

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,
MENCION: GESTIÓN AMBIENTAL**



**LA DEFORESTACIÓN EN RELACIÓN CON LA VARIACIÓN DE
TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO RUPA
RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, PERIODO 2001-
2016.**

Tesis

Para optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,

MENCION: GESTIÓN AMBIENTAL

MARTÍNEZ TORRES PAUL FEDERICO

TINGO MARÍA – PERÚ

2021



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA

I. DATOS GENERALES DE POSGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Escuela de posgrado : EPG-UNAS

Maestría : Agroecología

Mención : Gestión ambiental

Título de la tesis : **LA DEFORESTACIÓN EN RELACIÓN
CON LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y
PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO RUPA
RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO,
PERIODO 2001-2016.**

Autor : Paul Federico Martínez Torres

Asesor : Dr. Lucio Manrique De Lara Suarez

Programa de investigación : Gestión Ambiental

Línea de investigación : Efecto invernadero, calentamiento global y
cambio climático.

Eje temático de investigación: Deforestación, temperatura y precipitación.

Lugar de ejecución : Distrito de Rupa Rupa

Duración **Fecha de inicio** : 10 de febrero 2018
Fecha de término : 24 de junio 2018

Financiamiento **Propio** : S/.5 624.92
FEDU : No
Otros : No



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
SELVA**
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 004-2021-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00 pm, del día lunes 01 de febrero del 2021, reunidos virtualmente vía Microsoft Team, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**“LA DEFORESTACIÓN EN RELACIÓN CON LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y
PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO RUPA RUPA, PROVINCIA DE LEONCIO PRADO,
PERIODO 2001-2016”**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, Mención: Gestión Ambiental, el Sr. Paul Federico Martínez Torres.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**.

Acto seguido, a horas 9:00 pm, el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
Presidente del Jurado

.....
Ing. MSc DAVID P. QUISPE JANAMPA
Miembro del Jurado

.....
Ing. MSc. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

.....
Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Mary y Federico
por el amor que me tienen, por
la confianza que me brindan y
por el arduo trabajo que
realizan en el campo.

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres, hermanos y demás personas que coadyuvaron con mi formación profesional.
- A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por la oportunidad de formarme con profesionalmente, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante.
- A mi apreciado asesor de tesis, por su ánimo y consejos en el desarrollo de la presente investigación.
- A todos los que fueron mis compañeros de clases durante todos los años de estudio y a aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la culminación de mi formación profesional.

ÍNDICE

I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Lugar de ejecución	4
2.2 Periodo de ejecución	4
2.3 Entidad de apoyo:.....	4
2.4 Materiales, equipos y herramientas.....	4
2.4.1 Materiales.....	5
2.4.2 Equipos	5
2.4.3 Herramientas.....	5
2.5 Metodología de la investigación	5
2.5.1 Método de investigación.....	5
2.5.2 Tipo de investigación.....	5
2.5.3 Nivel de investigación.....	6
2.6 Población y muestra	6
2.6.1 Población	6
2.6.2 Muestra	6
2.7 Variables en estudio	6
2.7.1 Variable dependiente	6
2.7.2 Variable independiente.....	6
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
3.1 Antecedentes.....	8
3.2 Marco teórico.....	16
3.2.1 La deforestación.....	16

3.2.2 Causas de la deforestación.....	18
3.2.3 El impacto de la deforestación	22
3.2.4 El clima y sus principales variables en el bosque	25
IV. RESULTADOS	33
4.1 La temperatura, precipitación y humedad relativa	33
4.2 Área deforestada	37
4.3 Correlación y regresión.....	41
4.3.1 Área deforestada y precipitación pluvial.....	43
4.3.2 Área deforestada y temperatura máxima	42
4.3.3 Área deforestada y temperatura mínima	43
4.3.4 Área deforestada y temperatura promedio.....	44
4.3.5 Área deforestada y humedad relativa.....	46
V. DISCUSION.....	48
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
IX. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores que influyen en el proceso de deforestación, causas y efectos.....	22
Tabla 2. Medidas de tendencia central y variación de los resultados del área deforestada, precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa. Distrito de Rupa-Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Período 2001-2016.	34
Tabla 3. Área deforestada en el distrito de Rupa-Rupa, período 2001-2016.	39
Tabla 4. Correlación entre el área deforestada (ha) y la precipitación pluvial (mm). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.	44
Tabla 5. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la precipitación pluvial (mm). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.....	44
Tabla 6. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura máxima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco..	45
Tabla 7. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura máxima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.....	46
Tabla 8. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura mínima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco..	47
Tabla 9. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura mínima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.....	47
Tabla 10. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura promedio (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco..	48

Tabla 11. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura promedio (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.	48
Tabla 12. Correlación entre el área deforestada (ha) y la humedad relativa (%). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.	49
Tabla 13. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la humedad relativa (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.	50
Tabla 14. Datos originales de deforestación, temperatura, precipitación y humedad relativa. Distrito Rupa-Rupa.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico de caja y bigotes de la precipitación pluvial (mm) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	34
Figura 2. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura máxima (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	35
Figura 3. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura mínima (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	35
Figura 4. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura media (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	36
Figura 5. Gráfico de caja y bigotes de la humedad relativa (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	37
Figura 6. Área deforestada en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.	39
Figura 7. Área deforestada acumulada en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.	42
Figura 8. Gráfico de caja y bigotes de área deforestada (ha) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	40
Figura 9. Regresión entre en área deforestada (X) y la precipitación pluvial (Y) en Rupa-Rupa, durante 2001-2016.....	42
Figura 10. Concentración de pérdidas de bosques en el departamento de Huanuco durante 2001-2016.....	60
Figura 11. Concentración de pérdidas de bosque en la provincia de Leoncio Prado, durante 2001-2016.	61
Figura 12. Concentración de pérdida de bosque en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.	62
Figura 13. Concentración de pérdida de bosque en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2005-2016.	63

RESUMEN

Objetivo: determinar la relación entre la deforestación y la variación de temperatura y precipitación en el distrito de Rupa – Rupa, durante los años 2001 – 2016. Con la base de datos de SERFOR (GEOBOSQUES), se caracterizó el área deforestada, y con los datos del GABINETE DE METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA se evaluó la variación de la precipitación pluvial, la temperatura y la humedad relativa. Se concluyó que la precipitación pluvial, con un promedio de 3337.1 mm anuales tuvo un coeficiente de variación de 10%, una desviación estándar de 332.2 y un rango de 1037.8 mm. La temperatura máxima, con un promedio de 29.7 °C, tuvo una desviación estándar de 0.8 °C, un coeficiente de variación de 2.8% y un rango de 3.8 °C. La temperatura mínima, con un promedio de 20.4 °C, tuvo una desviación estándar de 0.2 °C, un coeficiente de variación de 0.8 % y un rango de 0.5 °C. La temperatura promedio fue de 25.1 °C, con una desviación estándar de 0.3 °C, un coeficiente de variación de 1.1 % y un rango de 1 °C. El área deforestada, con un promedio de 174.75, tuvo un coeficiente de variación de 37.68%; el área deforestada acumulada fue de 2956 ha y se proyecta que para el año 2050 está área llegue a 8930.0 ha. Se observó correlación y regresión significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial.

Palabras clave: deforestación, precipitación pluvial, temperatura.

ABSTRACT

Objective: to determine the relationship between deforestation and the variation in temperature and precipitation in the district of Rupa - Rupa, during the years 2001 - 2016. With the SERFOR (GEOBOSQUES) database, the deforested area was characterized, and with the data from METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY CABINET OF THE UNAS. The variation of the pluvial precipitation, the temperature and the relative humidity was evaluated. It was concluded that pluvial precipitation, with an annual average of 3337.1 mm, had a coefficient of variation of 10%, a standard deviation of 332.2 and a range of 1037.8 mm. The maximum temperature, with an average of 29.7 ° C, had a standard deviation of 0.8 ° C, a coefficient of variation of 2.8% and a range of 3.8 ° C. The minimum temperature, with an average of 20.4 ° C, had a standard deviation of 0.2 ° C, a coefficient of variation of 0.8% and a range of 0.5 ° C. The average temperature was 25.1 ° C, with a standard deviation of 0.3 ° C, a coefficient of variation of 1.1%, and a range of 1 ° C. The deforested area, with an average of 174.75, had a coefficient of variation of 37.68%; the accumulated deforested area was 2956 ha and it is projected that by 2050 this area will reach 8930.0 ha. A significant correlation and regression were observed between the deforested area and rainfall.

Keywords: deforestation, rainfall, temperature.

I. INTRODUCCIÓN

En muchas regiones, la destrucción de bosques naturales tropicales antiguos para la agricultura se ha incrementado durante la última década. La deforestación para la agricultura a escala industrial limpia áreas de gran superficie más rápido que la tala de bosques para la agricultura de pequeña escala o de subsistencia que ha dominado en décadas anteriores. En algunos países, sin embargo, gran parte de la tierra previamente utilizada para la agricultura se están recuperando a través de los bosques tropicales secundarios (KAUPPI *et al.*, 2006).

En 2016, la cobertura arbórea mundial se redujo en un récord de 29,7 millones de hectáreas, según nuevos datos publicados por la Universidad de Maryland en Global Forest Watch. La pérdida es un 51% mayor que en 2015, y el área total es equivalente a Nueva Zelanda. El fuego parece ser la principal causa del pico, incluido el fuerte deterioro asociado con el incendio brasileño. La deforestación causada por la agricultura, la tala y la minería está aumentando la disminución de la cubierta forestal mundial cada año (WEISSE, M. y DOW GOLDMAN, E. 2017).

Es importante mencionar que los bosques secundarios brindan mejores oportunidades para responder preguntas sobre las influencias relativas de la historia del uso de la tierra frente al clima y otras influencias biofísicas en la composición de las especies; sin embargo, comprender la importancia relativa de estos factores arroja luz sobre los procesos de sucesión de los bosques secundarios, el mantenimiento de la biodiversidad y la dinámica de las especies introducidas en los trópicos, donde se espera que estos bosques cubran áreas cada vez más extensas (BRANDEIS TH. *et al.*, 2009).

El aumento de la temperatura promedio regional y el cambio en la tasa de lluvia también están relacionados con la destrucción de los bosques, lo que puede tener un impacto negativo en las actividades agrícolas, lo que puede significar la transición de tierras cultivadas a nuevas áreas forestales y

cambios en los métodos de deforestación (IPCC. 1995). Aunque existen controversias en torno al mecanismo de muerte de árboles inducida por el clima, y el mecanismo de cambio aún es incierto, el consenso científico cree que la reducción de la deforestación y la subsiguiente preservación de los sumideros de carbono ayudarán a la regulación del clima y mejorarán la respuesta a la sequía y la sequía. . Resistencia al fuego, debido a cambios de temperatura (SALAS FLORES, *et al.*, 2014).

La disminución de la población en las zonas boscosas crea un círculo vicioso: exagera el cambio climático y afecta a los bosques debido al aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones y la intensidad de las lluvias. Algunos estudios han demostrado que un aumento de solo 2 grados en la temperatura promedio y una disminución del 10% en las precipitaciones afectarán severamente la vegetación en climas templados (bosques de pinos, bosques de robles, mesófilos o brumosos, pastos y arbustos naturales), reduciendo así en gran medida su distribución. Se estima que entre el 60% y el 70% de los bosques templados y arbustos secos se verán afectados por el cambio climático; en el peor de los casos, podrían desaparecer. (GARCÍA HERRERA *et al.*, 2009)

Desde finales del siglo pasado, en todo el mundo se han realizado estudios para detectar el cambio climático mediante el análisis de tendencias de series variables climáticas; sin embargo, en el Perú, las investigaciones existentes son muy regionales y se analizan pequeñas bases de datos. Es por tanto fundamental investigar los cambios en precipitación y temperatura que pueden estar ocurriendo en términos de magnitud y distribución espacial. Por otra parte, este tipo de estudios se hacen interesantes, debido a que el Perú es un país muy extenso, el mismo que posee una gran variedad de climas, vegetación y ecorregiones biogeográficas, alterados por la deforestación en mayor o menor grado. (GARCÍA HERRERA *et al.*, 2009).

La mayoría de los estudios sobre el cambio climático provocado por la deforestación tropical analizaron datos medios anuales o de una temporada

específica. Sin embargo, el análisis de los resultados de los experimentos de deforestación tropical indica que las diferencias en las precipitaciones son estacionales. Además, el cambio de precipitación sobre el área deforestada no es uniforme y aún no se ha propuesto una explicación sobre la heterogeneidad espacial (BERBET *et al.*, 2003). En ese sentido, la presente investigación pretende conocer el nivel de deforestación de la provincia de Leoncio Prado y su nivel de relación con variables superlativas como la temperatura y precipitación; para ello, se plantea como objetivo lo siguiente:

1.1 Objetivo general

Determinar la relación entre la deforestación y la variación de la temperatura y precipitación en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, durante el periodo 2001-2016.

1.2 Objetivos específicos

1.1.1 Determinar la variación de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el periodo 2001 – 2016 en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado

1.2.2 Determinar la cantidad de áreas deforestadas en los periodos 2001 – 2016 en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado

1.2.3 Determinar si existe relación significativa de la temperatura, precipitación y humedad relativa con la cantidad de áreas deforestadas durante el periodo 2001 – 2016 en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución

2.1.1 Ubicación política:

Región : Huánuco
Provincia : Leoncio Prado
Distrito : Rupa Rupa

2.1.2 Ubicación geográfica:

Altitud : 700 msnm
Coordenada : 9°17'45"S 75°59'57"O / -9.2959516, -75.9991264

2.2 Periodo de ejecución

- Fecha de inicio : 10 de Febrero - 2018
- Fecha de término : 24 de Junio - 2018

2.3 Entidad de apoyo:

- Gabinete de Meteorología y Climatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva
- SERFOR (Geobosques)

2.4 Materiales, equipos y herramientas

2.4.1 Materiales

- Formato de evaluación de variables
- Hojas bond

➤ Útiles de escritorio

➤ Información meteorológica

Información meteorológica del distrito Rupa Rupa de los años 2001 al 2016, con registros históricos de precipitación (mm), temperatura máxima, mínima, media, y humedad relativa.

➤ Materiales cartográficos

➤ Mapa físico político del departamento de Huánuco a escala 1:750 000

➤ Carta Nacional que abarca el distrito de Rupa Rupa

2.4.2 Equipos

➤ Laptop

➤ Impresora

➤ Calculadora

2.4.3 Herramientas

➤ Software STATGRAPHICS.

➤ Hojas de cálculo Excel

2.5 Metodología de la investigación

2.5.1 Método de investigación

2.5.1.1 Hipotético deductivo:

Incluye un procedimiento que parte de afirmaciones como hipótesis e intenta refutar o falsear tales hipótesis, y de él se extrae la conclusión de que los hechos deben ser enfrentados.

2.5.2 Tipo de investigación

2.5.2.1 Investigación aplicada:

En el presente trabajo de investigación se aplica los principios de la meteorología en relación a las áreas deforestadas, con el fin de obtener información para prever los cambios climáticos que puedan acontecer.

2.5.3 Nivel de investigación

2.5.3.1 Investigación correlacional:

Busca conocer cómo se comporta una variable o concepto, conociendo el comportamiento de otra variable relacionada.

2.6 Población y muestra

2.6.1 Población

La población está comprendida por los datos meteorológicos de toda la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

2.6.2 Muestra

La muestra está constituida por los datos de precipitación y temperatura, de la Estación meteorológica ubicada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado.

