

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013-2023”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: La Rosa Castro, Astrid Desirée

ASESOR: Cano Cochachi, Deyvis Jefferson

HUÁNUCO – PERÚ
2025

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Meteorología, hidrología y climatología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Subárea: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71666873

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70264019

Grado/Título: Grado de magíster en gestión y planificación ambiental

Código ORCID: 0000-0002-4262-1505

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria.	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible.	44342697	0000-0002-2250-3288

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día 23 del mes de setiembre del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1868-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013- 2023"**, presentado por el (la) Bach. **LA ROSA CASTRO, ASTRID DESIREE** ara optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

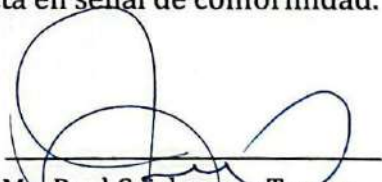
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **Aprobado Por Unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **15** y cualitativo de **Bueno** (Art. 47)

Siendo las **17:35** horas del día **23** del mes de **setiembre** del año **2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente



Mg. Raul Cajahuanca Torres
DNI: 22511841
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario



Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ASTRID DESIRÉE LA ROSA CASTRO, de la investigación titulada "Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013 - 2023", con asesor(a) DEYVIS JEFFERSON CANO COCHACHI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1147-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 11 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 11 de agosto de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

42. La Rosa Castro, Astrid Desirée - Tesis.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%	10%	3%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	1%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por constituirse en orientación permanente y en sustento espiritual a lo largo de cada fase de este proceso formativo.

A mis padres, hermanas y a mi abuelita Rosa, cuyo respaldo afectivo, sacrificio y ejemplo inquebrantable han marcado de manera indeleble mi trayectoria personal y formativa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por haberme concedido la fuerza, la claridad y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan significativa.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente. A mi docente asesor, por su guía y dedicación y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, mi profundo reconocimiento por su entrega en la enseñanza, su experiencia y su compromiso con nuestra formación a lo largo de estos años.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	20
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	20
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	26
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	29
2.2. BASES TEÓRICAS	30
2.2.1. FACTORES METEOROLÓGICOS	30
2.2.2. DENGUE	34
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	41
2.4. HIPÓTESIS	43
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	43
2.5. VARIABLES	43
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	43
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	43
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
CAPÍTULO III.....	45
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.1.1. ENFOQUE	45
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	45
3.1.3. DISEÑO	45
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.2.1. POBLACIÓN.....	46
3.2.2. MUESTRA	46
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	47
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	48
CAPITULO IV	50
RESULTADOS	50

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	50
4.1.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN TOTAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE ENTRE LOS AÑOS 2013 – 2023.....	51
4.1.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE	55
4.1.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN MENSUAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE	67
4.2. SÍNTESIS DE LOS ANÁLISIS DE CORRELACIÓN	80
CAPITULO V	84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores climáticos	32
Tabla 2 Ejemplos de Alfavirus	38
Tabla 3 Técnicas e instrumentos de la recolección de datos	47
Tabla 4 Correlación de Rho Spearman entre los parámetros meteorológicos (precipitación acumulada, temperatura promedio y humedad relativa promedio) total frente a la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023	80
Tabla 5 Correlación de Rho Spearman mensual y anual entre los parámetros meteorológicos frente a la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida del mosquito <i>Aedes aegypti</i>	36
Figura 2 Patrón de transmisión	37
Figura 3 Secuencia de la enfermedad del dengue	39
Figura 4 Flujograma de procesos del proyecto de investigación	49
Figura 5 Casos de dengue anuales en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013 – 2023.....	50
Figura 6 Análisis de relación lineal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023.....	51
Figura 7 Análisis de relación lineal entre la temperatura promedio total (°C) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023.....	52
Figura 8 Análisis de relación lineal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023.....	52
Figura 9 Análisis de relación temporal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023	53
Figura 10 Análisis de relación temporal entre la temperatura promedio total (°C) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023	53
Figura 11 Análisis de relación temporal entre la humedad relativa promedio total (%) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023	54
Figura 12 Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	55

Figura 13 Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	55
Figura 14 Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	56
Figura 15 Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	56
Figura 16 Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	57
Figura 17 Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	57
Figura 18 Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	58
Figura 19 Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	58
Figura 20 Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	59
Figura 21 Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	59
Figura 22 Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	60

Figura 23 Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	60
Figura 24 Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	61
Figura 25 Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	61
Figura 26 Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	62
Figura 27 Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	62
Figura 28 Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	63
Figura 29 Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	63
Figura 30 Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	64
Figura 31 Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	64
Figura 32 Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	65

Figura 33 Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	65
Figura 34 Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	65
Figura 35 Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	66
Figura 36 Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	67
Figura 37 Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	67
Figura 38 Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	68
Figura 39 Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	68
Figura 40 Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023.....	69
Figura 41 Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	69
Figura 42 Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	70

Figura 43 Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	70
Figura 44 Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	71
Figura 45 Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	71
Figura 46 Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	72
Figura 47 Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	72
Figura 48 Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	73
Figura 49 Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	73
Figura 50 Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	74
Figura 51 Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	74
Figura 52 Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023	75

Figura 53 Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	75
Figura 54 Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	76
Figura 55 Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	76
Figura 56 Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023.....	77
Figura 57 Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023	77
Figura 58 Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023	78
Figura 59 Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023	78
Figura 60 Mapa de calor de la correlación entre los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las 4 provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023	80
Figura 61 Mapa de calor de la correlación entre los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013 - 2023.....	82

RESUMEN

La presente investigación titulada “Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023” expuso como propósito principal analizar la relación entre los parámetros meteorológicos (precipitación acumulada, temperatura promedio y humedad relativa promedio) de forma total y en periodos anuales y mensuales, en cuatro provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco. La metodología correspondió a un estudio sin intervención, retrospectivo, de tipo transversal y analítico, se contempló como población a los habitantes contagiados de la región de Huánuco y como muestra, se tomó en cuenta a las cuatro provincias que presentaron mayor incidencia de casos de dengue entre los años 2013 – 2023. Los resultados indicaron que nivel general, se encontró una correlación positiva baja con la precipitación ($p = 0,321$), moderada con la temperatura ($p = 0,444$) y muy baja con la humedad ($p = 0,131$). Por provincias, la precipitación se asoció significativamente con la prevalencia en Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, mientras que la temperatura y la humedad solo fueron significativas en Puerto Inca. A nivel mensual, Leoncio Prado mostró correlaciones altas con la precipitación ($p = 0,937$) y la humedad ($p = 0,881$), y Huamalíes una correlación negativa con la temperatura ($p = -0,601$). En conclusión, las variables meteorológicas, especialmente la temperatura y la precipitación, influyen en la prevalencia del dengue en Huánuco, aunque su efecto varía según la provincia y la escala temporal analizada.

Palabras claves: dengue, parámetros meteorológicos, precipitación acumulada, temperatura promedio, humedad relativa, análisis temporal.

ABSTRACT

The present research, entitled “Relationship Between Meteorological Parameters (Temperature, Precipitation, and Humidity) and the Incidence of Dengue Cases in Four Provinces of the Huánuco Region, 2013–2023”, aimed to analyze the relationship between meteorological parameters (accumulated precipitation, average temperature, and average relative humidity) both in total and by annual and monthly periods, across four provinces: Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes, and Huánuco. The methodology corresponded to a non-interventional, retrospective, cross-sectional, and analytical study. The population consisted of individuals infected with dengue in the Huánuco region, and the sample included the four provinces with the highest incidence of dengue cases between 2013 and 2023. The results indicated that, at the general level, there was a low positive correlation with precipitation ($\rho = 0.321$), a moderate correlation with temperature ($\rho = 0.444$), and a very low correlation with humidity ($\rho = 0.131$). At the provincial level, precipitation was significantly associated with dengue prevalence in Puerto Inca, Huamalíes, and Huánuco, while temperature and humidity were only significant in Puerto Inca. On a monthly scale, Leoncio Prado showed strong correlations with precipitation ($\rho = 0.937$) and humidity ($\rho = 0.881$), and Huamalíes showed a negative correlation with temperature ($\rho = -0.601$). In conclusion, meteorological variables—especially temperature and precipitation—influence the prevalence of dengue in Huánuco, although their effect varies depending on the province and the temporal scale analyzed.

Keywords: dengue, meteorological parameters, accumulated precipitation, average temperature, relative humidity, temporal analysis.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el dengue se ha erigido como una de las afecciones virales más extendidas en diversas partes del mundo, afectando gravemente el bienestar colectivo y el progreso sustentable de los territorios vulnerables. El Perú, debido a su emplazamiento geográfico y particularidades atmosféricas, es uno de los países latinoamericanos donde esta enfermedad ha incrementado su incidencia, por lo general en aquellas regiones que presentan climas cálidos y húmedos. La región de Huánuco, situado en la parte centro-oriental del país, ha evidenciado una propagación significativa de brotes de dengue, especialmente en provincias como Leoncio Prado y Puerto Inca, donde los factores ambientales y sociodemográficos generan circunstancias idóneas para el auge del mosquito *Aedes aegypti*, vector primordial del patógeno.

Estudios previos han puesto de manifiesto que variables meteorológicas como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa tienen un efecto directo sobre el desarrollo biológico del vector y la dinámica de transmisión viral. Estas investigaciones han sido mayormente generales o nacionales. Sin embargo, en el contexto regional, son escasos los análisis sistemáticos que relacionen estas variables con la incidencia del dengue en un marco espacio-temporal concreto. Por ello, se vuelve necesario analizar estas relaciones en contextos más localizados que permitan proyecciones y estrategias más ajustadas a la realidad de cada zona.

La presente investigación se propone examinar la asociación existente entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, a lo largo del intervalo temporal comprendido entre 2013 y 2023. Estas provincias fueron seleccionadas debido a que presentaron los mayores niveles de incidencia durante los últimos años, lo cual permite identificar posibles patrones climáticos asociados a los brotes epidémicos.

La investigación se sustenta en un enfoque cuantitativo, de tipo correlacional, retrospectivo, transversal y analítico. Se emplearon datos

secundarios provenientes de sensores remotos y bases institucionales, así como registros oficiales de casos de dengue. Con ello, se espera identificar patrones y asociaciones significativas que contribuyan a la comprensión de los determinantes que influyen en la diseminación del dengue en la región de Huánuco.

Este estudio busca no solo aportar evidencia científica relevante sobre los factores climáticos asociados al dengue en la región de Huánuco, sino también ofrecer insumos útiles destinado a la elaboración de directrices para la prevención y el control de enfermedades transmitidas por vectores, especialmente en un contexto de cambio climático que tiende a intensificar las condiciones que favorecen la expansión de estas enfermedades.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para Marques et al. (2014) el dengue constituye uno de los problemas prioritarios de salud pública en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Se define como una virosis propagada por mosquitos o zancudos que se propaga con gran rapidez, con una incidencia global que ha aumentado 30 veces en las últimas cinco décadas. Por ello, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente se registran entre 50 y 100 millones de infecciones por dengue, o tal vez incluso más, y cerca de la media parte de la población mundial reside en territorios donde la enfermedad es endémica. Según un informe reciente basado en modelos, la incidencia global anual es aproximadamente cuatro veces mayor que la cantidad de casos estimados por la OMS.

La infección por el virus del dengue es diseminada mediante vectores artrópodos, con predominio del mosquito *Aedes aegypti* y secundariamente por el mosquito *Aedes albopictus*. Posee una tasa de infección más alta en áreas tropicales y subtropicales y representa una amenaza global para alrededor de cuatro mil millones de habitantes de más de 141 países. Se ha estimado que la carga global de la enfermedad alcanza cerca de 390 millones de casos al año de casos de dengue con 25.000 muertes en todo el mundo (Brady et al., 2014). Agregando que, gran parte de los casos de dengue provienen de los territorios pertenecientes al Sudeste Asiático y al Pacífico Occidental (Bhatt et al., 2013).

Esta patología de origen viral transmitida por mosquitos del género *Aedes*, supone una dificultad para la salud pública en la región de Huánuco. Debido a que dicha región, cuenta con provincias que se encuentran definidas principalmente por su clima subtropical húmedo, proporcionando de esta manera, las condiciones ambientales propicias para el aumento poblacional del mosquito vector *Aedes aegypti* y la propagación del virus del dengue entre la población local. Razón por la cual, el dengue se ha convertido en una

preocupación constante para las autoridades de salud y la comunidad en general debido a su impacto en la salud humana, la carga económica y los desafíos en la gestión de recursos sanitarios (Malavige et al., 2023).

La incidencia del dengue en la región de Huánuco ha registrado fluctuaciones relevantes durante el año más reciente, con brotes periódicos que generan un aumento repentino de casos y tensiones en el sistema de salud local. Esta variabilidad en la incidencia del dengue está influenciada por una serie de factores, entre los que se incluyen aspectos socioeconómicos, demográficos y ambientales.

Los factores meteorológicos desempeñan un papel crucial en el ciclo de vida del mosquito *Aedes aegypti* y en la dinámica de transmisión del virus del dengue. Las variables meteorológicas, incluyendo la temperatura, la humedad y la pluviosidad, influyen sobre la reproducción y la supervivencia y la actividad del mosquito vector, así como la replicación viral dentro del mosquito y su transmisión a los seres humanos. Los cambios en estas variables meteorológicas pueden influir en la densidad del mosquito, la distribución geográfica del dengue y la intensidad de los brotes epidémicos en la región de Huánuco (Arbo et al., 2022).

