

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**CORRELACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA
PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA MÁXIMA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA
MICROCUEENCA DEL RÍO PENDENCIA EN EL PERIODO 2000 – 2019, DISTRITO
DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO**

Tesis

Para optar el título de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES

Tingo María - Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 42 -2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 14 de marzo del 2023 a horas 7:00 p.m. en la Plataforma Virtual Microsoft TEAMS para calificar la tesis titulada:

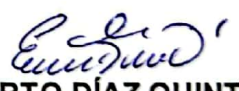
“CORRELACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA MÁXIMA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA EN EL PERIODO 2000-2019, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - HUÁNUCO”

Presentado por el Bachiller: **SALDAÑA FLORES, JESÚS ALBERTO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del título correspondiente.

Tingo María, 06 de junio de 2023


Dr. LUIS EDUARDO ORÉ CIERTO
PRESIDENTE


Ing. MSc. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA
MIEMBRO


Ing. MSc. ANDY W. VELA ZEVALLOS
MIEMBRO


Dr. VÍCTOR MANUEL BETETA ALVARADO
ASESOR





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS

Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 215- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CORRELACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA MÁXIMA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA EN EL PERIODO 2000 – 2019, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO	JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES	17 % Diecisiete

Tingo María, 09 de agosto de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



PROYECTO DE TESIS

**CORRELACIÓN DE LA DEFORESTACIÓN CON LA VARIACIÓN DE LA
PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA MÁXIMA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA
MICROCUEENCA DEL RÍO PENDENCIA EN EL PERIODO 2000 – 2019, DISTRITO
DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO – HUÁNUCO**

Ejecutor	: Jesús Alberto Saldaña Flores
Asesor	: Dr. Víctor Manuel Beteta Alvarado
Programa de investigación	: Gestión Ambiental
Línea de investigación	: Adaptación al cambio climático
Eje temático de investigación	: Cambio climático
Lugar de ejecución	: Pueblo Nuevo
Duración del trabajo	: Fecha de inicio - 12/04/2021
	Término - 26/06/2022
Financiamiento	: FEDU:NO

Propio: SÍ - Presupuesto: 2095.5 S/.

DEDICATORIA

- A Dios, por brindarme la vida, la inteligencia, perseverancia y enseñarme el buen camino durante mi carrera profesional.
- A SALDAÑA ALBINO Khaleisy Noelia, por ser mi hija, mi motor y motivo para cumplir mis objetivos y sueños.
- A ALBINO CHAVEZ Naysa Ashley, tu apoyo ha sido primordial, sigues estando conmigo cuando más lo necesito, gracias por tu motivación y ayuda.
- A mis padres Enrique Saldaña Castillo y Magdalena Flores Ojeda y hermanos Cynthia Lizbeth Saldaña Flores, Therany Whill Saldaña Flores, Sheylla Cristhel Saldaña Flores y Enrique Nicolás Saldaña Flores por estar siempre conmigo.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Institución en donde realicé mis estudios.
- Al Dr. BETETA ALVARADO Víctor Manuel, por su asesoramiento fundamental y valioso.
- A los docentes de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales renovables, quienes apoyaron en mi carrera profesional.
- A todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron para el cumplimiento de mi proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por siempre ayudarme, y por darme
mi hija, la familia y los amigos que tengo.*

*A mi Familia por su soporte y apoyo
absoluto, que siempre me dan y que me
fortalece y me dan confianza de salir
adelante cada día.*

*A mi Madre MAGDALENA FLORES
OJEDA y mi Padre ENRIQUE SALDAÑA
CASTILLO, por su esfuerzo para mi
superación profesional y poder triunfar en
la vida, que con su perseverancia y trabajo
me demostraron que los sueños y objetivos
se pueden cumplir.*

*A mis hermanos Cynthia Lizbeth Saldaña
Flores, Therany Whill Saldaña Flores,
Sheylla Cristhel Saldaña Flores, Enrique
Nicolás Saldaña Flores por ser mis motivos
y mi fortaleza para llegar al éxito.*

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Marco teórico	4
2.1.1. Deforestación	4
2.1.2. Causas de la deforestación	4
2.1.3. Deforestación a nivel nacional	4
2.1.4. Deforestación en Huánuco	5
2.1.5. Cambio climático	6
2.1.6. Temperatura	6
2.1.7. Precipitación.....	6
2.1.8. Humedad	6
2.1.9. Cuenca hidrográfica	7
2.1.9.1. Clasificación de cuenca hidrográfica	7
2.1.10. Bosques	9
2.1.10.1. Tipos de bosques en Huánuco	9
2.1.11. Teledetección espacial.....	9
2.1.11.1. Componentes de un sistema de Teledetección.....	10
2.1.12. Imágenes satelitales.....	11
2.1.13. Programa Landsat.....	11
2.1.14. Tratamiento digital de imágenes satelitales	12
2.1.14.1. Corrección geométrica	12
2.1.14.2. Corrección radiométrica	12
2.1.14.3. Corrección atmosférica	13
2.1.15. Clasificación digital.....	13
2.1.16. Clasificación supervisada	13

2.1.17. Clasificación no supervisada.....	14
2.1.18. Evaluación de precisión	14
2.1.18.1. Matriz de confusión.....	14
2.1.18.2. Índice de kappa	15
2.1.18.3. Protocolo de exactitud temática del Mapa de Cobertura de Bosque	
16	
2.2. Estado del arte.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.1.1. Ubicación política	18
3.1.2. Ubicación geográfica.....	18
3.1.3. Fisiografía.....	19
3.1.4. Hidrografía	19
3.1.5. Meteorología	19
3.1.6. Zonas de vida	19
3.2. Materiales y equipos	19
3.2.1. Materiales	19
3.2.2. Equipos.....	20
3.2.3. Softwares	20
3.3. Metodología	20
3.3.1. Tipo y nivel de investigación	20
3.3.1.1. Tipo de investigación	20
3.3.1.2. Nivel de investigación.....	21
3.3.2. Ámbito temporal y espacial.....	21
3.3.3. Operacionalización de Variables.....	21
3.3.4. Población y muestra	21
3.3.4.1. Población.....	21

3.3.4.2. Muestra.....	21
3.3.5. Diseño de la investigación.....	22
3.3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.4. Desarrollo de la investigación.....	22
3.4.1. Descarga de imágenes satelitales	22
3.4.2. Delimitación el área de estudio	23
3.4.3. Pre procesamiento de las imágenes satelitales Landsat 5 y 8	23
3.4.4. Clasificación de la imagen	23
3.4.5. Elaboración de los mapas de deforestación.....	24
3.4.6. Estimación de las tasas de deforestación.....	24
3.5. Grado de confiabilidad de los mapas de deforestación.....	25
3.5.1. Validación de los mapas.....	25
3.5.2. Validación con imágenes de mayor resolución.....	25
3.5.3. Validación en campo	26
3.6. Estimación de los valores máximos y mínimos de precipitación, temperatura máxima y humedad en la microcuenca del Rio Pendencia en los años 2000, 2010 y 2019 ..	27
3.7. Estimación del nivel de correlación	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Superficie deforestada en el periodo 2000 - 2019 en la microcuenca del Rio Pendencia	29
4.2. Tasa de deforestación en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2004, 2005 – 2009, 2010 - 2014, 2015 - 2019	30
4.3. Grado de confiabilidad del mapa de deforestación de la microcuenca del Rio Pendencia	32
4.3.1. Validación de campo	34
4.4. Precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia	35

4.5. Nivel de correlación de la tasa de deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa	44
V. CONCLUSIONES	46
VI. PROPUESTAS A FUTURO	47
VII. REFERENCIAS	48
ANEXO.....	51
Anexo A. Datos de campo y gabinete registrados y procesados.....	52
Anexo B. Datos de precipitación, temperatura máxima y humedad relativa del SENAEMI en las 3 estaciones.	53
Anexo C.....	58
Anexo D.	59
Anexo E. Panel fotográfico	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Clases de cuencas, subcuencas y microcuencas.	8
2. Estimaciones de Kappa de acuerdo al grado de concurrencia.	15
3. Coordenadas UTM del cuadrante donde se ubica la investigación.....	19
4. Variables.....	21
5. Clasificación de la imagen.....	24
6. Superficie en has del año 2000 al año 2019 en el área de estudio.	29
7. Superficie en has de las diferentes clases y tasa anual de deforestación (ha/año).	30
8. Matriz de confusión para la validación del mapa de deforestación del año 2000.....	33
9. Matriz de confusión para la validación del mapa de deforestación del año 2010.....	33
10. Número de puntos de muestreo para la validación en campo.....	34
11. Matriz de confusión para la validación en campo del mapa de deforestación del año 2019.....	34
12. Precipitación en mm en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.....	35
13. Temperaturas máximas en °C en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.....	38
14. Humedad relativa (%) en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.....	41
15. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la precipitación durante el periodo 2000 - 2019.....	44
16. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la temperatura máxima durante el periodo 2000 - 2019.	44
17. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la humedad relativa durante el periodo 2000 - 2019.	45
18. Puntos de muestreo del mapa de deforestación del año 2019.....	52

19. Altura de árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo sin pendiente.....	58
20. Altura de árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo con pendiente.....	58
21. Área de las copas de los árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo...	58
22. Prueba de normalidad de la deforestación vs precipitación en el SPSS.....	59
23. Prueba de normalidad de la deforestación vs temperatura en el SPSS.....	59
24. Prueba de normalidad de la deforestación vs humedad en el SPSS.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Deforestación (ha) periodo 2001 – 2017 por departamentos.	5
2. Deforestación (ha) periodo 2001 – 2018 departamento Huánuco.	5
3. Elementos del sistema de teledetección.....	11
4. Mapa de ubicación política de la Microcuenca del Rio Pendencia.	18
5. Diseño de la investigación.....	22
6. Bosque, No Bosque e Hidrografía del año 2000 hasta el 2019.	29
7. Mapas de deforestación del periodo 2000 - 2004.....	30
8. Mapas de deforestación del periodo 2005 – 2009	31
9. Mapas de deforestación del periodo 2010 - 2014.....	31
10. Mapas de deforestación del periodo 2015 – 2019	32
11. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2000.....	35
12. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2005.....	36
13. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2010.....	36
14. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2014.....	37
15. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2019.....	37
16. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2000	38
17. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2005	39
18. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2010	39
19. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2014	40
20. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2019	40
21. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2000.....	41
22. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2005.....	42
23. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2010.....	42
24. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2014.....	43
25. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2019.....	43

26. Verificación de campo en punto de No Bosque.	60
27. Verificación en campo de punto de No Bosque.	60
28. Toma de datos en la verificación de campo en un punto de No Bosque.	61
29. Verificación en campo en punto de la clasificación hidrográfica.	61
30. Punto en el área de estudio completamente deforestado.	62
31. Verificación en punto de No Bosque en un piñal.	62
32. Verificación en campo del punto de No Bosque en un cultivo de cacao.	63
33. Punto de verificación de área No Bosque en el área de estudio.	63
34. Toma de datos de árboles en el punto B1.	64
35. Toma de datos de árboles en el punto B2.	64

RESUMEN

La deforestación es la actividad por la que existe gran pérdida generalizada de bosques en todo el mundo, por lo consecuente tiene efectos en el cambio y variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa. La presente investigación se ejecutó en la provincia de Leoncio Prado, región Huánuco específicamente Distrito de Pueblo Nuevo. En el cual tuvo como objetivo determinar la correlación de la deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia en el periodo 2000 – 2019, encontrándose como resultado que la superficie deforestada en el periodo 2000 - 2019 en la microcuenca del Río Pendencia es de 2674.66 has, TAD en el periodo 2000 – 2004 es de 110.38 has/año, 2005 – 2009 79.07 has/año, 2010 – 2014 162.08 has/año y del 2015 – 2019 un TAD de 114.92 has/año, un índice de Kappa del mapa de deforestación del año 2000 es de 0.90 según la escala tiene una fuerza de concordancia casi perfecta, del año 2010 también es de 0.90 y del año 2019 es de 0.94 fuerza de concordancia casi perfecta. La mayor precipitación es en el año 2019 con 263.66 mm, la temperatura máxima mayor se da en el año 2010 siendo 27.33 °C y el punto más alto de humedad relativa es en el año 2019 con 87.30%, finalmente existe una correlación directa entre el área deforestada y la precipitación con un $r=0.55$, no existe correlación $r=0.02$, entre la deforestación y la temperatura máxima y si existe una mayor correlación directa entre el área deforestada y la humedad relativa con un $r=0.95$.

Palabras clave: deforestación, bosque, no bosque, precipitación, temperatura máxima, humedad relativa.

ABSTRACT

CORRELATION OF DEFORESTATION WITH THE VARIATION OF PRECIPITATION, MAXIMUM TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY IN THE PENDENCIA RIVER MICRO-WATERSHED IN THE PERIOD 2000-2019, PUEBLO NUEVO DISTRICT - LEONCIO PRADO PROVINCE - HUÁNUCO

Deforestation is the activity for which there is a great generalized loss of forests throughout the world, therefore it has effects on the change and variation of precipitation, maximum temperature and relative humidity. The present investigation was carried out in the province of Leoncio Prado, Huánuco region, specifically Pueblo Nuevo District. In which it aimed to determine the correlation of deforestation with the variation of precipitation, maximum temperature and relative humidity in the Pendencia River micro-basin in the period 2000 - 2019, finding as a result that the deforested area in the period 2000 - 2019 in the Pendencia River micro-basin is 2674.66 hectares, TAD in the period 2000 - 2004 is 110.38 hectares / year, 2005 - 2009 79.07 hectares / year, 2010 - 2014 162.08 hectares / year and from 2015 - 2019 a TAD of 114.92 hectares /year, a Kappa index of the deforestation map for the year 2000 is 0.90 according to the scale, it has an almost perfect strength of agreement, for the year 2010 it is also 0.90 and for the year 2019 is 0.94 strength of almost perfect agreement. The highest rainfall is in the year 2019 with 263.66 mm, the highest maximum temperature occurs in the year 2010 being 27.33 °C and the highest point of relative humidity is in the year 2019 with 87.30%, finally there is a direct correlation between the deforested area and precipitation with $r=0.55$, there is no correlation $r=0.02$, between deforestation and maximum temperature and if there is a greater direct correlation between deforested area and relative humidity with $r=0.95$.

Keywords: deforestation, forest, non-forest, precipitation, maximum temperature, relative humidity.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la deforestación contribuye a la pérdida generalizada de bosques, lo que amenaza la biodiversidad que existe dentro de estos, no sólo por la pérdida de especies arbóreas, sino también por el deterioro del hábitat y servicios ambientales de los bosques, por lo consecuente tiene efectos en el cambio y variación de los parámetros como la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa.

En los últimos años, la deforestación en la Región Huánuco no se ha detenido, debido a las actividades de ganadería, venta ilegal de madera, el cultivo de café, cacao, palma aceitera e incluso todavía la coca. En la microcuenca del Río Pendencia en el distrito de Pueblo Nuevo de la Provincia de Leoncio Prado, se viene deforestando a gran escala en las partes altas de la microcuenca desde muchos años atrás, como lo corrobora el Programa Geobosques del MINAM (2001 – 2020), contribuyendo así a la pérdida de áreas boscosas y al cambio climático. Los síntomas más claros que se puede ver en la zona de estudio son cambios en el ecosistema, disminución de la biodiversidad, fenómenos meteorológicos cambiantes, como lo detalla SENAMHI en su estudio denominado Circunstancias Climáticas en el Perú para el año 2030. La causa de este problema es la deforestación que se viene dando a gran escala en la microcuenca del Río Pendencia, que solo el año 2018 alcanzó 184 has deforestadas como lo detalla cómo lo detalla el MINAM en su Plan Nacional de Mantenimiento de Bosques para la Moderación del Cambio Climático (PNCBMCC) y las consecuencias son la variación de la Temperatura, Precipitación y humedad.

Ante esta problemática surge la necesidad de monitorear la cantidad de pérdida de bosques y compararlos con la variación de la temperatura, humedad y precipitación, y así tener una información actualizada y precisa, que permitan elaborar soluciones adecuadas por las entidades pertinentes.

Anteriormente no se podría conocer la cantidad deforestada en áreas alejadas o casi remotas por el acceso, pero que ahora con la ayuda de imágenes satelitales, softwares y la teledetección podemos determinar la tasa de deforestación, hidrografías, minería y otros aspectos en el área de investigación.

La presente investigación espacial y temporal que se realizó a nivel de microcuenca, ayudará a los gobiernos locales a sustentar y proponer alternativas de solución frente a este problema ambiental, en la cual hay pocos estudios o investigaciones, y generan interrogantes como ¿Cuál es la correlación que existe entre la deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2019? Teniendo como hipótesis: La deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa tiene una correlación positiva en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2019.

Para lograr lo mencionado, se formuló los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Determinar la correlación de la deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2019.

Objetivos específicos:

- Cuantificar la superficie deforestada en el periodo 2000 - 2019 en la microcuenca del Rio Pendencia.
- Estimar la tasa de deforestación en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2004, 2005 - 2019, 2010 - 2014, 2015 - 2019.
- Determinar el grado de confiabilidad del mapa de deforestación de la microcuenca del Rio Pendencia.

- Estimar los valores máximos y mínimos de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del río Pendencia en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.
- Determinar el nivel de correlación de la tasa de deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del río Pendencia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Deforestación

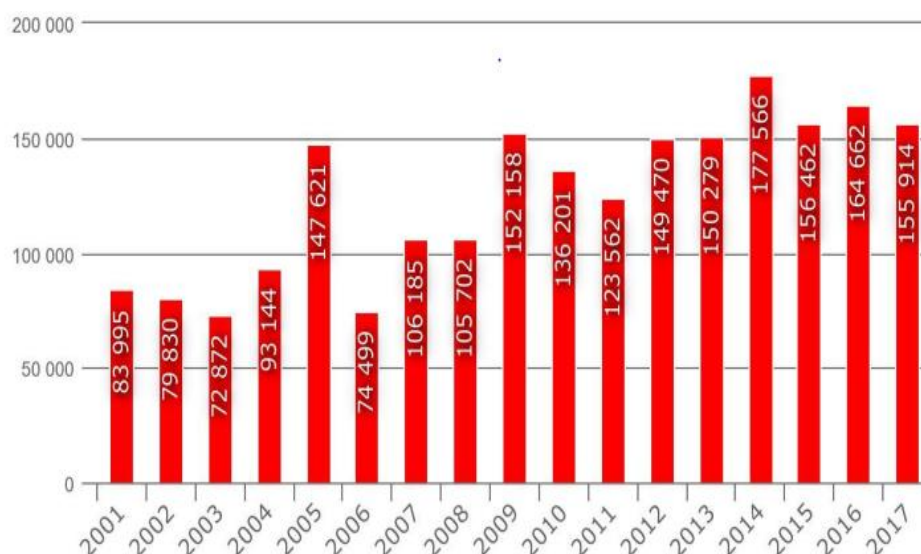
Son cambios del bosque para darle uso diverso de la tierra o una reducción en la copa de los árboles (densidad menor al 10%). Consecuentemente, este término debe entenderse como “cambios a largo plazo en la cobertura forestal o la conversión de los bosques a un estado diferente; para usarlo para actividades diferentes como: la agricultura, ganadería, cultivos ilegales u otros relacionados con la pérdida continua de los bosques”. Se excluyen de este concepto las superficies en proceso de regeneración, así como las superficies que contengan remanentes de árboles o áreas de manejo forestal y, en general cualquier actividad que extienda la presencia de cobertura arbórea (FAO, 2005). Se describe asimismo como la pérdida del dosel del bosque debido a la intervención humana o varias fuerzas naturales (MINAGRI, 2015).