2.7 Variables en estudio

2.7.1 Variable Independiente

La deforestación del distrito de Rupa Rupa, de la provincia de Leoncio Prado

2.7.1.1 Indicador:

Áreas deforestadas (ha) durante 2001-2016

2.7.2 Variable dependiente

Los datos meteorológicos del distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado

2.7.2.1 Indicador:

- Precipitación (mm) durante 2001-2016.
- Temperatura máxima (°C) durante 2001-2016.
- Temperatura mínima (°C) durante 2001-2016
- Temperatura promedio (°C) durante 2001-2016
- Humedad relativa (%) durante 2001-2016

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes de estudio

En el trabajo de tesis titulado: “Análisis de tendencia de la temperatura y precipitación pluvial mensual en la cuenca del río Illpa, Puno”, se planteó como objetivos de investigación: (i) uniformizar y analizar la consistencia de la información termopluiométrica de la estación utilizada y (ii) aplicar el test de Mann-Kendall, Spearman’s Rho para la detección de tendencia en los parámetros termopluiométricos a un nivel de significancia de 5% en la serie de datos utilizada. Para esto, durante el análisis pluviométrico de la cuenca se utilizó 4 registros históricos de precipitación total mensual correspondiente a igual número de observatorios meteorológicos, de los cuales, 03 estaciones meteorológicas se ubicaron dentro de la cuenca del río Illpa y 01 estación más cercana en el entorno externo de la cuenca Illpa, durante los años 1966-2010, con un promedio de 44 años de registro. Para el análisis de la temperatura máxima, media y mínima, el autor utilizó la información de termometría existente en la base de datos de SENAMHI, específicamente de las estaciones de Puno, Cabanillas, Mañazo y Capachica, durante 1966-2010. Los resultados mostraron un aumento en las temperaturas dentro de la cuenca; la temperatura máxima experimenta la variación más importante, con un incremento promedio de $0.48^{\circ}\text{C}/\text{década}$, acompañado de un aminoramiento de precipitación pluvial, el número de días de lluvia registró los cambios más relevantes, con una reducción promedio de 7 días por década. En general, los resultados indican que el clima actual está cambiando y se han registrado cambios importantes a nivel de cuenca, que pueden intensificarse en los próximos años. (SALAS FLORES, E.E. 2014).

En el trabajo de investigación titulado: “*Deforestación en el eje vial Iquitos-Nauta y su relación con la variabilidad climática local a través de los años*”, se tuvo como resultados, en líneas generales, que En el eje de la carretera Iquitos-Nauta, existe una correlación directa entre el cambio en la temperatura máxima y la correlación del área de deforestación, la correlación es del 65,9% y la confianza del enunciado válido llega al 95%. De igual manera, Iquitos La correlación entre el cambio climático de precipitación en el eje de la carretera Nauta y el área de deforestación tiene una correlación del 97.3%, y un enunciado válido con un nivel de confianza de hasta el 99%. Por lo tanto, es posible determinar la variabilidad climática de la temperatura más alta y la precipitación es variable y relacionada con la altura de la deforestación en el eje de la carretera Iquitos-Nauta (JERSON ISIDRO MESIA MEZA 2015).

En el trabajo de investigación titulado: “*Evaluación preliminar sobre causas de deforestación y degradación de bosques en Honduras*”, se buscó identificar causas para la deforestación que se encuentran subyacentes o poco visibles. Los autores concluyeron que si bien las consideraciones aprobadas en principio en Honduras son válidas, la deforestación o degradación forestal se ha promovido mediante la implementación de determinadas actividades agrícolas o industriales. El autor explicó en detalle que en 2010, el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Instituto de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) estimó que la cobertura forestal del país era de 6.598.289 hectáreas con base en imágenes de satélite, y que se estimó el área de deforestación anual promedio 58.000 ha / año. Los autores buscaron determinar la deforestación más severa en la región norte de Comayagua y el resto del país (por el cultivo del café); razones o por varios factores, todos los cuales son pocos en Olancho (Olancho) en el norte de degradación y deforestación, tala ilegal de ciudades y áreas protegidas Rameau Chomsky Tia Hongdu Virginia. Además, debido a la explosión demográfica del país y la expansión de los asentamientos humanos, es necesario aumentar la deforestación y la degradación, que es más pronunciada en las grandes ciudades, pero es igualmente importante en los

asentamientos restantes donde el tamaño, el número y la degradación han aumentado (VALLEJOS LARIOS, M 2011).

El artículo de investigación titulado: “*Regional anual water yield from forest lands and its response to potential deforestation across the Southeastern United States*”, plantea como objetivos: (i) desarrollar un procedimiento simple de modelación de rendimiento anual de agua ensayando y calibrando un modelo de evapotranspiración global generalizado, (ii) aplicar el modelo validado para estimar el rendimiento de agua boscosa nacional y predecir la respuesta de rendimiento potencial de agua para remoción agreste. Se tiene que, el rendimiento de agua regional en una meso-escala puede ser estimado como la diferencia entre la entrada de precipitación pluvial y la salida de evapotranspiración; también, en el sureste de los Estados Unidos el rendimiento de agua de bosque varía grandemente en espacio y tiempo. Debido al clima cálido y alta evapotranspiración, menos de la mitad de la precipitación anual que cae sobre las tierras forestales está disponible para el flujo de agua en esta rica región. Se evidencia que el rendimiento de agua es más alto en las regiones montañosas, puesto que estas reciben la más alta precipitación y tienen la más baja temperatura ambiental; por otro lado, el rendimiento es más bajo en las regiones costeras que están dominadas por humedales que reciben lluvia moderada, pero tienen alta evapotranspiración. El autor desarrolló una base de datos hidrológica a escala de cuenca y escala regional para desarrollar el modelo, calibrarlo y validarlo; por ello, se aplicó el modelo de rendimiento de agua a la región sureste integrando cubierta de la tierra y base de datos climáticos de alta resolución usando un Sistema de Información Geográfica (SIG). El modelo desarrollado en este artículo puede ser utilizado para examinar la variabilidad espacial y temporal para rendimiento de agua y predecir los efectos de cambios del clima y cubierta vegetal a escala regional (VALLEJOS LARIOS, M., 2011).

En el trabajo de investigación titulado: “*Climate shapes the novel plant communities that form after deforestation in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*”, se plantearon como objetivos: (i) describir las comunidades de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de Estados Unidos que se han desarrollado después de historias de uso de la tierra caracterizadas por deforestación a causa de la agricultura, abandono, y subsecuente generación, (ii) determinar qué factores históricos de uso de la tierra y ambientales se correlacionan mejor con las gradientes que definen estos ensamblajes forestales, y (iii) probar si el mejor ensamblaje forestal está relacionado al uso de la tierra mapeado en 1951, 1977, 1991 y 2000. El ensamblaje de especies se definió a través del análisis de clúster jerárquico y de especies indicadoras, y luego las correlaciones entre ensamblaje de especies y variables ambientales fueron exploradas con escala multidimensional no métrica, análisis de variancia y prueba de λ^2 . Estos ensamblajes fueron dispuestos con gradientes ambientales de disminución de deficiencia de humedad en primavera, disminución de temperaturas máximas e incremento de temperaturas mínimas. Para la determinación de la variación en la composición de especies a través de zonas climáticas se tuvo que las historias sobre el uso de las tierras no son tan importantes, aunque varios ensamblajes de especies son asociados con ciertos tipos geológicos o historias de uso de la tierra. Las especies de árboles naturalizados son prominentes en estos bosques secundarios y contribuyen a la formación de algunos ensamblajes nuevos, pero las especies sucesionales nativas primeras y últimas también colonizan inicialmente las tierras agrícolas, todas influenciadas por el grado de disturbancia. El autor concluyó que los factores ambientales tienen un efecto preponderante sobre la composición de especies forestales a través del amplio rango de condiciones topográficas, geológicas y climáticas a gran escala geográfica, mientras que las historias de uso de la tierra influyen en el ensamblaje de especies agrestes secundarias subtropicales dentro de una zona climática específica o grupo de condiciones ambientales relativamente estrechas (BRANDEIS T.J., 2009).

En el estudio: *Global Deforestation Patterns: Comparing Recent and Past Forest Loss Processes Through a Spatially Explicit Analysis*, Se cree que la principal causa de la deforestación histórica y reciente es la expansión agrícola. La aptitud de los cultivos está estrechamente relacionada con la deforestación, mientras que la aptitud de los pastos no tiene correlación. Por lo tanto, el estudio compara la deforestación contemporánea en los trópicos con el desarrollo económico (combinado por el valor del PIB y su tasa de crecimiento), lo que ha llevado a la reproducción de patrones de deforestación predichos por la curva de transición forestal. Se espera que las variables relacionadas con la deforestación en este estudio tengan la capacidad predictiva para determinar posibles ubicaciones futuras de deforestación (SANDKER, M. *et al.*, 2017).

En el artículo: *Influence of Amazonian deforestation on the future evolution of regional surface fluxes, circulation, surface temperature and precipitation*, se menciona que estudios previos de modelos climáticos han encontrado que los efectos biogeofísicos de la futura deforestación amazónica probablemente aumentarán las temperaturas de la superficie y reducirán la precipitación localmente. Sin embargo, la magnitud de estos cambios y la posible existencia de puntos de inflexión en las relaciones subyacentes son todavía muy inciertas. Usando un modelo climático regional con una resolución de unos 50 km sobre el continente sudamericano, realizamos cuatro simulaciones intermedias de ERA con mapas de cobertura terrestre prescritos correspondientes a la vegetación actual, dos escenarios de deforestación para el siglo XXI y un caso amazónico totalmente deforestado. En respuesta a los cambios proyectados de la cobertura terrestre para el año 2100, los autores determinaron un aumento de temperatura superficial media anual de 0.5 °C sobre la región amazónica y una disminución media anual de la precipitación de 0,17 mm / día en comparación a las condiciones actuales. Estas estimaciones alcanzan 0.8 °C y 0,22 mm/día en el caso de deforestación total. También se compararon los resultados obtenidos con los de 28 resultados anteriores de experimentos de modelado climático

(regionales y globales), determinándose que el desarrollo histórico de los modelos climáticos no modificó la mediana estimada de la sensibilidad climática amazónica a la deforestación, pero condujo a una reducción de su incertidumbre. Los resultados obtenidos sugieren que es poco probable que los efectos biogeofísicos de la deforestación por sí solos lleven a un punto de inflexión en la evolución del clima regional en las condiciones actuales. Sin embargo, la síntesis realizada de la literatura revela que este comportamiento puede ser dependiente del modelo, y el forzamiento climático inducido por los gases de efecto invernadero y las retroalimentaciones biogeoquímicas también deben tenerse en cuenta para evaluar completamente el clima futuro de esta región (QUENTIN L. *et al.*, 2015).

En el artículo de investigación titulado: “*Precipitation variability over the Forest-to-nonforest transition in southwestern amazonia*” se tuvo como objetivo usar las observaciones del radar de precipitación (RP) de la Misión de Medida de la Lluvia Tropical (MMLT) para posteriormente deducir el componente de precipitación de esta relación entre la cobertura terrestre del suroeste de la amazonía y sus hidrometeoros y considerar sus implicancias actuales y potenciales para la ecohidrología local. Investigaciones anteriores han demostrado que la deforestación en el suroeste de la Amazonía mejora la formación de cúmulos poco profundos que no precipitan, mientras que la convección de los cúmulos profundos se favoreció sobre las tierras boscosas. Esta investigación analiza con profundidad las tendencias de los hidrometeoros en el área estudiada, determinando el cómo cambia la frecuencia de las precipitaciones en función de la distancia al borde del bosque. Los resultados se basaron en las mediciones realizadas a partir del radar de precipitación en el satélite de la Misión de Medición de Lluvia Tropical (TRMM; TRMM 2A25), y como la cobertura forestal continua se recupera del espectroradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS; MODISMCD12Q1). Se calcularon las fracciones de área de cobertura de precipitación (fracción de precipitación) basadas en eventos; referenciados a la cobertura de la tierra boscosa y en el borde del bosque; y comparado. Estos

resultados fueron consistentes con estudios previos, sin embargo, las conclusiones novedosas fueron que la frecuencia de precipitación en el suroeste de la Amazonía: (i) disminuye en regiones no boscosas muy alejadas (más de 10 km) de los límites del bosque, pero (ii) aumenta dentro de varios kilómetros de los bordes del bosque, particularmente en el lado no forestal de la transición (KNOX R. *et al.*, 2018).

En el trabajo de investigación titulado “*Deforestation and climate change in the province of San Martín period: 1973 to 2014*”, El objetivo principal es determinar el impacto de la deforestación en San Martín sobre el cambio climático y hacer recomendaciones para la restauración de áreas verdes. Obtener datos de áreas de deforestación acumuladas y variables climáticas (T ° máxima y mínima; HR y PP). Agrupe los datos en cinco años (siete períodos) y utilice la regresión lineal para establecer la relación entre el área de deforestación acumulada y la temperatura promedio, la humedad relativa y la precipitación. Como resultado, se puede determinar que los agentes madereros son agricultores, ganaderos, agroindustrias y concesiones madereras. En el análisis de la temperatura de deforestación, el grado de correlación de la relación proporcional directa es 66,2%, mientras que la deforestación de HR y PP es inversamente proporcional (el grado de correlación es 68,71% y 63,39%, respectivamente). La conclusión es que la deforestación afecta el cambio climático al reducir el consumo de calor cerca de la tierra y reducir la absorción de energía solar a través de la evaporación del agua en sus hojas (LAYZA C.R.R *et al.*, 2011).

En el trabajo de tesis titulado: “*Aumento de la deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la Región Loreto, 2000-2014*”, se plantearon como objetivos Determinar la pérdida de biomasa en los bosques de las provincias de la región de Loreto y cuantificar las emisiones de carbono y dióxido de carbono. El estudio se realizó en ocho provincias de la región de Loreto. La provincia de Alto Amazonas reportó el mayor incremento en deforestación de 2000 a 2014 con 78,878.83 hectáreas;

el más bajo ocurrió en la provincia de Putumayo, con 7799.41 hectáreas. La pérdida de biomasa por deforestación en Saatchi fue de 51,230 556.52 toneladas, de las cuales Alto Amazonas tuvo la mayor pérdida con 11,860 190.11 toneladas (23.15%); mientras que Baccini reportó 48 '954 072.59 toneladas, de las cuales la provincia de Alto Amazonas tuvo la mayor 12'788 384,09 toneladas (26,12%). Saatchi señaló que la pérdida total de carbono causada por la deforestación asciende a 25.615.278,26 tC. Además, el valor más alto arroja 5,930,095.05 tC (23.15%) en la provincia de Alto Amazonas; Baccini reportó una temperatura total de 26,438 416.41 tC. Asimismo, Alto Amazonas recibió el valor más alto con 6'394 192.05 t C (24.19%). Saatchi señaló que las emisiones de CO₂ por deforestación ascendieron a 93'879 994,83 tC. Además, Alto Amazonas reportó el valor más alto con 21'733 798.37 tC (23.15%); mientras que Baccini presentó 96'896 796.13tC. De la misma forma, la provincia de Alto Amazonas alcanzó el valor más alto con 23'434 713,85 t C (24,19%). (URQUIZA MUÑOZ J.D. y BURGA RÍOS M. 2016).

En el trabajo de investigación titulado: “*The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks*”, se planteó como objetivo evaluar la respuesta de descarga dentro de cuencas hidrográficas individuales dada la interacción de respuestas locales y no locales a la deforestación, las mismas que pueden conducir a consecuencias para la descarga del río que con un análisis de precipitación no se puede aclarar, debido a la alarmante situación ambiental y la importancia social de mantener la integridad del sistema del río Amazonas. En este estudio, se evaluaron y presentaron los resultados de dos conjuntos de simulaciones numéricas; uno con el modelo de superficie terrestre IBIS forzado con el clima prescrito y otro con la circulación general atmosférica acoplada y el modelo de superficie terrestre CCM3-IBIS. Los resultados confirman la influencia de la deforestación futura potencial e histórica en la evapotranspiración local y la descarga del sistema del río Amazonas con y sin retroalimentaciones atmosféricas, asimismo,

aclara algunos puntos importantes sobre el impacto de la deforestación en el río Amazonas. Por otro lado, en ausencia de un cambio de precipitación a escala continental, la deforestación a gran escala puede tener un impacto significativo en los grandes sistemas fluviales y parece que ya lo ha hecho en los ríos Tocantins y Araguaia, donde la descarga ha aumentado un 25% con pocos cambios en las precipitaciones. Sin embargo, con la deforestación extensa (por ejemplo > 30% de la cuenca del Amazonas) retroalimentaciones atmosféricas, provocadas por diferencias en la estructura física de los cultivos y pastos que reemplazan la vegetación natural, provocan cambios en el equilibrio hídrico del mismo orden de magnitud que los cambios debidos a la superficie terrestre local procesos, pero de signo opuesto. Además, se concluye que los cambios en el balance hídrico causados por las retroalimentaciones atmosféricas no se limitan a aquellas cuencas donde se ha producido la deforestación, sino que se distribuyen de manera desigual en toda la Amazonía por la circulación atmosférica. Como resultado, en la región amazónica, los cambios en la descarga y los entornos con deforestación futura probablemente serán importantes y una función compleja del nivel de vegetación removida de esa cuenca en particular y cuánta se ha eliminado de toda la cuenca del Amazonas (COE M.T., *et al.*, 2009).