Sin embargo, los mosquitos no sólo dependen de la temperatura, sino que también son muy adaptables: estos insectos pueden ajustarse a temperaturas y humedad adversas aprovechando microambientes como contenedores y desagües (y, como resultado, pueden pasar el invierno en lugares que teóricamente son demasiado fríos para los mosquitos). Muchos otros factores son cruciales en la evolución de transmisión. Por ejemplo, la fiebre del dengue está muy influida por la estructura de la casa, el comportamiento humano y las condiciones socioeconómicas generales (McMichael et al., 2003).

Por ende, a pesar de la evidente relación entre el dengue y los factores meteorológicos, aún persisten brechas en nuestra comprensión de esta interacción en el contexto específico de Huánuco. La falta de estudios detallados y análisis integrados que examinen la relación de las variables

climáticas en la epidemiología del dengue limita nuestra capacidad para desarrollar estrategias efectivas de prevención y control en la región.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se relacionan los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) con la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Qué grado de relación existe entre los casos de dengue y las variaciones de los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) en cuatro provincias de la región de Huánuco?

¿Cómo se relaciona la temperatura promedio con la incidencia de casos de dengue en un contexto espacial y temporal en las cuatro provincias de la región de Huánuco?

¿Cuál es la relación entre la precipitación y la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco?

¿En qué medida se correlacionan los niveles de humedad relativa con la incidencia de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el grado de relación entre los casos de dengue y las variaciones de los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) en cuatro provincias de la región de Huánuco.

Analizar la relación de la temperatura promedio con la incidencia de casos de dengue en un contexto espacial y temporal en cuatro provincias de la región de Huánuco.

Evaluar la relación entre la precipitación y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco.

Analizar la correlación entre los niveles de humedad relativa con la incidencia de casos dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La realización de esta tesis fue de gran consideración porque nos permitió poseer mayor conocimiento sobre una de las más relevantes problemáticas que actualmente están afrontando diversas regiones del país. En tiempos recientes, la frecuencia de casos de dengue en nuestro país presentó un incremento preocupante, convirtiéndose en un gran desafío de salud pública que requiere de una pronta atención efectiva.

La justificación de esta investigación se centró en el requerimiento de aportar más información a los conocimientos existentes en cuanto a la relación entre la incidencia de casos de dengue y los factores meteorológicos específicos en cuatro provincias de la región de Huánuco. Sin embargo, a pesar de que se han realizado estudios previos sobre el dengue en Perú, pocos han abordado de manera integral la influencia de las condiciones climáticas locales en la dinámica de la enfermedad en esta región específica.

Además, esta investigación aporta al progreso del saber científico en el ámbito de la epidemiología del dengue, proporcionando datos empíricos que podrán ser utilizados para validar modelos predictivos y desarrollar herramientas de monitoreo y alerta temprana.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Entre las limitaciones que se encontraron durante el progreso del estudio implicó la escasa información de los antecedentes nacionales y locales correspondiente a los estudios realizados sobre la vinculación entre los factores meteorológicos y la incidencia de casos de dengue en las provincias

de la región de Huánuco. De esta manera se corroboró que a nivel nacional y específicamente en la región de Huánuco se efectuaron escasos estudios de investigación relacionados a las causas de la expansión del vector *Aedes aegypti*.

Asimismo, debido a falta de precisión en la ubicación de presencia de casos de dengue, se hallaron dificultades durante la proyección de las coordenadas de las direcciones de los hogares de las personas infectadas, principalmente de los sectores más retirados de los entornos urbanos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable porque se contó con los datos epidemiológicos obtenidos de la Dirección Regional de Salud de Huánuco, así como los datos meteorológicos que se obtuvieron desde la plataforma web Google Earth Engine, el cual contiene diversas bases de datos actualizados de fuentes confiables, entre ellos, provenientes de la NASA, para la elaboración de los análisis requeridos en la investigación.

La presente tesis contó con los recursos económicos disponibles que fueron financiados por la tesista.

Asimismo, se recibió respaldo y asesoramiento de profesionales poseedores de la experticia y del saber especializado en el tema, y la experiencia en el manejo de programas estadísticos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Islam et al. (2023), en su artículo científico: “Correlación entre el dengue y los factores meteorológicos en Bangladesh: una preocupación de salud pública”, Int J Environ Res Public Health, Bangladesh. Precisaron como objetivo averiguar de qué manera se correlacionaron los factores meteorológicos con la cantidad de casos de dengue en Bangladesh. La metodología consistió en la aplicación de cuatro modelos estadísticos para comprobar la relación entre los casos positivos de dengue y los parámetros meteorológicos. Los resultados obtenidos de la media de casos de DENV oscila entre 0 y 52.636 casos confirmados diarios. Según los datos obtenidos del coeficiente de correlación de rango de Spearman entre las variables climáticas y la incidencia del dengue indicó que no existe una relación sustancial entre los casos diarios de dengue y la velocidad del viento, la temperatura y la presión superficial (rho de Spearman; $r = -0,007$, $p > 0,05$; $r = 0,085$, $p > 0,05$; y $r = -0,086$, $p > 0,05$). En el modelo ARIMAX y GA, la temperatura y la humedad relativa mostraron una correlación positiva con los casos de dengue. Por lo tanto, se concluye que la temperatura y las precipitaciones se encuentran asociadas con una asociación positiva y de relevancia estadística respecto a los casos de dengue en todas las estaciones.

Faruk et al. (2022), en su artículo científico titulado: “Impacto de los factores ambientales en la propagación del dengue en Sri Lanka”, Department of Statistics, Noakhali Science and Technology University, Bangladesh. Presentaron como objetivo investigar el impacto de los cambios ambientales, estacionales y espaciales en la proliferación del dengue en Sri Lanka. La metodología incluyó el uso de datos secundarios sobre la infección mensual por dengue y los promedios

mensuales de los parámetros ambientales de 26 regiones de Sri Lanka entre el año 2015 al 2019. Se emplearon pruebas estadísticas como la tau_b de Kendall, rho de Spearman y H de Kruskal-Wallis, así como análisis bivariados. Los resultados revelaron que la precipitación (odds ratio: 0,97, $p < 0,05$), la humedad (odds ratio: 1,05, $p < 0,01$) y la presión del aire (odds ratio: 1,46, $p < 0,01$) tuvieron un impacto significativo en la propagación del dengue en Sri Lanka, concluyendo que la estación climática ejerció una influencia significativa en la transmisión del dengue, con una tasa de infección más alta (odds ratio: 1,46, $p < 0,01$).

Seah et al. (2021), en su artículo científico: “Los efectos de la temperatura ambiente máxima y las olas de calor sobre las infecciones por dengue en la ciudad-estado tropical de Singapur: un análisis de series temporales”, Singapur. Presentó como objetivo analizar la relación a corto plazo entre la temperatura máxima, las olas de calor y las infecciones por dengue en Singapur, a través del análisis de series temporales ambientales utilizando datos de 2009 a 2018. Como metodología se aplicó la regresión binomial negativa y un modelo de retardo distribuido no lineal para examinar las asociaciones inmediatas y retardadas entre la temperatura extrema, las olas de calor y las infecciones por dengue en una escala semanal. Los resultados demostraron que la temperatura máxima y las infecciones por dengue mostraban una relación parabólica. Un ascenso térmico de 1 °C en el valor máximo registrado desde 31 °C se asoció con una disminución del 13,1 % en el riesgo acumulado de infecciones por dengue durante seis semanas. Las semanas con cuatro días de ola de calor mostraron una reducción general del 28,3 % en comparación con las semanas sin días de ola de calor. En conclusión, se observó una menor incidencia de dengue durante períodos de calor extremo.

Singh et al. (2022), en su artículo científico: “Los efectos de los factores meteorológicos en los casos de dengue en Malasia”, Malasia. Tuvieron como objetivo principal verificar la autenticidad inicial de las cifras de temperatura, velocidad del viento y precipitación obtenidos a través de observaciones satelitales (EO). Como metodología se hizo uso

del coeficiente de correlación de rango de Spearman (ρ) con el fin de examinar la magnitud de la correlación entre los datos de EO y los casos de dengue durante varios períodos. Los resultados mostraron que la temperatura presentaba la correlación más fuerte, con un coeficiente medio de $\rho = 0.779$, seguida por la precipitación (media $\rho = 0.687$) y la velocidad del viento (media $\rho = 0.639$). Se detectaron correlaciones positivas entre los casos semanales de dengue y la precipitación en Selangor y Petaling en todos los períodos estudiados. De igual modo, se detectaron asociaciones positivas y relevantes desde el punto de vista estadístico entre los casos semanales de dengue y la temperatura en Kelantan y Kota Baharu durante todos los períodos, mientras que en Selangor y Petaling se observaron correlaciones negativas significativas entre los casos de dengue y la temperatura. En resumen, se identificaron correlaciones moderadas a fuertes entre las variables meteorológicas obtenidas tanto de EO como de estaciones terrestres, respaldando la viabilidad del uso de datos satelitales como una alternativa oportuna para monitorear las condiciones climáticas.

Herath et al. (2022), en su artículo científico denominado: “Modelos de predicción basados en el clima para la prevalencia de los vectores del dengue *Aedes aegypti* y *Ae. Albopictus*”, Sri Lanka. Presentaron como propósito examinar la distribución temporal y espacial de los mosquitos vectores del dengue en cuatro áreas específicas: Bandaranayakapura urbana, Galgamuwa semiurbana y Buluwala rural en el distrito de Kurunegala en Sri Lanka. Aplicaron encuestas mensuales usando ovitrampas y larvas desde enero hasta diciembre de 2019 en zona rural, y hasta diciembre de 2021 en la zona urbana. Se encontró que *Aedes aegypti* estaba presente de manera moderada en el área urbana, en menor magnitud en la semiurbana y ausente en la zona rural. Mientras que *Aedes albopictus* mostraba preferencia por las áreas rurales sobre las urbanas. El *Ae. aegypti* tenía una preferencia por la reproducción en interiores, mientras que *Ae. albopictus* mostraba preferencia tanto por interiores como por exteriores. Los resultados indicaron que, para *Ae. albopictus*, el índice de ovitrap (OVI), el índice de premisa (PI), el índice

de contenedor (CI) y el índice de Breteau (BI) correlacionaban tanto con la precipitación (RF) como con la humedad relativa (RH) en el área urbana. Las correlaciones más fuertes se observaron entre OVI y RH, así como entre BI y RF. Se ejecutó un análisis de regresión lineal y se desarrolló un modelo de predicción mediante el uso de BI y RF sin retraso temporal, así como otro modelo utilizando OVI y RH con un retraso de un mes. En conclusión, se encontraron correlaciones sólidas entre OVI y RH, así como entre BI y RF.

Cano-Pérez et al. (2022), en su artículo científico: “Factores climáticos e incidencia del dengue en Cartagena, Región Caribe colombiana”, Colombia. Su objetivo fue examinar la conexión entre los casos de dengue y los elementos climáticos y macroclimáticos. Emplearon un enfoque ecológico y realizaron análisis bivariados y de series de tiempo durante los meses con y sin retraso. Los datos recopilados entre los años 2008 y 2017 provinieron del sistema nacional de vigilancia y estaciones meteorológicas. Se observó que la temperatura media (con un coeficiente de variación (CV) del 2,8%) y la humedad (CV = 6,2%) mostraron una variabilidad baja en comparación con los días de lluvia (CV = 92,1%) y la precipitación (CV = 118,2%). En conclusión, se logró encontrar una correlación significativa entre la temperatura, la humedad y la precipitación con la aparición de casos de dengue tanto en meses con retraso como sin él, mientras que los fenómenos macroclimáticos no parecieron desempeñar un papel de gran importancia en la dinámica de la enfermedad en la ciudad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Charette et al. (2020), en su artículo científico: “Incidencia del dengue y condiciones sociodemográficas en Pucallpa, Amazonía peruana: ¿qué papel desempeña la modificación de la relación dengue-temperatura?”, Ucayali, Perú. El estudio tuvo como finalidad evaluar en la segunda urbe más grande de la Amazonía peruana la intensidad y orientación del cambio sociodemográfico del vínculo temperatura-dengue para identificar grupos poblacionales que podrían haber incrementado su vulnerabilidad al dengue en circunstancias climáticas

cambiantes. Para esto, utilizaron como enfoque los recuentos semanales de dengue y las variables meteorológicas promediadas para examinar la asociación entre la incidencia de la enfermedad, las exposiciones meteorológicas y los factores modificadores sociodemográficos (sexo, edad y distrito) en modelos de regresión binomial negativa. Los resultados revelaron que ser niño pequeño o anciano, ser mujer y residir en el distrito de Manantay aumentaba la tasa de incidencia (TIR) del dengue como consecuencia de un aumento de 1 °C en la temperatura media semanal (TIR = 2,99, IC 95%: 1,99). -4.50 para mujeres menores de 5 años y TIR = 2.86, IC 95%: = 1.93–4.22 para mujeres mayores de 65 años, ambas estimaciones válidas para la época de lluvias). Se concluyó que el impacto de la temperatura en el dengue variaba según la estación, siendo más pronunciado durante los periodos de lluvias.

