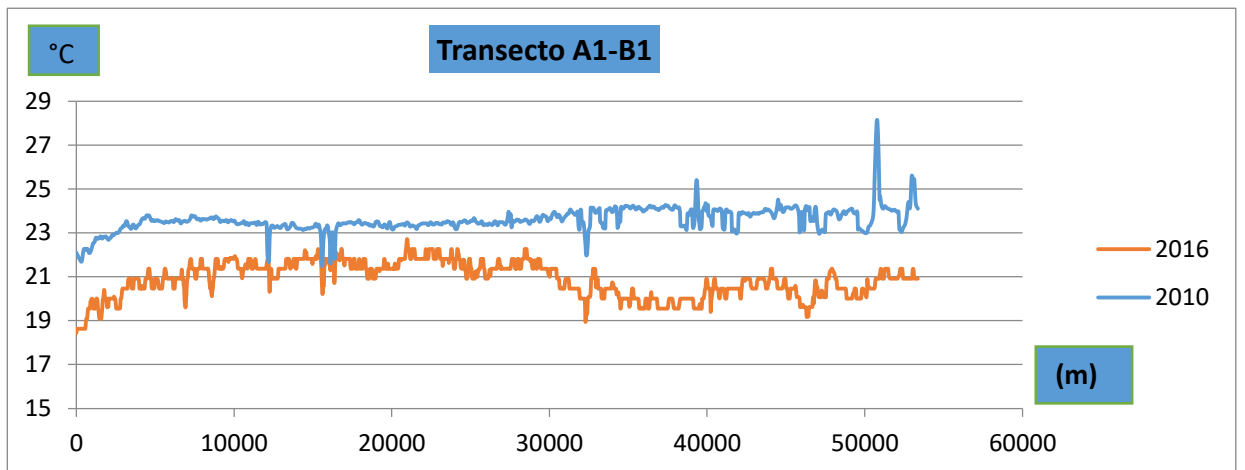


Figura 10. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito Padre Abad

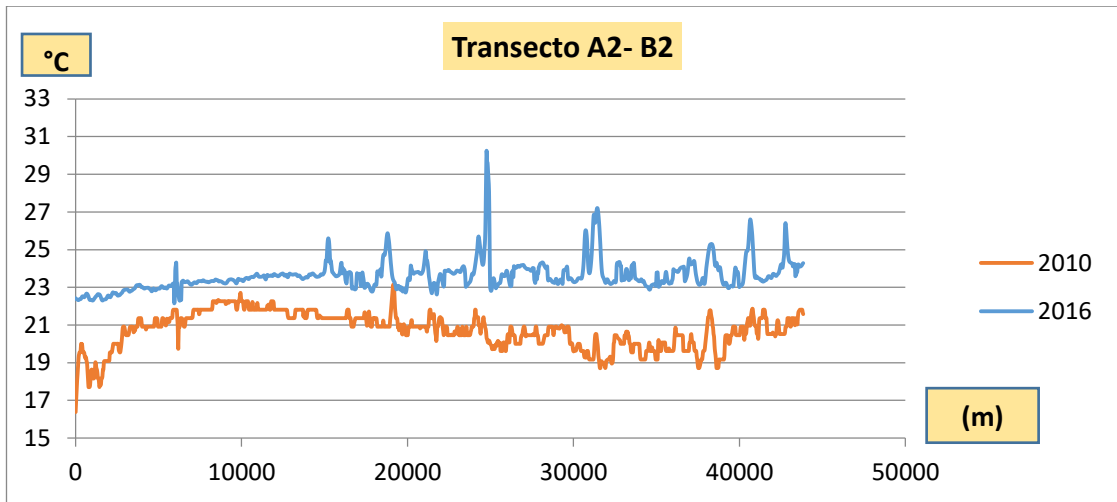


Figura 11. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad

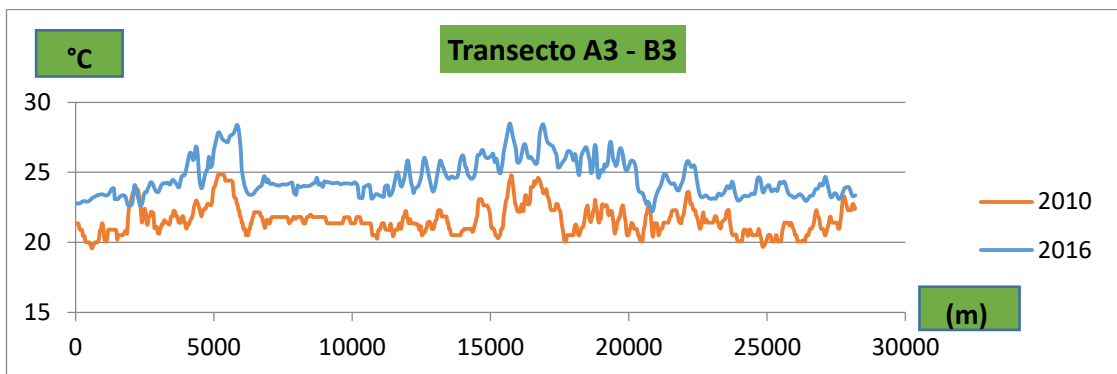


Figura 12. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad

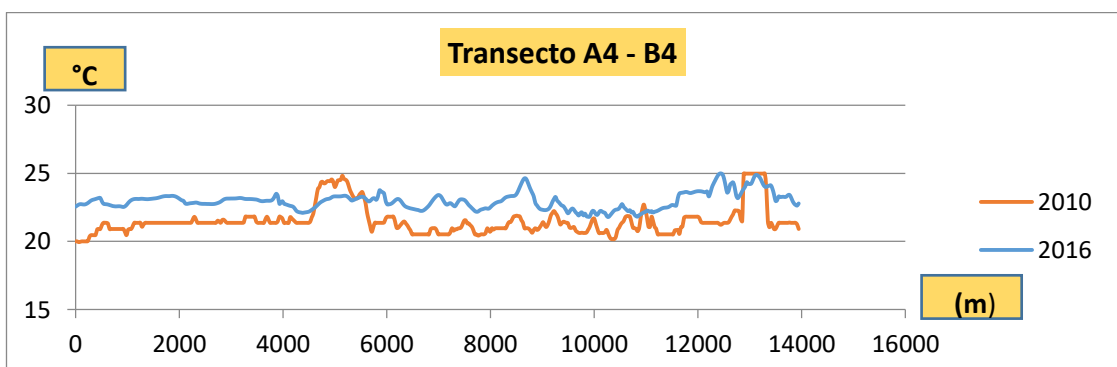


Figura 13. Comparación de la variación térmica entre los años 2010 y 2016 del distrito de Padre Abad

La temperatura superficial estuvo relacionada con la variación térmica y con la cobertura y uso de la tierra solo en dos categorías: cultivos permanentes arbóreos y tejido urbano continuó con todos los usos. El área de cultivos permanentes arbóreos se ajustó a una regresión logarítmica y tuvo un coeficiente de determinación de 41,86% ($\rho = 0,0229$), el intercepto (a) y coeficiente de regresión (b) fueron 2,5406 y -0,3366 respectivamente. La fórmula para predecir la temperatura en base a la pérdida del área es $Y=a+b \ln X$, donde Y es la temperatura, a es el intercepto, b es el coeficiente de regresión y X es el área en hectáreas.

Mientras que el tejido urbano continuo se ajustó a una regresión lineal y tuvo un coeficiente de determinación de 72,11% ($\rho =0,0156$), el intercepto (a) y coeficiente de regresión (b) fueron 1,3313 y 0,0189 respectivamente. La fórmula para predecir la temperatura en base a la pérdida del área es $Y=a+bX$, donde Y es la temperatura, a es el intercepto, b es el coeficiente de regresión y X es el área en hectáreas.