3.2 Marco teórico

3.2.1 La deforestación

Inicialmente impulsada por la demanda de madera, la deforestación de las selvas tropicales se ha llevado a cabo a escala industrial durante décadas. En la actualidad, el impacto sobre los bosques naturales es grande, y la complejidad de sus causas tiene otras razones, no solo por la madera, sino también por la tierra requerida para otros beneficios sociales y económicos. Por ejemplo, en la región amazónica se arrasan grandes extensiones de tierra para la cría de ganado y la producción de soja; en Asia, las marismas se convierten en plantaciones de palma aceitera. Dado que las tierras forestales

parecen carecer de valor económico, convertirlas en agronegocios puede generar una tasa de retorno de la inversión increíblemente alta. (RAUTNER, M. *et al.*, 2013).

Durante la década de los 90, se iniciaron diversos tratados comerciales, liberando así los mercados internacionales lo cual se evidenció en un incremento en el intercambio comercial a escala global. Esta situación aumentó el valor de mercado de todas las exportaciones en un factor de cinco y las exportaciones agrícolas en un factor de cuatro (WTO., 2013). Los estudios han demostrado que la deforestación está directamente relacionada con los precios de los productos agrícolas. Por lo tanto, cuando el comercio afecta estos precios, también afecta la tasa de deforestación, que aumenta y muestra la tasa más alta registrada durante la liberalización comercial y el aumento de los precios agrícolas locales. Por el contrario, incluso si se produce la liberalización del comercio, si los precios de los productos agrícolas locales caen, la extensión de la deforestación también disminuirá; sin embargo, además de los precios, existen otros factores importantes que afectarán el papel del comercio en la tala, como como políticas de protección, aunque estos esfuerzos pueden verse contrarrestados por tasas de tala más altas en otros lugares, impulsan los derechos de propiedad, la corrupción y los sistemas de gestión de recursos en estas prácticas. (ROBALINO, J & HERRERA, L.D. 2010).

Cabe mencionar que los bosques tropicales más intactos son la cuenca del río Amazonas, la cuenca del Congo y el sudeste asiático. Estos territorios suman más de 1.300 millones de hectáreas, de las cuales casi dos tercios se consideran bosques primarios. Sin embargo, desde 2000, la selva virgen ha disminuido en 40 millones de hectáreas. (FAO & ITTO. 2011).

Hace algunos años, la Amazonía registraba las tasas de deforestación más altas a nivel global, estas se generaban principalmente debido a la progresiva conversión de bosques a tierras para ganadería y la expansión de cultivos (NEPSTAD, D. *et al.*, 2009). En algunos casos, la deforestación de los

bosques naturales ha disminuido debido al aumento de áreas protegidas, iniciativas de políticas y aplicación de la ley, y acuerdos con los principales actores de la industria y la sociedad civil. Sin embargo, la tala en otros países que comparten el bioma del Amazonas no ha mostrado la misma disminución, como lo hizo Colombia, Perú y Venezuela (INFOAMAZONIA & TERRA-I. 2013). En particular, la cuenca del río Amazonas almacena el 65% del carbono contenido en los bosques de las tres mayores áreas de bosque tropical (FAO & ITTO. 2011), característica que muestra la importancia del uso sostenible propuesto de sus recursos.

Con respecto a los bosques tropicales en el sudeste asiático, los cambios en el uso de la tierra se han acelerado debido al aumento de la producción de cultivos de valor comercial y al establecimiento de plantaciones en áreas naturales. Más del 40% del bosque en la región (aproximadamente cinco veces el de Tailandia o Malasia) se encuentra en Indonesia, e Indonesia es uno de los países con deforestación más rápida del mundo. Un ejemplo es Sumatra, que alberga muchas especies raras y en peligro de extinción, ha perdido el 70% de sus bosques debido al establecimiento de plantaciones de palma aceitera (MARONGO, B.A. *et al.*, 2011). Un aspecto que se puede salvar es que en 2011, el gobierno de Indonesia ordenó una moratoria sobre la emisión de permisos para talar o alterar bosques naturales, pero el permiso fue renovado en mayo de 2013. No está claro en qué medida esta medida reducirá la deforestación, porque el proceso de generar una moratoria es muy complicado y hay muchos defectos y disputas (KEMEN, A. 2012). Entre 1973 y 2009, se produjo otro caso de deforestación en la región del Mekong. El área de espacios verdes en la región se redujo en aproximadamente un tercio (22% en Camboya, 24% en Laos y Myanmar, Tailandia y Vietnam. 43%) (WWF. 2013).

A la fecha, Si comparamos los grandes bosques tropicales de las tres grandes regiones, la cuenca del Congo sigue siendo un ecosistema relativamente completo en comparación con el río Amazonas o el sudeste

asiático. La cuenca representa aproximadamente el 70% de la superficie forestal de África (MEGEVAND, C. *et al.* 2013). Hasta el momento, no hay señales evidentes de daños en la cuenca del Congo, como se puede ver en las cuencas del Amazonas y del sudeste asiático, principalmente debido a la globalización de los productos agrícolas. En el continente africano, el nivel de deforestación ha sido relativamente bajo debido a la agitación política y la infraestructura inestable durante mucho tiempo, pero la demanda actual de productos básicos y biocombustibles está ejerciendo una presión cada vez mayor sobre los bosques naturales. Por ello, desde 2009 se ha anunciado un proyecto de palma aceitera que abarcará 1,6 millones de hectáreas (THE RAINFOREST FOUNDATION UK 2013), y la República Democrática del Congo (MEGEVAND, C. *et al.* 2013) tiene el 12% de la tierra baldiza del mundo apta para la producción agrícola, que obviamente tiene un impacto significativo en los bosques.

3.2.2 Causas de la deforestación

Son diversos los factores que motivan la consecución de la deforestación en bosques naturales, sin embargo, éstos pueden dividirse en cuatro categorías: (a) Factores políticos e institucionales relacionados con las necesidades políticas, falta de coordinación entre departamentos y agencias, falta de planes de uso de la tierra, sistemas de derechos de uso de la tierra, marcos regulatorios y políticas forestales obsoletos, ineficacia, inconsistencia y aplicación desigual de las leyes, cumplimiento por parte del departamento administrativo Funcional capacidades humanas, logísticas y técnicas, calidad y accesibilidad de la información pública y escasa participación ciudadana; (b) *Factores económicos* relacionados con la escasez de las necesidades económicas de los hogares y las fuentes de ingresos, la distribución desigual de la riqueza, la demanda internacional y nacional de madera y la limitada inversión pública en los sectores forestal y agrícola; c) *Factores técnicos* relacionados con la escasez de desarrollo de tecnología agrícola, disminución de la productividad, asistencia técnica limitada en el desarrollo agrícola

sostenible, falta de capacitación, investigación y difusión; d) Factores sociodemográficos y culturales y conciencia ecológica relacionados con la migración urbano-rural (MAGBMA y FAO. 2018).

En la mayoría de los casos, la deforestación y la degradación forestal son causadas por una serie de interacciones complejas entre múltiples factores económicos, demográficos e institucionales indirectos o potenciales. Por ejemplo, la construcción de carreteras para ampliar los servicios a ciudades y pueblos, o el aumento del acceso al mercado para reducir la pobreza en las zonas rurales, pueden promover y facilitar la explotación forestal o la expansión agrícola. Estos suelen estar respaldados por factores institucionales (como una gobernanza limitada) y factores socioeconómicos (como la inversión en factores financieros internacionales), que pueden tener influencias de fuera de la región. (RAUTNER, M. *et al.*, 2013).

En el Perú, las causas que impelen la deforestación indiscriminada de los bosques naturales pueden ser:

3.2.2.1 Causas directas

La agricultura y la ganadería, son las actividades que en el Perú son las principales causas de la deforestación, teniéndose que representan el 81 – 93 % durante los años 2000-2009. También se encuentra la minería, particularmente la de naturaleza ilegal, como se da en las regiones de Madre de Dios, los cultivos ilícitos como la coca, el cual sugiere otras formas de contaminación; así como a los proyectos de infraestructura como las hidroeléctricas, la explotación de hidrocarburos y las malas prácticas de extracción de madera y la tala ilegal (FIP. 2012).

La agricultura causa aproximadamente del 49% al 54% de la deforestación, lo que puede explicarse mediante el análisis del uso de la tierra después de la destrucción. Teniendo en cuenta la expansión de los cultivos en la superficie forestal de casi 70.000 hectáreas cada año, se puede ver que no existe un motor obvio, sino una variedad de cultivos durante todo el año.

Estos cultivos son en parte comerciales y pueden cumplir con las necesidades de los mercados globales Mercados locales y nacionales. Las ventajas de expansión de ciertos cultivos varían según el sector y el área geográfica, en la zona de selva alta, la característica principal es el cultivo de café (15% del área de expansión forestal), cacao y arroz. El maíz es el principal cultivo y se distribuye en árboles que ocupan el 16% del área, mientras que el banano, la yuca, el arroz y la palma aceitera se ubican en la selva baja. (FIP. 2012).

La segunda causa directa es la ganadería. La ganadería se originó en aproximadamente el 32-39% de las áreas deforestadas. Se estima que 40.000-48.000 hectáreas de tierra cubren bosques naturales, principalmente en Cajamarca (34%), Puno (23%) y Huánuco (15 %) y San Martín (9%) (FIP. 2012).

3.2.2.2 Causas indirectas

Entre las razones indirectas más importantes, especialmente en el entorno de gobernanza no mejorada del país, se encuentran la construcción de infraestructura y los derechos de uso de la tierra poco claros; la demanda del mercado nacional e internacional de productos agrícolas, que indican que se utiliza una gran cantidad de suelo, como palma aceitera, carne , café, cacao, etc .; colonos migraron de la sierra a la Amazonía; en general, existen sistemas, incentivos legales y financieros vigentes y establecidos, estas medidas promueven el cambio de cobertura arbórea a otros usos, especialmente Agrícola. (SERFOR., 2015).

Estos incentivos incluyen subsidios y mecanismos de apoyo a la agricultura; una regulación que facilita la adquisición de tierras agrícolas, certificados de propiedad y propiedad promovidos a través de programas que conducen a cambios de uso de la tierra (por ejemplo, eliminación del cultivo de coca). El análisis muestra la importancia de estos incentivos durante la implementación de proyectos de desarrollo que requieren la ampliación de los límites agrícolas, porque juegan un papel fundamental en influir en las decisiones de los productores sobre sus sistemas de producción y

descontinuar otros usos. Muchos de estos incentivos y mecanismos son incentivos poderosos, especialmente en el caso de pequeños y medianos productores. (ROBIGLIO V. *et al.*, 2015).

Cabe mencionar que uno de los principales factores causantes de la deforestación es la apertura de carreteras, que es uno de los factores más importantes, porque pueden ayudar a las personas a ingresar a las zonas remotas del pasado. Evidencia clara muestra que a través del surgimiento de un aura clara de deforestación alrededor de estas intervenciones, la intensidad de la deforestación es muy alta cerca del eje de carreteras y ríos; estos representan el 62% de la deforestación, de la cual el área de deforestación cerca de los ríos es del 33% El área de deforestación cerca de la carretera es del 29%. Además, la información sobre la deforestación histórica en la región amazónica muestra que el 95% de la población se asentó a través de cambios en el uso de la tierra. (FIP. 2013).

Tabla 1. Factores que influyen en el proceso de deforestación, causas y efectos.

Causas	Efecto
La agricultura y la ganadería	Son la principal causa directa de deforestación en el Perú. Implica talar y quemar bosques para producir cultivos de subsistencia. Después de que disminuye la fertilidad del suelo, los agricultores / colonos tienden a mudarse a otra ubicación y, por lo tanto, replican el mismo proceso.
Desarrollo urbano, infraestructura de comunicaciones y explotación minera o petrolera	Varias políticas nacionales entre las décadas de 1940 y 1970 alentaron la migración a la selva para expandir las fronteras agrícolas. Esta acción dio lugar a transferencias a gran escala de agricultores de las montañas a la selva para encontrar tierras y mejorar el nivel de vida.
La minería aluvial, la explotación de hidrocarburos y las plantaciones ilegales de	Reducen la cobertura vegetal y aumentan la deforestación y la contaminación del suelo y el agua en la Amazonía. Además de la

coca en algunos lugares de la Amazonía	deforestación, también hay un proceso de degradación.
La extracción de madera en la Amazonía	Todavía tiene una alta selectividad. En la mayoría de los casos, solo se capturan especies con alto valor comercial y mercados seguros. Esta actividad provocó deforestación en el área de concesión.
Migración de la población	Se fortalece con la apertura de caminos o pasos a la selva, aumentando así los problemas socioambientales. Ejercer presión sobre los recursos forestales.
Régimen de propiedad de la tierra	Los derechos de propiedad tienen clasificación de tierras en función de su mayor capacidad de uso. Según esta clasificación, COFOPRI solo tiene derecho a ampliar la tierra de trabajo (desmonte), lo que fomenta el proceso de deforestación en la zona.
Incumplimiento de medidas de reposición de la cobertura vegetal en Concesiones y Permisos Forestales	Como el propietario no está dispuesto a invertir en esta actividad, la forestación es escasa o nula. El factor agravante es que cuando se agote la madera comercial, el bosque será reemplazado e invadido por la agricultura migratoria de roza y quema.
Otras causas complementarias	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento poblacional en áreas selváticas - Alta tasa de pobreza - 86% del suelo en la Amazonía peruana se utiliza solo para silvicultura, producción o protección silvestre (ONERN). - La forestación es una inversión de alto costo a largo plazo (1.000 dólares estadounidenses por hectárea). - Insuficiente comprensión del crecimiento de especies forestales, uso de la tierra, agroforestería y reforestación en la Amazonía. - Minería aluvial en Madre de Dios y minería de hidrocarburos en la Amazonía.

Fuente: (FAO. 2016).

3.2.3 El impacto de la deforestación

3.2.3.1 Seguridad de la regulación climática

Los bosques tropicales actúan como "sumideros de carbono" y juegan un papel clave en la regulación del clima global, cada año, a través de la fotosíntesis y la respiración, generan seis veces el carbono que los humanos emiten por el uso de combustibles fósiles (LEWIS, S.L. 2006). Los bosques tropicales existentes, establecidos y recuperados almacenan aproximadamente 2.800 millones de toneladas de carbono al año (PAN, Y. et al. 2011). Su función también incluye la evaporación de grandes cantidades de agua, enfriando así la superficie de la tierra y creando nubes que reflejan la luz solar hacia el espacio, ayudando así a regular el clima local y global (BONAN, G. B. 2014). Además, reducen la incidencia de inundaciones locales al reducir la velocidad del agua que pasa sobre la superficie de la tierra. (VAN DIJK, *et al.* 2017).

Estos servicios ecosistémicos de regulación climática que brindan los bosques se ven afectados por la deforestación y el cambio en el uso del suelo. Actualmente, los cambios en el uso de la tierra dan como resultado emisiones netas de 1.300 millones de toneladas de carbono por año (FAO. 2012). La degradación de los bosques, incluida la pérdida de humedales, es la principal causa de las emisiones de gases de efecto invernadero, y representa el 15% de nuestras emisiones globales anuales de dióxido de carbono (IPCC. 2013), que es casi igual a las emisiones de todo el sector del transporte mundial. Es importante enfatizar que el aumento de las temperaturas y los cambios en los ciclos de los cultivos también tendrán un impacto importante en la productividad agrícola. (POSTEL, S.L *et al.*, 1996).