2.1.2. Causas de la deforestación

SOFO 2020 confirma que la deforestación y la disminución de la calidad forestal continúan a un ritmo impresionante, contribuyendo significativamente la disminución actual de la biodiversidad. El aumento de los cultivos agrícolas es una de las importantes razones, mientras que la resiliencia de la seguridad alimentaria humana y su capacidad para adecuarse a cambios en el futuro depende de la propia biodiversidad (FAO, 2020).

2.1.3. Deforestación a nivel nacional

El Ministerio del Ambiente del Perú menciona que, Entre 2001 y 2017 registró una disminución de cobertura forestal de 2.130.123 hectáreas o 125.301,29 hectáreas por año, las zonas más afectadas son: Loreto, Ucayali, San Martín, Madre de Dios y Huánuco, que juntos concentran el 78,2% deforestado en el Perú en los últimos 17 años (MINAM, 2019).

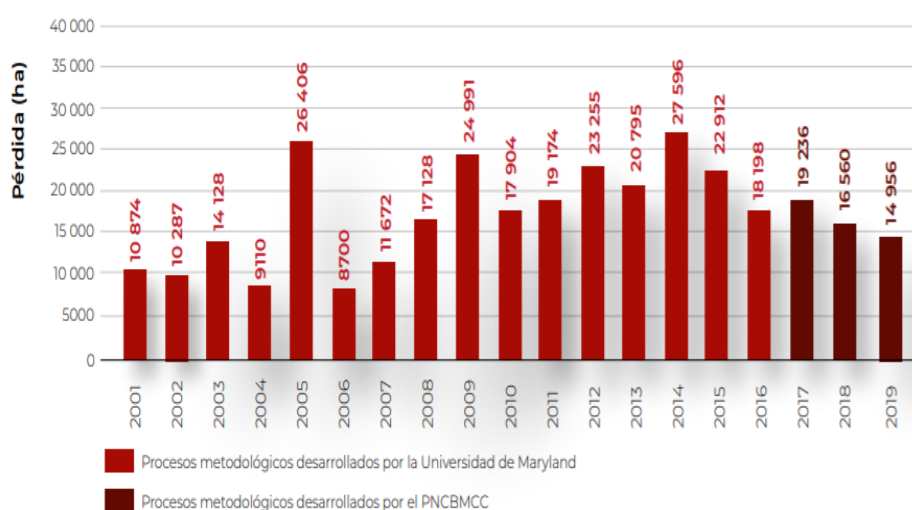


Fuente: SERFOR 2017

Figura 1. Deforestación (ha) periodo 2001 – 2017 por departamentos.

2.1.4. Deforestación en Huánuco

De acuerdo a estudios de variación de cobertura en la Amazonía, en los años 2001 – 2019, estudio elaborado por el MINAM (2019), Huánuco muestra 333880 ha deforestadas, ubicándose así en los primeros puestos a nivel de departamentos, y en el año 2019 presenta 14956 has deforestadas, siendo uno de los departamentos que más deforesta junto con Loreto, Ucayali y San Martín (MINAM, 2018).



Fuente: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático.

Figura 2. Deforestación (ha) periodo 2001 – 2018 departamento Huánuco.

2.1.5. Cambio climático

Los intelectuales definen el cambio climático como "cualquier cambio en el clima que sucede con el tiempo como resultado de cambios naturales o de la actividad humana". Al mismo tiempo, el calentamiento global, los síntomas más visibles del cambio climático, se refiere a un aumento en las temperaturas promedio de la tierra y el mar a nivel mundial.

2.1.6. Temperatura

Es una cantidad que refleja el nivel de calor de un objeto, es decir, su capacidad para dar o perder energía térmica, e indica la dirección en la que fluye el calor: de una alta a una temperatura más baja. Consecuentemente, el calor es un modo de energía, y para dos objetos en contacto, siguiendo una tendencia natural hacia el equilibrio térmico, el calor se transmite del cuerpo más caliente al más frío (Quereda, 2005).

2.1.7. Precipitación

La precipitación se refiere al descenso de partículas de agua líquidas o sólidas. En el ciclo hidrológico la precipitación es la fase del que produce todos los flujos de aguas superficiales y profundas, por lo que la estimación de la precipitación y la comprensión de su organización en el período y el área son cuestiones fundamentales en hidrología (Maderey, 2005).

2.1.8. Humedad

La humedad contenida en la atmosfera procede del agua evaporada en todos los mantos líquidos de la superficie del planeta. Así inyectando, En muchos sentidos, el vapor es el componente más importante de la atmósfera. Esto sucede por cuanto mientras los otros componentes continúan en forma gaseosa, el vapor, estado gaseoso del agua en la atmosfera, se condensa con frecuencia en agua líquida y también con frecuencia se congela en

nieve y hielo e incluso se sublima. Es decir, adopta todos los estados de la materia (QUEREDA, 2005).

2.1.9. Cuenca hidrográfica

Es una extensión de área delimitada por los puntos más altos de los cerros, pendientes y montañas, donde se han creado sistemas de drenaje superficial para concentrar el agua en uno principal que se une al mar, río o lago. Esta ubicación se puede marcar en un gráfico de altimetría que sigue el "acuario divortium" de la cuenca. La riqueza natural, el suelo, el agua y otros recursos están ubicados en las cuencas hidrológicas en las que las personas viven y realizan todas las actividades. Toda la infraestructura y las intervenciones humanas se ubican en cuencas hidrológicas, no hay espacio en el planeta que no pertenezca a una cuenca. Una excepción reconocida es una pequeña área en la parte inferior de la cuenca llamada "zonas de intercuenas". Si el área de la llanura es grande y la cuenca no se distingue fácilmente, se designan cuencas de llanos, pampas o praderas. Las cuencas que vierten agua al mar tienen un área de captación espacialmente integrada con áreas costeras, que a menudo forman valiosos ecosistemas ecológicos y económicos (Faustino y Jiménez, 2000).

2.1.9.1. Clasificación de cuenca hidrográfica

Debido a la estructura de drenaje y su desembocadura final, pueden llamarse arréicas, exorréicas, criptorréicas y endorreicas:

- a) Son arréicas Si no desembocan en ríos, océanos o lagos, se desbordan y su agua se pierde por evaporación o infiltración, sin escurrirse bajo tierra.
- b) Son criptorréicas si su red de evacuación de agua superficial no es organizado o visible y fluye como un río subterráneo (como ocurre en las zonas kársticas).
- c) Son endorreicas si sus aguas fluyen hacia a un gran depósito de agua superficial o lago sin llegar al mar.

- d) Son exorréicas si las superficies topográficas conducen las aguas a uno de mayor de drenaje como un río o mar.

Por el balance hídrico se les denomina cuencas balanceadas (cuando la oferta y demanda son similares), deficitarias (cuando la demanda es mayor que la oferta) y con abundancia (cuando la oferta es mayor que la demanda). Los propósitos de uso o manejo pueden incluir nombres tales como cuencas de abastecimiento de agua potable municipal y cuencas de centrales hidroeléctricas. Cada calificación debe considerar sus objetivos, las involucraciones de los conceptos utilizados y el trabajo que se intenta implementar. La cuenca hidrográfica se puede dividir de otras maneras, dependiendo de la reunión de la red de drenaje, definiéndose como subcuencas y microcuencas.

- a) Subcuenca. Es cualquier área donde sus aguas fluyen solamente al curso primordial de la cuenca. Muchas subcuencas a veces forman una cuenca.
- b) Microcuenca. Es la zona que despliega directamente un sistema de drenaje al cauce primordial de una subcuenca. Diversas microcuencas pueden formar una subcuenca.

Esta otros puntos de vista de clasificación, concernientes con el tamaño de la cuenca, que están congruentes con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que cubre (ver tabla 1). En términos de escala, en grandiosas vertientes como el Atlántico en Sudamérica, la definición de área que define una cuenca, subcuenca o microcuenca, se considera tener en cuenta otras características físicas, naturales o socio económicas, como la cuenca del río Amazonas.

Tabla 1. Clases de cuencas, subcuencas y microcuencas.

Unidad	Nº De Orden	Área (Km ²)
Microcuenca	1, 2, 3	10 - 500
Subcuenca	4, 5	500 - 2000
Cuenca	6, 7 ó mas	Más de 2000

2.1.10. Bosques

Son ecosistemas biológicos complejos, que engloban microorganismos, plantas y fauna que interaccionan entre sí y están subordinados al entorno primario de los árboles, que cubren más de 1/2 hectárea, exceden (o pueden exceder) los 2m de altura, y poseen cubierta de más del 10% del área que ocupan (MINAM, 2011).

2.1.10.1. Tipos de bosques en Huánuco

A) Bosques de Selva Baja

Están ubicados en las llanuras aluviales del río Amazonas, por debajo de los 800 m.s.n.m, y la altura de los árboles puede exceder los 40 metros. Hallamos árboles como: el copal, el machimango, la cumala y la palmera; plantas como la orquídea, la bromelia, la liana y el helecho; y fauna como el otorongo, el ronsoco, el mono choro y la boa (MINAM, 2011).

B) Bosques de Selva Alta

Están ubicados en montañas bajas de la llanura aluvial amazónica, abajo de los 1000 m.s.m.m. Contiene árboles como el cedro y la caoba, bosques muy cotizados nivel internacional, y bastantes especies de plantas curativas como la uña de gato y la sangre de la sangre (MINAM, 2011).

2.1.11. Teledetección espacial

Por Teledetección generalmente, nos referimos, al procedimiento de adquirir información sin tener acercamiento directo con ella. Pero, en geociencias, la teledetección se entiende como una técnica que su finalidad es capturar, procesar y estudiar imágenes digitales tomadas de satélites artificiales. (Pérez y Muñoz, 2006).

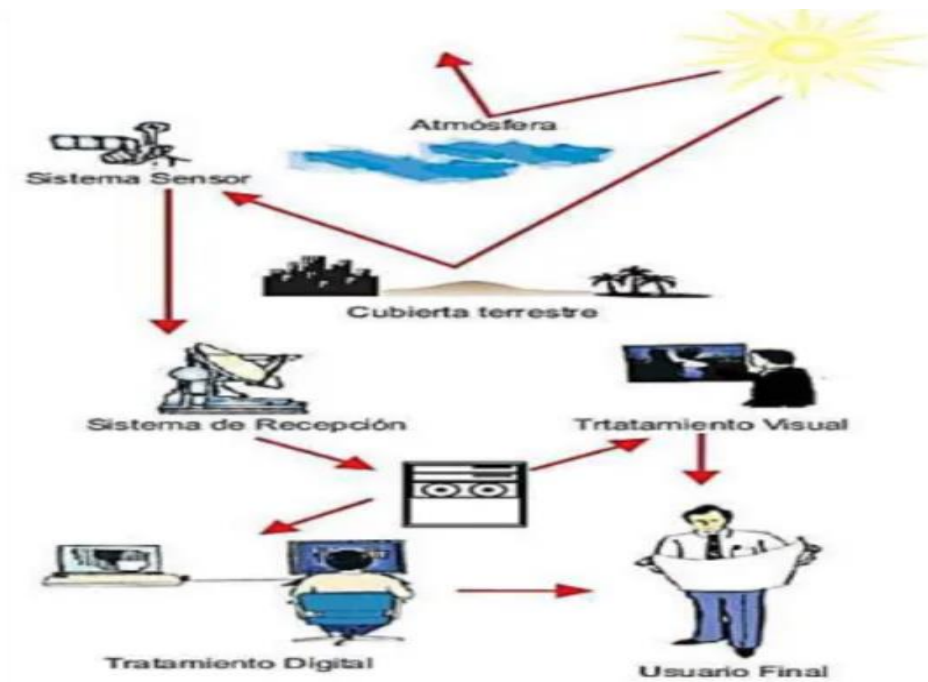
Esta técnica, puede obtener datos de un área a distancia, y consiste en que las características de la superficie terrestre tienen una réplica espectral propia, por la que podemos reconocerlos. Esto requiere herramientas idóneas para registrar la radiación de la Tierra y convertirla en señales que puedan ser manipuladas de modo analógica (producción

fotográfica) o de modo digital (cintas magnéticas compatibles con computadoras) (Segado, 1996).

2.1.11.1. Componentes de un sistema de Teledetección

El sistema de teledetección contiene los siguientes componentes:

- Fuente de Energía: Proviene de la radiación electromagnética que recogerá el sensor. Puede ser de origen pasiva, como la luz solar, o una fuente activa arrojada por un sensor y luego recibe un reflejo (el radar).
- Cubierta terrestre: Son las características naturales o elaborados por el humano (flora, suelo, rocas, construcción, etc.) que irradia la señal hacia el sensor.
- Sistema sensor: consiste en el propio sensor (cámaras, radar, etc.) y la plataforma en la que se encuentra (satélite, avión, globo). Su trabajo es capturar energía del área terrestre, guardarla o remitir concisamente a un sistema de recepción.
- Sistema de recepción-comercialización: Esta toma los datos del sistema sensor, almacena en un formato adecuado y lo dispone al usuario.
- Interprete: Transforma los datos del área terrestre en información sobre temas de utilidad (forestal, agricultura, geografía, medio ambiente, catastro, etc.), con procedimientos y tecnologías visuales o digitales.
- Usuario final: Es destinatario de la interpretación de los documentos obtenidos y determina sus consecuencias (Chuvienco, 1996).



Fuente: Chuvieco 1996

Figura 3. Elementos del sistema de teledetección.

2.1.12. Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales son el resultado de la energía solar emitida en diferentes longitudes de onda, absorbidas por sensores pasivos sobre la superficie de la tierra. Estos datos se recopilan en cada unidad de adquisición de datos de acuerdo con sus características (bandas espectrales) para poner los datos en una "matriz de píxeles digitales" que se combinan para formar una imagen o también llamada "ráster". Entonces, todas estas variantes tienen un lenguaje de procesamiento llamado "ND" (Nivel digital)" (NASA, 2004).

2.1.13. Programa Landsat

Antes de 1972, el concepto de utilizar información satelital para observar, cartografiar o estudiar la Tierra era un concepto descabellado. Hechos que crearon el programa Landsat, una cadena de misiones satelitales de examinación de la Tierra, manejadas en la NASA y el Servicio Geológico de EE. UU. (USGS). El programa Landsat cambió la forma en que observamos y estudiamos la Tierra. Esta sucesión de información, que comenzó en 1972, es la más antigua de la historia y persiste explorando modificaciones en la superficie de la Tierra

desde el espacio. Landsat es el único sistema satelital planteado y aplicado para examinar repetidamente la cobertura terrestre con una resolución moderada; normalmente, cada píxel de una imagen tiene el tamaño de un campo de béisbol (Ariza, 2013).

2.1.14. Tratamiento digital de imágenes satelitales

A menudo es necesario preprocesar la información relevante, previamente al análisis de los datos recopilados de los sensores remotos. Esta etapa se conoce como "Image Preprocessing", para subsanar los errores que ocurre durante la etapa de adquirir la información, que puede mancillar la calidad de los datos recolectados por el sensor (Jensen, 1996).

El "Image Préprocessing", se diseñó para optimizar diversificaciones "de conseguir la información y que puede variar la calidad de los datos acopiados del sensor" (Chuvieco, 2002).

2.1.14.1. Corrección geométrica

A menudo, la información de los sensores remotos muestra errores geométricos sistemáticos, es decir, aquellas que pueden ser corregidas usando información de la plataforma y sabiendo las distorsiones internas del sensor, y asistemáticas, es decir los que no pueden ser subsanados con un error de precisión admisible, sin un número idóneo de puntos de control terrestre. Las razones de los desaciertos geométricos de origen sistemático, podemos indicar la celeridad de la plataforma y la rotación de la tierra. Por otra parte, las desviaciones de origen no sistémico, que incorpora fallas debido a la altura y colocación del sensor, Bemstein (1983) citado por Jensen (1996).

2.1.14.2. Corrección radiométrica

Puede efectuarse por: la calibración absoluta y la calibración relativa y entre otros.

Calibración absoluta: La calibración absoluta tiene en cuenta características de transmitividad atmosférica, irradiancia dudosa del cielo y trayecto de la radiancia, para establecer cómo los efectos atmosféricos influye en la radiansa calculada por el sensor remoto (Chuvieco, 2010).

Calibración relativa: se puede utilizar para regularizar las magnitudes entre las bandas en una circunstancia (ejemplo: para remover la respuesta 31 errada del sensor, líneas desatendidas o rayados), para regularizar las magnitudes de las bandas de los datos de la imagen en un plazo y generalizarla a la escena elegida en el análisis. Habitualmente no precisa la recopilación de medidas atmosféricas en el momento de la recopilación de datos, lo cual es difícil de lograr utilizando datos históricos de teledetección (Jensen, 1996).

2.1.14.3. Corrección atmosférica

Los procedimientos para manejar con precisión estas correcciones son engorrosos y exigen datos sobre las circunstancias atmosféricas en el instante en que se toman las imágenes, que a menudo no están disponibles. El resultado de la atmósfera en la imagen no es igual, pero algunas áreas pueden verse más alteradas, esto en función de la existencia de aerosoles o vapor (Chuvieco, 2010).

2.1.15. Clasificación digital

Esta actividad se implementa con el transcurso de clasificar o agrupando en áreas equivalentes una imagen multi-banda. En estadística se alude a reducir el tamaño de una medida (Chuvieco, 1996).

Tipos de clasificación digital:

2.1.16. Clasificación supervisada

El procedimiento supervisado comienza con el reconocimiento de la zona, experiencia o trabajos de campo. Este diagnóstico con el área de prueba, permite al intérprete marcar algunas áreas piloto en la imagen que se consideran suficientes para representar las categorías que componen la leyenda. Este término indica que estas regiones se

utilizan para entrenar a las computadoras para que reconozcan diferentes categorías. En otras palabras, la computadora calcula un ND (nivel digital) que define cada categoría en función de ellos y luego asigna los pixeles restantes de la imagen en cualquiera de esas clases con respecto de sus horizontes digitales (Chuvieco, 1996).

2.1.17. Clasificación no supervisada

Precisa las variedades espectrales de la imagen, de tal forma la intrusión humana se enfoca más en descifrar, que en obtención de resultados. Se supone que los ND de una imagen, forma una sucesión de congregaciones o aglomerados (chistéis), aproximadamente claros como sean los temas. Este conjunto será equivalente a pixeles con el mismo procedimiento, por lo tanto, corresponderían precisar clases de objetos de interés (Chuvieco, 1996).