En cuanto a las categorías de Bosque denso bajo, bosque denso alto y los ríos el valor de probabilidad determino que no existe relación significativa entre la cobertura y uso de la tierra con la temperatura superficial ya que existen otros tipos de factores que implican a que exista la relación entre estas variables.

V. DISCUSIÓN

La cobertura de la tierra en el distrito de Padre Abad con la investigación se obtuvo 5 clases de cobertura y uso de la tierra siendo los de mayor índice de cambio: la Superficie de agua con 1604,0 ha (39,04%) del total del área de y las áreas artificializadas con 370,1 ha y 111,33%, demostrando que durante el año 2010 al 2016 estas clases de categorías de cobertura y uso aumentaron significativamente, en cuanto a la pérdida de cobertura en el bosque se obtuvo -51358,7 ha y -13.02% del total de área de estudio

En el cambio de cobertura de la tierra, tal como lo afirma (MINAM, 2015, p. 62), en la Amazonía peruana ha reportado que la pérdida de bosques amazónicos en el periodo del 2010-2014 fue de 415,278 ha, esto significó una tasa de pérdida de 103,819 ha/año. Asimismo, se muestra que históricamente la superficie o la cobertura cambiada en los últimos 15 años (2000-2014) es de 1,315.673 ha. Lo cual se afirma que los cambios de cobertura de la tierra son constantes en cada año en especial en el distrito de Padre Abad debido a la concentración de inversión en el sector agropecuario con un 6%, construcción en 7% y transporte en 7%, al igual que se demuestra que el sector agropecuario repunta en el año 2017 con 2.8% y en el 2018 a 5.0%. Estos indicadores serán una oportunidad para Padre Abad, puesto que es una provincia que destaca por su agricultura (Hallasi y Tinco, 2017, p. 33-34).