Mills & Donnelly (2023), en su artículo científico: “Modelización y pronóstico del dengue basados en el clima en tres regiones endémicas del Perú”, Universidad de Oxford, Reino Unido. Tuvo como objetivo ahondar en el pronóstico de la incidencia y brotes de dengue mediante modelos climáticos entre 2018 y 2021. Crearon un marco de modelo espaciotemporal bayesiano basado en el clima generaron pronósticos climáticos de la incidencia de dengue con un mes de anticipación. Su modelo logró capturar con precisión las tendencias espaciotemporales en las tasas de incidencia, con el 94,7% de las observaciones dentro de los intervalos de credibilidad del 95% de sus predicciones. Identificaron un mayor riesgo de dengue asociado con temperaturas máximas más altas, precipitaciones extremas, sequía acumulada y señales de El Niño de gran magnitud. Las estimaciones probabilísticas de superación de umbrales de brote identificaron correctamente el 70% de las observaciones de incidencia de dengue superiores a 50 (150) por cada 100.000, con una tasa de falsas alarmas del 2% (1%). En cuanto a los pronósticos, el 93,9% de las observaciones estaban dentro de los intervalos de credibilidad del 95% de las predicciones, y el marco permitió la detección del 58% (60%) de los brotes con tasas de incidencia

superiores a 50 (150) por cada 100.000, con una tasa de falsas alarmas del 2% (0%). En conclusión, las asociaciones con temperaturas máximas más altas, precipitaciones intensas y señales de El Niño indicaron que tales condiciones climáticas fomentaron una mayor abundancia y/o actividad del vector del dengue (*Aedes aegypti*). De igual manera, la sequía acumulada puede haber influido en la disponibilidad de agua y la supervivencia de los huevos del *Aedes aegypti*. El vínculo con el Índice Costero de El Niño mostró que las anomalías de temperatura de la superficie del mar produjeron condiciones propicias para una incidencia elevada de dengue después de uno a cuatro meses.

Vilca (2020), en su tesis titulada: “Relación de la variación climática, en la morbilidad por dengue en la ciudad de Rioja, Región San Martín, 2014 – 2018”, Universidad Nacional de San Martín. El principal propósito de su estudio consistió en investigar la asociación entre la variabilidad climática y la incidencia de dengue en la localidad de Rioja. El enfoque metodológico adoptado es de tipo básico, con un grado de análisis correlacional, y se emplea un diseño de investigación descriptivo correlacional para evaluar la magnitud de la asociación entre las variables bajo estudio por medio de la prueba de Pearson. Los datos de precipitación y temperatura fueron provenientes de la estación meteorológica de la provincia de Rioja, mientras que los registros de casos de dengue fueron obtenidos del área de Saneamiento Ambiental de la RED de Servicios de Salud Rioja de la DIRESA San Martín. La premisa de la investigación planteaba la posible correlación entre las variaciones climáticas (temperatura y lluvia) y los casos de dengue documentados entre 2014 y 2018. Los resultados indicaron que no había relación entre la precipitación y los casos de dengue, ni tampoco con la temperatura media. Por lo tanto, se infiere que, durante el período analizado, las fluctuaciones climáticas, específicamente la temperatura y la precipitación, no poseen gran influencia en la incidencia de casos de dengue en la ciudad de Rioja.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Crispin (2022), en su tesis titulada: “Factores ambientales y distribución espacio-temporal de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) en Tingo María, 2015 – 2019”. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huánuco. Presentó como propósito de su investigación calcular la relación de *Aedes aegypti* con los elementos ecológicos y su difusión espacio-temporal en Tingo María (2015 – 2019). El enfoque metodológico correspondió a un diseño correlacional donde se evaluaron los índices entomológicos: Índice Aédico (IA), Índice de Breteau (IB), Índice de Recipiente (IR), Índice de Densidad de Huevos (IDH) e Índice de Ovitrapas Positivas (IOP), así como los factores ambientales: precipitación, temperatura y humedad relativa mediante el ANOVA, correlación de Pearson diagramas de Walter-Lieth, Regresión Lineal Múltiple y mapas de riesgo entomológico. Durante el intervalo de los años 2015-2019 se identificaron estaciones secas desde el mes de junio hasta septiembre y en las fases húmedas del año en los demás meses con condiciones climáticas típicas del clima tropical; y la distribución espacio-temporal de *A. aegypti* mostró IA superiores al 2% y más de 150 huevos en los seis sectores epidemiológicos. Además, la temperatura mínima ($R=0,39$) y la humedad relativa ($R=0,41$) presentaron una correlación positiva débil ($p<0,01$) con el IA, IB, IR e IDH. En resumen, se concluye que en Tingo María se observó una variación temporal relevante en el IA, IB, IR e IDH; se destacaron estaciones secas y húmedas pronunciadas; y la repartición del vector exteriorizó una inseguridad entomológica Alto y Muy Alto. Además, la humedad relativa y la temperatura mínima manifestaron una mayor correlación con los índices entomológicos y dieron a conocer los coeficientes obtenidos tras el ajuste de los modelos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FACTORES METEOROLÓGICOS

Ledesma (2011), señala que los componentes biológicos, conocidos como organismos vivos, constituyen los elementos fundamentales de nuestro entorno ambiental, el ambiente biológico, es decir, la totalidad de factores externos que influyen en el desarrollo y la existencia de todas las formas de vida comprendiendo los seres humanos, animales y plantas, incluyendo también los factores meteorológicos como el calor, la temperatura, la humedad, la dirección y fuerza del viento, la precipitación, la nubosidad, etc.

Cada uno de estos factores constituye lo que denominamos un subsistema y todos se interaccionan entre sí, ya sea los que relacionan animales con plantas, animales con animales, plantas con plantas, como físicos por intercambios de flujos de materia relativos a flujos de humedad, gases y partículas, como por flujos de energía como por ejemplo los de radiaciones electromagnéticas y los de calor. El conjunto de interacciones entre todos los subsistemas del medio ambiente constituye lo que conocemos como Sistema Climático Terrestre. El tiempo climático es una combinación de temperatura, humedad, viento y precipitaciones. Se expresa en valores numéricos convencionales obtenidos por los instrumentos utilizados y son el resultado de interacciones físicas en la atmósfera y la superficie terrestre. (Ledesma, 2011)

En el ámbito de la Meteorología, la Climatología se centra en la observación, análisis y comprensión del clima, sus analogías, clasificación y distribución geográfica. La estadística es fundamental en climatología para formular analogías y repeticiones de los estados de la atmósfera y ofrece recursos para obtener valores medios o más probables del conjunto de factores meteorológicos anuales, estacionales o periódicos, frecuencia y secuencia de aparición. (Ledesma, 2011)

Los factores que intervienen están correlacionados y son:

- a) La radiación solar que controla los demás. El término clima tiene proveniencia griega que significa inclinación, en este caso de los rayos solares. En la Tierra la temperatura disminuye desde el Ecuador al polo siguiendo los paralelos geográficos. En la zona ecuatorial los rayos solares son casi perpendiculares a la Tierra al mediodía. Cuanto más nos apartamos hacia los polos, los rayos solares inciden más inclinados y la magnitud de energía captada por unidad de superficie se va reduciendo.
- b) Las características de la superficie. La principal diferencia entre los climas marítimos y continentales radica en la amplitud de la oscilación térmica anual. En las regiones continentales, las temperaturas suelen ser muy elevadas durante el verano y muy bajas en invierno. En contraste, en las zonas costeras los inviernos tienden a ser más templados y los veranos más moderados.
- c) La circulación general de la atmósfera. Aunque todavía no se conoce con la precisión deseada se sabe que no es caótica. Latitudes medias los vientos del W arrasan las borrascas hacia el E en ambos hemisferios.
- d) La orografía. Las montañas estimulan los movimientos verticales ascendentes y descendentes aumentando la precipitación a barlovento. Además, la radiación solar aumenta con la altura por disminución de más y más vapor de agua que absorbe la radiación solar incidente.

Para Tejerina (2015), al enfocarse en las condiciones climatológicas se refiere como la manifestación del comportamiento dinámico de la atmósfera en un lugar y momento específicos. El movimiento atmosférico, al redistribuir la energía térmica y la masa de aire, provoca variaciones espaciales y temporales en factores como la temperatura, la presión y la humedad, etc. Esto da lugar, en un momento y ubicación determinados, a condiciones de calor o frío, sequedad o humedad, nubosidad o cielos despejados.

Entre las condiciones climatológicas de mayor relevancia se encuentran: viento, lluvia, humedad, temperatura y presión. Para lo cual es necesario definir las brevemente:

Tabla 1

Factores climáticos

Factores	Definición
Viento	Desplazamiento de masas del aire en la atmósfera en movimiento horizontal.
Lluvia	Fenómeno atmosférico de tipo acuático que se produce cuando el vapor de agua en la atmósfera se condensa y cae por acción de la gravedad.
Humedad del aire	Cantidad de vapor de agua presente en el aire.
Temperatura del aire	Medida del grado de calor del aire en un punto específico y momento determinado.
Presión	Fuerza que ejerce la columna de aire por unidad de superficie sobre la Tierra debido a la gravedad.
Radiación solar	Espectro de radiación electromagnética procedentes del Sol.

Nota. En la Tabla N°1, se definen los principales factores climáticos. Fuente: Tejerina. M. UF1909 - Toma de muestras de contaminantes atmosféricos, 2015, P, 26.

Xue-sheng (2014) explica que los factores ambientales incluyen que la vida humana está estrechamente ligada a factores tanto naturales como sociales. Estos abarcan las condiciones climáticas y geográficas, así como las circunstancias de vida y las actividades laborales diarias. El entorno natural y social ejerce una influencia constante sobre las personas, condicionando sus procesos fisiológicos y su susceptibilidad a diversas enfermedades. Desde la perspectiva ambiental, dichos factores inciden principalmente de dos formas: propiciando la generación de agentes patógenos y facilitando su propagación.

Entre los factores climáticos, la temperatura es definida como uno de los elementos más importantes y sensibles del clima, debido a que es el causante la circulación atmosférica e impulsor del sistema climático. (Quereda, 2005)

Según el IPCC de las Naciones Unidas pronostican que, en el año 2100, la temperatura global ascenderá entre 1.8 °C y 4 °C y el nivel del mar se incrementará de 18 a 59 centímetros. Estos cambios pueden ser perjudiciales para la salud humana debido a la alteración de la localización espacial y la periodicidad estacional de algunas patologías de origen infeccioso, principalmente las transferidas por medio del agua y vectores; del mismo modo se amplificarán los fenómenos meteorológicos extremos aumentando la morbilidad y mortalidad que tengan relación con el calor. (Burgos, 2019)

2.2.1.1. Cambio climático

Gonzales & Pineda (2024) detallan que las alteraciones climáticas originadas por la acción humana inciden en la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos y de los eventos extremos en todas las regiones del mundo. En los últimos dos siglos, la influencia antropogénica observada en el calentamiento global y en las transformaciones del sistema climático, no tienen precedentes.

Petit & Prudent (2010) comentan que las modificaciones climáticas, caracterizadas por el incremento de las temperaturas y las alteraciones en los niveles de humedad, pueden ocasionar efectos relevantes sobre los vectores que intervienen en la transmisión de múltiples enfermedades infecciosas, entre ellas, la fiebre del dengue. La dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores es compleja y está determinada por múltiples factores, que incluyen: los propios vectores (mosquitos en el caso del dengue), los patógenos (virus del dengue), los huéspedes (seres humanos) y las condiciones medioambientales. Las modificaciones climáticas pueden favorecer el fortalecimiento de los insectos vectores, incrementando su densidad poblacional, su tasa de supervivencia y su esperanza de vida.

Burgos (2019) también prevé que la desnutrición, las enfermedades diarreicas, el dengue y la malaria presentan una gran sensibilidad debido al clima, razón por la cual se acrecentarán con el actual cambio climático global.

De igual manera Liu-Helmerson et al. (2014), afirma que el cambio climático puede ser un contribuyente significativo. El tiempo y el clima son factores importantes para determinar el comportamiento de los mosquitos y la eficacia de la transmisión del virus del dengue. Además, pueden influir en las defensas del huésped, los vectores, las enfermedades patógenas y los hábitats. El dengue ha demostrado su capacidad de propagarse de manera fácil a través del calentamiento global, el cual permite que se amplíe la distribución de las enfermedades por vectores y mediante el agua; al generar patrones cambiantes de lluvias y sequías, influye en las poblaciones y en las enfermedades transmitidas por vectores.

2.2.2. DENGUE

Según Chakraborty & Alcamo (2008), el dengue es una enfermedad infecciosa, en otras palabras, esta afección es suscitada por diminutos organismos patógenos (dañinos) y que al estar en contacto con una persona infectada puede llegar a contagiar o transmitirse de persona en persona. Para Crawford (2020) el virus del dengue se divide en cuatro tipos, los cuales son transmitidos a través de los mosquitos vector *Aedes aegypti* y *albopictus*. Asimismo, propuso que el virus apareció en Asia, debido a que estos cuatro tipos circulan mayormente por el continente asiático y solo el del tipo 2 se ubica en África.

Si bien Acha & Szyfres (2001) también menciona que el dengue se originó en Asia sudoriental y que el vector *Ae. Aegypti* es de origen africano. Investigadores del US Department of Health and Human Services et al. (1980), precisaron que el dengue logró expandirse hasta el sur y oeste del Pacífico, afectando diversas localidades de África tropical y América del Sur.