2.1.18. Evaluación de precisión

Los métodos de verificación descriptiva en los proyectos de obtención de mapas, se han implementado durante bastante tiempo. Sin embargo, se han vuelto más prominentes en los últimos años, y deberían de incluirse en estudios, ya que permite a los usuarios del mapa, valorar que tan bien corresponde con la circunstancia actual. Una disposición de confiabilidad, radica en contar con áreas de prueba, que permiten mediciones independientes de la correspondencia entre el mapa y el terreno real. Esto se logra muestreando el lugar clasificado con el objetivo de obtener providencia imprescindible para comprobar las deducciones (Chuvieco, 1996).

2.1.18.1. Matriz de confusión

Dado el caso de contrastar una imagen clasificada, obtendremos definitivamente una enumeración de lugares de comprobación, en el cual tenemos su cobertura actual, como la obtenida por la tipificación. A partir de este inventario se genera una tabla designada matriz de confusión, porque resume las que aparecen entre clases. En la matriz las

columnas acostumbran representar las clases definidas y las filas representan las clases resultantes de la clasificación. Indiscutiblemente uno y otro tendrán el mismo número y connotación; en resumen, es una matriz cuadrada: $n \times n$, en el cual n indica el número de clases. La transversal de esta matriz representa la cantidad de puntos de comprobación que aparecen en ambas referencias (mapa y realidad), en tanto los laterales conjeturan desaciertos de asignación. La concordancia entre el número de sitios fielmente determinados y el número general, enuncia la confiabilidad del mapa. Los residuos de columna muestran características de cubierta existente que no se incorporaron en el mapa, en tanto que los residuos de fila representan una cobertura de mapa poco realista. En resumen, representan errores de omisión y de comisión, correspondientemente (Chuvieco, 2010).

2.1.18.2. Índice de kappa

Es la relación de concurrencias adquiridas en un resultado cartográfico sustrayendo aquellos creados de forma casual. Mide la discrepancia de la precisión alcanzada en la tipificación con un software y la precisión de alcanzar una tipificación adecuada con una tipificación visual (en campo o con imágenes de alta calidad) (MINAM, 2014).

Una herramienta para calcular la confiabilidad de un mapa, es el Índice de Kappa, precisado como la consecuencia de la tipificación marginal, ver Cuadro 2 (MINAM, 2014).

Tabla 2. Estimaciones de Kappa de acuerdo al grado de concurrencia.

Kappa	Grado de concurrencia
0.00	Pobre
0.01 - 0.2	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi perfecta

2.1.18.3. Protocolo de exactitud temática del Mapa de Cobertura de Bosque

El MINAM obtuvo la Guía de estimación de la precisión temática del Mapa de Cobertura de Bosque y Cambio de Bosque-No Bosque de la Amazonía, teniendo en cuenta las medidas internacionales ISO 19113: Iniciaciones de la calidad; ISO 19114: Instrucciones de estimación de la calidad e ISO 19138: Cuantificar la calidad de la información territorial (MINAM, 2014).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Sifuentes (2012) en su investigación buscó la relación entre la variación climática extrema y la deforestación. Demostrando una correlación positiva alta entre el área deforestada y humedad relativa extrema ($r=0.682$), también encontró correlación positiva ($r=0.344$) de la temperatura media extrema y las áreas deforestadas, sin embargo con la temperatura máxima extrema ($r=-0.449$) y temperatura mínima extrema ($r=-0.224$) y precipitación extrema ($r=-0.223$) halló una correlación negativa pero sin significancia, finalmente concluyó que el área de deforestación está directamente relacionada con los años que han transcurrido.

2.2.2. Sánchez (2019) en su estudio determinó el grado de deforestación usando imágenes satelitales en la subcuenca del Río Cumbaza en el periodo 2008 - 2017. Aplicó los métodos utilizados en el SIG, encontrando que la disminución de montes primarios en ese tiempo fue de 5924.57 ha, que representó una baja de 658.29 ha/año.

2.2.3. Vergaray (2020) en su investigación determinó la cobertura forestal en la subcuenca Ponaza y su impacto en las inundaciones fluviales en el periodo 1999 – 2018, donde recurrió a información real de precipitaciones e imágenes satelitales Landsat. El resultado muestra un coeficiente de correlación de -0.56 entre los datos de peligrosidad vs cobertura de

bosques, mientras que en 19 años la pérdida de bosques fue de 19335.6 has (25.2% de la cuenca).

2.2.4. El programa Bosques del MINAM – Cobertura y disminución en los bosques húmedos de la amazonía (2018), indica en sus reportes señalo que las perdidas forestales clasificadas como muy alta y extremadamente altas en el 2018 se concentraron en Huánuco, Ucayali, Junín, Madre de Dios, Ayacucho, San Martín, Puno y Amazonas. Específicamente en Huánuco la perdida forestal anual, entre el 2001 – 2018 es de 17718 has, y que durante los mismos años hubo un registro total de perdida de bosques de 318924 has, concentrándose en mayor cantidad, en Leoncio Prado, Marañón y Pto Inca.

2.2.5. Global Forest Watch (2021), aplicación de monitoreo, muestra que desde el 2002 hasta 2021, Huánuco perdió 315000 has de bosque primario húmedo, el bosque primario húmedo en Huánuco disminuyó en 18% en ese periodo de tiempo. También nos indica que del 2001 a 2021 Huánuco perdió 418000 has de bosques, esto es equivalente a la reducción del 18 % de la cobertura arbórea desde 2000.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

La investigación se produjo en el área de la microcuenca del Rio Pendencia, dicha área presenta bosques primarios y secundarios, ubicado al margen derecho de la carretera nacional FBT Tingo María - Tocache, Provincia de Leoncio Prado, Departamento Huánuco.



Figura 4. Mapa de ubicación política de la Microcuenca del Rio Pendencia.

3.1.2. Ubicación geográfica

Según las regiones naturales del Perú, Pulgar (1987), el área de la microcuenca del Rio Pendencia que es de 12354.47 has pertenece a Selva Alta. Geográficamente el presente estudio está ubicado en la Zona 18 S, en el siguiente cuadrante de coordenadas UTM:

Tabla 3. Coordenadas UTM del cuadrante donde se ubica la investigación.

ESTE	NORTE
389660	9004131
411760	9004060
412378	8986760
390206	8986712

3.1.3. Fisiografía

Fisiografía heterogénea la misma que se identifica por mostrar geoformas, determinadas por montañas altas y bajas en las partes altas de la microcuenca y terrazas bajas (GOREHCO, 2020).

3.1.4. Hidrografía

La hidrología del Río Pendencia, cuenta con una extensión de 20 km, alcanza un sector de la cuenca del río Huallaga Central, con una prolongación de 625,121 ha. (GOREHCO, 2020).

3.1.5. Meteorología

Subtropical y tropical, diferenciándose una seca de junio a septiembre y lluviosa de octubre a mayo. La temperatura se alterna entre 23°C y 27°C y la precipitación pluvial media anual es de 1500 mm (GOREHCO, 2020).

3.1.6. Zonas de vida

La ubicación ecológica de acuerdo a la Autoridad Regional Ambiental del departamento de Huánuco, corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque muy húmedo premontano tropical (transicional a bosque, bh-PT), (GOREHCO, 2017).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Imágenes satelitales Landsat 5, Landsat 8 y Sentinel. características: Multiespectrales, Resolución: 30m y 15m, % de nubes: Menor o igual 30%.
- Papel bond A4.
- Lapiceros
- USB de 16 GB
- Tablero de madera,
- Wincha.

3.2.2. Equipos

- Laptop Toshiba CORE i7
- GPS Garmin
- Impresora HP, para la impresión de los mapas
- Clinómetro

3.2.3. Softwares

- Software ArcGIS 10.8
- Microsoft Office 2016.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo y nivel de investigación

3.3.1.1. Tipo de investigación

Pertenece al tipo correlacional, porque tiene por objetivo mostrar la relación entre variables (deforestación con la variación de la temperatura, humedad y precipitaciones en la microcuenca (Bernal, 2010).

3.3.1.2. Nivel de investigación

Es relacional y/o correlacional, puesto que demostré relaciones de causalidad de la deforestación con los parámetros (temperatura máxima, humedad relativa y precipitación) en el área en estudio (Hernández, 2014).

3.3.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito temporal: del año 2000 al 2019

Ámbito espacial: Microcuenca del Rio Pendencia

3.3.3. Operacionalización de Variables

Para la presente investigación se definieron las siguientes variables X y Y, según a los objetivos del proyecto de tesis:

Tabla 4. Variables

Variable	Componente	Indicador
X	Deforestación	Superficie deforestada (%)
Y	Efectos en el clima	Variación de la temperatura ambiental (%)
		Variación de la humedad ambiental (%)
		Variación de la precipitación ambiental (%)

3.3.4. Población y muestra

3.3.4.1. Población

La población objetiva estuvo constituida por toda el área de la microcuenca del rio Pendencia.

3.3.4.2. Muestra

La muestra fueron las áreas deforestadas en los diferentes periodos de los años 2000 (1921 has), 2005 (2543.59 has), 2010 (3185 has), 2014 (3840.63 has) y 2019 (4608.8 has).

3.3.5. Diseño de la investigación

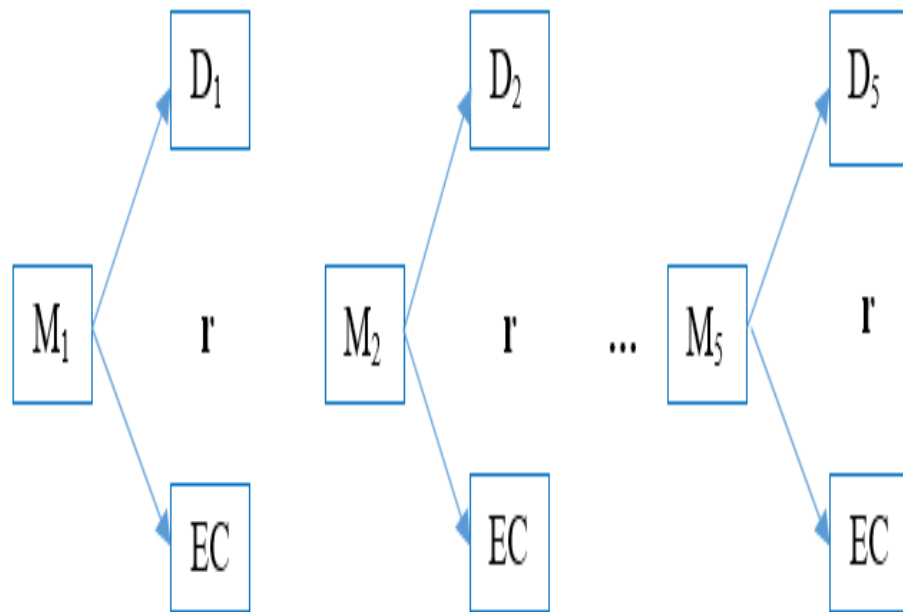


Figura 5. Diseño de la investigación.

Donde:

M_n : Muestra (área deforestada en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019)

D_n : Deforestación (has) en dicha muestra

EC: Efectos Climáticos

R: Correlación en dichas variables (PEÑA, 2013)

3.3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para esta etapa se manejó la Guía para la estimación de la precisión temática del mapa de deforestación (MINAM, 2014).

3.4. Desarrollo de la investigación

3.4.1. Descarga de imágenes satelitales

Se bajó imágenes del satélite Landsat 5 y 8 de la web USGS, en formato TIF (fechas de las imágenes 31/08/2000, 31/01/2004, 29/08/2005, 06/05/2009, 11/08/2010,

22/08/2014, 09/10/2015 y 10/09/2019) preliminarmente se registró (para investigación), creó una cuenta para el acceso y descarga. Se descargó en general 8 imágenes Landsat 5, 1 de landsat 8 y 1 imágenes de sentinel. Las imágenes se eligieron teniendo en cuenta la menor nubosidad posible de 0 a 10%, para no tener pérdida de información del lugar.

3.4.2. Delimitación el área de estudio

Se delimitó la microcuenca del Rio Pendencia, en el software ArcGIS para conocer sus parámetros físicos, y así tener delimitado nuestra área de estudio.

3.4.3. Pre procesamiento de las imágenes satelitales Landsat 5 y 8

Previo a la extracción de la información de la imagen, se debe realizar una corrección radiométrica y atmosférica, este proceso se desarrolló en el software ARCGIS, donde se utilizó las siguientes formulas según la USGS para las correcciones de radiancia y corrección de reflectancia al tope de la atmosfera:

Fórmula para la corrección atmosférica de radiancia

$$Ly = \frac{LMAXy - LMINy}{Qcalmax - Qcalmin}(Qcal - Qcalmin) + LMINy$$

Fórmula para la corrección atmosférica de reflectancia al tope de la atmosfera

$$Py = \frac{\pi \times Ly - d2}{ESUN \times SEN(\Theta se)}$$

- Se corrigió las imágenes descargadas en el software ARCGIS, insertando las fórmulas con la herramienta raster calculator en nuestra área de estudio.

3.4.4. Clasificación de la imagen

La clasificación supervisada se efectuó con el programa ACRGIS manipulando la herramienta Image Classification, según las siguientes clases como se detalla en el cuadro siguiente.

Tabla 5. Clasificación de la imagen

Criterio de clasificación	Definición en la imagen
Bosque	Áreas con cubierta boscosa natural (primaria y secundaria), cotejado con puntos de muestreo de campo.
No bosque	Áreas sin cubierta vegetal (chacras, ganaderías, otros), cotejado con puntos de muestreo de campo.
Hidrografía	Red hidrográfica

Fuente: Adaptado de RECAVARREN *et al.* 2011.

3.4.5. Elaboración de los mapas de deforestación

Una vez obtenido la clasificación final, en nuestra área de investigación de la microcuenca del Rio Pendencia en ARCGIS, cambiamos al formato de almacenamiento de datos vectoriales, hallamos el área de No Bosques según los polígonos de la clasificación supervisada, para la elaboración de los mapas de deforestación en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.

3.4.6. Estimación de las tasas de deforestación

Para este proceso se utilizó los polígonos del proceso anterior, porque nos permite cuantificar el área de las diferentes clasificaciones realizadas (Bosque, No Bosque, Hidrografía), para el cálculo de las tasas anuales de deforestación (TAD) en la microcuenca del Rio Pendencia se manipuló la fórmula:

$$TAD = \frac{AB_{ini} - AB_{fin}}{N}$$

Donde:

TAD = Tasa anual de deforestación

AB_{fin} = Área de bosque en año final (ha)

AB_{ini} = Área de bosque en el año inicial (ha)

N = Número de años del periodo de estudio

El valor positivo de D nos indicará disminución de áreas boscosas, en tanto un valor negativo indicará incremento (Laurente, 2011).

3.5. Grado de confiabilidad de los mapas de deforestación

3.5.1. Validación de los mapas

La validación del mapa de cobertura de los años 2000, 2005, 2010 y 2014 se realizó solo con imágenes de mejor resolución y la del 2019 de la microcuenca del Rio Pendencia, se realizó en dos etapas, con imágenes de mayor resolución y verificación de campo, de acuerdo a lo señalado en la Guía para la estimación de la precisión temática del mapa de deforestación (MINAM, 2014).

3.5.2. Validación con imágenes de mayor resolución

Las imágenes con más resolución, nos posibilitan observar el análisis con más detalle, y para que las deducciones de la clasificación puedan compararse con las imágenes de resolución media, utilizadas para elaborar los Mapas de Deforestación, para el presente estudio se utilizó imágenes SENTINEL2, que tiene una resolución espacial de 5 m x 5 m. El proceso de validación se detalla a continuación:

- Primero se realizó la clasificación supervisada con las imágenes LANDSAT 5 y 8, a continuación, se utilizó la herramienta del ARCGIS llamado crear puntos de evaluación de precisión, el cual crea puntos de muestra de forma aleatoria en toda el área de estudio. En el cual, los lugares de muestreo fueron dispersados en todo el mapa, en las clases Bosque, No Bosque e hidrografía.
- A continuación, se sobrepuso la capa de puntos de muestreo sobre la imagen de mayor resolución y verificamos la coincidencia de las clases: Bosque, No bosque e hidrografía.

- Finalmente, con la cantidad de puntos que coinciden y los que no coinciden se calcula la matriz de confusión, con la herramienta compute confusion matrix del ARCGIS, determinando así el coeficiente de Kappa.

3.5.3. Validación en campo

La metodología usada para esta última etapa es la Guía para la estimación de la precisión temática del mapa de deforestación MINAM, se realizó visitas in situ de las coordenadas creadas aleatoriamente, con la herramienta crear puntos de evaluación de precisión del ARCGIS. Se verificaron 26 puntos si correspondían a los descritos en el mapa de deforestación del año 2019, de cada clasificación: Bosque, No Bosque e Hidrografía, teniendo en cuenta la accesibilidad y registrándole en la matriz de campo, para determinar el número de puntos de muestreo en campo se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{S^2 * p * q}{E^2}$$

Donde:

S: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

P: indica el porcentaje de aciertos estimados, establecido por el área de la clase.

Q: el porcentaje de errores estimados

E: el nivel permitido de error

- Con la información adquirida en campo, se calcula la matriz de confusión, comparando con los datos del mapa de deforestación del año 2019.
- Para determinar la exactitud con imágenes de alta resolución y la validación en campo, utilicé el índice de Kappa, según MINAM (2014), con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

Donde:

Po: es el número de aciertos entre n

Pe: se calcula desde la matriz de confusión

3.6. Estimación de los valores máximos y mínimos de precipitación, temperatura máxima y humedad en la microcuenca del Rio Pendencia en los años 2000, 2010 y 2019

- Se solicitaron al SENAMHI datos meteorológicos de temperatura máxima, precipitación y humedad (periodo 2000 - 2019) de 3 estaciones: Aucayacu, Tulumayo y Divisoria que están ubicadas cerca del área en estudio. A continuación, se calcularon los promedios anuales de los 3 parámetros en estudio, en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.
- Se determinaron la temperatura máxima, precipitación y humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia, en las fechas de las imágenes descargadas en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019, interpolando con la herramienta IDW del Software ARCGIS.

3.7. Estimación del nivel de correlación

- Se efectuó una prueba de Normalidad en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), con los datos de deforestación vs precipitación, temperatura y humedad, para ver que la distribución de los datos sea normal (si el nivel de significancia es mayor a 0.05), se utilizó Kolmogorov-Smirnov ya que el número de datos es menor a 50 y así poder usar el coeficiente de correlación de Pearson.
- Se manejó la fórmula del coeficiente de correlación de Pearson, donde se comparó la tasa de deforestación vs parámetros (variación de la temperatura máxima, humedad relativa y precipitación), para demostrar si existe una relación positiva o negativa entre las dos variables comparadas, y la formula es la siguiente:

$$r = \frac{\rho_{xy}}{\rho_x * \rho_y}$$

$$\rho_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \bar{x}^2} \quad \rho_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{n} - \bar{y}^2} \quad \rho_{xy} = \frac{\sum xy}{n} - \bar{x} * \bar{y}$$

Donde:

ρ_{xy} : es la covarianza

ρ_x : desviación típica de x

ρ_y : desviación típica de y

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Superficie deforestada en el periodo 2000 - 2019 en la microcuenca del Río

Pendencia

En la tabla 6 se muestran las áreas de las clases Bosques, No Bosques e Hidrografía. Obteniéndose que la clase Bosque disminuye de 10243.33 has en el año 2000 a 7568.67 en el año 2019 y la clase No Bosque aumenta de 1921.00 has en el año 2000 a 4608.80 has en el año 2019.