Los cambios de usos de la tierra más representativos del año 2010 al año 2016 son: de cultivo permanente arbóreo a áreas agrícolas heterogéneas abarcando un total de 36,24% respectivamente del área; también de cultivo

permanente arbóreo a cultivo de plátano con 24,82%, al igual que de cultivo permanente arbóreo a pastos con 16,58%; de bosque denso alto a áreas agrícolas heterogéneas con 14,85% y de cultivo permanente arbóreo a cultivo de palma en 11,62% respectivamente del área, estos cambios de usos muestran que existe una alta demanda de estos cultivos heterogéneos (piña, maíz, arroz, entre otros), a la ganadería como uso de pasto como una actividad alterna para el desarrollo del distrito y sobre todo la demanda que existe del cultivo del plátano y palma, actividades que durante años incrementan ingresos y a su vez la pérdida de bosque.

En la región de Ucayali se muestra que solo el 8% de las tierras son de uso agrícola, el 10% es de aptitud ganadera y el 82% es clasificado como uso forestal y/o protección; resultados similares fueron obtenidos por (E. Hallasi, A. Hallasi y Tinco, 2017, p.57-58), quienes reportaron el distrito de Padre Abad se caracteriza por sus actividades agrícolas y producción de madera, cuenta con dos grandes grupos de producción agrícola: por una parte, concentra los productos tradicionales, como es el caso de la yuca, que representa a nivel regional el 10% de la producción nacional, teniendo en cuenta que estas tierras en los años anteriores contaban con una superficie de 845, 512 ha, de las cuales el 21.98% son aptas para la actividad agropecuaria, el de uso agrícola suman 784,000 ha, las de pastos 947,000 ha, representando, en conjunto, estas dos actividades sólo el 16,9% del territorio de Ucayali. Destacando a los cultivos principales al plátano (191,903 Tm), yuca (95,336 Tm), papaya (60,639 Tm), arroz cáscara (35,603 Tm), maíz amarillo (20,666 Tm), siendo el cultivo de plátano el más importante, seguido por la palma aceitera, yuca y maíz; lo cual se relaciona

con los resultados obtenidos en el presente estudio sin embargo el uso de cultivos heterogéneos son de mayor porcentaje.

En este estudio se analizó que en las cinco categorías de cobertura y uso de la tierra existe una variación térmica significativa en los años 2010 y 2016, demostrando que en la cobertura de superficie de agua aumento de 20,16°C a 22,04°C aumentando 1,88°C esto se debe a que la emitancia espectral de los cuerpos de agua está relacionado a su temperatura superficial y a la vez con la capacidad para absorber la radiación solar incidente, en cuanto a la categoría de áreas artificializadas se muestra un aumento de 1,83°C que paso de 23,17°C a 25,00°C demostrando que la temperatura superficial en áreas urbanas siempre muestran aumentos debido al crecimiento poblacional y en la categoría de las áreas agrícolas el aumento también fue significativa de 20,82°C a 22,37°C aumentando a 1,55°C.

Para la emitancia espectral de un objeto es preciso tener en cuenta que las longitudes de onda, la energía incidente o bien se refleja o bien se absorbe, por ello la emisividad espectral de un objeto es equivalente a su absorción (ley de Kirchoff), en conclusión a mayor absorción, mayor temperatura superficial. Esto se resume a que las superficies con alta reflectividad (caso de la nieve) son pocas emisivas, mientras que las poco reflectivas son altamente emisivas (como ocurre con el agua), afirmando que alta emisividad indica que un objeto o cobertura absorbe y radia una gran proporción de la energía incidente, mientras una baja emisividad absorbe e irradia una pequeña proporción de la energía según. En este caso de las cubiertas del medio ambiente la mayor emisividad se encuentran en la vegetación densa (0,99), el agua (0,98), mientras los valores más bajos está

en los suelos arenosos (0,90), nieve (0,80) y metales (0,16). A partir de la medida de la emisividad se puede estimar la emitancia de un objeto, conociendo su temperatura, lo cual implica que dos objetos situados a la misma temperatura pueden presentar emitancias distintas, gracias a esta corrección puede estimarse la temperatura de un objeto a partir de las medidas obtenidas por el sensor (Chuvienco, 1991, p. 71).

Así mismo Castro (2017, p.52), afirma que en zonas específicas como la ciudad de Iquitos, posee un promedio de temperaturas de 29,7°C para el año 2016, por lo tanto los resultados coinciden con dicha información de que las áreas artificializadas siempre muestran aumento de temperatura superficial

La relación entre la variación térmica la cobertura y uso se mostró solo en dos categorías, en cultivos permanentes arbóreos y tejido urbano continuo cada uno de ellos con sus respectivos usos, obteniendo en la primera categoría (cultivos permanentes arbóreos) una regresión logarítmica y con coeficiente de determinación de 41,86% ($\rho = 0,0229$). En cuanto al tejido urbano continuo se ajustó a una regresión lineal y con un coeficiente de determinación de 72,11% ($\rho = 0,0156$), sin embargo según (Carbajal y Pavón, 2014, p.105) en el estudio realizado sobre la relación de los índices de vegetación con la temperatura superficial de la selva andina colombiana, donde se evaluaron las coberturas de plantación forestal, café, pasto y zona urbana, se identificaron correlaciones negativas entre los índices y la temperatura superficial (TST), y se encontraron diferencias significativas ($\rho < 0,01$) entre tipos de cobertura, donde la temperatura superficial para la

cobertura de pasto presento promedio mayor a la zona urbana, el café menor a la de bosque y plantaciones. Los cambios o transiciones de usos como de pastos hacia plantación, selva Andina y el café mostraron disminuciones en TST hasta de 9°C, de zona urbana a café hasta de 8°C, mientras que de zona urbana a pastos se incrementaron hasta en 1,28°C, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, excepto con la disminución de temperaturas superficiales en la zona urbana.