3.2.3.2 Seguridad del agua

El agua dulce es un recurso indispensable para la vida y, con el paso del tiempo, este recurso se vuelve cada vez más escaso: el ser humano consume más del 50% del agua de escorrentía disponible. Los bosques

proporcionan sistemas de almacenamiento y filtración naturales críticos, y se estima que proporcionan el 75% del agua dulce disponible en el mundo. Solo el río Amazonas representa el 15% (SHVIDENKO, A. *et al.*, 2005) (POSTEL, S.L. *et al.*, 1996) (CHIVIAN, E. 2002) del agua de escorrentía mundial. Los bosques recolectan y purifican grandes cantidades de agua de lluvia durante la temporada de lluvias y liberan lentamente el agua de lluvia durante la temporada de lluvias, lo que ayuda a regular los ciclos de inundaciones y sequías (SHVIDENKO, A. *et al.*, 2005). Estos servicios de provisión, regulación y desintoxicación proporcionan directamente agua potable a más de 60 millones de indígenas que viven en selvas tropicales. Al menos un tercio del suministro de agua del mundo depende de áreas protegidas (KUMAGAI, T. *et al.*, 2004). Además, el reciclaje del vapor de agua en el flujo de aire generado por el bosque a través de la evapotranspiración ayuda a preservar el estado de las precipitaciones a nivel local y regional (POVEDA, G. *et al.*, 2008). Todo esto demuestra la importancia de proteger los bosques tropicales para asegurar el suministro de agua a las comunidades urbanas y rurales cercanas a los bosques tropicales.

Por otro lado, aunque no del todo concluyente, la investigación muestra que para el 2050, la deforestación continua en la cuenca del Amazonas puede reducir las precipitaciones en un 12% en la temporada de lluvias y un 21% en la temporada seca (SPRACKLEN, D.V. *et al.*, 2012).

3.2.3.3 Seguridad energética

Al proporcionar lluvia, regular la escorrentía superficial y reducir los depósitos en ríos y represas a escala regional, los bosques tropicales ayudan a producir energía hidroeléctrica. Por ejemplo, en Brasil, más del 65% de la energía es generada por centrales hidroeléctricas, aunque solo el 15% de la energía se produce actualmente en el río Amazonas, para el 2020 la región planea construir 30 nuevas represas (FEARNSIDE, P. 2012). De manera similar, los países con bosques tropicales han planeado o están construyendo grandes represas, incluyendo Guyana (Proyecto Hidroeléctrico

Amira), la República Democrática del Congo (Central Hidroeléctrica Ka británica) y el Bajo Mekong (Varias represas planeadas en Laos y Camboya). La deforestación puede reducir los pronósticos de energía para estos proyectos (STICKLER, C.M. *et al.* 2013).

Otro ejemplo de la importancia de la seguridad energética puede ser demostrado por la capacidad de producción de la nueva represa Belo Monte en Brasil sobre el río Amazonas, debido a la reducción de las precipitaciones debido a la deforestación regional (SUNDERLAND, T. *et al.*, 2013). Esto tendrá un impacto significativo en la seguridad energética y tendrá graves impactos sociales y ambientales a nivel local, incluidos posibles impactos negativos en la seguridad hídrica. (RSPO. 2008).

3.2.3.4 Seguridad alimentaria

Aproximadamente mil millones de personas en el mundo dependen de los bosques para su sustento, y hay más consumidores de alimentos de los bosques naturales y áreas circundantes. Aunque los productos no madereros (como el consumo de carne, frutos secos y frutas de animales del bosque) son fundamentales para la seguridad alimentaria a escala local, menos de la mitad de los productos básicos de riesgo para los bosques (como el aceite de palma) se encuentran en alimentos envasados como estas. Del mismo modo, el 60% de todos los alimentos procesados en los supermercados se pueden encontrar en productos de soja. En los últimos 20 años, una gran parte de estos productos se cultivó en suelos tropicales limpios. (RICKETTS, T. H., *et al.*, 2004).

La deforestación afecta el rendimiento de los cultivos al reducir las lluvias. Para las personas que dependen de la biodiversidad de los bosques tropicales para su sustento, esto exacerba la inseguridad alimentaria y la pobreza. Aunque la agricultura es actualmente el principal impulsor de la deforestación, varios estudios han concluido que, al tiempo que reduce la deforestación en los países tropicales, puede satisfacer las necesidades mundiales de producción de alimentos (FAO. 2009).

3.2.4 El clima y sus principales variables en el bosque

3.2.4.1 La precipitación pluvial

En el ecosistema forestal, el agua de la precipitación llega primero a las copas de los árboles, y la biomasa aérea en el punto más alto puede capturar más agua, redistribuirse y evaporarse nuevamente al medio ambiente. Posteriormente llegó a arbustos, pastos y otros árboles bajos. Finalmente llega al suelo, que es un área del ecosistema terrestre donde se almacena y atrapa el agua para que las raíces de las plantas puedan absorber el agua, de modo que puedan procesar y distribuir los nutrientes con cuidado, produciendo así materia orgánica y liberando oxígeno. (BLANCO. 2017).

La presencia de vegetación en el bosque ayuda a regular el ciclo hidrológico a través de la evapotranspiración, obteniendo así la cantidad y calidad del agua; de igual manera, pueden proteger el suelo de la erosión por la suficiente penetración y escorrentía de aguas sedimentarias. En ausencia de cobertura vegetal, el producto "escorrentía superficial" de las lluvias intensas provocará erosión, socavará el suelo y llevará rocas, suelo y algunos árboles a la parte inferior de la unidad hidrológica, donde la pendiente suele ser relativamente suave (SAVÉ, HERRALDE y BIEL. 2005).

La precipitación incluye cambios en el estado del agua en el ciclo hidrológico. El agua que llega a la superficie de la tierra es apropiada y pertenece a los meteoros. Según su fuente, se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Ciclónicas:** Causado por el frente de un ciclón, a menudo es recolectado por cuencas hidrológicas.
- **Por convección:** Se produce por la subida del aire caliente, y suelen formar tormentas en verano.
- **Precipitaciones orográficas:** incluye las masas de aire húmedo que se ven obligadas a elevarse al encontrarse con zonas montañosas (SÁNCHEZ, J. 2012).

La humedad atmosférica no es uno de los factores que provocan las lluvias, y no es el único factor ventajoso, pues se necesitan otros mecanismos: el aumento y expansión de la calidad del aire, la condensación del vapor, el aumento de las gotas de agua y la acumulación de humedad; de igual manera, la evapotranspiración del bosque está relativamente involucrada en el suministro de vapor atmosférico. Es difícil describir el impacto de los bosques sobre las precipitaciones dentro de una región. Por ejemplo, para la cuenca del río Amazonas se ha encontrado que la precipitación media anual es de 2000 a 2400 mm, la situación es diferente, el tiempo medio de recuperación del vapor de agua es de unos 6 días. Se ha confirmado la importancia del ciclo del agua en el balance hidrológico de la cuenca; la tasa de recuperación de vapor en la cuenca es del 48%; el 52% restante de la precipitación en la Amazonía es causada por el gran ciclo de materia húmeda en el Atlántico. Océano En otras palabras, Aproximadamente el 50% de la precipitación en la cuenca del Amazonas se recupera por sí misma. Por lo tanto, los cambios en el balance hídrico provocados por actividades humanas (como la deforestación) afectarán seriamente el estado de las precipitaciones y el caudal de los ríos de la región. A escala microscópica, los bosques juegan un papel muy importante en la distribución de la energía superficial y del agua, además de la escorrentía y la infiltración a través de los tallos, también afectan localmente la distribución del agua de lluvia a través del proceso de interceptación (GIRALDO LOPEZ, L.G. 2002).

La segunda tendencia involucra la idea de que en ausencia de datos convincentes, se debe reconocer que la presencia de árboles por sí sola no necesariamente afecta las precipitaciones en el área. Una excepción es la "precipitación oculta", que es la fijación dentro del suelo cuando la temperatura del suelo es más baja que la temperatura del aire. La vegetación favorece la condensación del vapor de agua dentro del suelo debido a su sistema de radicales libres, poros grandes y alta humedad relativa. Según los informes, durante cuatro meses de calor, un aumento de 1 milímetro por día se incrementó en 120 milímetros por año debido a los bosques de Montpellier.

En el interior del bosque, las precipitaciones aumentaron, pero los pluviómetros ordinarios no, pero las gotas de agua de la niebla condensada lo confirmaron directamente. Las gotas de agua de la niebla se movieron horizontalmente, se asentaron en la copa de los árboles y formaron gotas de agua y descargaron en el suelo del bosque. . Este fenómeno se denomina "precipitación horizontal y condensación oculta" (GIRALDO LOPEZ, L.G. 2002).

En Australia, las plantaciones de eucalipto registraron un valor de condensación oculto de 97 mm en invierno; en las plantaciones de abetos de Japón, la precipitación alcanzó el 39%; en la plantación de *Picea sitchensis* en Oregón, Estados Unidos, llegó al 59%; en España En Ávila, la diferencia en las plantaciones de pino es de hasta 150 mm / año en comparación con las áreas sin bosques. Se puede observar que en precipitaciones no convencionales (precipitación escondida en las montañas, precipitación horizontal o condensación escondida en las montañas, que es menos conocida y más difícil de medir), el valor de precipitación de las montañas es mayor, lo que agrava la creencia generalizada de que llueve mucho en el bosque o "lluvia". El impacto de las zonas montañosas se limita a zonas de alta montaña, páramos y determinadas zonas costeras (GIRALDO LOPEZ, L.G. 2002).

3.2.4.2 La temperatura

La temperatura es otro factor que influye en el microclima forestal, y la temperatura depende del valor de la radiación incidente. Dado que la temperatura mínima varía poco con el perfil del bosque, el rango de temperatura del bosque inferior es menor que el del bosque superior. Dado que la temperatura de la capa inferior es más baja que la de las copas de los árboles superiores, habrá un gradiente de temperatura en la capa inferior, debido a que la temperatura al mediodía es de 2 a 3 grados más baja que la de las copas de los árboles inferiores. También se observa en la formación que, en comparación con la estación seca, el valor máximo de la estación

lluviosa es levemente menor y el valor mínimo es levemente mayor. Durante el día, el aire en la parte baja del bosque es más frío que el aire arriba. Por la noche, el aire sobre el dosel será más frío que el aire interior, mostrando una mezcla convectiva de masas de aire. Algunos investigadores han estudiado el comportamiento de la temperatura en los bosques tropicales húmedos. Luego de la remoción de los árboles, la temperatura promedio anual aumentó en 0.9 °C, la temperatura máxima promedio durante la estación seca aumentó en 6 °C, el aumento promedio durante la temporada de lluvias fue de 4.3 °C, y la temperatura promedio diaria fluctuó en 9.7°C y aumentó a 18°C (GIRALDO LOPEZ, L.G. 2002).

Cuando el bosque es intervenido debido al crecimiento exponencial de la población global a escala global en las últimas décadas, la demanda de productos naturales que satisfagan sus necesidades de supervivencia, y el impacto en la forma del bosque, el impacto en la estructura y función del ecosistema Y los mecanismos utilizados han provocado cambios en las condiciones microclimáticas del sistema original. (GIRALDO LOPEZ, L.G. 2002) (ROSETE F.A., PÉREZ J.L. 2009)

Según un estudio publicado en la revista Nature, los cambios en la vegetación del suelo están cambiando la capacidad de reflejar la radiación solar. Luis Maisincho, investigador de la Universidad Ikiam Amazónica y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), explicó que la radiación que recibe la tierra es casi constante en el tiempo, y la capacidad de la superficie para absorber o reflejar lo que sucede depende de las condiciones de textura. y tipo de suelo. Maisincho dijo que a excepción del hielo, las áreas que no están cubiertas de vegetación absorberán más radiación, aumentando así la temperatura del área y la temperatura del aire. De esta manera, podemos ver la relación entre la deforestación y el calentamiento global. Según un estudio realizado por tres científicos del Centro Común Europeo de Investigación, los cambios en la vegetación forestal provocaron un aumento de la temperatura de 0,23 grados Celsius

entre 2000 y 2015. Estos cambios se atribuyen a la expansión de la agricultura en los trópicos. Aunque este número puede no parecer importante, la investigación muestra que este aumento no solo afecta las áreas deforestadas, sino que también afecta al mundo (EL COMERCIO., 2018).

La sustitución de cualquier otro tipo de vegetación por la selva tropical de hoja ancha tendrá las consecuencias más obvias. El impacto de este enfoque es mayor que la deforestación en otras áreas. El estudio dijo que, en comparación con otras áreas, la mejora de la vegetación de estos bosques hará que la temperatura del suelo local aumente, y esta situación no se puede compensar plantando la misma cantidad de árboles en otros lugares. Para Maisincho, el factor más importante que afecta los cambios de temperatura es la cantidad de área deforestada más que el tipo de árboles (FAO., 2016).

3.3 Definiciones

3.3.1 Bosque: La superficie mínima de terreno forestal es de una hectárea, la cobertura del dosel es mayor o igual al 30% y la altura mínima de los árboles es de 5 m (MAGBMA y FAO., 2019).

3.3.2 Deforestación: Conversión de bosques a otro uso de la tierra o reducción a largo plazo de la cobertura del dosel a menos del 30% del umbral mínimo correspondiente a la definición de bosque (MAGBMA y FAO., 2019).

3.3.3 Degradación forestal: Los cambios en los bosques afectarán negativamente la estructura o función de la naturaleza o el sitio, reduciendo así su capacidad para proporcionar productos y servicios (MAGBMA y FAO., 2019).

3.3.4 Conservación forestal: Las prácticas de manejo que buscan conservar la capacidad productiva de los bosques para una gran variedad de recursos de la madera, agua, vida silvestre, peces, especies en peligro de extinción y otros. La conservación es contraria a la explotación y la destrucción

de los recursos maderables para obtener productos de la madera (IPCC., 2001).

3.3.5 Cambio de uso de la tierra: Los cambios en el uso o la gestión humana de la tierra pueden dar lugar a cambios en la cobertura de la tierra. Los cambios en la cobertura y el uso de la tierra pueden afectar el albedo, la evapotranspiración, las fuentes y los sumideros de gases de efecto invernadero u otras características del sistema climático, y también pueden afectar el clima local o global (IPCC., 2001).

3.3.6 Clima: Estrictamente hablando, el clima generalmente se define como "clima promedio", o más estrictamente hablando, se refiere a la descripción estadística del clima, basada en valores promedio y cantidades relacionadas durante varios meses a miles de años o millones de años. Representación de la variabilidad. Según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el período normal es de 30 años. Aunque en términos generales, "clima" es una descripción del estado del sistema climático (incluso una descripción estadística), pero la cantidad a la que se hace referencia es casi siempre una variable de superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento) (IPCC., 2001).

3.3.7 Pastizales: Tierra sin mejorar, llena de hierba, arbustos, sabana y tundra (IPCC., 2001).

3.3.8 Predicción climática: El resultado de intentar describir o estimar mejor la evolución real del clima futuro (en escalas de tiempo estacionales, interanuales o de largo plazo) (IPCC., 2001).

3.3.9 Reforestación: Plantar bosques en tierras que originalmente contenían bosques pero que se convirtieron para otros usos (IPCC., 2001).

3.3.10 Sequía: Un fenómeno que ocurre cuando la precipitación es significativamente más baja que el nivel récord normal, causando un grave desequilibrio hidrológico y afectando negativamente el sistema de producción de recursos terrestres. (IPCC., 2001).

3.3.11 Variabilidad del clima: La variabilidad climática se refiere a cambios en el estado promedio y otros datos estadísticos (como desviación estándar, ocurrencia de eventos extremos, etc.) en todos los rangos de tiempo y espacio, excepto fenómenos meteorológicos específicos. La variabilidad puede ser causada por procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna) o cambios externos provocados por el hombre (variabilidad externa) (IPCC., 2001).

3.3.12 Uso de las tierras: Acuerdos, actividades e insumos aplicables a tipos específicos de cobertura terrestre (una serie de actividades humanas). Objetivos sociales y económicos de la gestión de la tierra (por ejemplo, pastoreo, tala y conservación) (IPCC., 2001).

3.3.13 Temperatura media global en superficie: Estime de la temperatura promedio general de la superficie. Sin embargo, para los cambios en el tiempo, solo se utilizan anomalías (por ejemplo, desviaciones de la climatología), generalmente en forma de promedios globales ponderados por área de anomalías de la temperatura de la superficie del mar y anomalías de la temperatura de la superficie de la tierra. (PUCCH., 2020).