Tabla 6. Superficie en has del año 2000 al año 2019 en el área de estudio.

Clasificación	Año 2000	Año 2019
Hidrografía	186.21	174.72
Bosque	10243.33	7568.67
No Bosque	1921.00	4608.80

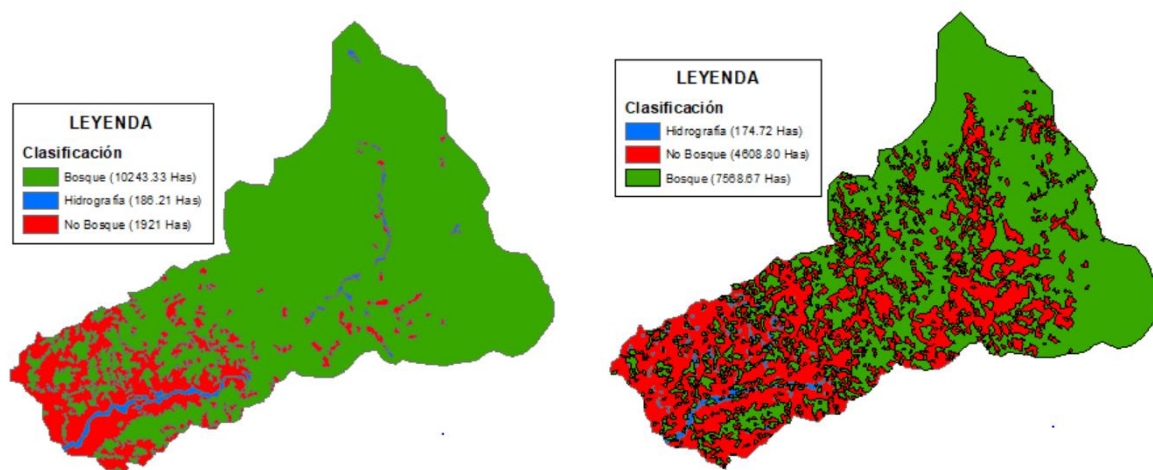


Figura 6. Bosque, No Bosque e Hidrografía del año 2000 hasta el 2019.

Al respecto Rautner (2013) indica que, en los últimos años, el aumento del consumo provenientes de la agricultura, la ganadería y la alta demanda de combustibles ha provocado más del 50% y 60% de la degradación forestal en los países tropicales y subtropicales.

4.2. Tasa de deforestación en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2004, 2005 – 2009, 2010 - 2014, 2015 - 2019

En la tabla 7 se presenta las superficies en has de las diferentes clases y tasa anual de deforestación (ha/año), correspondientes a los años 2000 – 2004, 2005 – 2009, 2010 - 2014 y 2015 - 2019. La Tasa Anual de Deforestación en el periodo 2000 - 2004 es de 110.38 has/año, en el siguiente periodo 2005 – 2009 disminuye a 79.07 has/año, en el periodo 2010 – 2014 alcanza un máximo de hasta 162.08 has/año, siendo este el TAD más elevado en todo el periodo 2000 – 2019, y en el último periodo 2015 - 2019 alcanza 114.92 has/año, lo que corrobora porque la región Huánuco es uno de los departamentos que más deforesta en todo el país.

Tabla 7. Superficie en has de las diferentes clases y tasa anual de deforestación (ha/año).

Clasificación	2000	2004	2005	2009	2010	2014	2015	2019
Hidrografía	186.21	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	174.72
Bosque	10243.33	9691.45	9630.88	9235.54	9144.22	8333.84	8143.29	7568.67
No Bosque	1921.00	2473.02	2543.59	2938.93	3185.00	3840.63	4031.18	4608.80
TAD		110.38		79.07		162.08		114.92

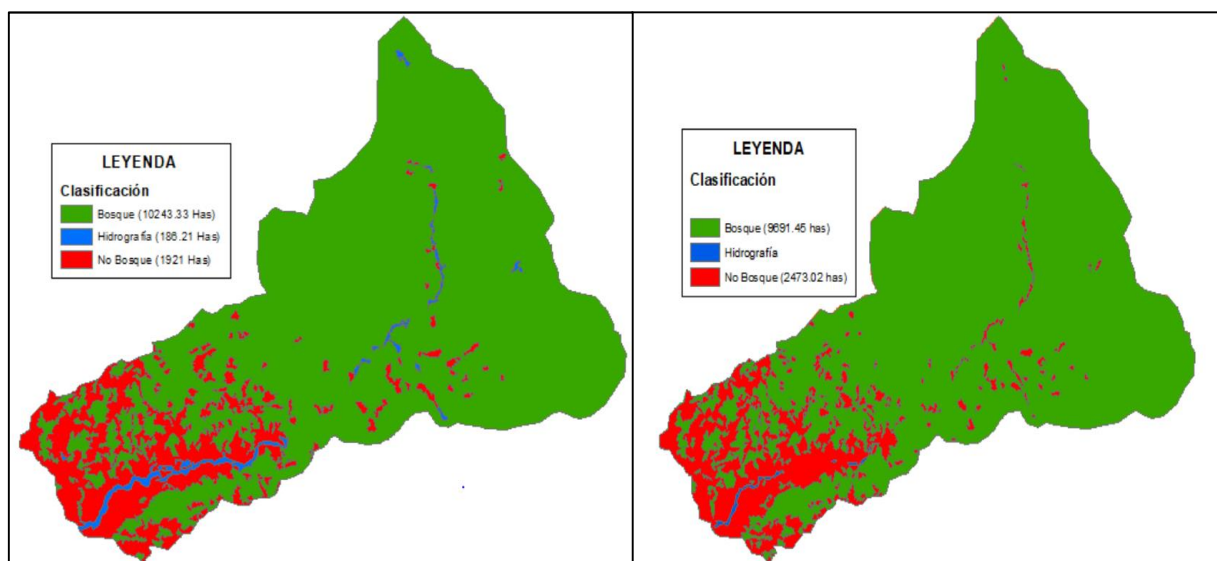


Figura 7. Mapas de deforestación del periodo 2000 - 2004

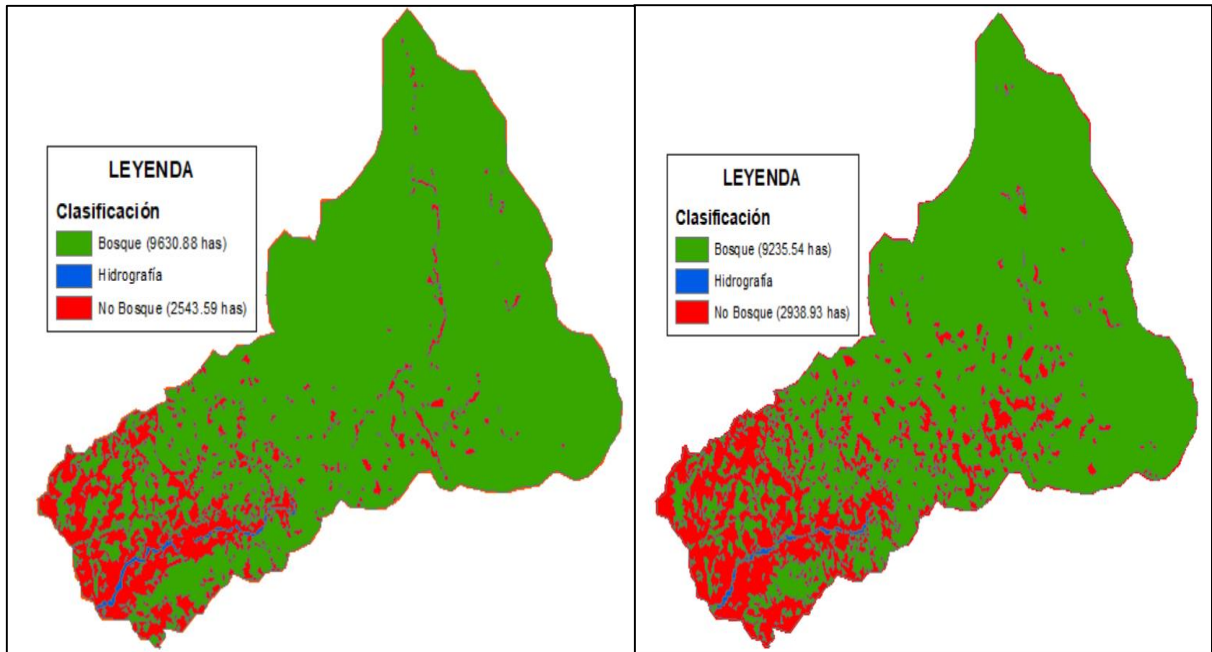


Figura 8. Mapas de deforestación del periodo 2005 – 2009

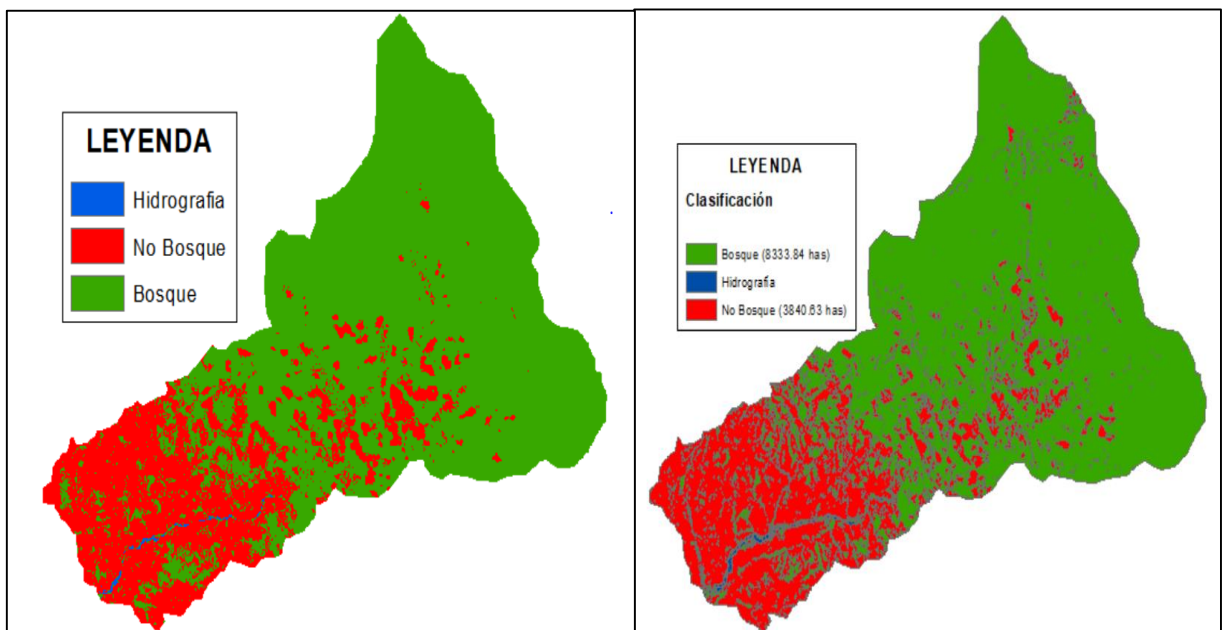


Figura 9. Mapas de deforestación del periodo 2010 - 2014

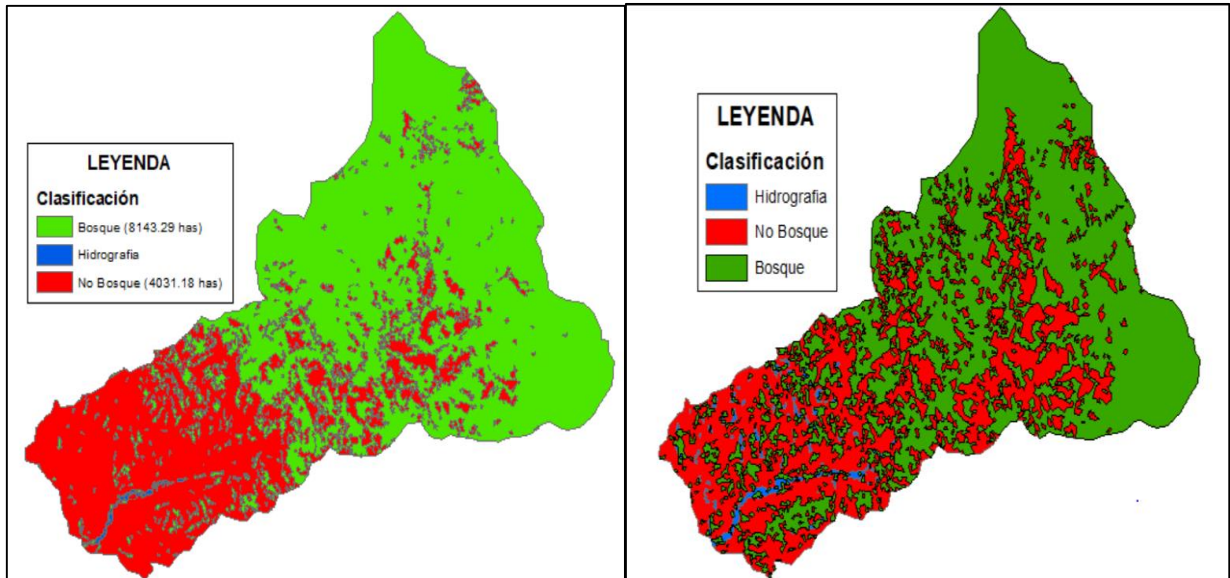


Figura 10. Mapas de deforestación del periodo 2015 – 2019

Asimismo, el MINAM (2018), en su plataforma Geobosques indica que el año 2014, fue en donde más se deforestó en la región de Huánuco con un total de 27596 has, y que en promedio la pérdida anual de bosque, entre el 2001 – 2018, fue de 17718ha.

4.3. Grado de confiabilidad del mapa de deforestación de la microcuenca del Río

Pendencia

En la tabla 8 se muestra la matriz de confusión, para el mapa de deforestación del año 2000, observamos la distribución de un total de 107 puntos de muestro. Las celdas sombreadas nos muestra el número de puntos que concuerdan tanto en la imagen satelital y la clasificación supervisada, es decir 7 puntos en hidrografía, 79 puntos en Bosque y 17 puntos en No Bosque, caso contrario los puntos que no se encuentran sombreados en las clases son los que no coinciden, 2 puntos en Bosque que se encuentra en la imagen satelital están en hidrografía según la clasificación supervisada, 1 punto de No Bosque en hidrografía y 1 punto de No Bosque en Bosque. Obteniéndose un Índice de Kappa para el mapa de deforestación del año 2000 de 0.906469, fuerza de concordancia casi perfecta.

Tabla 8. Matriz de confusión para la validación del mapa de deforestación del año 2000.

Clase	Hidrografía	Bosque	No Bosque	Total	U_Accuracy	Kappa
Hidrografía	7	2	1	10	0.7	0
Bosque	0	79	1	80	0.9875	0
No Bosque	0	0	17	17	1	0
Total	7	81	19	107	0	0
P_Accuracy	1	0.975309	0.894737	0	0.962617	0
Kappa	0	0	0	0	0	0.906469

En la tabla 9 se presenta la matriz de confusión, para el mapa de deforestación del año 2010, observamos la distribución de un total de 110 puntos de muestro. Las celdas sombreadas nos muestra el número de puntos que concuerdan tanto en la imagen satelital y la clasificación supervisada, es decir 10 puntos en hidrografía, 73 puntos en Bosque y 22 puntos en No Bosque, caso contrario los puntos que no se encuentran sombreados en las clases son los que no coinciden, 4 puntos en Bosque que se encuentra en la imagen satelital están en No Bosque según la clasificación supervisada, 1 punto de No Bosque en Bosque. Obteniéndose un Índice de Kappa para el mapa de deforestación del año 2010 de 0.903576, fuerza de concordancia casi perfecta.

Tabla 9. Matriz de confusión para la validación del mapa de deforestación del año 2010.

Clase	No			Total	U_Accuracy	Kappa
	Hidrografía	Bosque	Bosque			
Hidrografía	10	0	0	10	1	0
No Bosque	0	22	4	26	0.846154	0
Bosque	0	1	73	74	0.986486	0
Total	10	23	77	110	0	0
P_Accuracy	1	0.956522	0.948052	0	0.954545	0
Kappa	0	0	0	0	0	0.903576

4.3.1. Validación de campo

En la tabla 10 se presenta el número de puntos de muestreo para la validación en campo, en donde se utiliza un nivel de confianza del 98%, el porcentaje de aciertos estimados es de 61% y de errores estimados es de 0.37, nivel permitido de error 0.02, obteniendo 26 puntos de muestreo.

Tabla 10. Número de puntos de muestreo para la validación en campo.

Nivel de confianza	S	p	q	E^2	N
98%	2.33	0.61	0.37	0.02	26

En la tabla 11 se muestra la matriz de confusión para la validación en campo del mapa de deforestación del año 2019, observamos la distribución de un total de 26 puntos de muestro. Las celdas sombreadas nos muestra el número de puntos que concuerdan tanto en la imagen satelital, la validación en campo y la clasificación supervisada, es decir 7 puntos en hidrografía, 10 puntos en Bosque y 8 puntos en No Bosque, caso contrario los puntos que no se encuentran sombreados en las clases son los que no coinciden, 1 puntos en Bosque que se encuentra en la imagen satelital y la validación en campo están No Bosque según la clasificación supervisada. Obteniéndose un Índice de Kappa para el mapa de deforestación del año 2019 de 0.941573, fuerza de concordancia casi perfecta.

Tabla 11. Matriz de confusión para la validación en campo del mapa de deforestación del año 2019.

Clases	Hidrografía	No Bosque	Bosque	Total	U_Accuracy	Kappa
Hidrografía	7	0	0	7	1	0
No Bosque	0	8	0	8	1	0
Bosque	0	1	10	11	0.909091	0
Total	7	9	10	26	0	0
P_Accuracy	1	0.888889	1	0	0.961538	0
Kappa	0	0	0	0	0	0.941573

Resultados similares obtuvo (Chahua 2019), quien al elaborar su mapa de deforestación 2018 y realizar la validación con imagen satelital de resolución espacial alta

obtuvo un índice de kappa de 0.75, y en la verificación en campo en la cual trabajó con 19 puntos, determinó un índice de kappa de 0.78.