VI. CONCLUSIONES

1. Se obtuvo cinco clases de cobertura y uso de la tierra, siendo la de mayor incremento la cobertura de Áreas artificializadas con un 370,1 ha en 111,33% del área total.
2. Se determinó que para el año 2010 el uso fue de cultivo permanente arbóreo y para el año 2016 paso a ser Áreas agrícolas heterogéneas con un 36,24% del área total, al igual que el uso de cultivo permanente arbóreo en el año 2010 y para el año 2016 paso al uso de plátano con un 24,82% del área total.
3. Se obtuvo el mayor índice de aumento en la temperatura superficial para la categoría de Superficie de agua pasando de 20,16°C en el año 2010 a un aumento de 22,04°C para el año 2016 incrementándose hasta en 1,88°C, para la cobertura de Áreas artificializadas mostro un aumento de 23,17°C a 25,00°C incrementándose hasta 1,83 °C, esta cobertura está conformada por tejido urbano continuo y tejido urbano discontinuo.
4. La relación entre la temperatura superficial con la cobertura y uso de la tierra se dio en dos categorías en los cultivos permanentes arbóreos con una regresión logarítmica y un coeficiente de determinación de 41,86% y el tejido urbano continuo la cual se ajustó a una regresión lineal y un coeficiente de determinación de 72,11%. En cuanto los usos de bosque denso bajo, bosque denso alto y los ríos no presentaron alguna relación entre la variación térmica y la cobertura y uso de la tierra debido a que existen otras variables que influyen en ellas.

5. Las áreas arenosas naturales se caracteriza por ser la cobertura asociada con la mayores temperaturas de superficie, incluso sobrepasando las temperaturas encontradas en las zonas urbana. Por el contrario, el cultivo de palma y plátano mostraron una capacidad media para el enfriamiento de la superficie que se asemejó con la del Bosque denso bajo y alto. Esto demuestra que la siembra de ambos cultivos podría estar ayudando con la mitigación del calentamiento superficial generado por las áreas arenosas naturales, pastos, áreas artificializadas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar esta metodología como guía para un monitoreo de incidencias de temperatura asociando a las actividades agrícolas, pecuarias o de reforestación.
2. Se debe profundizar más las investigaciones de este tipo de estudio, donde existe la influencia de la temperatura superficial debido a que no existe suficiente información.
3. Relacionar o comparar con datos de estaciones meteorológicas con el fin de validar el nivel de significancia de los resultados obtenidos.
4. Tener más detallada información del área de estudio debido a que no existe un estudio correcto sobre la cobertura y uso de la tierra en el distrito.
5. Aplicar imágenes de mayor resolución, con poca nubosidad y otros tipos de software y algoritmos para un procesamiento exacto y más eficacia al método a realizar.

VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

Academia [en línea] Propiedades ópticas de materiales utilizados en procesos térmicos de energía solar [fecha de consulta: 6 Diciembre 2018]. Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Energías Renovables, Alumnus. También disponible en: <<https://uacm.academia.edu/EvIUesix>>.

Ariza A; 2013; Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission), Version 1.0, Centro de Investigación y Desarrollo – CIAF, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá – Colombia, 46p. <http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>

Anbzhagan, S., & Paramasivam, C. R. (2016). Statistical correlation between land surface temperature (LST) and vegetation index (NDVI) using multi-temporal landsat TM data. International Journal of Advanced Earth Science and Engineering, 5(1), 333-46 p.

Armenteras, D y Eraso, N.2014. Dinámicas y causas de deforestación en bosques de latino américa: una revisión desde 1990.Segunda edición. Colombia Forestal. Colombia.233 p.