3.3.14 Albedo: La fracción de radiación solar reflejada por una superficie u objeto, generalmente expresada como porcentaje. El albedo del suelo puede tener un valor más alto en la superficie de la nieve, mientras que tiene un valor más bajo en la superficie de la vegetación y el océano. El albedo de un planeta cambia principalmente con cambios en la cobertura de nubes y cambios en la nieve, el hielo, el área foliar y la cobertura terrestre (IPCC. 2018).

3.3.15 Temperatura media global del aire en superficie: El promedio global de la temperatura global cercana a la superficie de la tierra y el océano. Los cambios en la temperatura media global de la superficie se utilizan generalmente para medir los cambios de temperatura global en los modelos climáticos, pero no se pueden observar directamente (IPCC. 2018).

IV. RESULTADOS

4.1 La temperatura, precipitación y humedad relativa

Tabla 2. Medidas de tendencia central y variación de los resultados del área deforestada, precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa. Distrito de Rupa-Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Período 2001-2016.

Año	PP (mm)	T°máx °C	T°min °C	T°med °C	HR (%)
2001	3239.0	29.5	20.1	24.7	83.0
2002	3888.0	29.5	20.2	24.8	85.0
2003	3665.0	29.8	20.1	24.9	83.0
2004	3044.0	29.3	20.2	24.7	79.0
2005	2899.0	30.2	20.4	25.3	84.0
2006	3629.0	29.7	20.3	25.0	84.0
2007	3177.0	29.9	20.5	25.2	85.0
2008	3041.0	29.4	20.3	24.9	86.0
2009	3568.0	29.7	20.5	25.1	86.0
2010	3082.0	30.3	20.6	25.4	85.7
2011	3583.0	29.5	20.3	25.0	86.6
2012	3144.9	30.1	20.2	25.2	85.8
2013	3936.8	30.1	20.4	25.2	84.0
2014	3415.6	27.1	20.6	25.2	85.0
2015	3061.7	30.39	20.5	25.5	83.5
2016	3020.0	30.9	20.5	25.7	82.5
Promedio	3337.1	29.7	20.4	25.1	84.3
D.S.	332.2	0.8	0.2	0.3	1.9
CV (%)	10.0	2.8	0.8	1.1	2.2
Mínimo	2899.0	27.1	20.1	24.7	79.0
Máximo	3936.8	30.9	20.6	25.7	86.6
Rango	1037.8	3.8	0.5	1.0	7.6

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la información proporcionada por la tabla 2; en el periodo comprendido entre 2001-2016, la precipitación pluvial tuvo un promedio de 3337.1 mm, nivel propio de zonas tropicales con una alta desviación estándar y 10% de coeficiente de variación, con un rango de 1037.8 mm, lo cual indica que estos datos muestran variabilidad en su distribución. La temperatura máxima tuvo un promedio anual de 29.7 °C, con una baja desviación estándar y coeficiente de variación. El rango observado durante el periodo de estudio fue de 3,8°C. La temperatura mínima tuvo un promedio anual de 20.4 °C, con una baja variabilidad, presentando desviación estándar de 0.2 °C, 0.8 % de coeficiente de variación y un rango de 0.5°C durante los años 2001-2016; esto muestra una baja variabilidad. La temperatura promedio fue de 25.1 °C, con una desviación estándar de 0.3 °C, un coeficiente de variación bajo, de 1.1 % y un rango de 1.0 °C durante los 16 años de evaluación. Asimismo, la humedad relativa fue en promedio 84.3 %, con una baja variabilidad, 1.9 % de desviación estándar, 2.2 % de coeficiente de variación y un rango de 7.6 %; mostrando baja variabilidad durante el período de evaluación

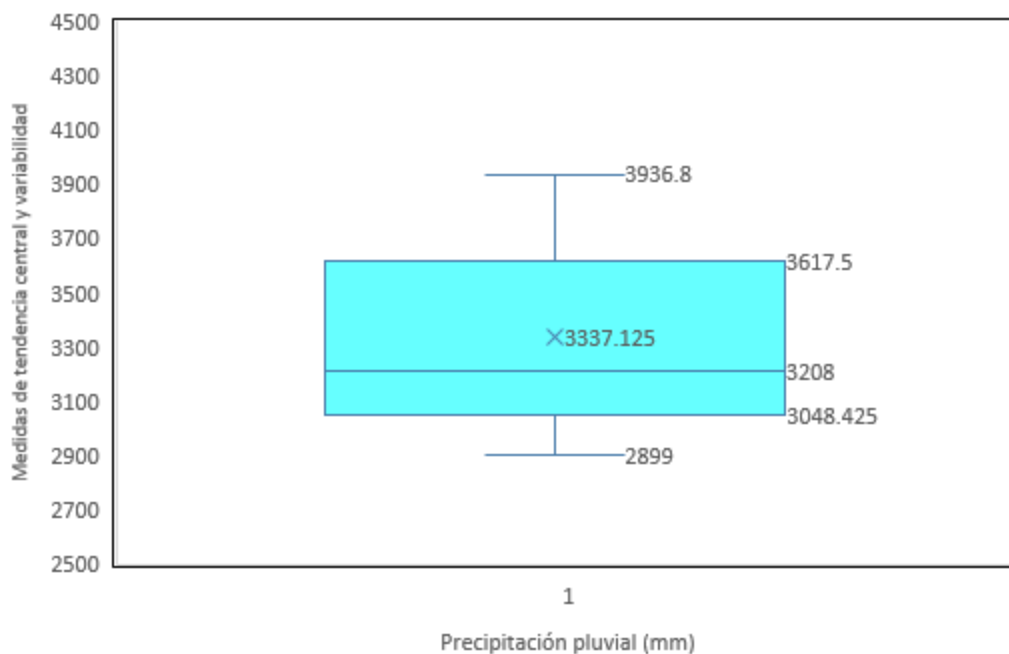


Figura 1. Gráfico de caja y bigotes de la precipitación pluvial (mm) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana de la precipitación pluvial fue de 3208.00 mm, el percentil 75 fue de 3617.5 mm, el percentil 25 fue de 3048.425; y el rango intercuartil, donde se tienen el 50% de los datos, fue de 569.075 mm ($P75-P25 = 3617.5 - 3048.425$) y los datos tiene una asimetría positiva [$(P75-Me) - (Me-P25)$] = $(3617.5 - 3208.0) - (3208.0 - 3048.425) = (409.5 - 159.6) = 249.9$]. La precipitación pluvial muestra variabilidad. Los datos se presentan en la figura 1.

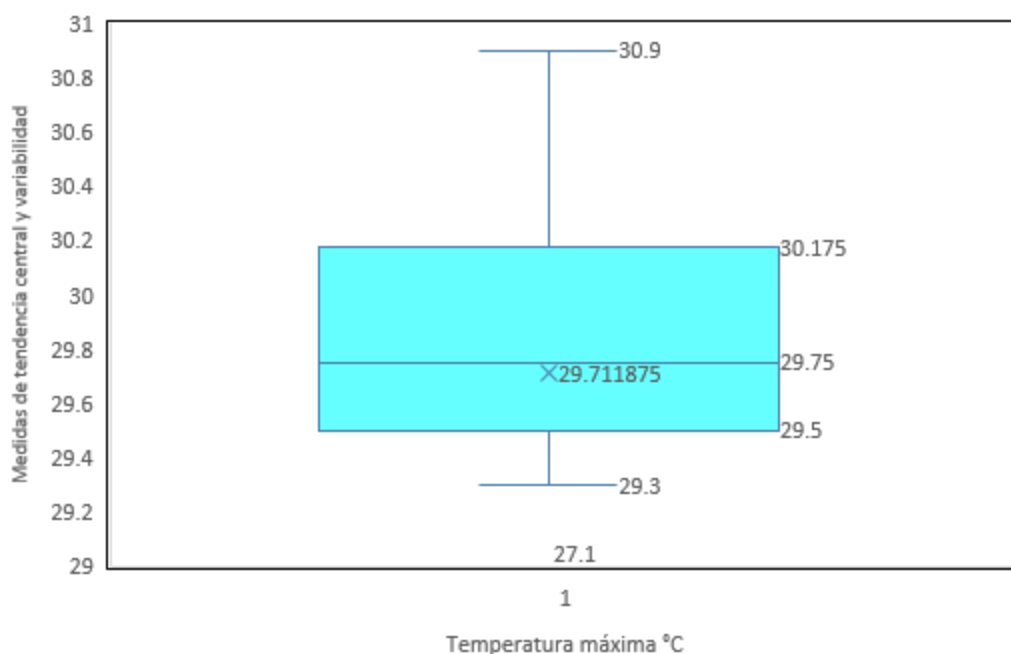


Figura 2. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura máxima (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

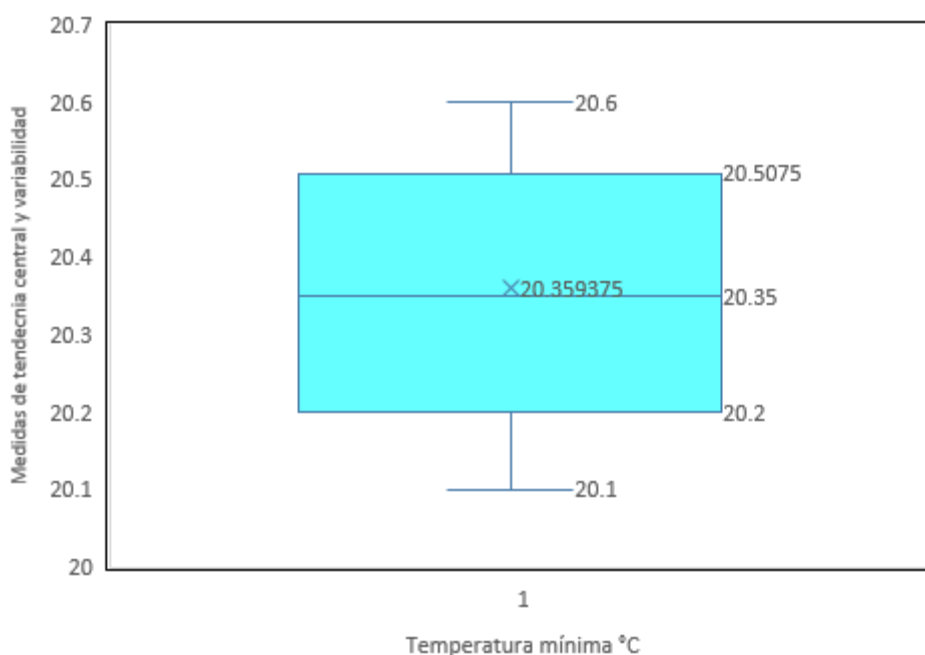


Figura 3. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura mínima (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana de la temperatura máxima fue de 29.75 °C, el percentil 75 fue de 30.175 °C, el percentil 25 fue de 29.5 °C; y el rango intercuartil, donde se tienen el 50% de los datos, fue de 0.425 °C ($P75 - P25 = 30.175 - 29.5$) y los datos tiene una asimetría positiva $[(P75 - Me) - (Me - P25)] = (30.175 - 29.75) - (29.75 - 29.5) = (0.425 - 0.25) = 0.175$. La temperatura máxima presenta baja variabilidad. Los datos se presentan en la figura 2.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana de la temperatura mínima fue de 20.35 °C, el percentil 75 fue de 20.5075 °C, el percentil 25 fue de 20.2 °C; y el rango intercuartil, donde se tienen el 50% de los datos, fue de 0.3075 °C ($P75 - P25 = 20.5075 - 20.2 = 0.3075$ °C) y los datos tiene una asimetría positiva $[(P75 - Me) - (Me - P25)] = (20.5075 - 20.35) - (20.35 - 20.2) = (0.1575 - 0.15) = 0.0075$. La temperatura mínima presenta baja variabilidad. Los datos se presentan en la figura 3.

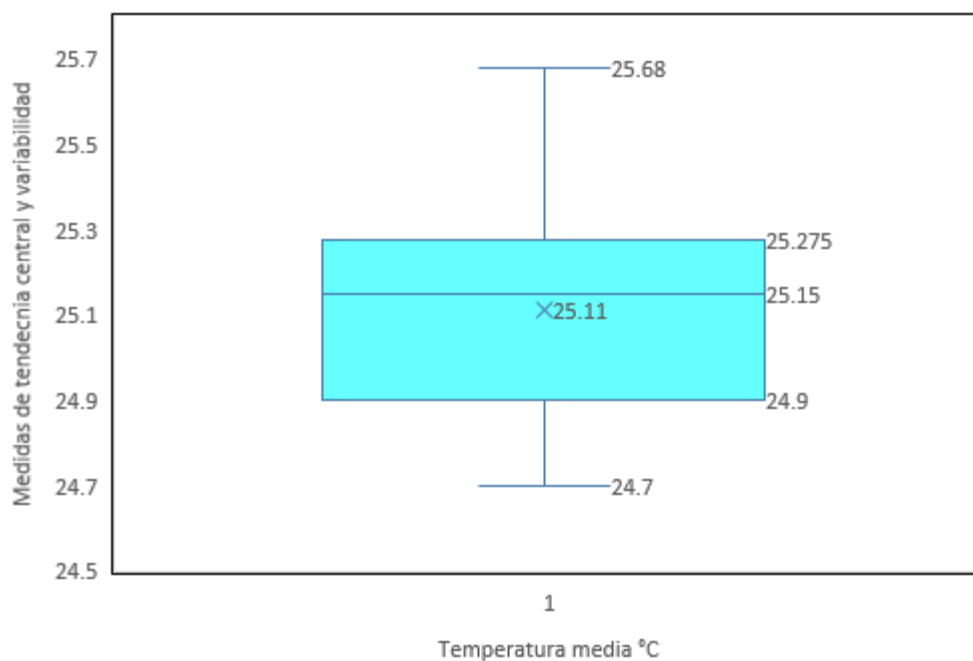


Figura 4. Gráfico de caja y bigotes de la temperatura media (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana de la temperatura media fue de 25.15 °C, el percentil 75 fue de 25.275 °C, el percentil 25 fue de 24.9 °C; y el rango intercuartil, donde se tienen el 50% de los datos, fue de 0.375 °C ($P75 - P25 = 25.275 - 24.9$) y los datos tiene una asimetría negativa $[(P75 - Me) - (Me - P25)] = (25.275 - 25.15) - (25.15 - 24.9) = (0.125 - 0.25) = - 0.125$. La temperatura media presenta baja variabilidad. Los datos se presentan en la figura 4.

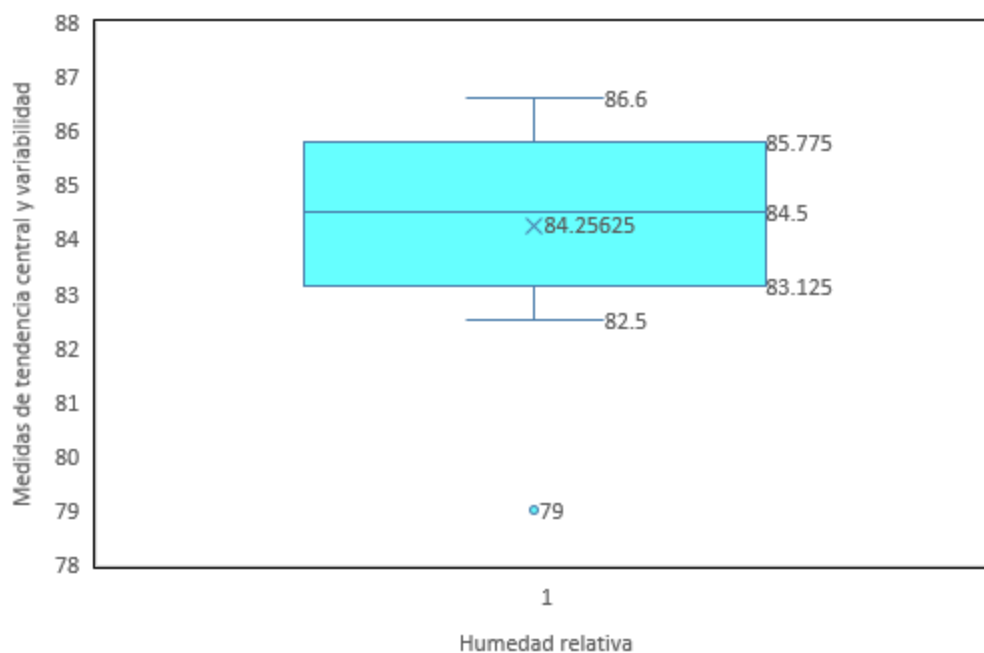


Figura 5. Gráfico de caja y bigotes de la humedad relativa (°C) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana de la humedad relativa fue de 84.5 %, el percentil 75 fue de 85.775 %, el percentil 25 fue de 83.125 %; y el rango intercuartil, donde se encuentra el 50% de los datos, fue de 2.65 % ($P75 - P25 = 85.775 - 83.125$) y los datos tiene una asimetría positiva [$(P75 - Me) - (Me - P25) = (85.775 - 84.5) - (84.5 - 83.125) = (2.65 - 1.375) = 1.275$]. La humedad relativa presenta baja variabilidad. Los datos se presentan en la figura 5.