4.4. Precipitación, temperatura máxima y humedad relativa en la microcuenca del Rio Pendencia

En la Tabla 12 se muestran las precipitaciones estimadas para los diferentes años en estudio. Obteniéndose para el año 2000 una PP promedio de 239.13 mm, para el año 2005 disminuye a 203.60 mm, asimismo para el año 2010 vuelve a disminuir hasta una PP promedio de 199.53 mm, para el año 2014 se observa que aumenta hasta un promedio de 250.55 mm, y para el año 2019 se puede observar un aumento en comparación con años anteriores donde se registraron un promedio de 263.66 mm.

Tabla 12. Precipitación en mm en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.

Parámetro/fecha	Precipitación				
	Año 2000	Año 2005	Año 2010	Año 2014	Año 2019
PP Mínima	221.81	196.97	188.02	235.24	237.20
PP Máxima	256.44	210.23	211.03	265.86	290.13
Promedio	239.13	203.60	199.53	250.55	263.66

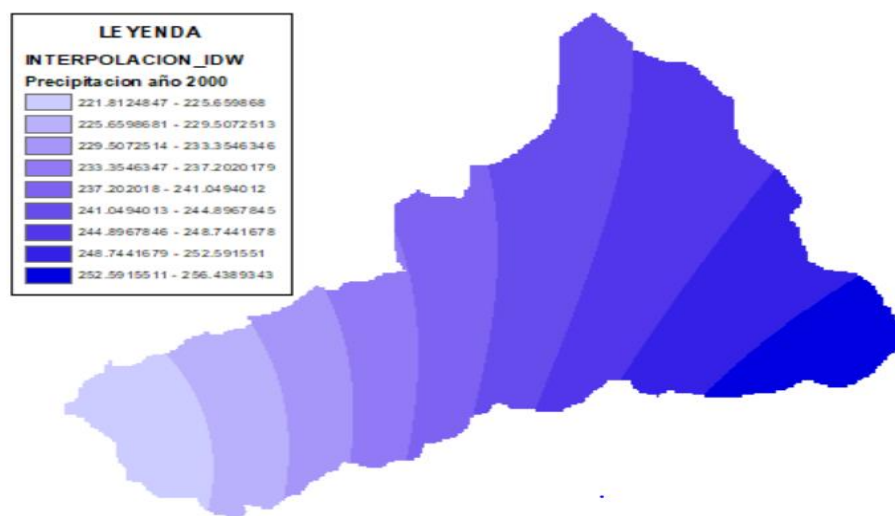


Figura 11. Mapa de precipitación en la microcuenca del Rio Pendencia del año 2000

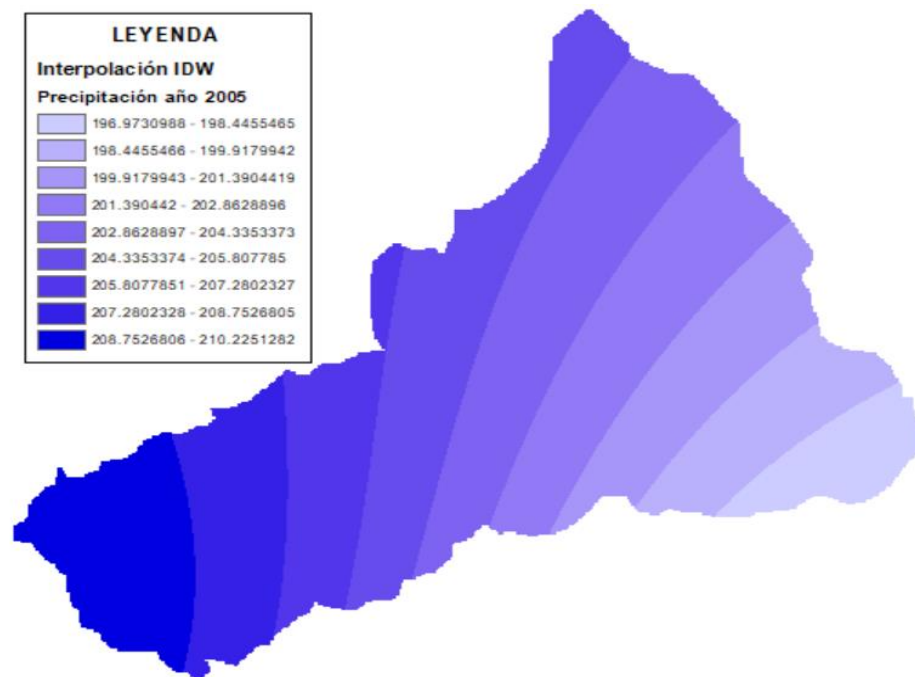


Figura 12. Mapa de precipitación en la microcuenca del Río Pendencia del año 2005

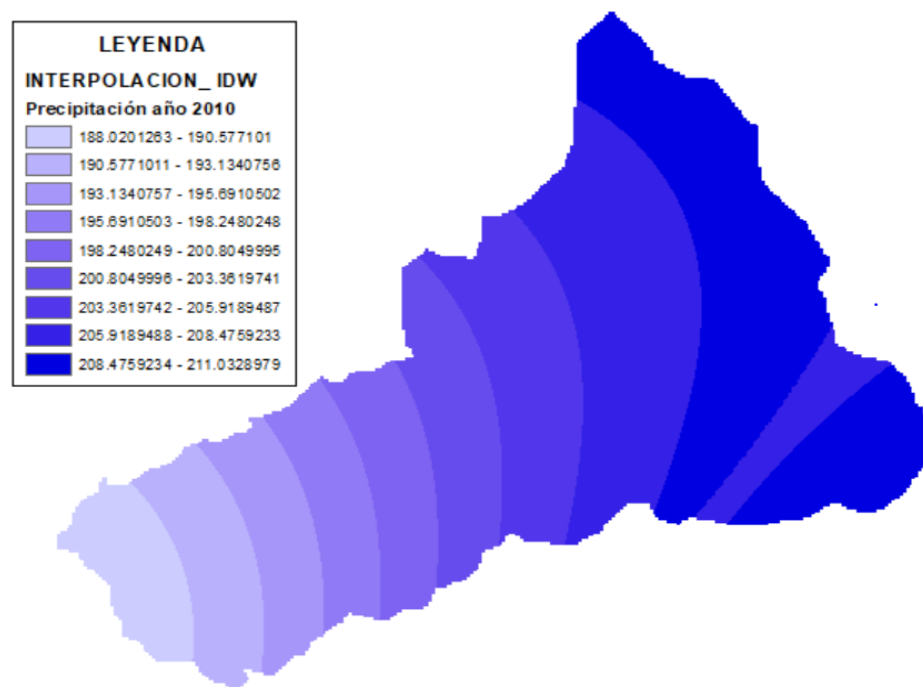


Figura 13. Mapa de precipitación en la microcuenca del Río Pendencia del año 2010

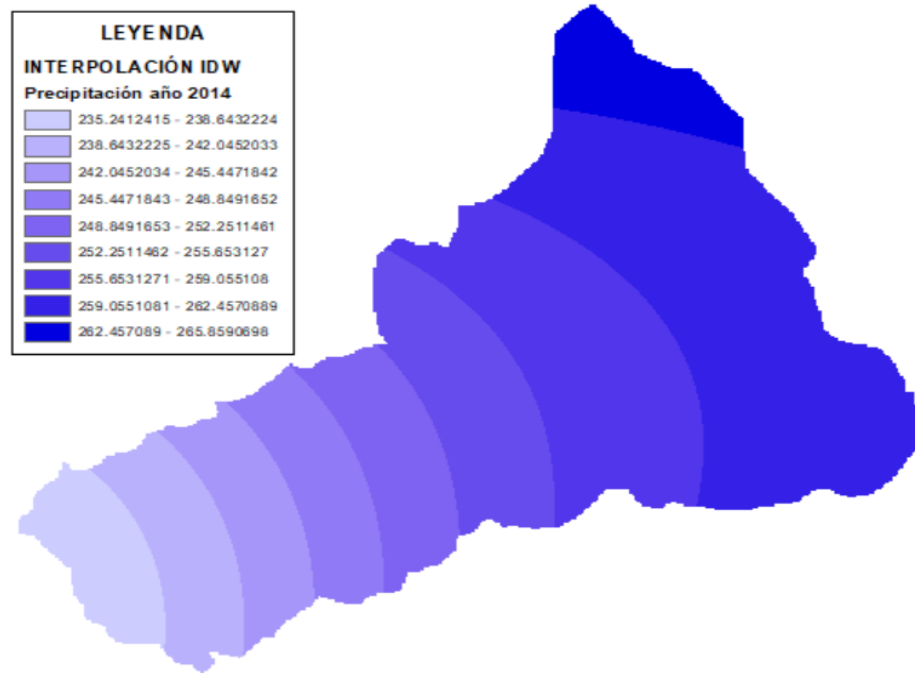


Figura 14. Mapa de precipitación en la microcuenca del Río Pendencia del año 2014

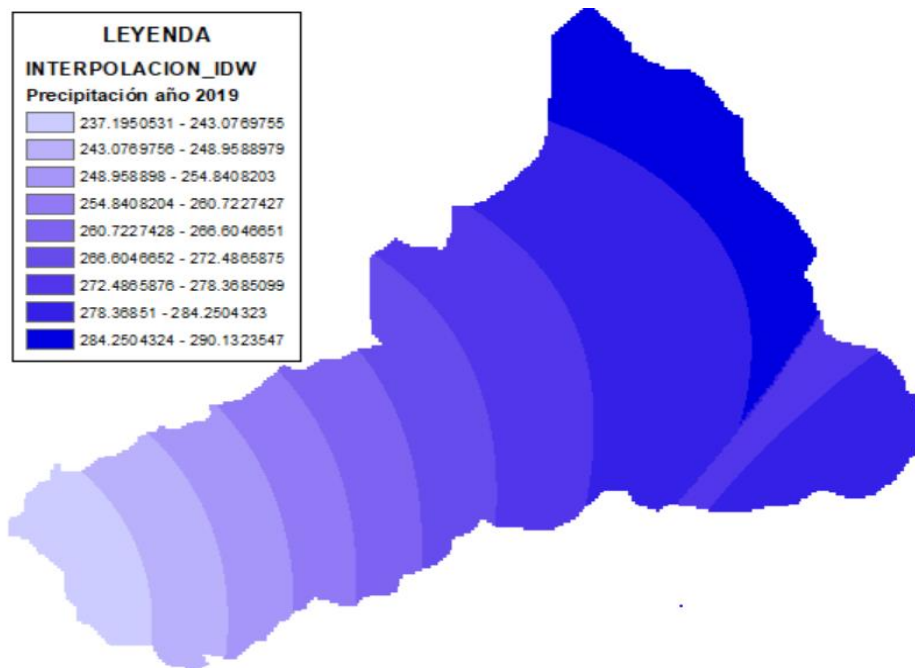


Figura 15. Mapa de precipitación en la microcuenca del Río Pendencia del año 2019

La Tabla 13 se presenta los valores de temperaturas máximas estimadas para los diferentes años en estudio. Obteniéndose valores similares, para el año 2000 una T° máxima

promedio de 26.94 °C, en el año 2005 incrementa a 27.32 °C, asimismo para el año 2010 se observa un ligero aumento, determinado una T° máxima promedio de 27.33 °C. Asimismo para el año 2014 se puede observar una ligera disminución en comparación con los años anteriores, obteniéndose una T° máxima promedio de 26.92 °C y para el año 2019 se observa una T° máxima promedio de 27.15 °C.

Tabla 13. Temperaturas máximas en °C en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.

Parámetro/fecha	Temperatura				
	Año 2000	Año 2005	Año 2010	Año 2014	Año 2019
T° Mínima	23.07	23.95	23.72	23.51	23.67
T° Máxima	30.81	30.69	30.95	30.33	30.63
Promedio	26.94	27.32	27.33	26.92	27.15

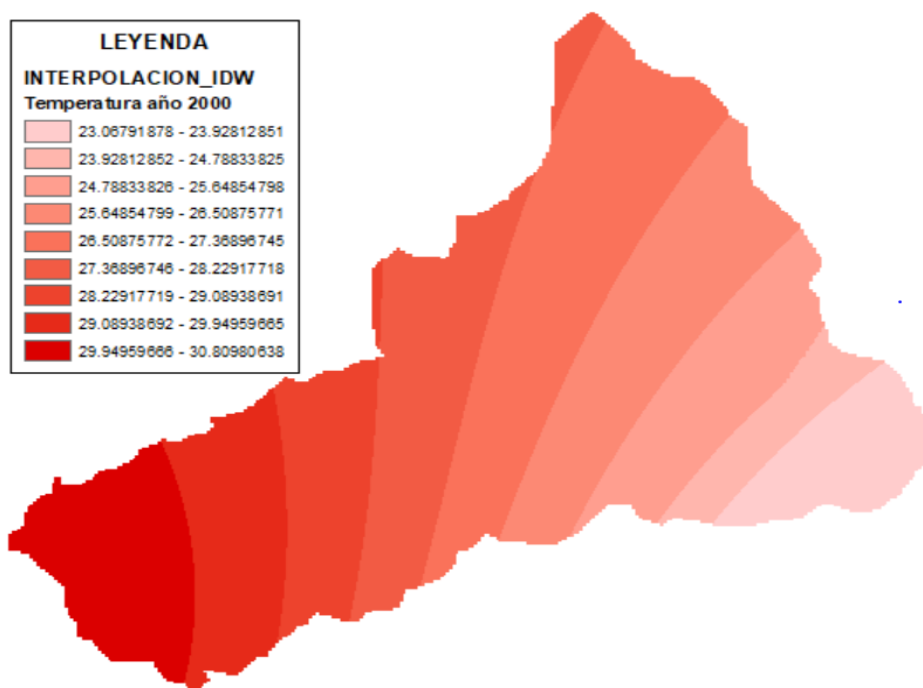


Figura 16. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Río Pendencia del año 2000

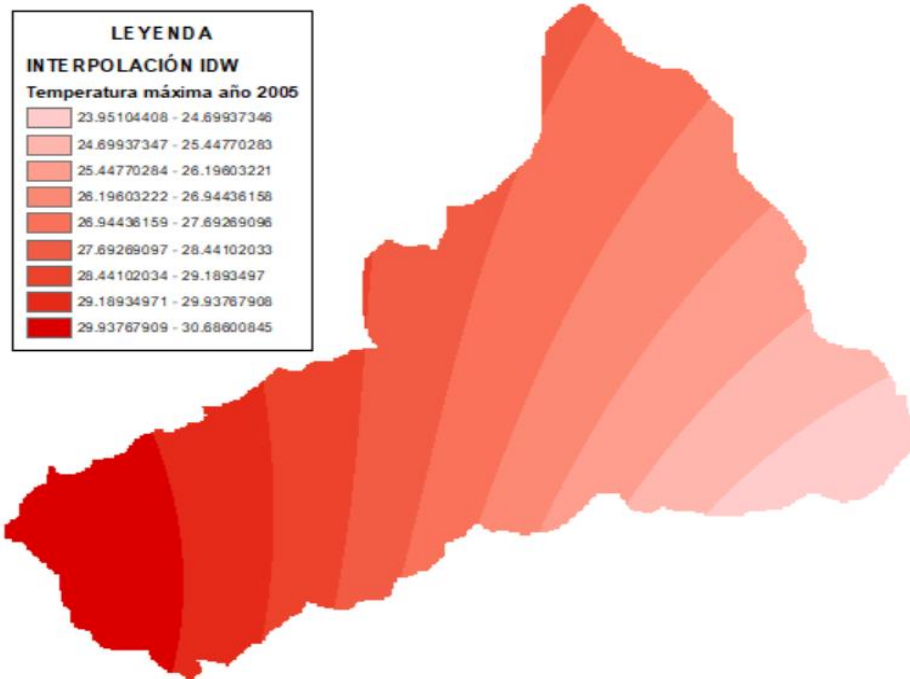


Figura 17. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Río Pendencia del año 2005

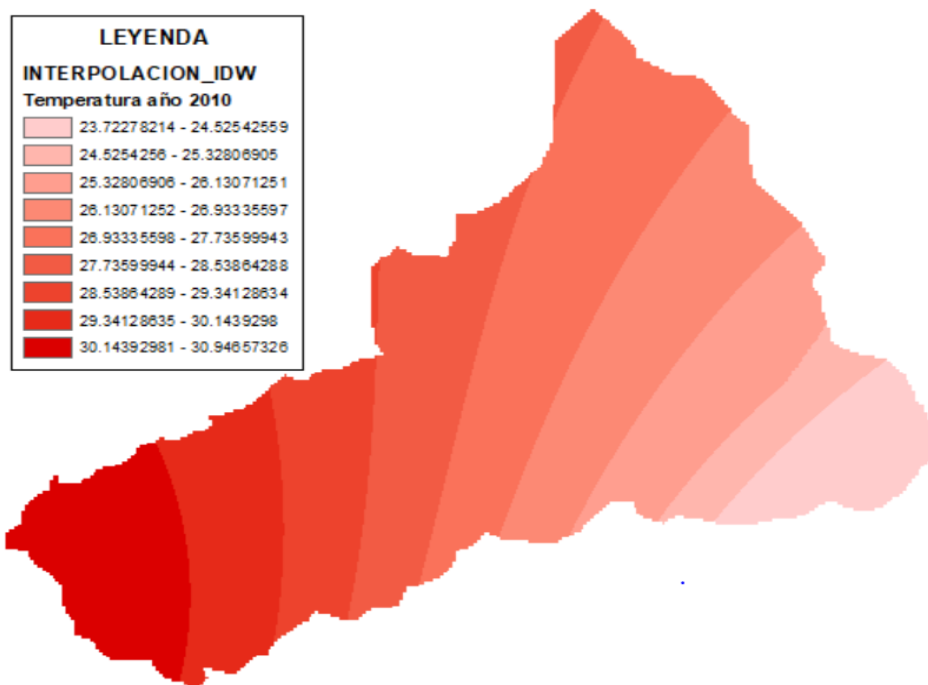


Figura 18. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Río Pendencia del año 2010