Artiga, M.; Menjívar, M y Aquino, C. 2010. Causas y efectos del cambio climático generados por el sistema de producción industrial actual; los esfuerzos de la comunidad internacional para contrarrestarlo y los compromisos adquiridos por los países desarrollados como los principales contaminadores, periodo 1990-2007. El Salvador. Tesis (Licenciatura en relaciones internacionales). El Salvador. Universidad

- de El Salvador, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales. 216 p.
- Bense, T., 2007. Tutorial- Introducción a la Percepción Remota.
- Carvajal, A. F., y Pabón, J. D. 2016. Transformación de la superficie terrestre por la actividad humana y su relación con el cambio climático. *Sociedade & Natureza, Umberlandia* 28(2): 185-198.
- Carvajal, A. F., y Pabón, J. D. 2014. Temperatura de la superficie Terrestre en diferentes tipos de Cobertura de la Región Andina Colombiana. *Sociedad & Natureza, Umberlandia*, 26 (1): 95-112.
- Castro, R. 1999. Sistema para el Seguimiento y Análisis de Tierras mediante Teledetección. Chile 88 p.
- Chander, G. & Markham, B. 2003. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, Sioux Falls, SD, EE. UU 41, 2674 – 2677 p.
- Chuvieco, S.E. 1995. Fundamentos de teledetección espacial. Editorial Madrid Rialp. Madrid 453 p.
- CEPAL. 2010. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis. Santiago de Chile. 201 p.
- De Oliveira, L. G. L., Pereira, G., Moraes, E. C., Camargo, F. F., & Guerra, J. B. Anomalias térmicas de centros urbanos e ocorrência de granizo na zona leste de São Paulo: Estudo de caso (2003).
- Di Gregorio, A. 2005. Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra (LCCS). Editorial Environment and Natural Resources Service Series. Roma 179 p.

- ENBCC (Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático). 2015. Hacia una estrategia nacional sobre bosques y cambio climático. Documento preliminar. ENBCC. Lima- Perú. 112 p.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual review of ecology, evolution, and systematics, 34(1), 487-515.
- Failache, H. 2010. Elementos de Transferencia de Calor. Uruguay 36 p.
- FAO. 2013. Cambio de uso de las tierras forestales mundiales 1990–2005. Documento Forestal 169 FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. Roma. 43 p.
- FAO. 1996. Forest resources assessment 1990; global synthesis. Forestry Paper. Estudio: FAO. Rome 124 p.
- FAO. 2005. La Seguridad Alimentaria Mundial: Los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía. Rome 101 p.
- Gómez, E. 2006. Guía Básica de conceptos de radiometría y fotometría v.1.0. ESI Universidad de Sevilla, Sevilla. 41 p.
- Gonzales, S. 2015. Distribución espacial por unidades fisiográficas, las propiedades físicas y químicas de los suelos con palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), Nueva Requena. Ucayali, Perú 37p.
- Hallasi, E; Hallasi, A.; Tinco, R (2017). Planeamiento estratégico de la Provincia de Padre Abad 2018-2027. Tesis (Magíster en administración estratégica de empresas) Arequipa, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado. 188 p.
- IDEAM. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca. Bogotá. 164 p.

- INRENA. 2005. Mapa de deforestación de la amazonia peruana – 2000. Memoria descriptiva. Lima 74 p.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge 58 p.
- Jansen, L. y Di Gregorio, A., 1998. Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual for software. Rome: FAO. 179 p.
- Jiménez-Muñoz, J. C. & Sobrino, J. A. 2010. A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Valencia 7, 176-179 p.
- Lambin, EF, Turner, BL, Geist, HJ, Agbola, SB, Angelsen, A., Bruce, JW y George, P. (2001). Las causas del uso de la tierra y el cambio de la cobertura terrestre: ir más allá de los mitos. Cambio ambiental global, 11 (4), 261-269.
- Loayza H. 2018. Imágenes satelitales. Fundamentos de Teledetección Espacial (2018 – I) Presentaciones orales (2018, Lima, Perú) Lima, Perú. 39 p
- León, Y. 2002. Introducción a las Imágenes Satelitales. Programa de Modernización de la Jurisdicción de Tierras. Santo Domingo, República Dominicana 23 p.
- Luna, A. 2015. Cambio de Uso de la Tierra y su relación con la Deforestación. Pucallpa – Perú. Tesis (Ing. Ambiental) Pucallpa – Perú. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 60 p.

- Marc, D. 2013. Loreto sostenible al 2021. Editorial Biblioteca Nacional del Perú. Lima 356 p.
- Meyer, W. y TURNER, B.L. 1992. Human Population Growth and Global Land Use/ Land- Cover Change. Annual Review of Ecology and Systematics. California 61 p.
- Mallick, J.; Singh, C. K.; Shashtri, S.; Rahman, A. & Mukherjee, S. 2012. Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces of Delhi city International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Abha, KSA 19, 348 -358 p-.
- Memoria de gestión, año fiscal 2016, gerencia de planeamiento, presupuesto y racionalización, Provincia de Padre Abad, (MPPA-A). Ucayali, Perú, 2016.
- Mendoza. Y. y Gómez J 2009. "Cambio Climático ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana?". En Tecnología y Sociedad. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, nº 8. p 101-121
- MINAM. 2015. Cuantificación y análisis de la deforestación en la amazonia peruana en el periodo 2010-2011-2013-2014. Informe MINAM. Perú, 108 p.
- MINAM. 2009. Mapa de Deforestación de la Amazonia Peruana - 2000. Memoria Descriptiva. Lima- Perú. 108 p.
- MINAM. 2005. Mapa de Deforestación de la Amazonia Peruana – 2000. Memoria Descriptiva. Lima- Perú. 105 p.
- MINAM. 2012. La conservación de bosques en el Perú. Lima – Perú. 166 p.