Según las investigaciones realizadas por Crawford (2020), la fiebre del dengue se extendió en las zonas costeras tropicales, causado por el comercio y múltiples viajes de navegación desde Asia. Asimismo, Chakraborty & Alcamo, (2008) explicaron que durante esa época las personas estuvieron expuestas a enfermedades ya sea por contacto

directo (a través del aire, agua contaminada y alimentos) o por contacto indirecto (a través de insectos chupadores de sangre portadores de enfermedades como mosquitos, pulgas y piojos). Además, a medida que los comerciantes, los merodeadores invasores y los ejércitos viajaban de ciudad en ciudad, introdujeron enfermedades y animales e insectos portadores de enfermedades. Como a menudo se lograba un equilibrio entre los organismos infecciosos y la población local, los portadores humanos de la infección, que a menudo no estaban enfermos, se convirtieron en fuentes importantes de propagación de enfermedades cuando entraban en contacto con poblaciones no inmunes.

2.2.2.1. Propagación del vector

Goldmisch (2020), determina que la deforestación e ineficaz urbanización que trae consigo la escasez de agua potable y cloacas impone a los habitantes a almacenar este recurso en recipientes mal cubiertos o en estanques expuestos a la intemperie, que benefician la reproducción de los insectos. Asimismo, considerando la mala gestión de los desechos, las deficientes condiciones de vivienda, la migración por la obtención de empleo, el turismo y la rapidez en los desplazamientos humanos provocan que millones de personas y mercancías crucen fronteras, facilitando el traslado de mosquitos y del virus desde las localidades endémicas hasta las áreas libres de enfermedad.

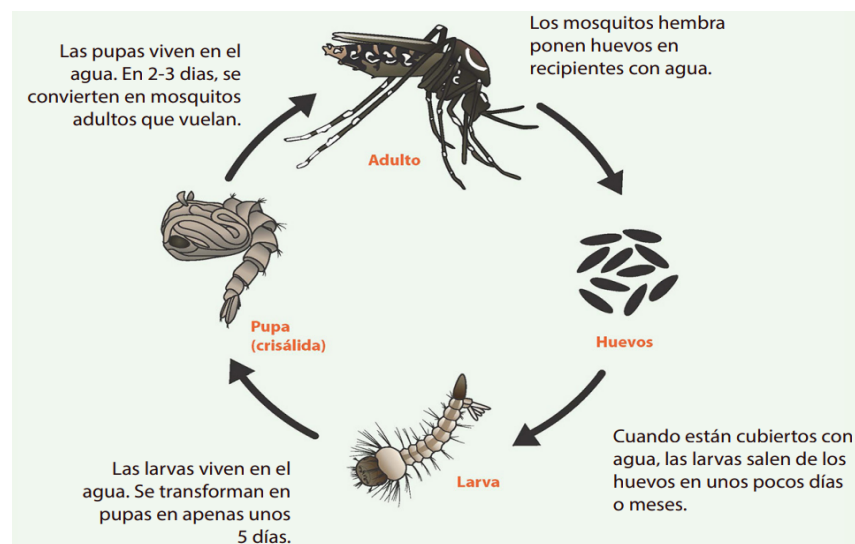
Para Chakraborty & Alcamo, (2008) la fiebre del dengue presenta un elevado potencial epidémico en cualquier territorio con presencia del vector competente. El *Aedes aegypti*, principal transmisor, muestra una dispersión geográfica significativa en áreas tropicales y subtropicales. La posibilidad de que una epidemia se origine a partir de un caso importado es considerable, dado que, durante los 5 o 6 días del periodo de incubación posterior a la picadura infectante, los síntomas característicos aún no se manifiestan. La elevada movilidad poblacional y la conectividad aérea entre áreas endémicas o epidémicas y zonas receptoras favorecen la importación de infecciones no diagnosticadas, las cuales pueden servir como reservorio humano para el vector y actuar

como catalizador de la transmisión autóctona. En el hemisferio occidental, donde la circulación del virus es endémica y, de forma intermitente, epidémica, especialmente en áreas caribeñas de alto flujo turístico, la alta densidad y distribución del *Aedes aegypti* confiere a los países de América del Norte, Central y del Sur una notable receptividad y vulnerabilidad frente al establecimiento y expansión de focos epidémicos, potenciando la competencia vectorial y aumentando la tasa de ataque en poblaciones susceptibles.

2.2.2.2. Ciclo biológico

Figura 1

Ciclo de vida del mosquito Aedes aegypti



Nota. La figura explica las etapas de vida del mosquito *Aedes Aegypti*. El ciclo comienza cuando el mosquito hembra adulto coloca sus huevos dentro de los recipientes con agua, al paso de unos días se convierten en larvas y después de 5 días habitando en el agua se transforman en pupas, quienes dentro de unos 2 a 3 días se convierten en mosquitos adultos. Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (2024).

2.2.2.3. Descripción del virus

2.2.2.3.1. Arbovirus

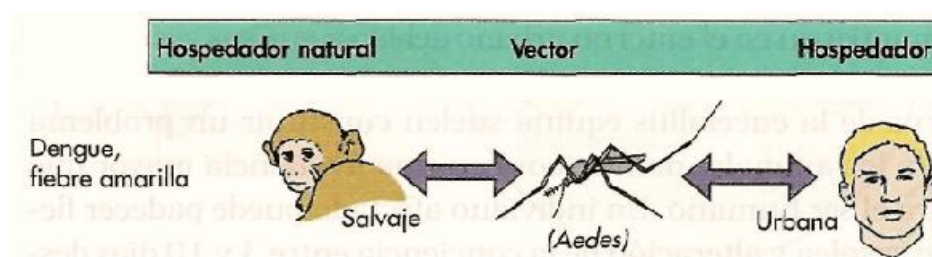
Adamo & Contigiani (2018), señalan que el término arbovirus, derivado del inglés Arthropod-Borne-Viruses, es una agrupación ecológica que se basa en la transmisión vectorial por artrópodos. Está conformado por conjuntos cuantiosos de virus que perduran en la naturaleza por medio de la trasmisión biológica entre un artrópodo

hematófago (vector) y un hospedador vertebrado propenso. Este tipo de virus principalmente pertenecen a las familias Togaviridae, Flaviviridae y Peribunyaviridae.

Asimismo, Monath (2020), explica que los arbovirus pueden transmitirse al hombre y a los animales domésticos por artrópodos en dos contextos diferentes. En el primer contexto, los humanos y animales domésticos pueden infectarse al ser picados por artrópodos infectados que salen de su nicho ecológico. Este proceso puede dar lugar a casos esporádicos, endémicos o incluso epidémicos. Y en el segundo contexto, una persona o un animal doméstico o salvaje infectado actúa como huésped amplificador, iniciando un ciclo urbano de transmisión del virus.

Figura 2

Patrón de transmisión



Nota. En la figura número 2, se muestra que tanto la persona como los animales pueden actuar como transmisor del virus. Fuente: Microbiología médica (2017).

2.2.2.3.2. Flavivirus

Murray (2017), explica que el flavivirus se clasifica como arbovirus puesto que se trasmite a través de artrópodos, sin embargo, contiene una gran variedad de hospedadores. El vector más habitual es el mosquito. Este virus puede provocar enfermedades sistémicas moderadas, encefalitis o enfermedades hemorrágicas.

El flavivirus se considera como arbovirus por su capacidad de comenzar una infección productiva persistente de las glándulas salivales del invertebrado que produce la cantidad suficiente de virus para infectar a otros animales anfitriones. El ser humano es de costumbre el anfitrión terminal, debido a que no vuelve a transmitir de

nuevo el virus hacia el vector, debido a no mantener una viremia estable.

Tabla 2

Ejemplos de Alfavirus

Enfermedad	Vector	Hospedador	Distribución	Enfermedad	
Flavivirus					
Dengue	Aedes	Ser humano, monos	A nivel global, con especial énfasis en las regiones tropicales	Cuadro moderado, caracterizado por fiebre intensa, síndrome del shock del dengue y dengue hemorrágico.	sistémico
Fiebre amarilla	Aedes	Ser humano, monos	África, América del Sur	Hepatitis, hemorrágica	fiebre

Nota. En la tabla número 2, se detallan ejemplos de enfermedades pertenecientes al Flavivirus. Fuente: Microbiología médica (2017).

2.2.2.4. Fases de la enfermedad

Según la Organización Panamericana de la Salud (2016), el desarrollo de la enfermedad del dengue comprende de las siguientes tres fases:

Fase Febril

Presenta una duración de 2 a 7 días, donde los pacientes presentan dolores corporales, enrojecimiento facial, cefalea e incluso una parte de los pacientes presentan disfunciones gastrointestinales. En esta etapa es complicado discernir el dengue de otras enfermedades, incluso es difícil detectar si las características clínicas progresarán a dengue grave.

Fase Crítica

Durante los primeros días de la enfermedad, la temperatura disminuye, preservándose alrededor de los 37,5 °C; además, al presentarse la incrementación de la permeabilidad capilar, se da el inicio de la fase crítica, en la cual se reabsorben los líquidos en una duración de 48 a 72 horas. Esta etapa se relaciona con las hemorragias y cambios

en el cálculo de glóbulos, que pueden llevar a hipoperfusión y choque hipovolémico si no se restablece la volemia.

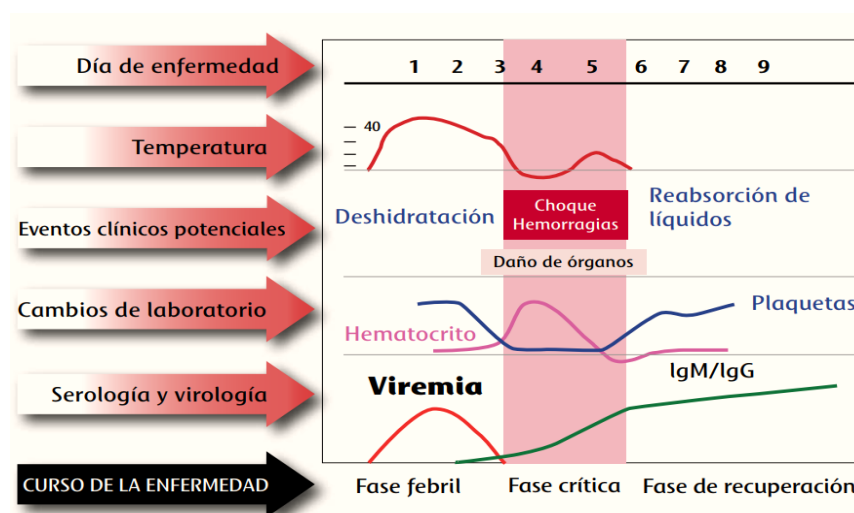
La progresión de la extravasación de plasma afecta la hemodinámica, ocasionando taquicardia y alteraciones en la presión arterial. Los signos de choque, que pueden incluir hemorragias graves, requieren atención inmediata para prevenir daños orgánicos. Por ello, la identificación temprana de signos de alarma es crucial para evitar complicaciones graves y mejorar la recuperación mediante un tratamiento adecuado.

Fase de Recuperación

Una vez que el paciente resiste la fase crítica, pasa a la fase de recuperación, el cual se caracteriza por la reabsorción gradual del líquido extravasado. En esta etapa, se mejora el estado general y el apetito, se estabiliza la hemodinámica y aumenta la diuresis. El hematocrito tiende a estabilizarse, mientras que el recuento de glóbulos blancos aumenta y las plaquetas se recuperan rápidamente. Sin embargo, se pueden presentar complicaciones respiratorias y derrame pleural debido a la administración excesiva de líquidos. Esto es riesgoso en pacientes con antecedentes de enfermedades renales o cardíacas.

Figura 3

Secuencia de la enfermedad del dengue



Nota. La figura muestra las fases del desarrollo de la enfermedad del dengue, los cuales se dividen en 3: fase febril, crítica y de recuperación. Fuente: Dengue: Guías para la atención de enfermos en la Región de las Américas (2016).

2.2.2.5. Distribución

El *Aedes aegypti* posee una distribución geográfica predominantemente comprendida entre los 40° de latitud norte y sur. Si bien se han registrado poblaciones más allá de estos límites, es probable que dichas incursiones correspondan a introducciones estacionales desde zonas templadas, con proliferación durante el verano y ausencia de supervivencia durante el invierno. Su amplia presencia, sumada a sus hábitos domésticos y a su notable capacidad de adaptación a entornos urbanos, lo posiciona como un vector de gran relevancia en la transmisión del dengue. En el hemisferio occidental, esta especie está presente en la totalidad de los países y territorios, siendo históricamente un vector común tanto del dengue como de la fiebre amarilla. Por tal motivo, ha sido objeto de campañas sistemáticas de control, así como de programas intensivos de erradicación. (US. Department of Health and Human Services et al.,1980).

Así también, Magalhães et al. (2023) explican que la distribución espacial y el impacto de esta enfermedad están determinados por una confluencia de factores ambientales que son necesarios para la sobrevivencia del vector (la temperatura, la precipitación y la humedad), pero los factores económicos (educación, comportamientos, conocimientos de la enfermedad, ocupación, ingresos y medios de vida), biológicos (inmunidad, estado de salud y edad), institucionales (acceso a la salud y al saneamiento ambiental, calidad de vida y estrategias de prevención institucional) también influyen en la expansión y control de la enfermedad.