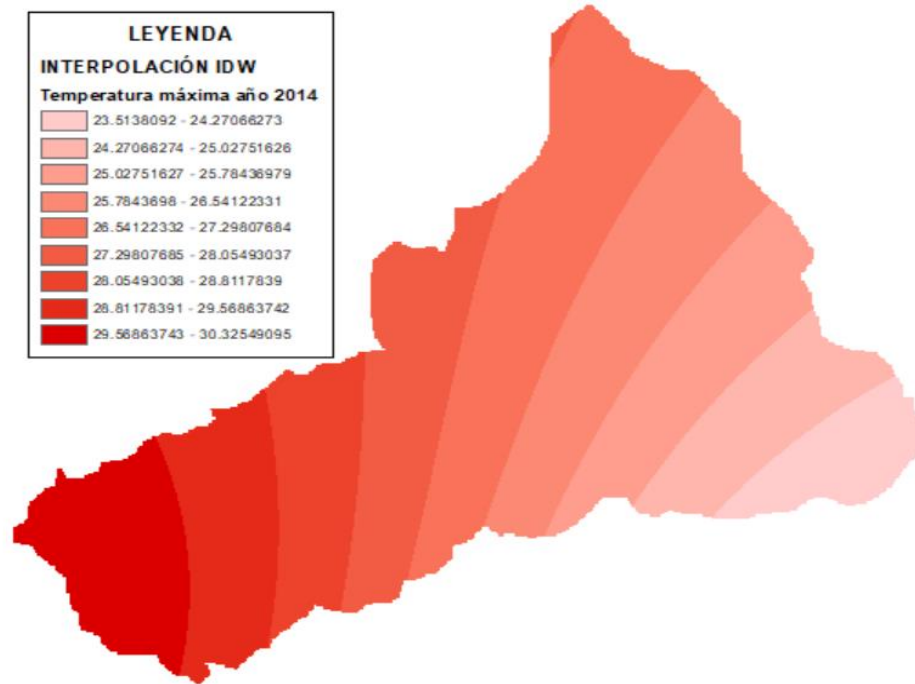


Figura 19. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Río Pendencia del año 2014

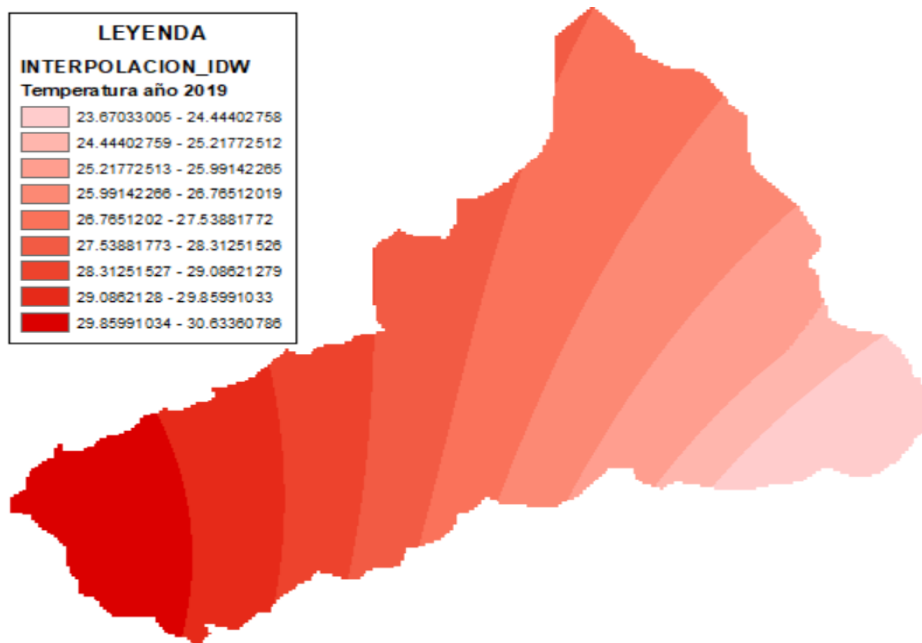


Figura 20. Mapa de temperatura máxima en la microcuenca del Río Pendencia del año 2019

De igual manera (Sifuentes, 2012), en su investigación obtuvo datos de la temperatura máxima desde el año 1973 hasta el año 2010, variaciones desde los 20.3°C hasta 37.1°C.

La Tabla 14 se muestra la variación de la Humedad relativa en el área de estudio, para los diferentes periodos muestreados. Obteniéndose para el año 2000 una H° relativa promedio de 85.04%, igualmente para el año 2005 se observa un ligero aumento, estimando un promedio de 86.08%, de la misma manera para el año 2010 se puede observar un ligero aumento hasta 86.74%, en el año 2014 disminuye ligeramente hasta una H° relativa promedio de 85.04%. Asimismo, para el año 2019 se puede observar un aumento en comparación con los años anteriores, obteniéndose una H° relativa promedio de 87.30 mayor que los años anteriores.

Tabla 14. Humedad relativa (%) en el área de estudio en los años 2000, 2005, 2010, 2014 y 2019.

Parámetro/fecha	Humedad				
	Año 2000	Año 2005	Año 2010	Año 2014	Año 2019
H° Mínima	84.82	84.55	85.54	82.04	84.43
H° Máxima	85.26	87.61	87.93	88.03	90.16
Promedio	85.04	86.08	86.74	85.04	87.30

De manera similar (Sifuentes, 2012) en su investigación obtuvo datos extremos de humedad relativa desde el año 1973 hasta el año 2010 variaciones desde los 57.1% hasta 108.2%.

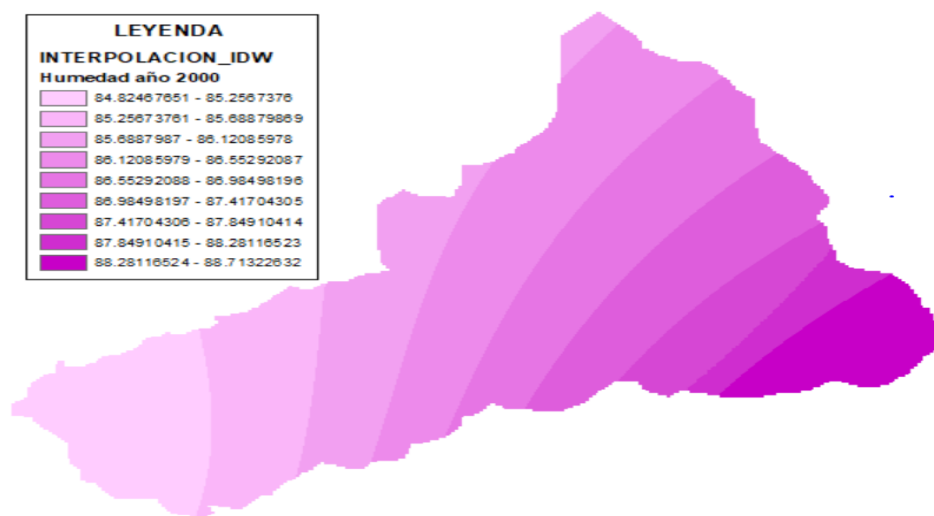


Figura 21. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia del año 2000

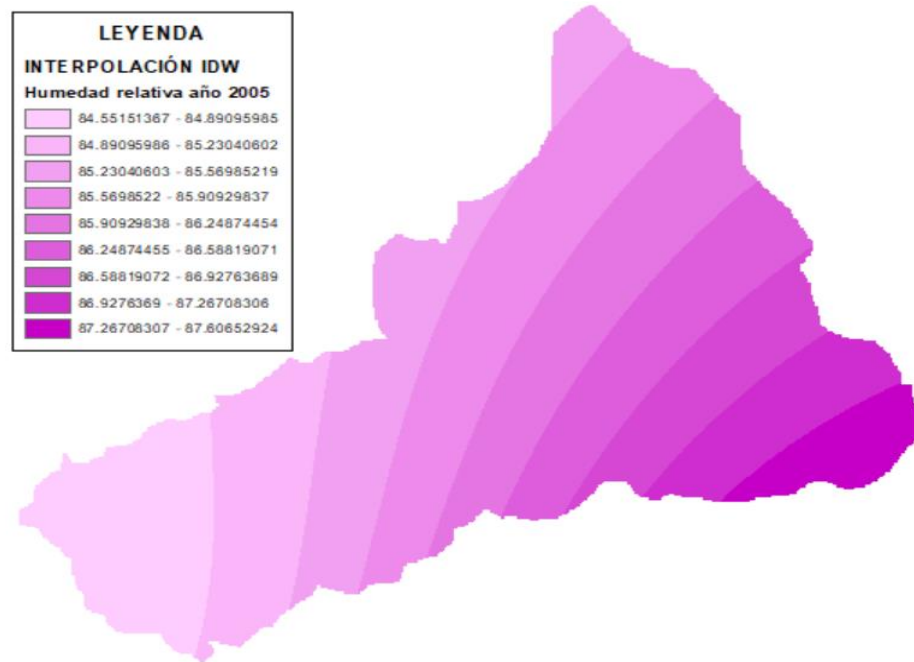


Figura 22. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia del año 2005

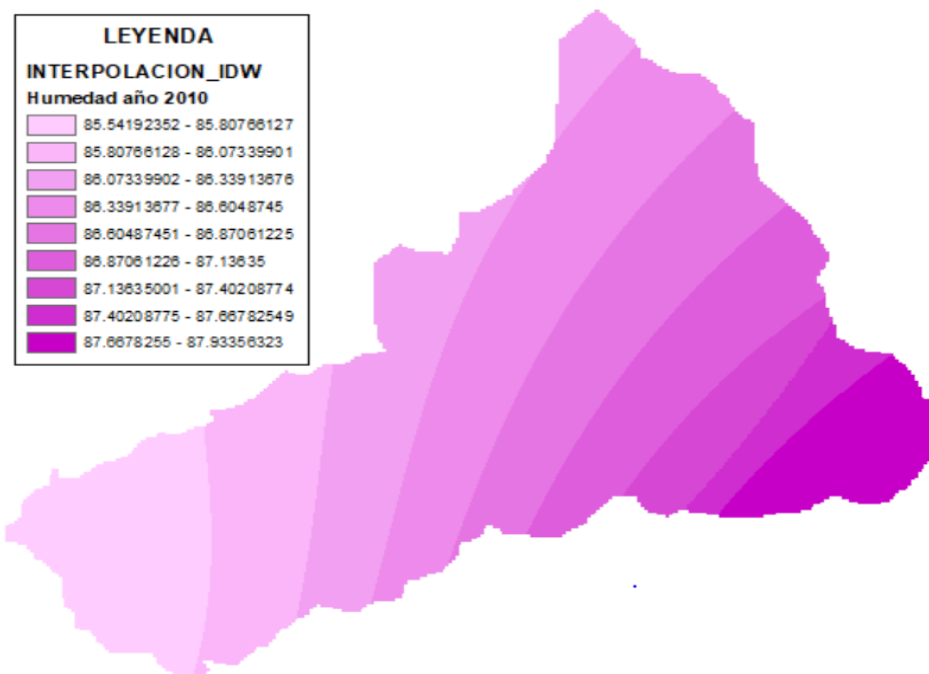


Figura 23. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia del año 2010

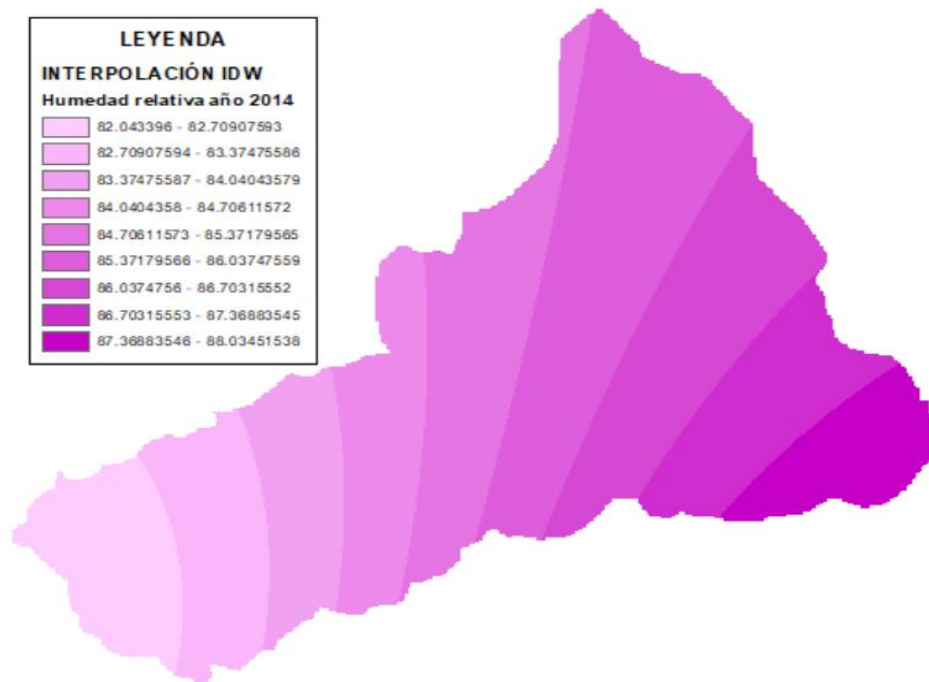


Figura 24. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia del año 2014

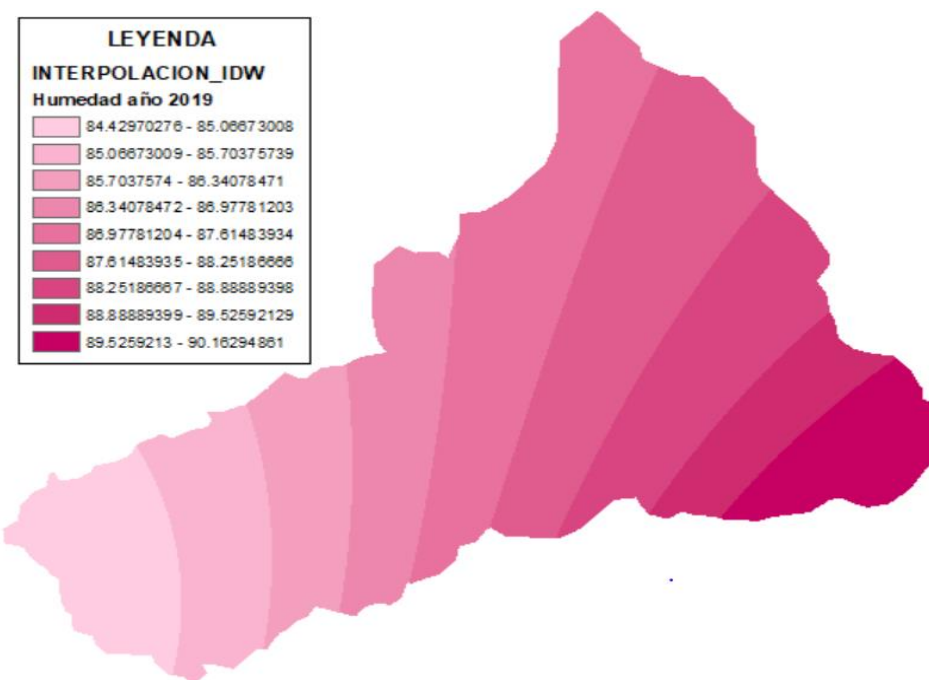


Figura 25. Mapa de humedad relativa en la microcuenca del Río Pendencia del año 2019

4.5. Nivel de correlación de la tasa de deforestación con la variación de la precipitación, temperatura máxima y humedad relativa

En la Tabla 15 se muestran el resumen del cálculo del Coeficiente de correlación de Pearson en el periodo 2000 - 2019. Obteniéndose correlación directa de la tasa de deforestación con la precipitación con un valor de $r=0.55$.

Tabla 15. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la precipitación durante el periodo 2000 - 2019.

Periodos	Def (x)	PP (y)	x2	y2	xy	Desv(x)	Desv(y)	Cov	r
2000	1921.00	239.13	3690241.00	57183.16	459368.73	944.47	25.52	13313.21	0.55
2005	2543.59	203.60	6469850.09	41452.96	517874.92				
2010	3185.00	199.53	10144225.00	39812.22	635503.05				
2014	3840.63	250.55	14750438.80	62775.30	962269.85				
2019	4608.80	263.66	21241037.44	69516.60	1215156.21				
Sumatoria	16099.02	1156.47	56295792.33	270740.24	3790172.76				
Promedio	3219.80	231.29							

En la Tabla 16 se muestran el resumen dela deducción del Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la temperatura máxima durante el periodo 2000 - 2019. Donde se encontró que no existe correlación con un valor de $r=0.02$.

Tabla 16. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la temperatura máxima durante el periodo 2000 - 2019.

Periodos	Def (x)	T° (y)	x2	y2	xy	Desv(x)	Desv(y)	Covarianza	r
2000	1921.00	26.94	3690241.00	725.70	51749.56	944.47	0.18	2.56	0.02
2005	2543.59	27.32	6469850.09	746.38	69490.88				
2010	3185.00	27.33	10144225.00	747.18	87060.95				
2014	3840.63	26.92	14750438.80	724.69	103389.76				
2019	4608.80	27.15	21241037.44	737.23	125137.99				
Sumatoria	16099.02	135.67	56295792.33	3681.19	436829.14				
Promedio	3219.80	27.13							

En la Tabla 17 se muestran la deducción del Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la humedad relativa durante el periodo 2000 - 2019. Encontrándose correlación directa con un valor de $r=0.56$.

Tabla 17. Coeficiente de correlación de Pearson de la deforestación vs la humedad relativa durante el periodo 2000 - 2019.

Periodos	Def (x)	H° (y)	x2	y2	xy	Desv(x)	Desv(y)	Covarianza	r
2000	1921	85.04	3690241.00	7231.92	163363.20	944.47	0.90	474.15	0.56
2005	2543.59	86.08	6469850.09	7409.77	218952.23				
2010	3185	86.74	10144225.00	7523.44	276259.71				
2014	3840.63	85.04	14750438.80	7231.80	326607.18				
2019	4608.8	87.30	21241037.44	7620.65	402331.31				
Sumatoria	16099.02	430.19	56295792.33	37017.57	1387513.62				
Promedio	3219.80	86.04							

La Humedad es el parámetro que tiene mayor correlación con la deforestación, resultados similares que se registró en una investigación en Loreto, entre las áreas de deforestación y eventos meteorológicos, donde se observó elevada correlación con la humedad relativa, continuo de la temperatura media, precipitación, temperatura mínima y temperatura máxima, (Sifuentes, 2012).

V. CONCLUSIONES

1. La superficie deforestada en el periodo 2000 - 2019 en la microcuenca del Rio Pendencia es de 2674.66 has.
2. La tasa de deforestación en la microcuenca del Rio Pendencia en el periodo 2000 – 2004 es de 110.38 has/año, del 2005 – 2009 es 79.07 has/año, 2010 – 2014 es de 162.08 has/año y 2015 – 2019 es de 114.92 has/año.
3. El índice de Kappa del mapa de deforestación del año 2000 es de 0.90 según la escala tiene una fuerza de concordancia casi perfecta, del año 2010 también es de 0.90 y del año 2019 es de 0.74 fuerza de concordancia considerable.
4. La mayor precipitación es en el año 2019 con 263.66 mm y la mínima de 199.53 mm en el año 2010, la temperatura máxima se da en el año 2010 siendo 27.33 °C y la mínima es en año 2014 con 26.92 °C y el punto más alto de humedad relativa es en el año 2019 con 87.30% y la mínima en el año 2000 y 2014 con 85%.
5. Existe una correlación directa entre el área deforestada y la precipitación con un $r=0.55$, no existe correlación $r=0.02$, entre la deforestación y la temperatura máxima y si existe una mayor correlación directa entre el área deforestada y la humedad relativa con un $r=0.95$.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Utilizar el presente estudio como base para gestionar Planes de Manejo para la conservación del medio ambiente, la reducción de las consecuencias de la deforestación en el clima en la microcuenca del Rio Pendencia.
2. La presente investigación utilizar como línea base para proyectos de reforestación dentro del área de investigación de la microcuenca del Rio Pendencia.
3. Ejecutar proyectos de reforestación en la microcuenca del Rio Pendencia para disminuir el aumento de las precipitaciones, temperatura y humedad.
4. Concientizar a la población de las diferentes microcuencas al cuidado de los bosques para así disminuir el cambio climático a nivel mundial.
5. Implementar más estaciones meteorológicas en el Perú para realizar estudios parecidos, que ayuden a encontrar cuencas o microcuencas donde la precipitación, temperatura y humedad están variando de forma significativa, y poder intervenir con proyectos ambientales.