- Mira, M., Gordillo, J., González-Guerrero, O., y Pons, X. 2017. "Análisis comparativo de métodos para la estimación de la emisividad en la banda térmica del sensor TM de Landsat-5", GeoFocus Bellaterra, España 55-80 p.
- Miranda, R. P.; Lazalde, J. R. V.; Sánchez, F. M., Hernández, A. G., y J. Hernández, J. I. V. 2012. Predicción espacial de cambios del uso de suelo en Texcoco. México 2011. 59 p.
- Ordenanza Municipal N° 007-2013-MPPA-A. Plan de desarrollo concertado provincial 2013-2021, Provincia de Padrea Abad, Ucayali, Perú, 2013.
- Owen, T. W. 1998. An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. Editorial International Journal of Remote Sensing. N° 9. Colorado. 1681 p.
- Peña, A. 2007. Correcciones de una imagen satelital ASTER para estimar parámetros de vegetaciones en la cuenca del río Mirta, Aisén. Valdivia. N°02, 172 p.
- PNUD. 2007. Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido. Nueva York. 153 p.
- Rossiter, D. G. 1994. Notas del Curso "Evaluación de Tierras. Editorial CLAS. Cochabamba, Bolivia 23 p.
- Sánchez. V. y GUIZA, B. 1989. Glosario de términos sobre medio ambiente, Santiago-chile. 405 p.
- SENAMHI. 2014. Condiciones climáticas, hidrológicas y ambientales en la región Huanuco, Ucayali y Prov. Tocache, Huánuco- Perú 49 p.

- Sims, D. 1986. META: A New Approach. AGI. Land and Water Newsletter No. 26, August, 1986.
- Sobrino, J. A., Jimenez-Munoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of environment, 90(4), 434-440.
- Stohlgren, T.J. 1998. Evidence that local land use practices influence regional climate, vegetation and stream flow patterns in adjacent natural areas. Editorial Global Change Biology. Colorado 504 p.
- Vargas, G.2009. Estudio del uso actual y capacidad de uso de la tierra en América Central. Anuario de Estudios Centroamericanos.Costa Rica 23 p.
- Veldkamp, A. y Lambin E. 2001. Predicting land use change. Agriculture, Ecosystems & Environment. Colombia. 6 p.
- Vitousek, P.; Mooney, J.; Lubchenco y J.M. Melillo. 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science. Massachusetts 1997. 499 p.
- Weng, Q.; Lu, D. & Schubring, J. 2004. Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, Elsevier Science New York NY 10159 USA, 89, 467-483 p.
- Zamora R. 2009 Estudio de la radiación del cuerpo negro. Determinación de la constante de Wien.
http://www.rafaelzamora.es/radiacion_cuerpo_negro.pdf