La acelerada urbanización se reconoce como un factor asociado a la infección por dengue, particularmente en los países de ingresos medianos y bajos que presentan un clima tropical; dicha relación se explica por la invención de criaderos para el vector en zonas urbanas (juegos estancados o pozas para la alimentación), en países que no tienen infraestructura local, como condiciones de vivienda, sistemas sanitarios o de suministro de agua potable, para hacer frente a una población en aumento.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Dengue

Se definen como una enfermedad viral prevalente en regiones tropicales y subtropicales, transmitida por mosquitos, que trae consigo posibles brotes epidémicos. Su cuadro clínico típico incluye fiebre elevada acompañada de cefalea intensa, mialgias, artralgias y dolor óseo. A pesar que la letalidad en los casos no complicados es baja, los pacientes pueden experimentar astenia y debilidad persistente durante varias semanas. (U.S. Department of Health and Human Services, 1980)

Aedes aegypti

Al igual que otros vectores de relevancia epidemiológica, el *Aedes aegypti* es un mosquito de hábitos semidomésticos, que se desarrolla la mayor parte de su ciclo vital en recipientes artificiales ubicados en las proximidades del hábitat humano. Esta especie, de pequeño tamaño y coloración oscura, se identifica morfológicamente por la presencia de líneas plateadas en el tórax con disposición en forma de lira, así como por las bandas blancas visibles en los segmentos tarsales. En su etapa inicial, fue una especie tropical hasta que se introdujo en el hemisferio occidental. (U.S. Department of Health and Human Services, 1980)

Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros esenciales para describir y analizar las condiciones meteorológicas y climáticas. Su medición, en meteorología, se lleva a cabo en estaciones especializadas distribuidas por todo el planeta. En ellas se obtienen datos como las temperaturas registradas a horas determinadas, los valores máximos y mínimos diarios, así como series de datos continuos en el tiempo, identificadas como termogramas. (Inzunza, 2006)

Precipitación

Dentro del campo de la meteorología, las precipitaciones comprenden cualquier manifestación en la que el agua, ya sea en estado líquido o sólido, desciende desde las nubes a través de la atmósfera

hasta alcanzar la superficie terrestre, donde se acumula. Entre sus formas más habituales se encuentran: lluvia, granizo y nieve. Asimismo, depende de cuatro factores: temperaturas, presión y radiación solar. (Tejerina, 2015)

Humedad

La humedad consiste en la cantidad de vapor de agua en el aire (o en cualquier otro gas). En condiciones normales, el aire presenta alrededor del 1 % de vapor de agua, aunque esta cantidad puede variar. Un nivel elevado de humedad puede intensificar la sensación de calor en días calurosos, mientras que una baja humedad puede causar sequedad en la garganta o generar una sensación de electricidad estática al tocar objetos. (Bell, 2013)

Factores climáticos

Los factores climáticos son definidos como geofactores o factores ambientales. El clima es el resultado de condiciones atmosféricas como la temperatura, humedad, luz, viento, presión atmosférica, nubosidad, precipitaciones y altitud. Los climas son determinados por los promedios de las condiciones atmosféricas reinantes durante períodos de tiempo generalmente largos. (Sierra, 2005)

Enfermedades de transmisión vectorial

Las enfermedades de origen vectorial se describen como infecciones transmitidas mediante la picadura de artrópodos hematófagos, como los mosquitos. Su aparición y propagación muestran una alta dependencia de las condiciones climáticas, siendo particularmente afectadas por cambios en la precipitación, la humedad relativa y la temperatura. (Food and Agriculture Organization, 2019).

Arbovirus

Son aquellas familias de virus que son infectadas por artrópodos. Existen 400 virus generados por artrópodos, de los cuales 100 causan enfermedades humanas. Al comienzo de las enfermedades transmitidas por mosquitos, zancudos o garrapatas, presentan síntomas que pasan

desapercibidos, pero pasado el período de incubación de 8 a 14 días, las encefalitis virales por Arbovirus se exponen con cefaleas violentas, fiebre, náuseas, vómitos, delirios, parálisis muscular y coma. (Goldmisch, 2020).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: Los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) están significativamente relacionados con la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023.

H₀: Los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) no están significativamente relacionados con la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Factores meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Casos de dengue.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023”

Variable independiente	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Factores meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad)	Parámetros meteorológicos		
	• Temperatura promedio mensual / anual • Precipitación acumulada mensual/ anual • Humedad relativa promedio mensual/ anual	• °C • mm • %	Variable cuantitativa continua
Variable dependiente	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Casos de dengue (prevalencia por población)	Provincias de la región de Huánuco:	Prevalencia mensual y anual por provincia:	
	• Leoncio Prado • Puerto Inca • Huamalíes • Huánuco	$\frac{\text{Número de casos por provincia}}{\text{Población provincial}}$	Variable cuantitativa continua

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación correspondió a un estudio sin intervención, debido a que no implicó la manipulación de la variable independiente para conseguir observar algún cambio o efecto en la variable dependiente. Además, en vista a que se trabaja con datos obtenidos de terceros, se define como retrospectivo, por lo cual no se tiene certeza de la exactitud de la proveniencia de los datos.

Asimismo, es de tipo transversal, ya que la variable de estudio solo se midió una única vez. Y, por último, la investigación fue de tipo analítico, porque contó con la participación de dos variables, las cuales se relacionaron entre sí. (Hernández et al., 2018)

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo porque se aplicaron métodos estadísticos para analizar la relación entre las variables meteorológicas (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de dengue. Esto implicó el uso de datos numéricos y técnicas estadísticas para establecer patrones y relaciones que fueron generalizados a través del periodo y las áreas estudiadas. (Hernández et al., 2018)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

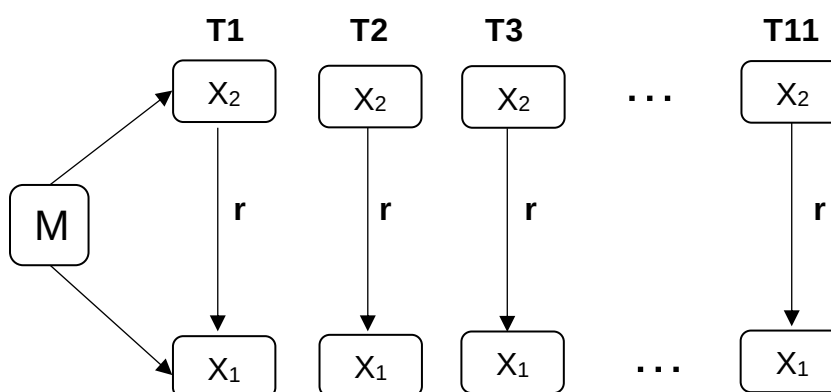
El presente estudio fue de nivel correlacional, debido a que buscó conocer la relación existente entre los factores meteorológicos y la incidencia de casos de dengue en las provincias de la región de Huánuco. (Hernández et al., 2018)

3.1.3. DISEÑO

El presente estudio se definió como una investigación de diseño epidemiológico descriptivo, debido a que se analizaron datos históricos de nivel poblacional, en este caso se abarcaron las provincias seleccionadas para evaluar la relación entre la variación de los

parámetros meteorológicos y la incidencia de dengue con la finalidad de establecer asociaciones entre estas variables. (Supo, 2020)

Se resume el diseño en la imagen siguiente:



M: Muestra o grupo de estudio (cuatro provincias)

r: Relación entre la variable independiente y dependiente.

X₁: Variable independiente (parámetros meteorológicos)

X₂: Variable dependiente (Incidencia de casos de dengue)

T: Período que comprende el estudio (2013 – 2023)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Según Hernández et al. (2018), definen a la población como una totalidad de unidades poseedoras de cualidades que coinciden con una localización y en un período determinado. En ese sentido, esta investigación tuvo como población de estudio a las 11 provincias de la región de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Si bien Hernández et al. (2018) explican que la muestra es un subgrupo de la población. Esta investigación abarcó una muestra no probabilística, debido a que se escogieron las cuatro provincias de mayor incidencia de casos de dengue, entre ellas la provincia de Huánuco, para confirmar o refutar si los parámetros meteorológicos como la

temperatura, precipitación y humedad influyeron en la proliferación del virus durante el periodo 2013-2023.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica que se aplicó en la presente tesis consistió en la documentación de datos, que incluyó la recopilación de datos secundarios por medio de fuentes provenientes de registros de salud pública, registros meteorológicos y bases de datos oficiales. (Supo, 2020)

Asimismo, se utilizaron fichas de recolección de datos como instrumento para recopilar la información obtenida de las bases de datos consultadas.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumento
Parámetros meteorológicos	• Temperatura superficial mensual • Precipitación mensual • Humedad relativa mensual	Documentación	Sensores remotos: • CHIRPS (precipitación) • MODIS (temperatura) • ERA5-Land (humedad relativa)
Casos de dengue en las provincias de la región de Huánuco	• Leoncio Prado • Puerto Inca • Huamalíes • Huánuco	Documentación	Base de datos (DIRESA HUÁNUCO) 2013-2023 • Registros • Consolidados mensuales.

Nota. Se precisan las variables, indicadores, técnica e instrumentos a realizar en la investigación.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A fin de procesar los datos de esta investigación se contempló el uso del software QGIS para georreferenciar, procesar, organizar y plasmar la información meteorológicos de precipitación, temperatura y humedad obtenidos del repositorio de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, como los datos brindados por la Dirección Regional de Salud Huánuco, asimismo por medio del software Microsoft Excel se obtuvieron los resultados estadísticos por intermedio de tablas y gráficos, los cuales fueron plasmados en el informe de la presente investigación.

Proceso del proyecto de investigación:

Se recolectaron los valores provenientes de la Dirección Regional de Salud de Huánuco comprendidos del año 2013 al 2023 sobre la incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco.

Asimismo, se recolectaron los datos de los factores meteorológicos (precipitación, temperatura y humedad) de la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI y de los Sistema de Información Geográfica (SIG), los cuales serán procesados en los softwares QGIS 3.34.5 y Excel, mediante estos programas se realizó lo siguiente:

- Análisis de la evolución cronológica de la temperatura promedio sobre la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco se dispondrán por medio de tablas y gráficos.
- Aplicación de métodos analíticos para examinar la influencia de la precipitación y humedad relativa en la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco.

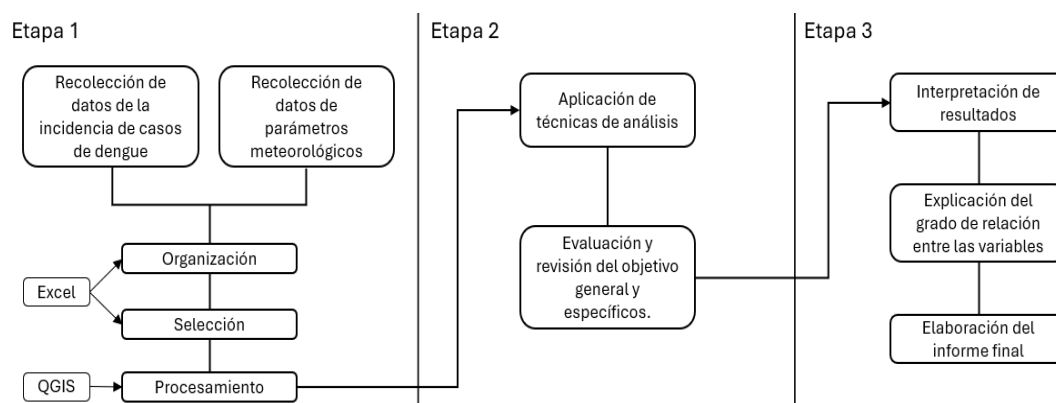
En el caso de la Base de datos acumuladas de los factores meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad se aplicaron técnicas de análisis temporal con la finalidad de identificar patrones de incidencia de dengue y su relación con los factores meteorológicos.

Se interpretaron los resultados obtenidos del procesamiento de datos para determinar el nivel de asociación entre los factores meteorológicos y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de Huánuco.

Finalmente, se realizó la redacción y presentación de los resultados por medio de un informe.