VII. REFERENCIAS

- Sifuentes, A. (2012). *La deforestación en la carretera Iquitos – Nauta y su relación con los eventos climáticos extremos – Loreto – Perú*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales]. Universidad Nacional del Callao.
- Sánchez, M. (2017). *Análisis de la deforestación en la cuenca del Río Cumbaza mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2008 al 2017*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental]. Universidad Nacional Federico Villareal.
- Vergaray, J. (2020). *Análisis multitemporal de la cobertura boscosa y su influencia en la peligrosidad de inundaciones fluviales en la cuenca Ponaza, Provincia de Picota – San Martín*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero geógrafo]. Universidad Nacional de Federico Villareal.
- Ministerio del ambiente, Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático. (2019). *Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2018*.
- Global forest wath. (01 de setiembre de 2022). *Monitoreo de bosques diseñado para la acción*. <https://www.globalforestwatch.org/>
- Ariza, A. (2013). *Descripción y corrección de productos Landsat 8 LDCM*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Bernal, C. (3ra Ed). (2010). *Metodología de la Investigación*. Universidad de La Sabana Colombia.
- Chuvieco, E. (3ra Ed). (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel Ciencia Barcelona.

- Faustino, J., Jiménez, F. (2000). *Manejo de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Turrialba (Costa Rica).
- Gobierno Regional de Huánuco. *Plan Estratégico Institucional 2018-2020*. (2020). Sub Gerencia de Planeamiento Estratégico y Estadística Regional.
- Hernández, R. (6ta Ed). (2014). *Metodología de la investigación*. Universidad de Celaya.
- Muñoz, A., Pérez, C. 2006. *Teledetección: nociones y aplicaciones*. Universidad de Salamanca.
- Segado, F. (2da Ed). (1996). *Principios de Teledetección. Barcelona, España*. Servicio de publicaciones Universidad de Murcia.
- Ministerio del Ambiente. *Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2017*.
- Ministerio del Ambiente. *Bosques y cambio climático. Dirección General de Cambio Climático y Desertificación*. (2019).
- Ministerio del Ambiente. Dirección General de Ordenamiento Territorial – Lima. (2014). *Protocolo: Evaluación de la Exactitud Temática del Mapa de Deforestación*.
- Jensen, J. 1996. (2da Ed). *Introductory Digital Image Processing: A remote sensing perspective*.
- Ministerio y Agricultura y Riego. (2014). *Reglamento de Gestión Forestal de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre Ley 29763*.
- Maderey, L. (1ra Ed). 2005. *Principios de hidrogeografía. Estudio del ciclo hidrológico*. Universidad nacional autónoma de México.
- FAO. 2020; *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, biodiversidad y las personas 2020; términos y definiciones*.

Quereda, J. (2da Ed). 2005. *Curso de climatología general. Publicaciones de la Universidad Jaume.*

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones.* Estados Unidos Mexicanos.

ANEXO

Anexo A. Datos de campo y gabinete registrados y procesados

Tabla 18. Puntos de muestreo del mapa de deforestación del año 2019.

Punto	Clasificación	GrndTruth	POINT_X	POINT_Y
1	3	2	404580	9001480
2	1	1	405765	9000805
3	2	2	404685	9000070
4	3	3	403035	8998495
5	3	3	406335	8998075
6	3	3	404025	8997970
7	3	3	400230	8997430
8	3	3	404595	8996950
9	3	3	401475	8996050
10	1	1	404220	8995900
11	3	3	403305	8994895
12	2	2	402180	8994235
13	3	3	399135	8994085
14	1	1	403875	8993470
15	2	2	405210	8993425
16	3	3	405915	8993410
17	2	2	393795	8992570
18	2	2	396660	8992180
19	2	2	396090	8991340
20	3	3	397410	8991100
21	2	2	393915	8991040
22	2	2	400170	8990500
23	1	1	397590	8990380
24	1	1	396960	8990320
25	1	1	395340	8989870
26	1	1	394950	8989780

Anexo B. Datos de precipitación, temperatura máxima y humedad relativa del SENAHI en las 3 estaciones.

PERU Ministerio del Ambiente

Senamhi

Siempre con el pueblo

2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL."

ESTACIÓN: MAP TULUMAYO

LATITUD: 09° 48' 19.40" S
LONGITUD: 76° 00' 33.97" W
ALTITUD: 625 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J Crespo y Castillo

PARÁMETRO: Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Periodo : 2000 - 2019.

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	31.6	30.5
2001	29.5	29.0	29.4	30.5	29.8	29.5	29.7	30.5	31.1	31.7	30.6	31.0
2002	30.2	29.3	29.5	30.4	30.3	29.6	29.1	31.1	31.5	31.0	30.0	S/D
2003	29.3	29.6	30.2	30.7	30.4	30.2	29.8	30.3	31.3	31.8	31.5	30.1
2004	31.0	29.6	31.0	31.1	30.5	29.1	29.3	29.7	30.1	31.1	30.9	30.4
2005	31.3	31.3	30.2	31.0	30.7	30.5	29.7	31.6	31.6	31.1	31.5	29.6
2006	29.9	29.7	29.4	30.5	30.0	29.3	30.4	30.5	31.6	31.0	30.7	29.8
2007	30.1	30.1	30.0	30.9	30.4	30.6	30.2	31.1	31.4	31.3	31.2	30.9
2008	30.0	29.6	29.3	30.4	30.0	29.6	29.9	31.1	31.1	31.2	31.5	30.1
2009	29.6	29.6	29.6	29.6	30.1	29.2	30.1	31.5	31.9	32.0	31.3	29.7
2010	30.6	30.3	31.6	31.0	31.0	30.3	30.5	32.1	33.0	31.5	31.5	30.3
2011	29.0	29.5	29.6	30.9	30.6	30.5	30.5	31.6	31.4	30.4	31.7	30.1
2012	31.1	29.7	31.3	30.9	31.0	30.6	30.2	31.6	31.9	31.7	32.0	30.3
2013	32.0	29.9	29.9	31.3	30.3	29.6	30.1	30.9	32.3	31.3	30.7	31.2
2014	29.6	29.6	30.0	30.6	30.5	30.5	29.6	30.6	31.6	31.5	30.9	30.4
2015	30.1	29.5	30.7	30.3	29.9	30.2	30.1	31.7	33.4	32.3	31.5	30.8
2016	32.6	31.1	31.2	31.7	30.9	30.3	31.1	32.1	32.0	32.0	32.7	30.6
2017	29.1	30.0	29.6	30.6	30.6	30.5	30.1	32.0	31.6	32.2	30.6	30.6
2018	30.4	30.9	30.4	30.5	30.6	29.5	30.3	30.9	32.7	31.4	30.4	30.9
2019	30.5	30.3	30.4	30.6	30.9	30.7	30.1	31.7	31.7	31.0	31.9	29.9
TOTAL	575.7	566.9	573.9	584.6	578.6	570.5	571.3	592.7	603.1	597.6	625.7	577.6

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. D001 / 2022

PRESUPUESTO N° 2022-000000

HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

OBRA:

"DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

Firmado digitalmente por: JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES
2021.11.16 10:08:08 -0500
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:37:37 -0500

Ing. Héctor A. Vera Arce
J. Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel. 962-11270 CEL. 96599144
Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>

PERU Ministerio del Ambiente

Senamhi

Siempre con el pueblo

2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL."

ESTACIÓN: MAP TULUMAYO

LATITUD: 09° 48' 19.40" S
LONGITUD: 76° 00' 33.97" W
ALTITUD: 625 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J Crespo y Castillo

PARÁMETRO: Precipitación Total Mensual (mm).

Periodo : 2000 - 2019.

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	310.4	342.2	513.1	221.3	115.9	276.9	119.3	137.6	72.6	137.7	94.6	300.3
2001	370.3	280.2	235.5	90.7	327.1	95.0	277.1	71.7	135.9	195.8	377.7	404.2
2002	372.8	454.1	295.1	251.8	239.7	77.8	286.7	136.7	61.7	187.1	S/D	S/D
2003	277.0	393.7	309.7	422.1	S/D	226.6	74.3	180.9	226.1	159.3	266.6	404.6
2004	317.2	169.7	316.6	113.6	140.5	97.8	390.6	72.0	124.6	191.7	465.2	239.6
2005	266.5	322.6	364.7	175.3	69.6	272.3	18.8	65.2	162.3	267.6	141.1	380.4
2006	250.7	431.3	247.9	157.9	151.0	234.5	77.8	169.0	109.7	S/D	418.7	491.4
2007	400.2	183.6	222.4	221.2	192.5	36.0	124.3	59.5	55.2	252.1	249.6	455.3
2008	214.8	265.4	317.3	202.2	117.5	143.9	269.3	69.6	118.4	242.5	112.9	281.2
2009	320.0	407.5	264.8	206.4	372.6	166.7	146.5	125.9	123.5	136.1	300.8	533.1
2010	191.7	557.9	261.6	240.0	100.4	48.3	122.1	30.5	31.5	109.1	262.4	264.2
2011	359.7	513.5	201.1	174.5	131.7	129.9	156.5	31.1	194.6	245.5	192.3	309.6
2012	365.8	437.3	257.9	287.3	148.0	213.3	40.7	57.2	80.9	168.4	321.3	272.5
2013	275.9	574.1	445.0	169.5	181.6	129.3	117.6	191.0	123.2	332.2	274.9	214.6
2014	441.5	244.0	359.8	107.3	209.7	104.1	177.2	44.9	273.1	151.1	358.2	398.4
2015	499.4	260.2	326.3	147.5	372.3	157.0	209.1	99.3	52.7	177.7	242.8	384.8
2016	347.1	427.0	240.7	208.9	125.6	106.7	44.2	102.3	66.2	135.3	366.8	336.2
2017	427.7	367.6	239.6	238.5	208.0	197.0	50.1	111.9	175.4	216.6	357.6	426.9
2018	350.5	189.5	227.2	179.3	107.7	150.2	10.0	179.5	95.3	387.4	492.7	326.3
2019	362.5	204.6	497.1	135.9	124.7	144.7	124.4	28.1	51.8	266.6	249.0	616.9
TOTAL	6752.3	7049.2	6183.4	3951.2	3439.1	3016.0	2540.6	1963.9	2336.7	3994.6	5519.2	7029.1

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. D001 / 2022

PRESUPUESTO N° 2022-000000

HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

OBRA:

"DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

Firmado digitalmente por: JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES
2021.11.16 10:08:08 -0500
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:38:28 -0500

Ing. Héctor A. Vera Arce
J. Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel. 962-11270 CEL. 96599144
Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>

 **PERÚ** Ministerio del Ambiente

 **Senamhi**
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

 **Siempre con el pueblo**

2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL."

ESTACIÓN: MAP TULUMAYO

LATITUD: 09° 48' 19.40" S
LONGITUD: 76° 00' 33.97" W
ALTITUD: 625 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J Crespo y Castillo

PARÁMETRO: Precipitación Total Mensual (mm).

Periodo : 2000 - 2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	310.4	342.2	513.1	221.3	116.9	276.9	119.3	137.6	72.6	137.7	94.6	300.3
2001	370.3	290.2	235.5	90.7	327.1	95.0	277.1	71.7	135.9	196.6	377.7	404.2
2002	372.6	454.1	295.1	291.6	239.7	77.6	266.7	136.7	61.7	167.1	S/D	S/D
2003	277.0	393.7	309.7	422.1	S/D	226.6	74.3	160.9	226.1	169.3	266.6	404.6
2004	317.2	169.7	316.6	113.6	140.5	97.6	390.6	72.0	124.6	191.7	465.2	239.6
2005	266.5	322.6	364.7	175.3	69.6	272.3	16.6	65.2	162.3	267.6	141.1	360.4
2006	250.7	431.3	247.9	157.9	151.0	234.5	77.6	169.0	109.7	S/D	416.7	491.4
2007	400.2	183.6	222.4	221.2	192.5	36.0	124.3	59.5	55.2	252.1	249.6	456.3
2008	214.6	266.4	317.3	202.2	117.5	143.9	269.3	69.6	116.4	242.5	112.9	261.2
2009	320.0	407.5	264.6	266.4	372.6	166.7	146.5	125.9	123.5	136.1	300.6	533.1
2010	191.7	557.9	261.6	240.0	100.4	46.3	122.1	30.5	31.5	109.1	262.4	264.2
2011	369.7	513.5	261.1	174.5	131.7	129.9	156.5	31.1	194.6	245.5	192.3	309.6
2012	365.6	437.3	257.9	267.3	146.0	213.3	40.7	57.2	60.9	166.4	321.3	272.5
2013	275.9	574.1	445.0	169.5	161.6	129.3	117.6	191.0	123.2	332.2	274.9	214.6
2014	441.6	244.0	359.6	107.3	209.7	104.1	177.2	44.9	273.1	151.1	266.2	396.4
2015	499.4	260.2	326.3	147.5	372.3	157.0	209.1	99.3	52.7	177.7	242.6	364.6
2016	347.1	427.0	340.7	206.9	125.6	105.7	44.2	102.3	135.3	366.6	336.2	
2017	427.7	357.6	239.6	236.5	206.0	197.0	50.1	111.9	175.4	216.6	357.6	426.9
2018	350.5	169.5	227.2	179.3	107.7	150.2	10.0	179.5	95.3	367.4	492.7	369.3
2019	362.6	204.6	497.1	135.9	124.7	144.7	124.4	26.1	51.6	266.6	249.0	616.9
TOTAL	6752.3	7049.2	6163.4	3991.2	3439.1	3016.0	2640.6	1963.9	2336.7	3994.6	5519.2	7029.1

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. D001 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022-000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.**

OBRA:

"DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

 **Senamhi**
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Firmado digitalmente por: JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES
2021.11.16 10:08:08 -0500
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:38:26 -0500

Ing. Héctor A. Vera Arce
J. Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel. 962-11270 CEL. 96599144
Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>

 **Senamhi**

Rq 2 de 1



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

ESTACIÓN: MAP TULUMAYO

LATITUD: 09° 48' 19.40" S
LONGITUD: 76° 00' 33.97" W
ALTITUD: 629 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J. Crespo y Castillo

PARÁMETRO: HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%).

Periodo : 2000 - 2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	57	57	55	57	55	55	55	53	52	52	53	55
2001	55	57	55	53	55	54	54	53	53	54	55	52
2002	53	55	54	54	52	52	53	75	75	52	54	S/D
2003	55	53	53	54	53	55	53	50	75	79	50	55
2004	53	55	54	54	53	55	54	54	53	53	55	55
2005	54	55	55	55	55	55	55	52	54	54	51	55
2006	S/D	59	55	55	53	55	53	54	51	55	55	55
2007	55	57	55	57	55	53	54	54	79	51	52	54
2008	55	55	54	54	55	54	55	52	54	53	51	55
2009	55	55	57	55	55	55	55	53	53	53	55	55
2010	55	55	54	54	55	55	57	53	54	55	55	50
2011	55	55	57	55	54	55	55	54	54	55	54	57
2012	57	91	59	91	91	55	53	79	79	51	52	54
2013	52	53	55	54	57	55	55	54	52	55	54	54
2014	54	55	53	53	52	51	52	79	79	50	52	52
2015	51	S/D	S/D	51	52	51	50	77	79	54	55	57
2016	57	59	55	55	55	55	52	75	79	50	79	54
2017	55	55	54	51	52	52	50	75	50	75	53	51
2018	53	51	54	53	53	54	50	50	75	52	55	54
2019	54	55	55	55	55	55	55	50	52	52	52	55
TOTAL	1514.3	1533.0	1525.0	1555.0	1552.2	1555.4	1555.9	1524.3	1521.5	1545.5	1553.0	1514.9

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23550 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. 0091 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022-0000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.

OBRA:



Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FALU
20131355028 hand
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:39:54 -05:00

Ing. Hector A. Vera Arballo
P: Leoncio Prado N° 215, Huánuco
Tel. 952-112071 Cel. 95555444
Link: <http://huaraco.senamhi.gob.pe/>



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

ESTACIÓN: CO AUCAYACU

LATITUD: 05° 55' 47.53" S
LONGITUD: 76° 06' 42.15" W
ALTITUD: 555 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J. Crespo y Castillo

PARÁMETRO: Temperatura Máxima Media Mensual (°C).

Periodo : 2000 - 2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	29.77	29.6	29.4	30.0	30.7	30.1	29.5	30.5	31.0	31.5	31.5	30.3
2001	29.5	30.2	29.5	31.0	30.3	29.4	30.3	31.2	31.1	31.5	30.5	31.3
2002	30.5	29.7	29.7	30.5	30.5	30.0	29.1	30.5	31.0	30.7	29.5	30.5
2003	30.7	30.0	30.3	30.5	30.4	30.4	29.9	30.5	31.2	32.1	31.5	30.4
2004	31.1	30.1	30.7	30.9	30.7	29.4	29.4	30.2	30.3	31.2	30.7	30.3
2005	31.5	31.1	30.5	30.7	31.4	31.5	30.5	31.5	31.9	31.0	31.5	29.9
2006	25.2	25.3	29.4	30.5	30.4	29.5	30.5	31.0	31.4	30.5	30.1	29.5
2007	30.1	29.5	29.5	30.4	30.3	30.3	30.3	30.5	31.5	31.1	30.5	30.1
2008	29.5	29.9	29.0	30.2	29.9	29.7	30.1	31.3	30.1	29.7	30.3	29.5
2009	25.9	25.7	25.5	29.9	30.5	30.0	30.1	31.3	31.1	31.2	30.5	29.5
2010	29.5	30.1	30.5	30.5	30.3	30.3	30.5	32.4	31.5	30.2	30.3	29.1
2011	25.3	25.3	25.9	30.7	29.5	29.5	29.5	30.5	30.5	25.9	30.3	S/D
2012	29.7	25.0	30.3	30.4	31.4	30.9	30.7	31.4	31.2	31.3	31.7	29.4
2013	31.1	25.5	30.2	31.1	29.9	30.0	30.3	30.5	32.1	30.7	30.5	30.5
2014	29.1	29.3	29.1	29.7	30.7	30.7	29.5	30.5	31.1	30.7	30.4	30.3
2015	29.5	29.9	30.2	29.5	29.5	30.4	30.9	31.7	32.5	31.4	31.5	30.3
2016	32.5	30.4	30.4	31.2	30.7	30.5	31.5	31.7	31.2	31.5	32.5	29.2
2017	25.0	25.9	25.5	30.2	30.5	29.5	29.5	31.2	30.1	30.4	29.1	30.2
2018	25.9	29.7	29.4	29.9	30.2	29.5	30.5	30.9	31.5	29.1	25.9	29.2
2019	25.9	25.9	29.3	29.7	30.9	30.7	29.5	31.2	30.5	29.5	30.7	29.1
TOTAL	595.1	559.5	554.2	557.9	559.0	552.9	553.5	551.4	552.1	554.5	553.0	555.9

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23550 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. 0091 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022-0000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.