4.2 Área deforestada

Tabla 3. Área deforestada en el distrito de Rupa-Rupa, período 2001-2016.

Año	Área deforestada anualmente(ha)	Variación deforestada acumulada (ha)
2001	160.00	160
2002	67.00	227

2003	284.00	511
2004	130.00	641
2005	299.00	940
2006	105.00	1045
2007	178.00	1223
2008	269.00	1492
2009	178.00	1670
2010	162.00	1832
2011	179.00	2011
2012	134.00	2145
2013	95.00	2240
2014	216.00	2456
2015	163.00	2619
2016	177.00	2796
Promedio	174.75	-
D.S.	65.84	-
CV (%)	37.68	-
Mínimo	67.00	-
Máximo	299.00	-
Rango	232.00	-

Fuente: Elaboración propia

Las áreas deforestadas en el distrito de Rupa-Rupa mostraron un promedio de 174.75 ha, durante los años 2001 – 2016, con una desviación estándar de 65.84, un coeficiente de variación bastante alto, de 37.68 %, con un rango de 232.0 ha. Esto configura que las áreas deforestadas presentaron gran variabilidad. Los datos se presentan en la tabla 3.

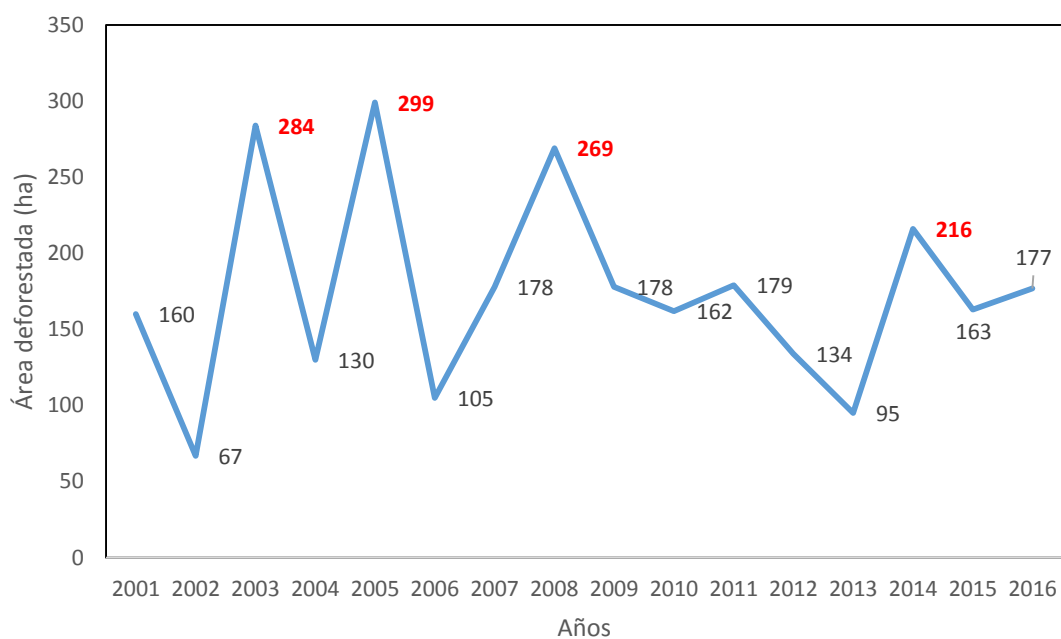


Figura 6. Área deforestada en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

Los datos del área deforestada en el distrito de Rupa-Rupa, evaluados durante 16 años, muestran que, en los años 2005, 2003, 2008 y 2014, se tuvieron las mayores áreas con 299, 284, 269 y 216 ha respectivamente. El año 2002 se tuvo la menor área deforestada. Los datos se presentan en la figura 6.

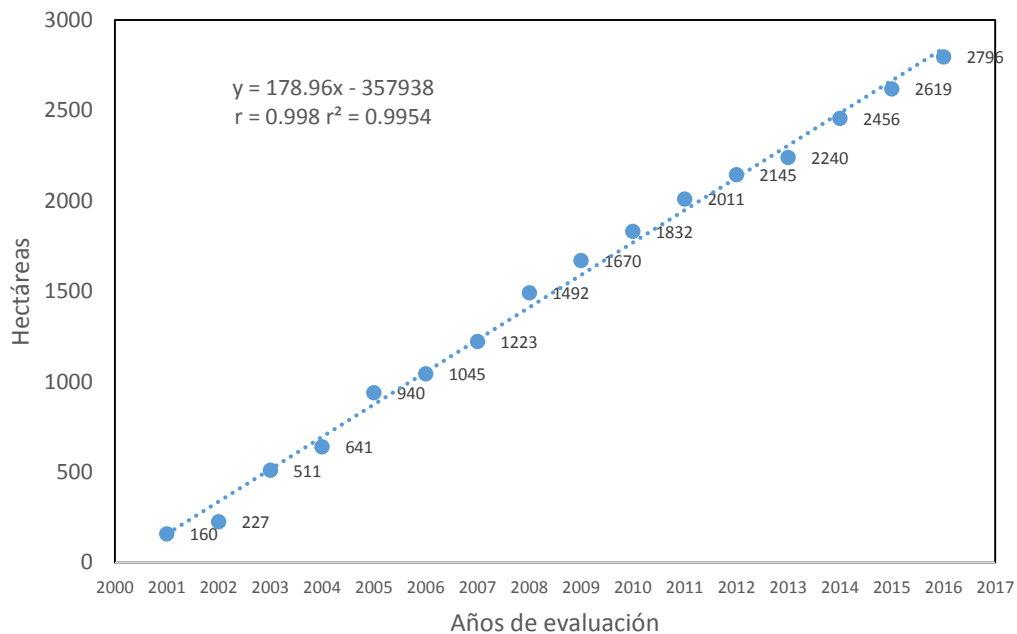


Figura 7. Área deforestada acumulada en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

El área deforestada acumulada alcanzó el valor de 2796 ha al año 2016; estos datos se ajustan a la ecuación de regresión: $Y = 178.96 (x) - 357938$; lo cual nos permite proyectar la deforestación acumulada en los siguientes años:

$$2020: Y = 178.96 (2020) - 357938 = 3561.2 \text{ ha}$$

$$2025: Y = 178.96 (2025) - 357938 = 4456.0 \text{ ha}$$

$$2030: Y = 178.96 (2030) - 357938 = 5350.8 \text{ ha}$$

$$2035: Y = 178.96 (2035) - 357938 = 6245.6 \text{ ha}$$

$$2040: Y = 178.96 (2040) - 357938 = 7140.4 \text{ ha}$$

$$2045: Y = 178.96 (2045) - 357938 = 8035.2 \text{ ha}$$

$$2050: Y = 178.96 (2050) - 357938 = 8930.0 \text{ ha}$$

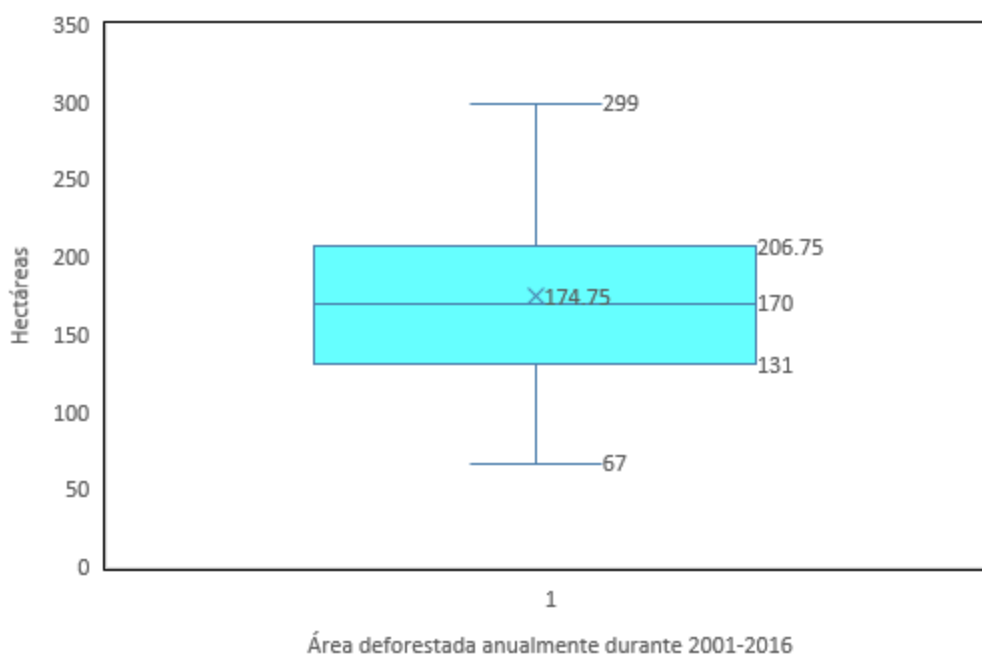


Figura 8. Gráfico de caja y bigotes de área deforestada (ha) en el distrito de Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

En el diagrama de caja y bigotes se observa que la mediana del área deforestada fue de 170 ha, el percentil 75 fue de 206.75 ha, el percentil 25 fue de 131 ha; y el rango intercuartil, donde se encuentra el 50% de los datos, fue de 75.75 ha ($P75 - P25 = 206.75 - 131.00$) y los datos tiene una asimetría negativa $[(P75 - Me) - (Me - P25)] = (206.75 - 170) - (170 - 131) = (36.75 - 39.00) = -2.25$. La deforestación presenta variabilidad. Los datos se presentan en la figura 8.

4.3 Correlación y regresión

4.3.1 Área deforestada y precipitación pluvial

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \rho = 0$ No existe correlación

$H_a = \rho \neq 0$ Existe correlación

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 4. Correlación entre el área deforestada (ha) y la precipitación pluvial (mm). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Variables	R calculada	R tablas		Significación
		0,05	0,01	
X = área deforestada (ha)				
Y = Precipitación pluvial (mm)	0,6001	0,497	0,623	*

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis alternativa. Existe correlación significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial, pues r calculada es $> r$ tablas al nivel de 0,05.

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \beta = 0$ No existe regresión

$H_a = \beta \neq 0$ Existe regresión

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 5. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la precipitación pluvial (mm). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Regresión	2.78863E13	1	2.78863E13	7.91	0.0138
Error	4.93734E13	14	3.52667E12		
Total	7.72596E13	15			

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis alternativa. existe regresión significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial, debido a que $p\text{-valor} < 0,05$.

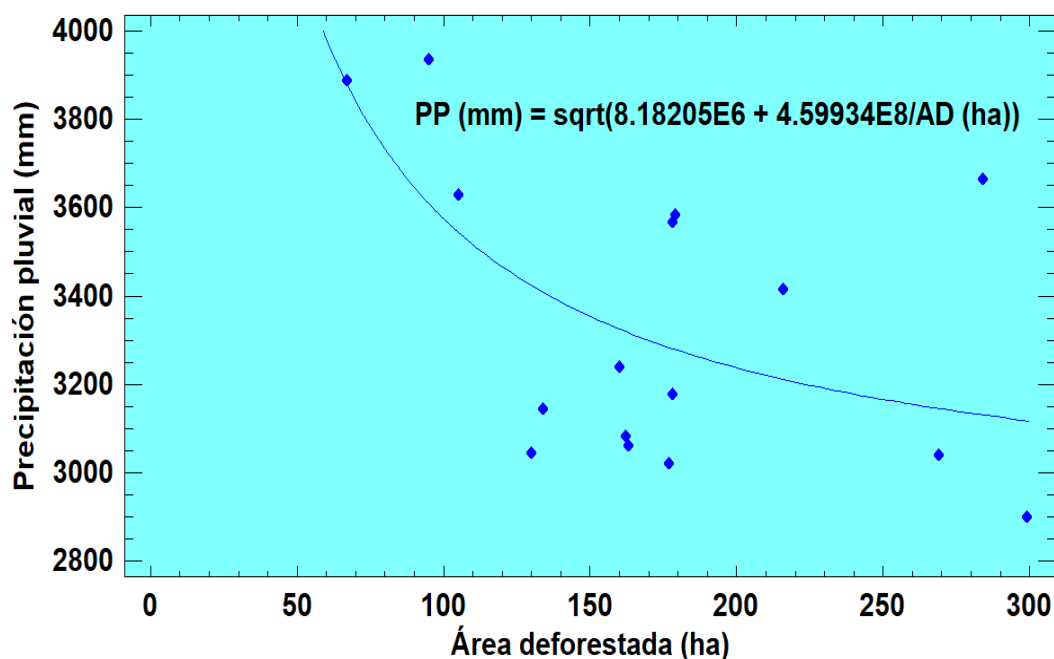


Figura 9. Regresión entre en área deforestada (X) y la precipitación pluvial (Y) en Rupa-Rupa, durante 2001-2016.

3.3.2 Área deforestada y temperatura máxima

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \rho = 0$ No existe correlación

$H_a = \rho \neq 0$ Existe correlación

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 6. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Variables	r calculada	r tablas		Significación
		0,05	0,01	

X = Área deforestada (ha)	0,107696	0,497	0,623	n.s.
Y = Temperatura máxima (°C)				

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. no existe correlación significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial, pues r calculada es $< r$ tablas al nivel de 0,05.

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \beta = 0$ No existe regresión

$H_a = \beta \neq 0$ Existe regresión

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 7. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura máxima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Regresión	1.67385E-7	1	1.67385E-7	0.16	0.6914
Error	0.0000142645	14	0.000001019		
Total	0.0000144318	15			

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe regresión significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial, debido a que p -valor $> 0,05$.

3.3.3 Área deforestada y temperatura mínima

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \rho = 0$ No existe correlación

$H_a = \rho \neq 0$ Existe correlación

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 8. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura mínima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Variables	r calculada	r tablas		Significación
		0,05	0,01	
X = Área deforestada (ha) Y = Temperatura mínima (°C)	-0.2310	0,497	0,623	NS

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe correlación significativa entre el área deforestada y la temperatura mínima, pues r calculada es < r tablas al nivel de 0,05.

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \beta = 0$ No existe regresión

$H_a = \beta \neq 0$ Existe regresión

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 9. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura mínima (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Regresión	38.4927	1	38.4927	0.79	0.3894
Error	682.849	14	48.7749		
Total	721.342	15			

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe regresión significativa entre el área deforestada y la temperatura mínima, debido a que p-valor > 0,05.

4.3.4 Área deforestada y temperatura promedio

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \rho = 0$ No existe correlación

$H_a = \rho \neq 0$ Existe correlación

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 10. Correlación entre el área deforestada (ha) y la temperatura promedio (°C).
Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Variables	r calculada	r tablas		Significación
		0,05	0,01	
X = Área deforestada (ha) Y = Temperatura promedio (°C)	0.2538	0,497	0,623	Ns

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe correlación significativa entre el área deforestada y la temperatura promedio, pues r calculada es $>$ r tablas al nivel de 0,05.