Figura 4

Flujograma de procesos del proyecto de investigación



Nota. En el flujograma se describen los procesos que comprenderá el proyecto de investigación. La Etapa 1 consistirá en la recolección, organización, selección y procesamiento de datos de las dos variables estudiadas. En la etapa 2 se realizará el análisis de cada objetivo propuesto. Finalizando con la tercera etapa, en la cual se interpretarán los resultados obtenidos y se elaborará el informe final correspondiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS

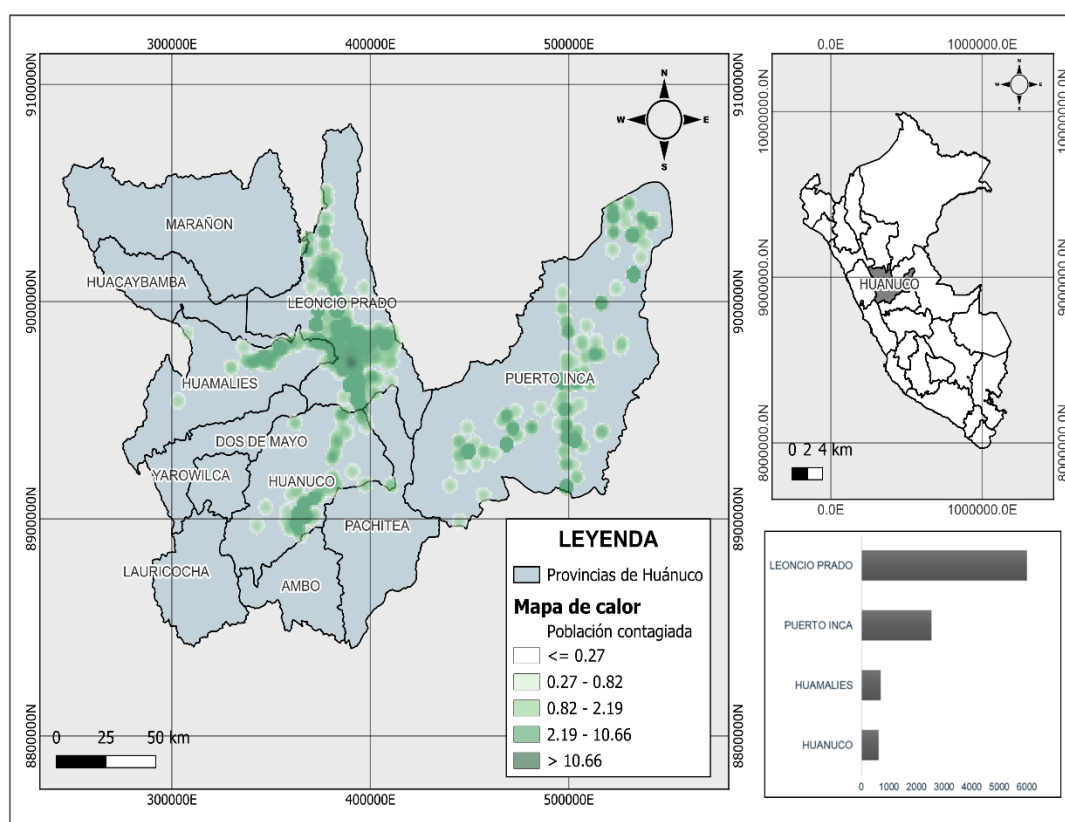
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez recopilados los datos requeridos en el proyecto, se realizó el respectivo procesamiento a través de tablas estadísticas. Por lo tanto, se presentan los siguientes resultados.

La Figura 5 reporta la magnitud de casos de dengue en las cuatro provincias de estudio: Puerto Inca, Leoncio Prado, Huánuco y Huamalíes entre los años 2013 a 2023.

Figura 5

Casos de dengue anuales en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013 – 2023



Nota. En la figura se presentan los números de casos de dengue de las cuatro provincias estudiadas entre los años 2013 – 2023. La provincia que presentó mayor número de casos fue la provincia de Leoncio Prado, luego la provincia de Puerto Inca, seguido de Huamalíes y Huánuco.

Para mejorar la relación entre las variables climáticas y la prevalencia del dengue, se aplicó una transformación mediante logaritmo natural (ln) a una de las variables. Esta técnica estadística es ampliamente recomendada cuando se busca corregir problemas de asimetría en los datos, estabilizar la varianza y facilitar la linealización de relaciones no lineales.

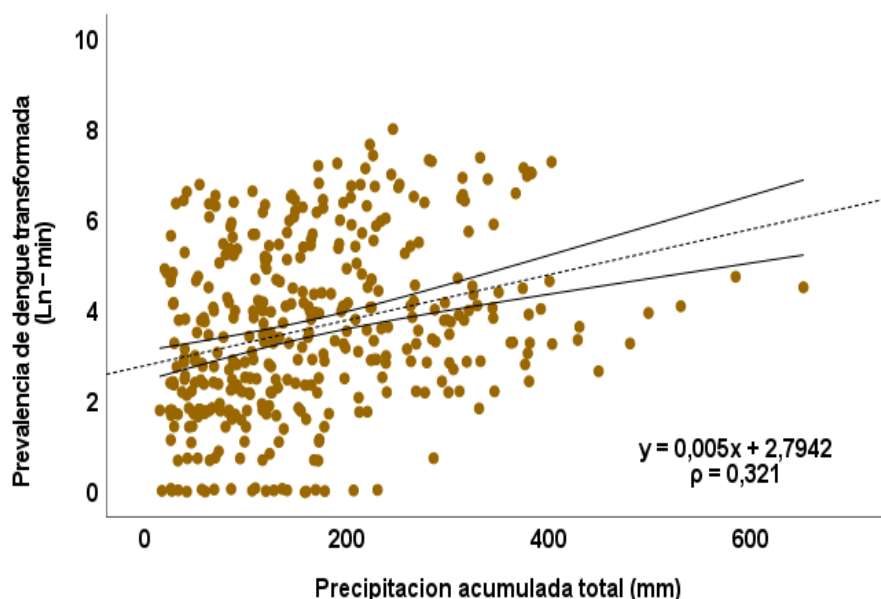
4.1.1 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN TOTAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE ENTRE LOS AÑOS 2013 – 2023

En las siguientes figuras se presentan las relaciones lineales y temporales entre los parámetros (precipitación acumulada total, temperatura promedio total y humedad relativa promedio total) y la prevalencia de dengue.

Para este análisis, se consideraron todos los promedios mensuales de prevalencia de dengue y se relacionaron con datos de precipitación acumulada mensual; así como los promedios mensuales de temperatura y humedad relativa correspondientes a las cuatro provincias estudiadas, en el período comprendido entre los años 2013 y 2023.

Figura 6

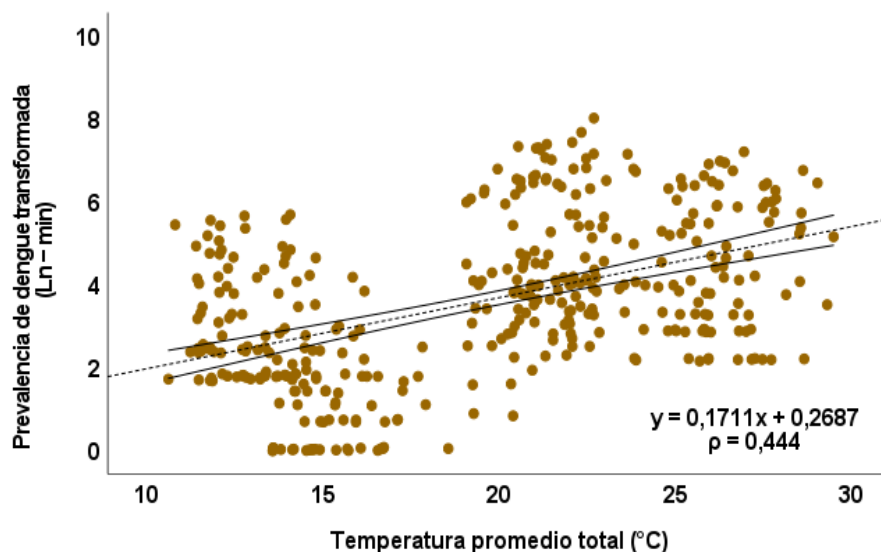
Análisis de relación lineal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 7

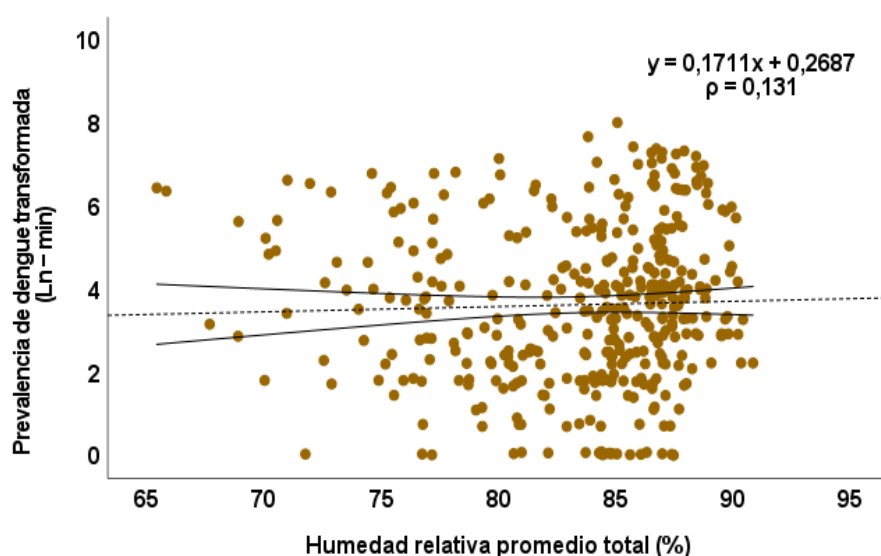
Análisis de relación lineal entre la temperatura promedio total (°C) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 8

Análisis de relación lineal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



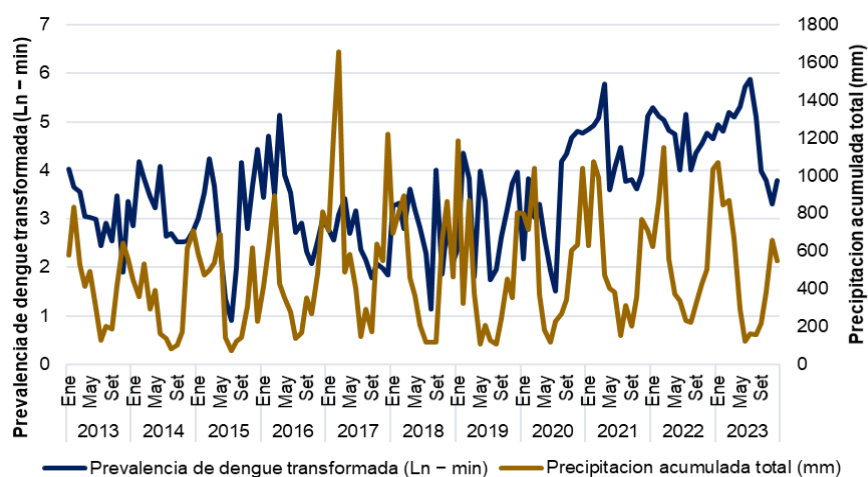
Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Las figuras 6, 7 y 8; correspondientes a la relación lineal entre la precipitación acumulada total (mm), temperatura promedio total (°C),

humedad relativa promedio total (%) y la prevalencia de dengue en las cuatro provincias muestran tendencias positivas, dando a entender que, mientras mayores sean los dígitos de acumulación de precipitación y promedios de temperatura y humedad relativa, la prevalencia de dengue tenderá a incrementar en las cuatro regiones estudiadas.

Figura 9

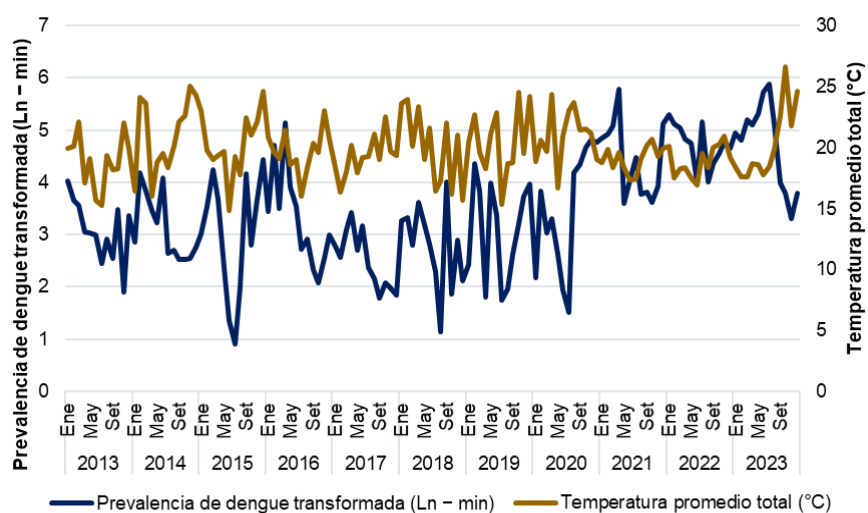
Análisis de relación temporal entre la precipitación acumulada total (mm) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 10

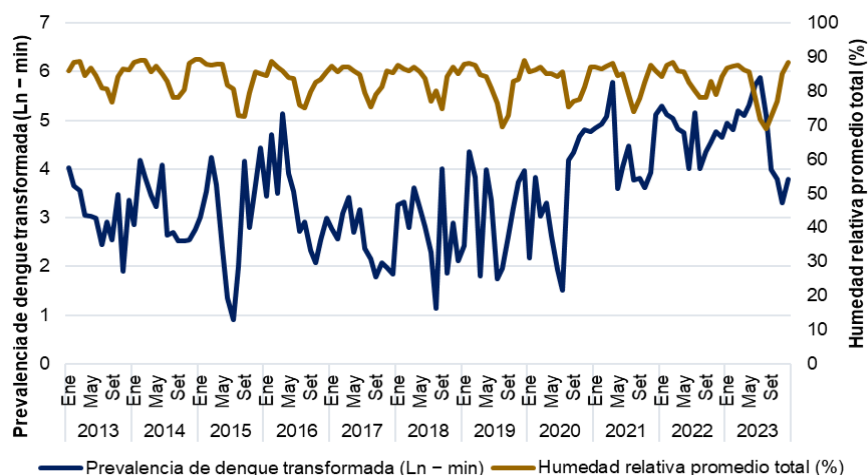
Análisis de relación temporal entre la temperatura promedio total (°C) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 11