OBRA:



Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto FALU
20131355028 hand
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:39:19 -05:00

Ing. Hector A. Vera Arballo
P: Leoncio Prado N° 215, Huánuco
Tel. 952-112071 Cel. 95555444
Link: <http://huaraco.senamhi.gob.pe/>



PERÚ Ministerio
del Ambiente



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL."



ESTACIÓN: **CO AUCAYACU**

LATITUD: 08° 55' 47.53" S
LONGITUD: 76° 06' 42.15" W
ALTITUD: 596 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J. Crespo y Castillo

PARÁMETRO: **Precipitación Total Mensual (m.m).**

Periodo : **2000 - 2019**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	266.0	359.2	429.2	147.1	157.1	530.9	S/D	131.0	162.5	164.3	166.5	S/D
2001	317.7	241.0	205.0	70.7	166.3	55.0	228.2	156.0	86.9	S/D	S/D	353.3
2002	331.6	S/D	323.7	295.0	245.7	S/D	234.2	S/D	159.7	150.8	260.0	S/D
2003	302.3	291.6	303.6	328.0	S/D	154.7	43.0	105.5	116.6	253.0	140.5	499.4
2004	309.1	S/D	264.0	209.5	123.4	143.0	195.4	74.2	205.6	267.6	514.6	S/D
2005	266.6	346.1	373.5	155.1	96.6	223.1	43.6	66.6	91.7	306.6	123.1	446.6
2006	432.3	543.1	483.0	199.3	137.7	305.1	99.0	113.7	S/D	529.2	482.0	642.1
2007	500.2	360.2	362.0	291.4	264.3	56.2	125.0	103.3	15.4	310.7	S/D	777.4
2008	633.9	657.7	597.1	354.6	197.5	163.1	239.4	154.3	S/D	242.7	276.6	469.9
2009	392.2	449.3	409.4	251.7	246.7	226.3	195.5	166.0	133.1	217.5	S/D	S/D
2010	351.6	525.1	216.4	371.4	S/D	69.0	103.6	26.1	66.6	196.3	316.7	431.7
2011	477.9	520.5	302.6	163.7	240.9	247.0	262.7	84.1	137.6	260.1	243.4	666.9
2012	423.2	467.0	296.5	477.6	164.9	146.5	66.0	66.4	67.6	304.7	344.6	460.1
2013	378.4	530.7	704.7	608.1	510.6	290.3	227.1	192.4	201.3	593.4	411.0	423.9
2014	546.3	364.4	523.6	230.7	267.4	165.7	202.3	87.0	256.7	293.5	464.1	516.6
2015	531.6	323.2	361.4	109.2	355.3	129.3	269.0	125.3	167.1	314.5	456.9	569.4
2016	273.5	375.7	423.6	210.7	261.3	153.3	50.1	137.4	156.3	214.2	394.3	527.6
2017	647.6	666.9	551.3	433.0	366.1	235.9	141.1	303.9	324.6	474.9	613.0	590.2
2018	405.6	450.0	330.7	316.6	260.0	273.1	65.6	224.6	203.1	619.5	607.6	666.9
2019	719.5	430.7	927.9	161.9	255.7	236.6	339.9	115.0	114.1	336.7	293.5	702.5
TOTAL	6547.5	7944.4	6369.6	5407.5	4379.7	3650.1	3190.7	2554.6	2656.9	6092.4	6172.6	5747.1

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. 0091 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022- 0000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.**

OBRA:

" DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO "



Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto PAU
20131366028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:39:44 -05:00

Ing. Hector A. Vera Arevalo
P: Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel: 962 - 512075 CEL: 98989144
Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>



PERÚ Ministerio
del Ambiente



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL."



ESTACIÓN: **CO AUCAYACU**

LATITUD: 08° 55' 47.53" S
LONGITUD: 76° 06' 42.15" W
ALTITUD: 596 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: J.J. Crespo y Castillo

PARÁMETRO: **Humedad Relativa (%).**

Periodo : **2000 - 2019**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	83	85	85	84	83	84	83	83	80	81	80	84
2001	83	84	84	83	84	83	83	81	82	82	86	85
2002	83	87	87	S/D	S/D	S/D	S/D	85	S/D	S/D	S/D	S/D
2003	82	86	86	85	85	86	87	81	82	83	84	86
2004	85	84	85	87	86	89	86	85	84	85	83	84
2005	82	82	84	83	81	83	84	80	76	80	81	86
2006	86	87	85	79	81	85	77	82	81	85	84	86
2007	86	86	86	85	83	86	85	83	81	83	84	85
2008	85	86	86	84	85	84	85	83	84	86	84	87
2009	87	86	86	85	83	85	86	84	84	82	83	85
2010	85	85	85	84	85	84	82	79	83	85	86	86
2011	86	87	86	82	84	84	85	82	84	86	83	S/D
2012	84	87	84	84	82	83	83	83	84	83	82	86
2013	83	87	84	83	85	84	84	86	82	84	76	84
2014	87	86	87	86	85	85	85	83	84	S/D	86	86
2015	86	87	87	87	86	86	85	84	84	86	86	87
2016	85	87	87	86	87	86	85	84	84	84	84	87
2017	89	87	88	87	86	87	86	85	87	87	88	87
2018	86	87	88	87	86	87	85	85	84	87	87	86
2019	87	88	88	86	85	86	86	85	87	88	87	88
TOTAL	1706.5	1720.5	1716.5	1606.0	1606.7	1616.9	1602.6	1603.5	1576.0	1515.7	1593.4	1547.6

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. 0091 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022- 0000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Rq 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.**

OBRA:

" DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO "



Firmado digitalmente por VERA
AREVALO Hector Alberto PAU
20131366028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:40:09 -05:00

Ing. Hector A. Vera Arevalo
P: Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel: 962 - 512075 CEL: 98989144
Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
 "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"
ESTACIÓN: **CO DIVISORIA**
 LATITUD: 09° 12' 03.27" S
 LONGITUD: 75° 48' 50.15" W
 ALTITUD: 1691 msnm

 DPTO.: Huánuco
 PROV.: Leoncio Prado
 DIST.: Hermilio Valdizan
PARÁMETRO: **Temperatura Máxima Media Mensual (°C).**Periodo : **2000 - 2019**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	20.9	20.5	20.6	21.6	21.6	20.9	20.4	22.2	22.0	22.6	22.5	22.0
2001	20.9	20.9	21.0	22.2	21.6	20.9	20.9	21.6	22.1	22.3	22.0	22.3
2002	21.6	21.1	21.3	22.2	21.7	20.9	20.7	22.0	22.0	22.1	21.6	21.5
2003	22.3	21.8	22.1	21.9	21.8	21.5	21.1	21.5	22.3	22.9	22.6	21.6
2004	22.4	21.9	22.1	22.3	21.5	21.1	21.0	21.5	22.2	22.5	21.7	22.0
2005	22.4	22.3	22.6	S/D	22.2	21.9	21.3	22.5	22.5	22.1	22.5	21.5
2006	21.5	21.4	21.7	22.2	21.5	21.7	22.5	22.7	23.0	22.6	22.0	21.3
2007	21.6	21.6	21.9	22.3	21.6	21.9	21.7	22.2	22.9	22.2	22.1	21.6
2008	21.4	21.0	21.0	21.6	21.5	20.8	21.5	22.4	22.9	22.1	23.3	21.7
2009	21.3	21.4	21.6	22.2	21.6	21.2	21.3	22.6	23.3	23.1	22.1	21.2
2010	21.6	22.1	22.6	22.9	22.1	21.5	20.9	23.2	24.0	22.6	22.2	21.1
2011	20.6	20.4	20.6	22.0	20.9	21.0	21.4	21.6	22.4	21.7	22.3	21.2
2012	21.5	20.5	21.7	22.1	21.9	21.6	21.4	22.0	23.5	22.2	22.3	21.1
2013	22.4	20.9	21.5	22.6	21.8	21.5	21.3	21.5	23.5	22.3	21.5	22.4
2014	21.2	21.9	21.3	21.7	21.7	21.6	21.4	21.6	22.9	22.1	21.7	21.4
2015	21.1	21.2	22.1	21.7	21.4	21.5	21.4	22.9	23.7	22.9	22.4	22.2
2016	23.3	22.1	22.4	22.5	21.9	21.1	22.3	22.9	22.5	23.4	23.3	21.6
2017	21.4	21.4	21.7	22.1	22.6	22.0	21.6	22.6	22.7	23.1	22.3	22.5
2018	22.0	22.4	22.1	22.2	22.2	21.7	21.9	22.1	23.4	22.5	22.0	22.1
2019	21.6	21.6	22.0	22.4	22.2	22.7	22.0	23.2	22.7	22.1	22.5	21.6
TOTAL	433.7	426.7	433.9	420.7	435.4	426.7	427.6	445.5	456.4	449.3	444.9	434.1

 Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
 SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
 S/D: SIN DATOS

 COD. REG. 0091/2022
 PRESUPUESTO N° 2022-0000000
 HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Pg. 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.**

OBRA:


 * DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE
 PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO *
 Firmado digitalmente por VESLA
 AREVALO Hector Alberto FAU
 20121366026 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 25.02.2022 17:40:35 -05:00

 Ing. Hector A. Vera Arévalo
 2 Leoncio Prado N° 235, Huánuco
 Tel. 090 - 510779 Cel. 98388044
 Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>

 2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
 "AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"
ESTACIÓN: **CO DIVISORIA**
 LATITUD: 09° 12' 03.27" S
 LONGITUD: 75° 48' 50.15" W
 ALTITUD: 1691 msnm

 DPTO.: Huánuco
 PROV.: Leoncio Prado
 DIST.: Hermilio Valdizan
PARÁMETRO: **Precipitación Total Mensual (m.m.).**Periodo : **2000 - 2019**

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	470.7	506.0	494.5	270.0	77.6	167.5	170.6	60.2	126.4	256.2	274.0	265.4
2001	512.6	356.9	460.2	109.5	176.7	61.0	179.7	71.5	69.9	175.7	351.3	S/D
2002	219.0	445.3	342.9	149.1	160.7	77.9	157.4	77.1	66.6	169.2	359.6	S/D
2003	593.9	461.2	296.5	355.1	S/D	127.7	36.5	59.9	242.6	145.9	216.4	526.4
2004	355.3	235.2	348.7	121.6	99.9	69.9	S/D	56.1	143.2	364.3	367.6	362.1
2005	193.4	255.9	364.9	S/D	140.7	100.4	61.6	55.0	67.0	260.3	162.3	424.9
2006	330.7	405.1	360.5	164.7	79.5	114.7	66.7	42.3	123.7	S/D	430.4	694.6
2007	505.9	333.7	361.6	296.3	195.0	37.5	190.3	70.1	51.2	190.1	263.3	362.6
2008	432.2	502.1	229.1	222.0	93.3	100.1	63.7	76.6	103.7	335.5	274.6	510.7
2009	349.3	457.1	337.1	240.6	214.4	113.1	129.3	93.6	136.6	215.6	305.0	S/D
2010	361.6	523.9	322.2	216.3	60.5	57.7	119.0	16.1	44.1	162.7	396.7	265.5
2011	517.6	665.6	326.2	167.4	206.7	65.7	116.6	65.1	167.6	122.5	360.1	356.0
2012	S/D	542.2	284.0	290.4	136.7	129.0	60.0	43.4	57.0	209.4	235.6	472.6
2013	220.3	522.3	524.5	193.6	166.5	131.4	40.6	174.5	115.0	364.7	274.2	426.3
2014	497.3	342.3	374.6	199.1	143.0	67.3	113.3	54.0	232.4	203.3	264.6	620.3
2015	567.1	496.5	379.1	201.6	263.5	112.3	119.0	130.9	62.3	142.6	297.3	515.3
2016	361.3	463.5	263.6	242.6	157.4	136.4	6.5	96.6	137.0	149.6	325.3	414.5
2017	435.9	352.5	365.1	237.2	203.3	72.3	75.9	76.4	172.5	219.9	399.0	692.2
2018	475.1	504.6	266.3	330.7	62.6	231.1	35.0	73.3	123.6	365.7	557.6	409.6
2019	559.3	317.6	456.7	341.2	179.4	70.7	102.9	65.1	133.4	203.2	366.6	704.9
TOTAL	8046.9	8695.7	7240.5	4450.0	2679.4	2103.7	1671.0	1506.2	2460.2	4339.6	6526.7	8066.1

 Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
 SLUMP N° 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
 S/D: SIN DATOS

 COD. REG. 0091/2022
 PRESUPUESTO N° 2022-0000000
 HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Pg. 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.**

OBRA:


 * DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE
 PUEBLO NUEVO - PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO *
 Firmado digitalmente por VESLA
 AREVALO Hector Alberto FAU
 20121366026 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 25.02.2022 17:41:03 -05:00

 Ing. Hector A. Vera Arévalo
 2 Leoncio Prado N° 235, Huánuco
 Tel. 090 - 510779 Cel. 98388044
 Link: <http://huancu.senamhi.gob.pe/>



PERÚ Ministerio del Ambiente



2018 al 2027 el "Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres".
"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL "



ESTACIÓN: CO DIVISORIA

LATITUD: 09° 12' 03.27" S
LONGITUD: 75° 48' 50.15" W
ALTITUD: 1691 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Leoncio Prado
DIST.: Hermilio Valdizan

PARÁMETRO: Humedad Relativa (%).

Periodo : 2000 - 2019

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Set.	Oct	Nov	Dic
2000	91	91	90	90	90	91	88	87	89	88	89	90
2001	90	91	90	S/D	89	88	89	84	88	88	89	88
2002	89	91	90	90	89	87	87	S/D	88	89	90	91
2003	89	91	90	91	90	90	88	87	87	87	87	90
2004	90	S/D	S/D	S/D	S/D	90	90	86	87	89	90	90
2005	89	90	90	S/D	89	89	87	88	88	88	90	91
2006	91	91	91	90	90	S/D	87	86	86	89	91	91
2007	91	91	91	90	91	90	90	88	88	90	90	91
2008	92	92	90	90	90	90	89	89	86	89	88	90
2009	91	92	91	90	S/D	91	89	88	87	88	90	92
2010	90	90	89	90	90	89	89	84	83	87	88	92
2011	92	92	92	91	91	91	90	88	88	90	91	90
2012	92	92	89	90	88	90	88	87	84	87	89	90
2013	90	91	89	87	91	90	87	87	88	89	89	89
2014	91	91	91	90	90	89	89	86	87	88	90	91
2015	92	91	90	91	91	91	91	89	89	88	90	91
2016	89	92	91	90	92	90	90	89	87	87	89	90
2017	90	92	91	91	91	91	90	90	90	88	91	89
2018	91	92	91	90	91	90	89	90	88	92	94	90
2019	91	91	91	90	91	90	92	92	92	93	91	92
TOTAL	1011.9	1732.7	1718.5	1530.9	1626.2	1707.2	1779.9	1662.6	1743.7	1771.6	1795.1	1807.3

Fuente: Archivos de la Sede Central - Lima
SLUMP N° 23580 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
S/D: SIN DATOS

COD. REG. 0001 / 2022
PRESUPUESTO N° 2022-0000000
HUÁNUCO, 25 DE FEBRERO DEL 2022.

Pág 1 de 1

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : TESISTA JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES.

OBRA:



" DEFORESTACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO PENDENCIA Y SUS EFECTOS EN EL CLIMA DURANTE EL PERÍODO 2000 - 2019, DEL DISTRITO DE
AREVALO, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO "

Firmado: JESÚS ALBERTO SALDAÑA FLORES
2013/1366028 /and
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.02.2022 17:41:23 -05:00

vsq. Héctor A. Vera Arballo



Jr. Leoncio Prado N° 235, Huánuco
Tel: 052 - 512075 Cel. 98399444
Link: <http://huancos.senamhi.gob.pe/>

Anexo C.

Tabla 19. Altura de árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo sin pendiente.

Puntos de Muestreo	Árbol	Distancia	Vista arriba	Vista abajo	Altura del árbol
B1	1	26	45	10	30.58
	2	25	50	11	34.65
	3	24	40	10	24.37
	4	27	50	12	37.92
	5	23	40	9	22.94
B3	1	30	50	12	42.13
	2	30	55	11	48.68
	3	26	48	10	33.46
	4	25	44	9	28.10
	5	20	40	8	19.59
B5	No corresponde				

Tabla 20. Altura de árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo con pendiente.

Puntos de Muestreo	N° Árbol	Pendiente	Distancia con m	Distancia lineal	Vista arriba	Vista abajo	Altura del árbol
B2	1	15	28	27.05	51	6	30.56
	2	18	30	28.53	42	5	23.19
	3	15	25	24.15	55	5	32.37
	4	20	27	25.37	50	7	27.12
	5	14	24	23.29	46	6	21.67
B4	1	10	30	29.54	55.00	8	38.04
	2	12	28	27.39	48.00	6	27.54
	3	10	25	24.62	45	5	22.47
	4	11	24	23.56	52	5	28.09
	5	10	29	28.56	50	7	30.53

Tabla 21. Área de las copas de los árboles de la validación en campo en los puntos de muestreo.

Punto de Muestreo	Diámetro 1	Diámetro 2	Promedio diámetro	Área de copa	Total Área de Copa	Clasificación
B1	18.80	20.60	19.7	304.81	577.11	Bosque
	16.66	20.58	18.62	272.30		
B2	20.4	22.4	21.4	359.68	611.33	Bosque
	17.2	18.6	17.9	251.65		
B3	18.6	19.6	19.1	286.52	650.99	Bosque
	12.8	12.6	12.7	126.68		
	16.6	18.2	17.4	237.79		
B4	20.2	18.8	19.5	298.65	754.81	Bosque
	23.6	24.6	24.1	456.17		
B5	No corresponde					

Anexo E. Panel fotográfico



Figura 26. Verificación de campo en punto de No Bosque.



Figura 27. Verificación en campo de punto de No Bosque.



Figura 28. Toma de datos en la verificación de campo en un punto de No Bosque.



Figura 29. Verificación en campo en punto de la clasificación hidrográfica.



Figura 30. Punto en el área de estudio completamente deforestado.



Figura 31. Verificación en punto de No Bosque en un piñal.



Figura 32. Verificación en campo del punto de No Bosque en un cultivo de cacao.



Figura 33. Punto de verificación de área No Bosque en el área de estudio.



Figura 34. Toma de datos de árboles en el punto B1.



Figura 35. Toma de datos de árboles en el punto B2.