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \beta = 0$ No existe regresión

$H_a = \beta \neq 0$ Existe regresión

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 11. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la temperatura promedio (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Regresión	1.86934E-7	1	1.86934E-7	0.96	0.3428
Error	0.000002715	14	Q.93911E-7		

Total	0.000002902	15
-------	-------------	----

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe regresión significativa entre el área deforestada y la temperatura promedio, debido a que p-valor > 0,05.

4.3.5 Área deforestada y humedad relativa

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \rho = 0$ No existe correlación

$H_a = \rho \neq 0$ Existe correlación

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 12. Correlación entre el área deforestada (ha) y la humedad relativa (%). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Variables	r calculada	r tablas		Significación
		0,05	0,01	
X = Área deforestada (ha)	-0.1007	0,497	0,623	Ns
Y = humedad relativa (mm)				

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe correlación significativa entre el área deforestada y la humedad relativa, pues r calculada es > r tablas al nivel de 0,05.

Prueba de hipótesis:

$H_0 = \beta = 0$ No existe regresión

$H_a = \beta \neq 0$ Existe regresión

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Tabla 13. Análisis de variancia de la regresión entre el área deforestada (ha) y la humedad relativa (°C). Periodo 2001-2016. Rupa-Rupa, Leoncio Prado, Huánuco.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Valor-P
Regresión	1.11952E-8	1	1.11952E-8	0.14	0.7106
Error	0.00000109	14	7.80491E-8		
Total	0.00000110	15			

Fuente: elaboración propia

Decisión: Se acepta la hipótesis nula. No existe correlación significativa entre el área deforestada y la humedad relativa, debido a que p-valor > 0,05.

V. DISCUSION

Los indicadores meteorológicos en el distrito de Rupa Rupa, como la precipitación pluvial presenta variabilidad durante los años 2001-2016, lo cual corresponde al ciclo hidrológico en bosques donde estos actúan como reguladores, debido a que la ausencia de vegetación o deforestación, cuando llega la precipitación pluvial, aumenta la escorrentía sobre la superficie, generando erosión y lavando el suelo, como lo sostienen (Savé *et al.*2005)

Los bosques lluviosos tienen una distribución anual de lluvias, que responde a una macrocirculación general de la atmósfera reforzada por la microcirculación, y no necesariamente de la mayor o menor vegetación presente sobre la superficie terrestre, que contribuye a la evaporación del agua en el ciclo hidrológico, como lo reporta (Savé *et al.* 2005) Entonces la precipitación pluvial tiene en los bosques a un factor que influye, pero no determina la precipitación.

La temperatura en el distrito de Rupa Rupa no presentó mayor variabilidad, tanto en sus valores máximos, mínimos o promedio; lo cual se puede atribuir al efecto del bosque en la temperatura de la superficie, donde se tiene reportes que la deforestación de bosques tropicales está incidiendo en la temperatura superficial de la tierra como se reporta en El COMERCIO en el 2018, pero en la zona de estudio no tendríamos ese efecto debido posiblemente a que la deforestación no tiene valores altos; y más aún cuando la zona deforestada es reemplazada por otro tipo de vegetación; por lo tanto el efecto de la deforestación del ecosistema forestal provocan cambios en las condiciones microclimáticas del sistema original; y esos efectos se observarán en los próximos años, por lo tanto se debe investigar cuáles son las tasas de deforestación de los lugares más afectados según se cita en la revista GREENPEACE. p. 72, en el 2010.

La humedad relativa es otro indicador meteorológico involucrado en el ecosistema forestal, cuando este disminuye su superficie de vegetación; la humedad atmosférica influye en la lluvia; y en el distrito de Rupa-Rupa este dato atmosférico no presenta alta variabilidad, debiendo tener en cuenta que la humedad atmosférica o humedad relativa representa aproximadamente el 48% del reciclaje de vapor del ecosistema o cuenca y el restante 52% de la precipitación, por ejemplo en el Amazonas, se debe al fenómeno de la macrocirculación de masas húmedas procedentes del océano atlántico como lo reporta Giraldo López, en el 2002.

La deforestación en el distrito de Rupa Rupa se incrementó anualmente entre los años 2001 y 2016, atribuible principalmente a la agricultura y ganadería, estos incluyen la tala y quema de bosques para producir cultivos de subsistencia; según el informe de la FAO, después de que disminuye la fertilidad del suelo, los colonos tienden a mudarse a otro lugar y replicar el mismo proceso como se reporta por la FAO en 2016.

La deforestación en la zona de Rupa-Rupa, disminuirá la tasa y cantidad de almacenamiento de carbono, como lo reporta Inforamazonia y Terra-I en 2003. El proceso de deforestación, durante 2001-2016, bastante variables en superficie (aproximadamente 36% de coeficiente de variación) tendrán también un impacto variable, debido a las múltiples causas que lo generan; porque no solo los bosques son talados por la madera, sino también para producir otros commodities como reporta Rautner et al. En el 2013,

Se ha observado una relación significativa entre las áreas deforestadas anuales y la precipitación pluvial en el distrito de Rupa-Rupa, lo cual constituye un 36% de la variabilidad de la precipitación pluvial atribuible a la deforestación; estos resultados son similares a los reportados por García et al. en el 2009, quienes reportaron una relación inversa entre la deforestación y la precipitación pluvial, con un grado de asociación del 63,39 %, concluyendo estos autores que la deforestación influyó sobre el cambio de clima en la provincia de San Martín.

VI. CONCLUSIONES

1. Los datos meteorológicos en el distrito de Rupa Rupa, durante los años 2001-2016, tuvieron la siguiente variación:
 - 1.1 La precipitación pluvial tuvo un promedio de 3337.1 mm anuales, con una desviación estándar de 332.2 mm, un coeficiente de variación del 10% y un rango de 1037.8 mm.
 - 1.2 La temperatura promedio, tuvo como valor anual 25.1 °C, una desviación estándar de 0.3 °C, un coeficiente de variación de 1.1 % y un rango de 1.0 °C.
 - 1.3 La humedad relativa, tuvo como promedio anual 84.3 %, una desviación estándar de 1.9 %, un coeficiente de variación de 2.2 % y un rango de 7.6 %.
2. El área deforestada anual en el distrito de Rupa-Rupa tuvo un promedio de 174.75 ha, durante los años 2001 – 2016, con un coeficiente de variación de 37.68 % y un rango de 232.00 ha.
3. Se encontró regresión y correlación significativa entre el área deforestada y la precipitación pluvial en Rupa-Rupa, durante los años 2001-2016, atribuyéndose el 36% de la variación de la precipitación pluvial al área deforestada.

VII. RECOMENDACIONES

1. A las instituciones involucradas directamente como son el Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente e instituciones superiores como son las Universidades Monitorear la deforestación en el distrito de Rupa-Rupa, para evitar su incremento, y de esa manera proteger los recursos vegetales e incrementar la fijación de carbono.
2. A las instituciones involucradas directamente como son el Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente e instituciones superiores como son las Universidades a realizar una campaña agresiva de reforestación en zonas deforestadas de Rupa-Rupa, para evitar alterar los factores meteorológicos que inciden en el cambio climático.
3. Gestionar en el Ministerio de Agricultura la declaración de Zonas Protegidas y fortalecer las áreas que ya están protegidas por el estado, en los bosques de Rupa Rupa, para evitar la deforestación y disminución de la precipitación pluvial.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. KAUPPI, P.E., AUSUBEL, J.H., FANG, J., MATHER, A.S., SEDJO, R.A., and WAGGONER, P.E. Returning Forests Analyzed with The Forest Identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, 17574–17579. 2006.
2. WEISSE, M. y DOW GOLDMAN, E. La pérdida anual de cobertura arbórea aumentó un 51% en 2016. *World Resources Institute*. 2017.
3. BRANDEIS TH. J., HELMER E.H., MARCANO-VEGA H. and LUGO A.E. Climate shapes the novel plant communities that form after deforestation in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *Forest Ecology and Management* 258: 1704-1718. 2009.
4. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Second Assessment Report*. 1995.
5. SALAS FLORES, E.E. Análisis de tendencia de la temperatura y precipitación pluvial mensual en la cuenca del río Illpa, Puno. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2014.
6. GARCÍA HERRERA, G., G. ESQUIVEL ARIZAGA, J.L. ZÁRATE VÁLDEZ, R, TREJO CALZADA, I. SÁNCHEZ COHEN y O. ESQUIVEL ARRIAGA. Escenarios a futuro de temperatura y precipitación pluvial bajo el efecto de un cambio climático en la región agrícola de los Llanos, Durango, México. 2009.
7. BERBET, M.L.C. y COSTA, M.H. Cambio climático después de la deforestación tropical: variabilidad estacional del albedo superficial y sus efectos sobre el cambio de precipitación. *American Meteorological Society. Journal of Climate* 16(12): 2099-2104. 2003.
8. SALAS FLORES, E.E. Análisis de tendencia de la temperatura y precipitación pluvial mensual en la cuenca del río Illpa, Puno. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2014.

9. JERSON ISIDRO MESIA MEZA. Deforestación en el eje vial Iquitos-Nauta y su relación con la variabilidad climática local a través los años. 2015.
10. VALLEJOS LARIOS, M. Evaluación preliminar sobre causas de deforestación y degradación de bosques en Honduras. Programa Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana (REDD-CCAD/GIZ). 2011.
11. SUN G., McNULTY S.G., LU J., AMATYA D.M., LIANG Y., and KOLKA R.K. Regional annual water yield from forest lands and its response to potential deforestation across the Southeastern United States. *Journal of Hydrology* 308: 258-268. 2005.
12. BRANDEIS T.J., HELMER E.H., MARCANO-VEGA H. and LUGO A.E. Climate shapes the novel plant communities that form after deforestation in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. *Forest Ecology and Management* 258: 1704-1718. 2009.
13. SANDKER, M., FINEGOLD, Y., D'ANNUNZIO, R. and LINQUIST E. Global deforestation patterns: comparing recent and past forest loss processes through a spatially explicit analysis. *International Forestry Review* Vol. 19(3), 2017.
14. QUENTIN L., DAVIN E.L., GUILLOD B.P. and SENEVIRATHE S.I. Influence of Amazonian deforestation on the future evolution of regional surface fluxes, circulation, surface temperature and precipitation. *Clim Dyn* 44:2769-2786. 2015.
15. KNOX R., BISHT G., WANG J. and BRAS R. Precipitation variability over the Forest-to-nonforest transition in southwestern Amazonia. *Journal of Climate*. Volume 24: (2368-2377). 2011.
16. LAYZA C.R.R., GONZÁLES VEINIMILLA F. y TERÁN I.J.R. Deforestation and climate change in the province of San Martín period: 1973 to 2014. *Revista Ciencia y Tecnología* 14(2): 19-30. 2018.
17. URQUIZA MUÑOZ J.D. y BURGA RÍOS M. Incremento de la deforestación y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la Región Loreto, 2000-2014. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Agronómicas, Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental. Iquitos, Perú. 2016.

18. COE M.T., COSTA M.H. and SOARES-FILHO B.S. The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks”. *Journal of Hydrology* 369: 165-174. 2009.
19. RAUTNER, M., LEGGETT, M., DAVIS, F. *El Pequeño Libro de las Grandes Causas de la Deforestación*, Programa Global Canopy: Oxford. 2013.
20. WTO. *Statistics Database*. The World Trade Organization. 2013.
21. ROBALINO, J & HERRERA, L.D. *Trade and Deforestation: A literature review*. Staff working paper. ERSD. No. 2010-04. 2010.
22. FAO & ITTO. *The State of Forests in the Amazon Basin, Congo Basin and Southeast Asia*. A report prepared for the Summit of the Three Rainforest Basins Brazzaville, Republic of Congo. 31 May–3 June, 2011.
23. NEPSTAD, D. ET AL. The End of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* Vol. 326 4 December 2009.
24. INFOAMAZONIA & TERRA-I. Incremento de 24% en la deforestación de la Amazonia. 2013. [Online] Available from: <http://www.oeco.org.br/mapas/27291-incrementode-24-en-la-deforestacion-de-la-amazonia>
25. FAO & ITTO. *The State of Forests in the Amazon Basin, Congo Basin and Southeast Asia*. A report prepared for the Summit of the Three Rainforest Basins Brazzaville, Republic of Congo. 31 May–3 June, 2011.
26. MARONGO, B.A. et al. Mapping and monitoring deforestation and forest degradation in Sumatra (Indonesia) using Landsat time series data sets from 1990 to 2010. *Environmental Research Letters* Volume 7 Number 3. 2012.
27. KEMEN, A. Indonesia’s moratorium on new forest concessions: key findings and next steps. World Resources Institute. Working paper. 2012.
28. WWF. *Ecosystems in the Greater Mekong: Past trends, current status, possible futures*. 2013.
29. MEGEVAND, C. et al. *Deforestation Trends in the Congo Basin: - Reconciling Economic Growth and Forest Protection*. Washington DC: The World Bank. 2013.

30. THE RAINFOREST FOUNDATION UK. Seeds of Destruction. Expansion of industrial oil palm in the Congo Basin: Potential impacts on forests and people. 2013.
31. MEGEVAND, C. ET AL. Deforestation Trends in the Congo Basin: - Reconciling Economic Growth and Forest Protection. Washington DC: The World Bank. 2013.
32. MAGBMA y FAO. Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. República de Guinea Ecuatorial. 2018.
33. RAUTNER, M., LEGGETT, M., DAVIS, F. El Pequeño Libro de las Grandes Causas de la Deforestación, Programa Global Canopy: Oxford. 2013.
34. FIP. Componente III: Elementos para la identificación de áreas con mayor potencial para reducir emisiones de GEI en el sector forestal. 2012.
35. SERFOR. Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y las lecciones aprendidas para reducirla. 2015.
36. ROBIGLIO V., REYES, M. y CASTRO E., 2015. Diagnóstico de los productores familiares en la Amazonía Peruana. ICRAF Oficina Regional para América Latina, Lima, Perú.
37. FIP. Borrador Junio. 2013.
38. LEWIS, S.L. Tropical forests and the changing earth system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361(1465), 195-210. 2006.
39. PAN, Y. et al. A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*. 333, 988-993. 2011.
40. BONAN, G. B. Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests. *Science*, 320, pp.1444-1449. 2008.
41. VAN DIJK, A.I.J.M. & KEENAN, R.J. Planted forests and water in perspective. *Forest Ecology and Management*, 251:1-10. 2007.
42. FAO. State of the World's Forests. Rome: FAO. 2012.

43. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013.
44. POSTEL, S.L. et al. Human appropriation of renewable freshwater. *Science* 271, 785-788. 1996.
45. SHVIDENKO, A. et al. Forest and woodland systems. In: HASSAN, R., SCHOLE, R. and ASH, N. (Eds). *Ecosystems and Human Well-being: Volume 1: Current State and Trends*. Washington, District of Columbia: Island Press. 2005.
46. POSTEL, S.L. et al. Human appropriation of renewable freshwater. Vol 271. No. 5250. 785-788. 1996.
47. CHIVIAN, E. *Biodiversity: Its Importance to Human Health*. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Cambridge, MA. 2002.
48. SHVIDENKO, A. ET AL. Forest and woodland systems. In: HASSAN, R., SCHOLE, R. and ASH, N. (Eds). *Ecosystems and Human Well-being: Volume 1: Current State and Trends*. Washington, District of Columbia: Island Press. 2005.
49. KUMAGAI, T. ET AL. Water cycling in a Bornean tropical rain forest under current and projected precipitation scenarios. *Water Resources Research*, Vol. 40, W01104. 2004.
50. POVEDA, G. ET AL. (2008) Sobre la necesidad de un Programa de investigación para el sistema Andes - Amazonia. *Revista Colombia Amazónica*, 1. 2008.
51. SPRACKLEN, D.V. et al. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*. 489. p.282-285. 2012.
52. FEARNESIDE, P. Belo Monte Dam: A spearhead for Brazil's dam-building attack on Amazonia? [Online] Available from: <http://www.globalwaterforum.org/2012/03/19/belo-monte-dam-a-spearhead-for-brazilsdam-building-attack-on-amazonia/>. Data from: MME/ EPE (2011) *Brazil, Plano Decenal de Expansão de Energia 2020*. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília. 2012.