ANEXOS

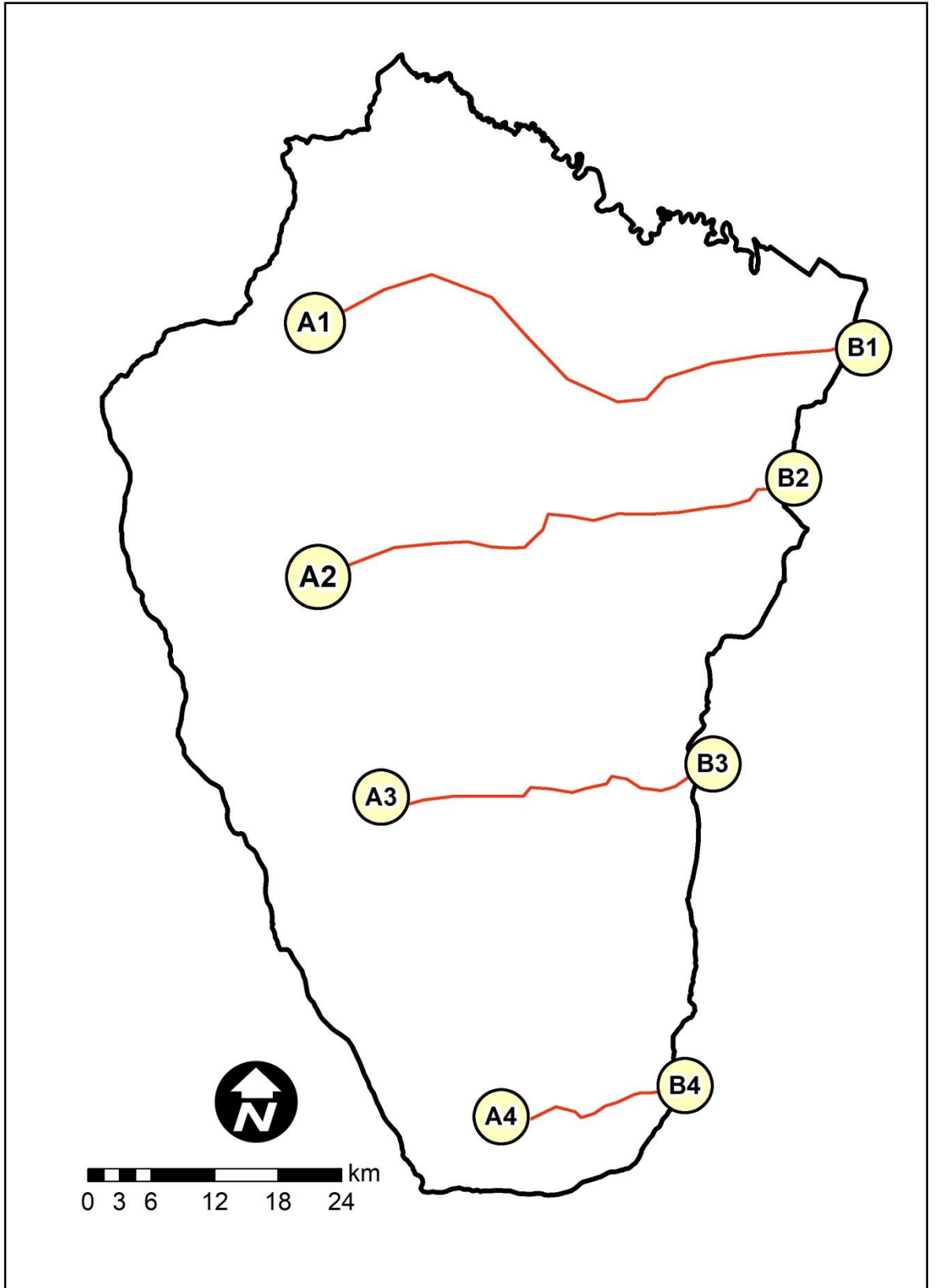


Figura 14. Mapa de ubicación de transectos en cuatro sectores.