Análisis de relación temporal entre la humedad relativa promedio total (%) y la prevalencia de dengue transformada en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

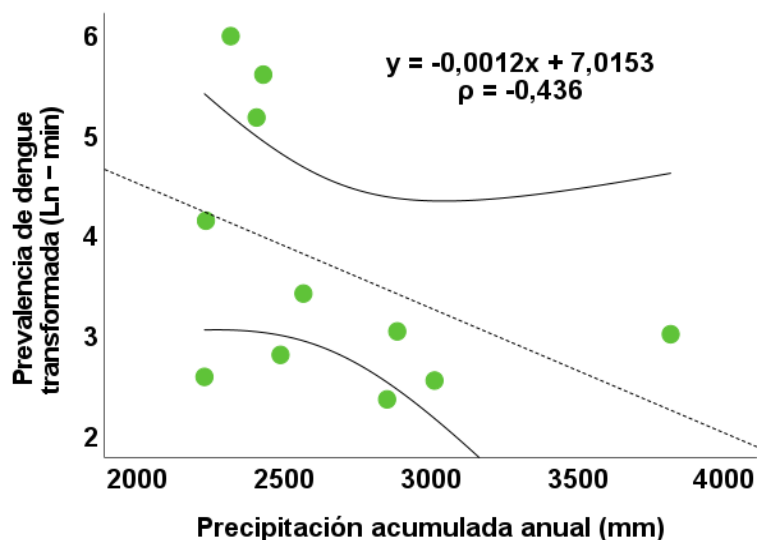
Asimismo, al analizar las figuras 9, 10 y 11, correspondientes a la relación temporal, se presenta una situación similar a los resultados obtenidos en las figuras de relación lineal, debido a que los índices más altos de prevalencia de dengue, específicamente a comienzos del año 2016 y a partir del año 2020 para adelante, coinciden en su mayoría con los picos altos de los parámetros de la precipitación acumulada y la temperatura promedio, mientras que la humedad relativa promedio muestra ligeras coincidencias a partir de los últimos meses del año 2020 en adelante.

4.1.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ANUAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE

4.1.2.1. Correlación anual entre la precipitación y la prevalencia de dengue

Figura 12

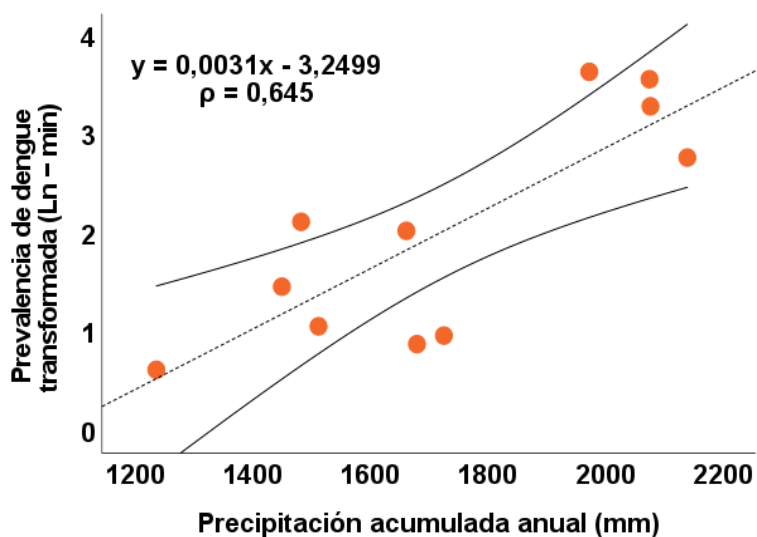
Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 13

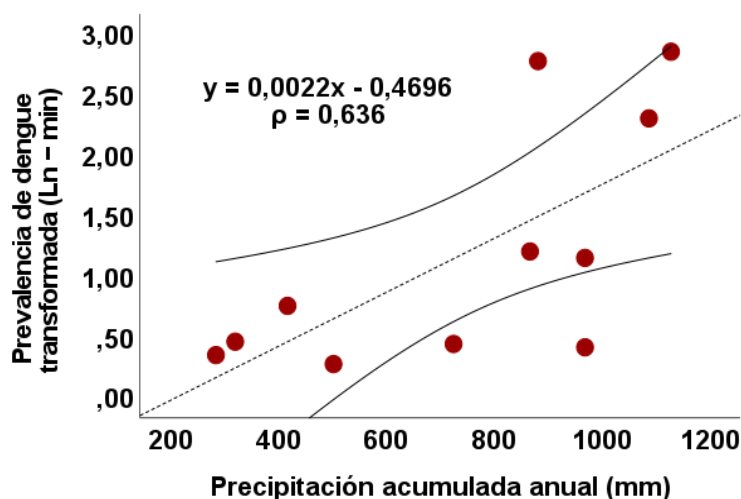
Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 14

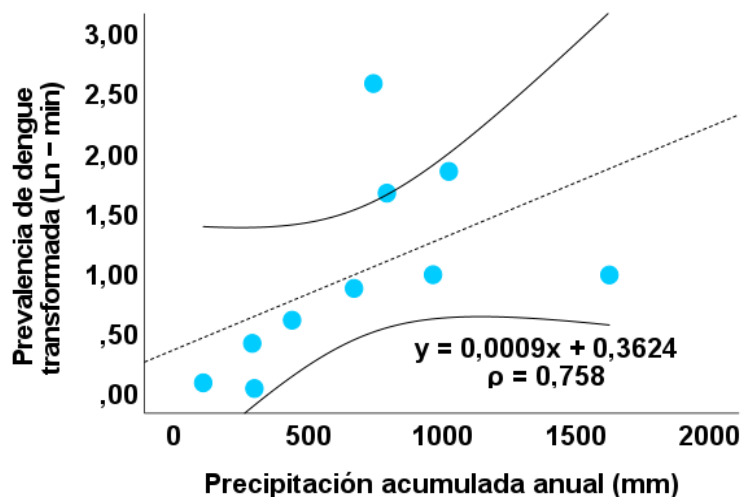
Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalfes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 15

Análisis de relación anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



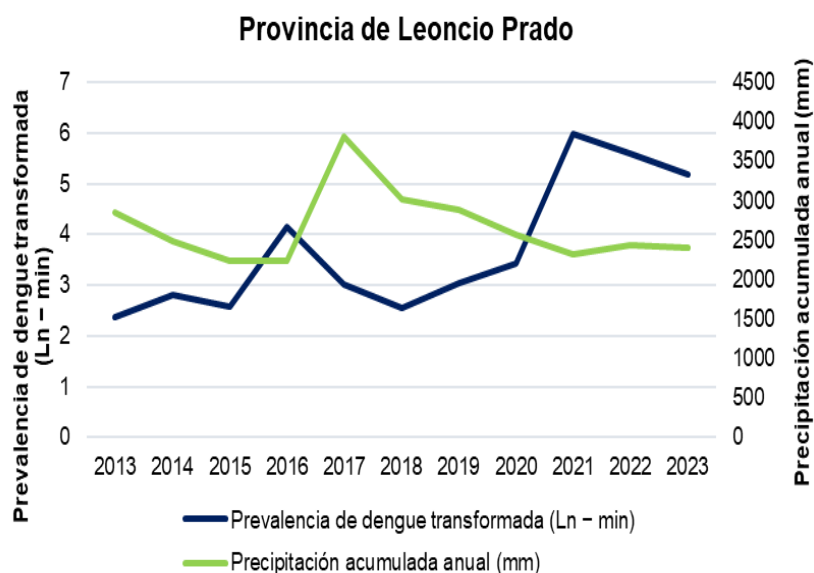
Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

En las figuras 12, 13, 14 y 15; correspondientes a la correlación anual entre la precipitación y la prevalencia de dengue, se observa que la provincia de Leoncio Prado tiene una tendencia negativa, debido a la presencia de la disminución de los índices de prevalencia de dengue por el aumento de los milímetros de precipitación acumulada. Por otra parte, las provincias de

Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco presentan tendencias positivas, por lo que se deduce que, a mayor precipitación acumulada anual, será mayor la prevalencia de dengue.

Figura 16

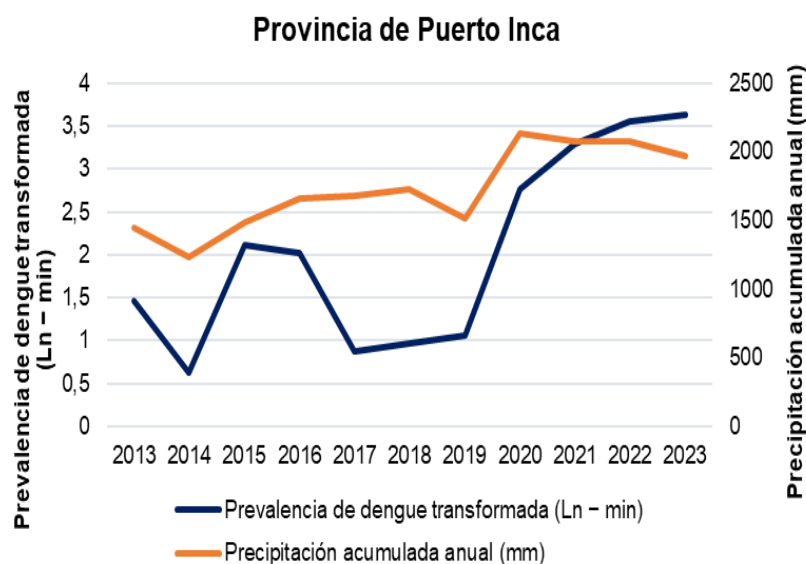
Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 17

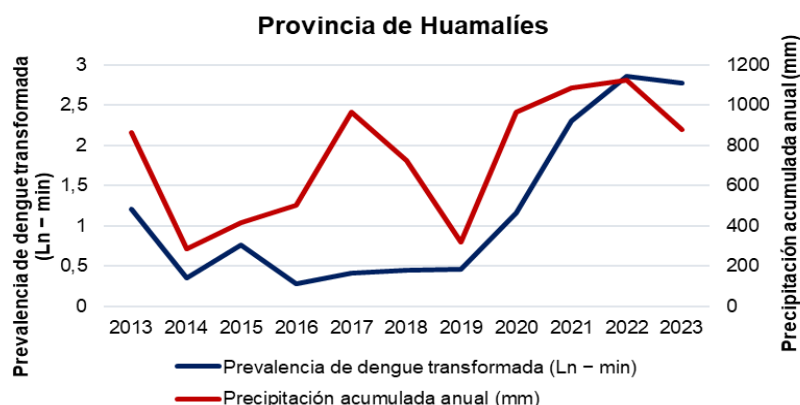
Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 18

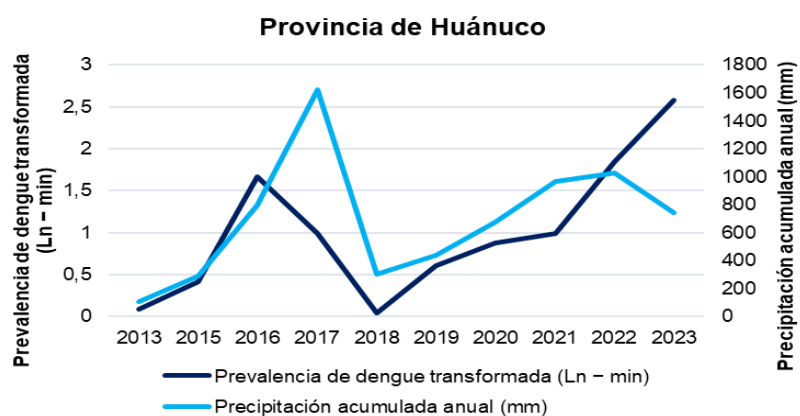
Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 19

Relación temporal anual entre la precipitación acumulada anual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

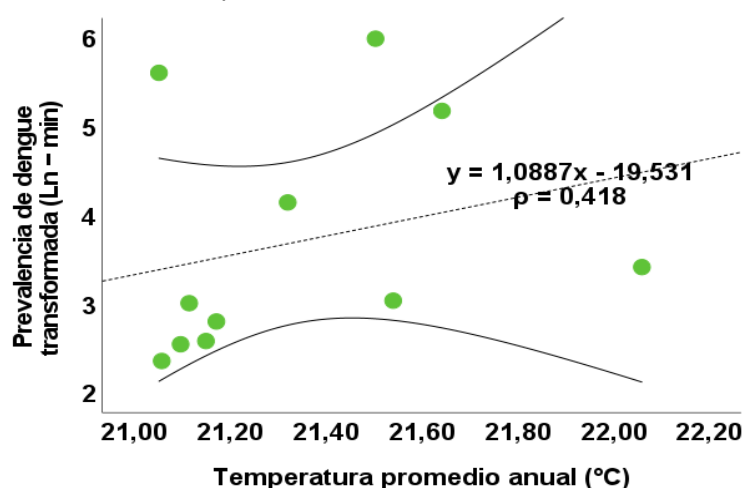
En la figuras 16, 17, 18 y 19; correspondientes a la relación temporal entre la precipitación acumulada anual y la prevalencia de dengue transformada, se puede apreciar que en la provincia de Leoncio Prado el pico más alto de precipitación acumulada anual fue en el año 2017, el cual se relacionó con la mayor disminución de los índices de prevalencia de dengue, mientras que, a partir del 2020 debido a la disminución y la estabilidad de los valores de precipitación acumulada, de alrededor unos 2400 mm a 2500 mm anuales, la prevalencia de dengue presentó un incremento notable.