53. STICKLER, C.M. et al. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. PNAS vol. 110 (23) p. 9601–9606. 2013.
54. SUNDERLAND, T. et al. Food security and nutrition: The role of forests. Discussion Paper. Bogor, Indonesia: CIFOR. 2013.
55. RSPO. Promoting the growth and use of sustainable palm oil. Fact Sheets. 2008.
56. GILES, J. Organic food contaminated with GM. News Item. Nature. doi:10.1038/news040202-15 [Online] Available from: <http://www.nature.com/news/2004/040206/full/news040202-15.html>. 2004.
57. RICKETTS, T. H., et al. Economic value of tropical forest to coffee production. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101, 12579-12582. 2004.
58. HILLEL, D. & ROSENZWEIG, C. Biodiversity and Food Production. In: CHIVIAN, E. & BERNSTEIN, A. (eds.) Sustaining Life: How Human Health Depends On Biodiversity. New York, NY: Oxford University Press. 2008.
59. FAO. Forests for improved nutrition and food security. 2011.
60. FAO. How to Feed the World in 2050. Discussion paper prepared for Expert Forum: 12–13 October 2009, released 23 September 2009.
61. BLANCO. Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. 2, s.l. : Ecosistemas, 2017, Vol. 26.
62. SAVÉ, HERRALDE y BIEL. Aproximación al ciclo del agua en ecosistemas forestales. Barcelona : Invest Agrar, 2005.
63. SÁNCHEZ, Javier. Precipitaciones. España : Universidad de Salamanca, 2012.
64. GIRALDO LOPEZ, L.G. Memorias: Hidrología forestal (influencia de los bosques). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias Forestales. Medellín, Colombia. 2002.
65. ROSETE F.A., PÉREZ J.L. and BOCCO G. Contribución al análisis del cambio de uso del suelo y vegetación (1978-2000) en la Península de Baja California, México. Investigación Ambiental Ciencia y Política Pública 1(1):70-82. 2009.

66. GREENPEACE. México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace México. México D.F. 72 p. 2010.
67. EL COMERCIO. La deforestación influye en el clima. 11.03.2018. <https://www.elcomercio.com/tendencias/deforestacion-clima-temperatura-tierra-bosques.html>.
68. FAO. Los bosques y el cambio climático en el Perú. Documento de trabajo 14. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2016.
69. MAGBMA y FAO. Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal en Guinea Ecuatorial 2004-2014. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Bosques y Medio Ambiente. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. República de Guinea Ecuatorial. 2018.
70. GARLAND, J.J. Glosario de servicios forestales: con motivación para la comprensión. Oregon State University Extension. 2016.
71. IPCC. Cambio climático 2001: informe de síntesis. Contribución de los Grupos I, II y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2001.
72. PUCCH. Comunicación y Recursos. Glosario de términos. 2020.
73. IPCC. Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. 2018.
74. GEOBOSQUES 2018
<https://www.geobosques.minam.gob.pe/geobosques.com.pe>

IX. ANEXOS

Tabla 14. Datos originales de deforestación, temperatura, precipitación y humedad relativa. Distrito Rupa-Rupa.

Año	PP (mm)	Área deforest. (ha)	T.máx (°C)	T.mín (°C)	T.med (°C)	HR (%)
2001	3239	160	29.5	20.1	24.7	83
2002	3888	67	29.5	20.2	24.8	85
2003	3665	284	29.8	20.1	24.9	83
2004	3044	130	29.3	20.2	24.7	79
2005	2899	299	30.2	20.4	25.3	84
2006	3629	105	29.7	20.3	25	84
2007	3177	178	29.9	20.5	25.2	85
2008	3041	269	29.4	20.3	24.9	86
2009	3568	178	29.7	20.5	25.1	86
2010	3082	162	30.3	20.6	25.4	85.7
2011	3583	179	29.5	20.3	25	86.6
2012	3144.9	134	30.1	20.2	25.2	85.8
2013	3936.8	95	30.1	20.4	25.2	84
2014	3415.6	216	27.1	20.6	25.2	85
2015	3061.7	163	30.39	20.54	25.48	83.5
2016	3020	177	30.9	20.51	25.68	82.5

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y GEOBOSQUES.

9.1 GALERÍA DE FIGURAS

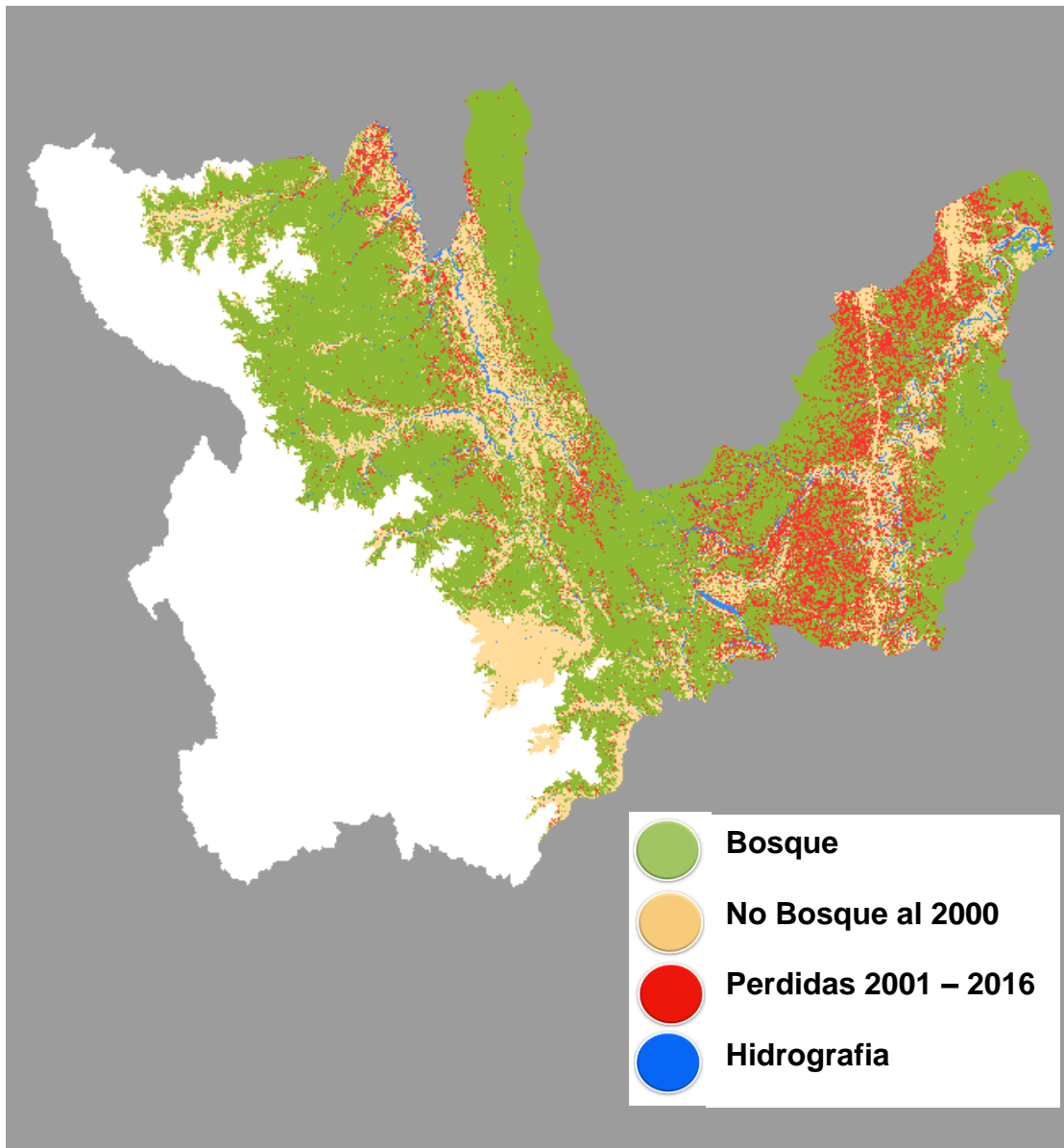


FIGURA 10: Concentración de la pérdida de bosque en las áreas rojas en el departamento de Huánuco desde el 2001 al 2016 (Fuente: GEOBOSQUES)

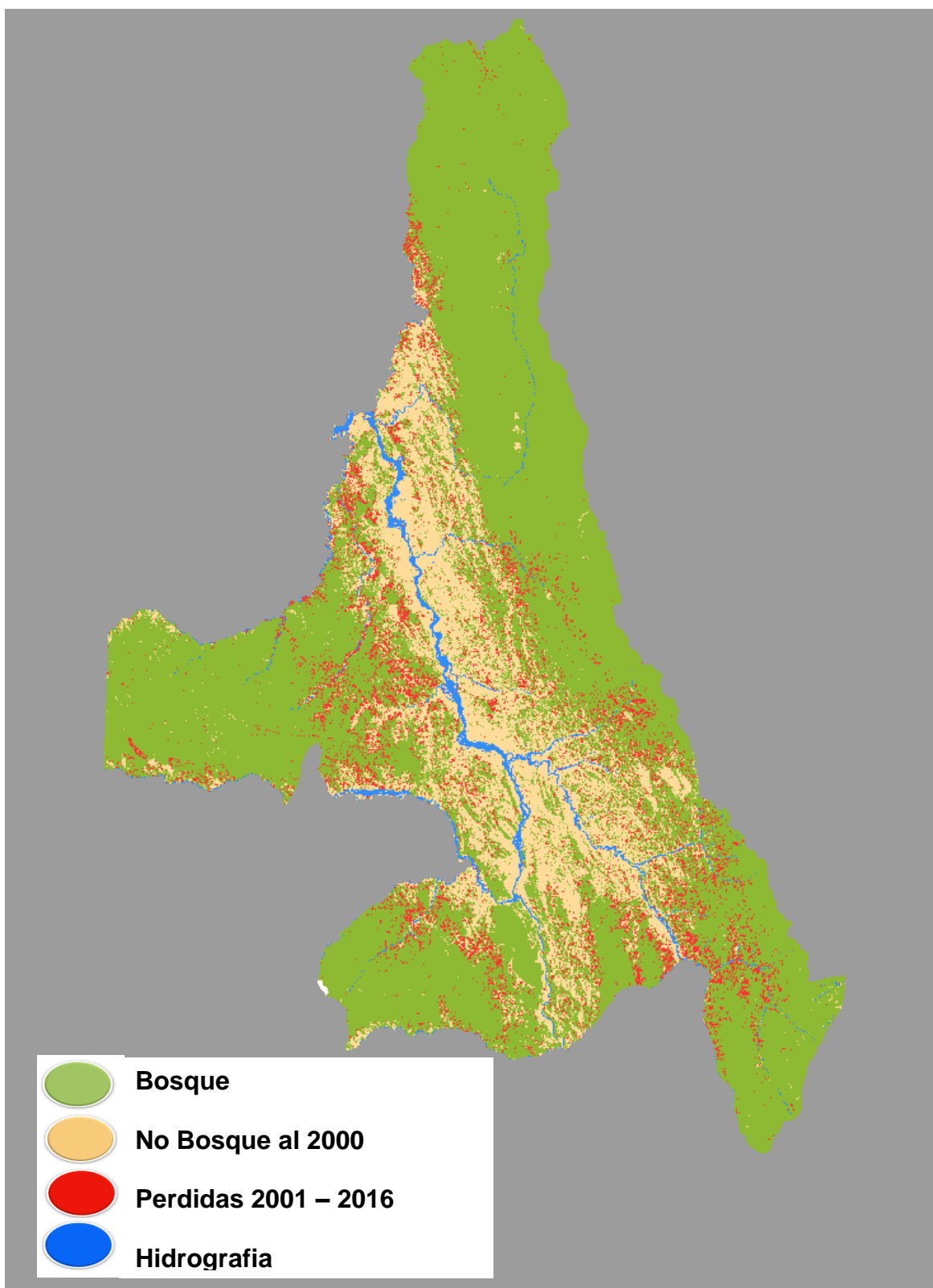


FIGURA 11: Concentración de la pérdida de bosque en las áreas rojas en la provincia de Leoncio Prado del 2001 al 2016 (Fuente: GEOBOSQUES)

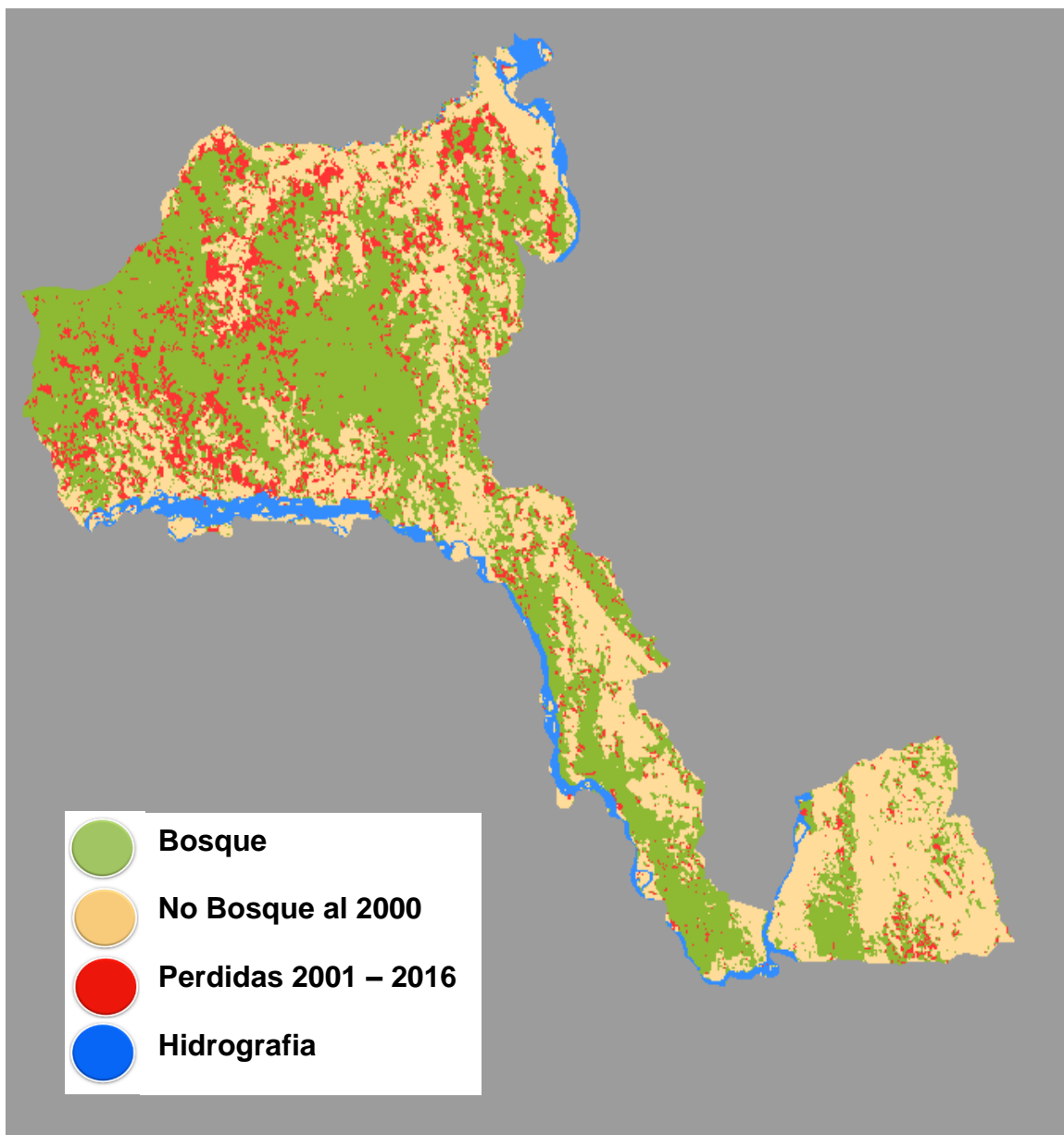


FIGURA 12: Concentración de la pérdida de bosque en las áreas rojas en el distrito de Rupa Rupa desde 2001 al 2016 (Fuente: GEOBOSQUES)



FIGURA 13: Concentración de áreas deforestadas utilizando la metodología de kernel en el distrito de Rupa Rupa – en los años 2015 y 2016 (fuente GEOBOSQUES)