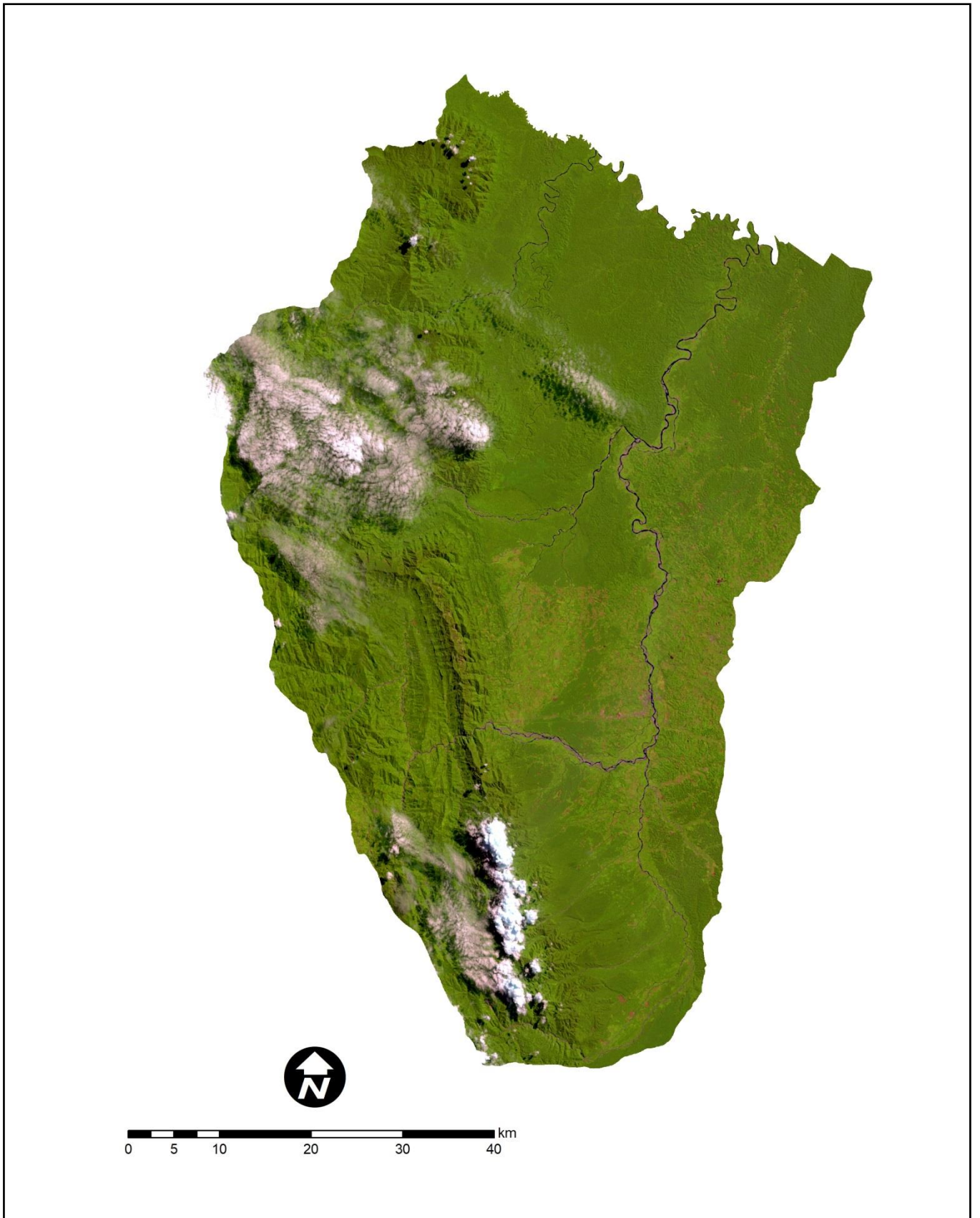


Figura 15. Imagen de satélite Landsat 5 del año 2010

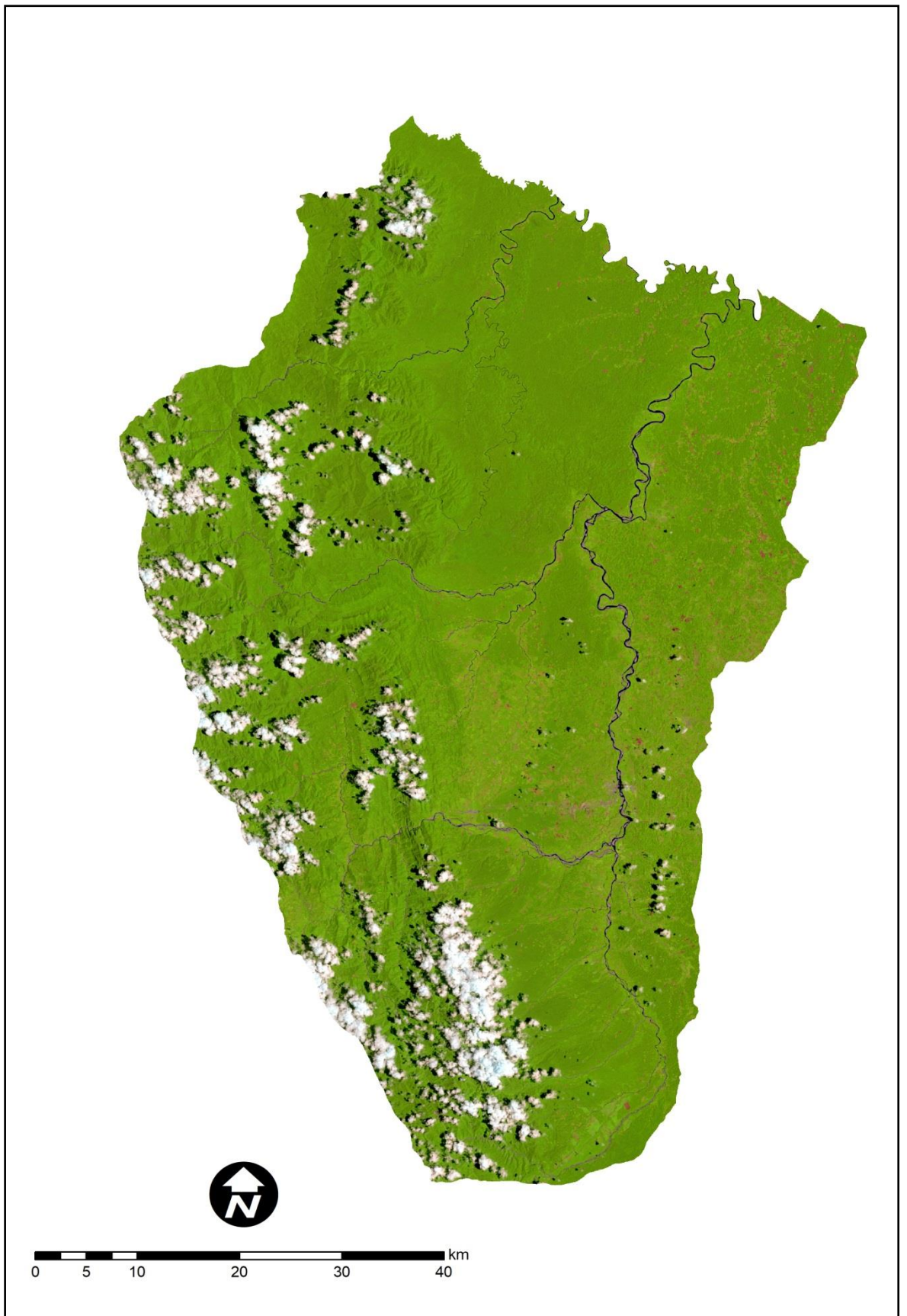


Figura 16. Imagen de satélite Landsat 8 del año 2016