En las tres provincias restantes, los incrementos de los valores de la precipitación acumulada anual se relacionaron en gran medida con el incremento de los índices de prevalencia de dengue. En particular, a partir de los años 2018 y 2019 hasta el 2022, se observa que ambas variables tienden a ascender de forma paralela.

4.1.2.2. Correlación anual entre la temperatura y la prevalencia de dengue

Figura 20

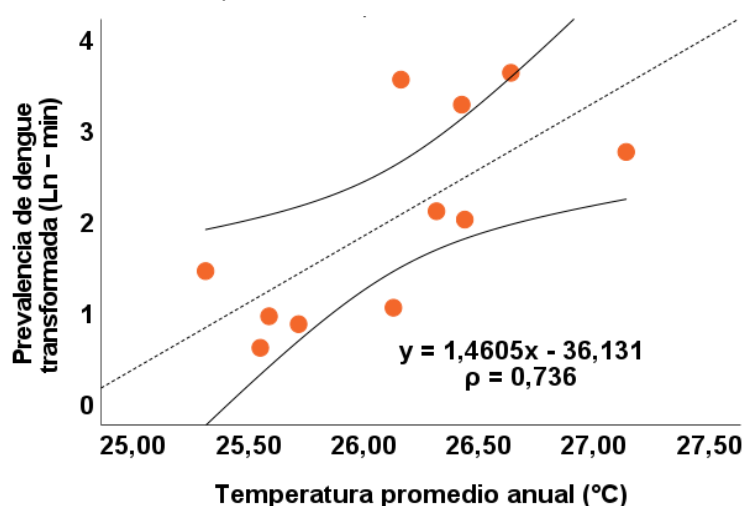
Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 21

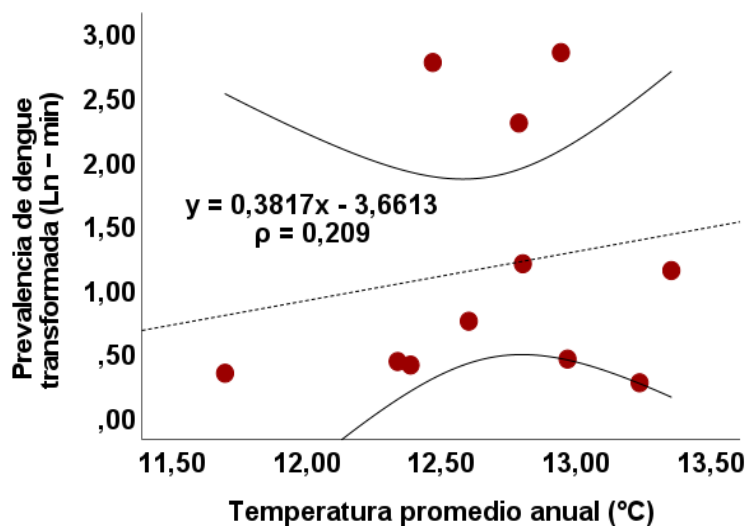
Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 22

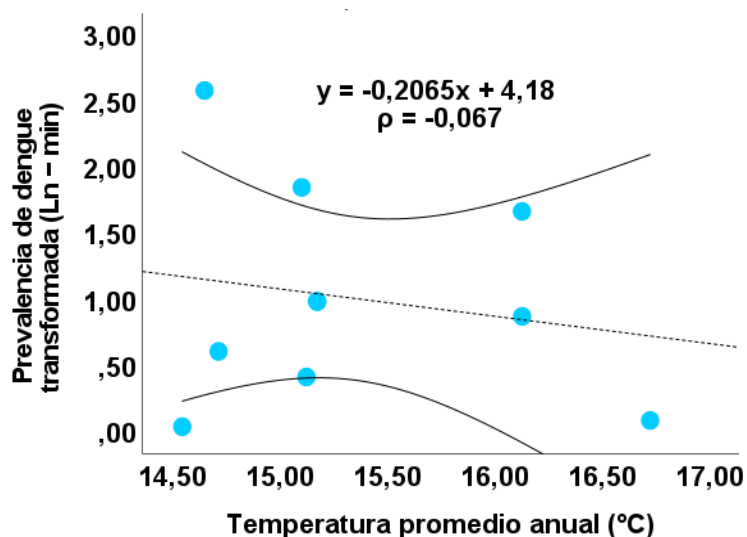
Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamálíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 23

Relación anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27.

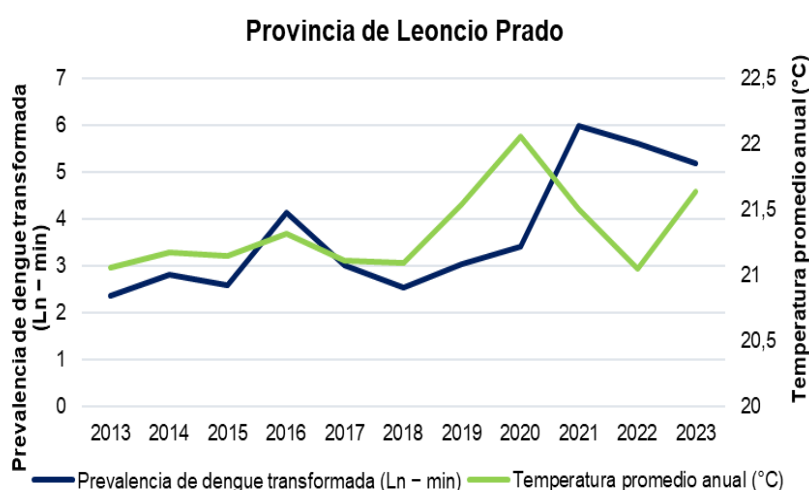
Se visualiza que las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca y Huamálíes presentan tendencias positivas, por lo que se puede interpretar que a mayor temperatura promedio anual, los índices de prevalencia de

dengue incrementarán, principalmente en la provincia de Puerto Inca, donde la temperatura ideal fluctúa entre los 26 °C y 27 °C.

Por otra parte, la provincia de Huánuco presenta una tendencia negativa leve, esto quiere decir que, a mayor temperatura, la prevalencia de dengue disminuirá.

Figura 24

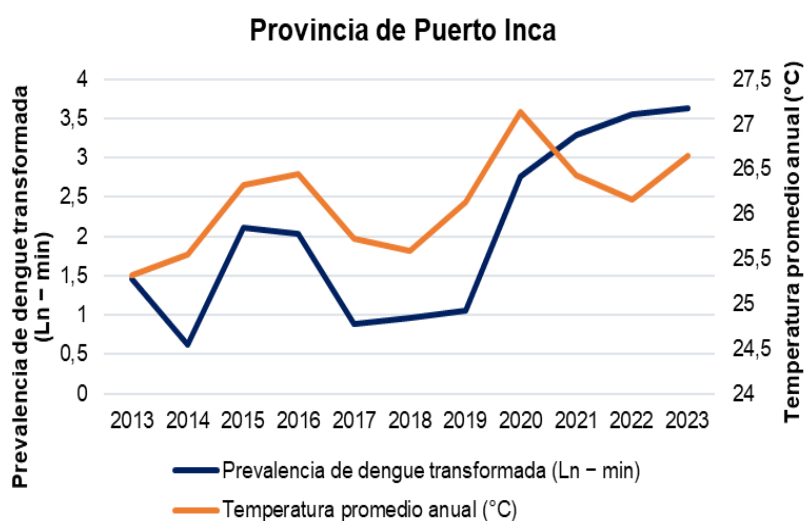
Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 25

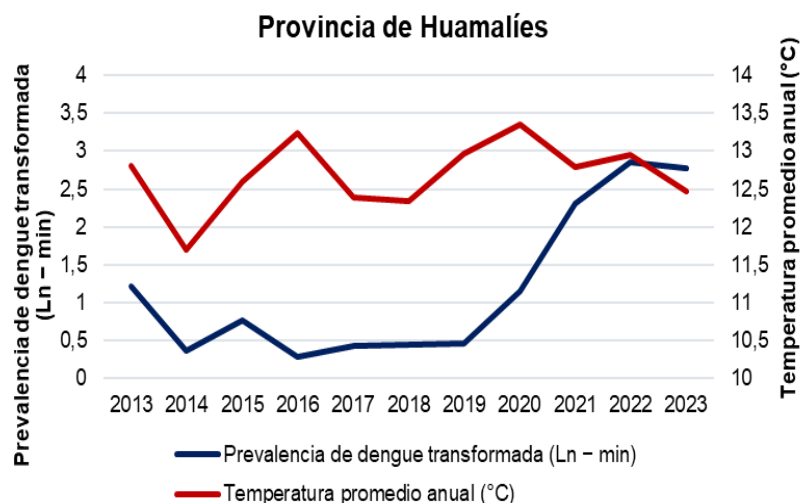
Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 26

Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 27

Relación temporal anual entre la temperatura promedio anual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

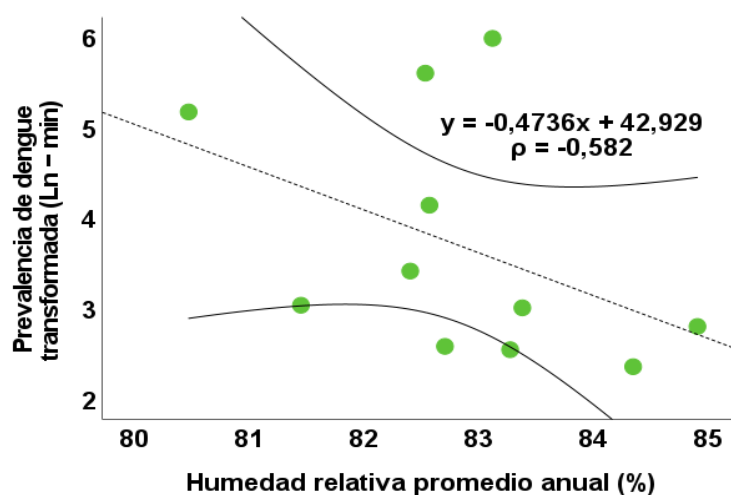
Según las relaciones temporales presentadas, en la provincia de Puerto Inca presenta una mayor relación paralela entre las variables, por lo que se afirma que, mientras la temperatura promedio anual tiende a aumentar y se establece principalmente entre los 26 y 27 grados Celsius, los índices de prevalencia de dengue se incrementan.

Las provincias de Leoncio Prado, Huamalíes y Huánuco, se observaron ligeras relaciones entre las variables, específicamente en el año 2015, 2016 y a partir de los años 2018 y 2019.

4.1.2.3. Correlación anual entre la humedad relativa y la prevalencia de dengue

Figura 28

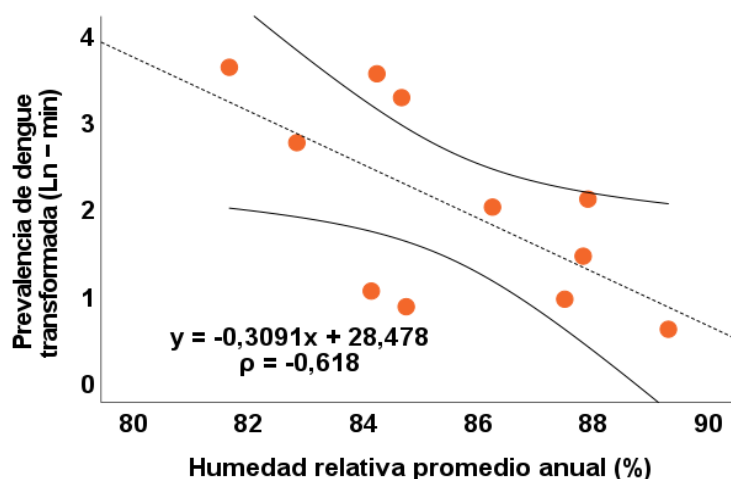
Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 29

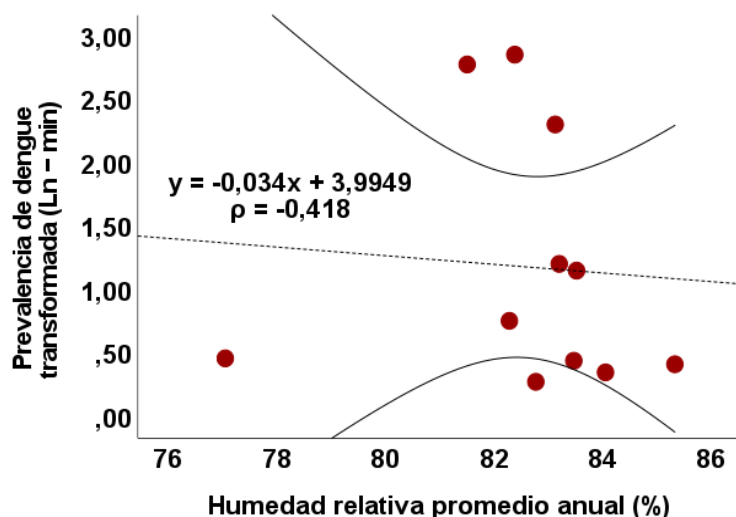
Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 30

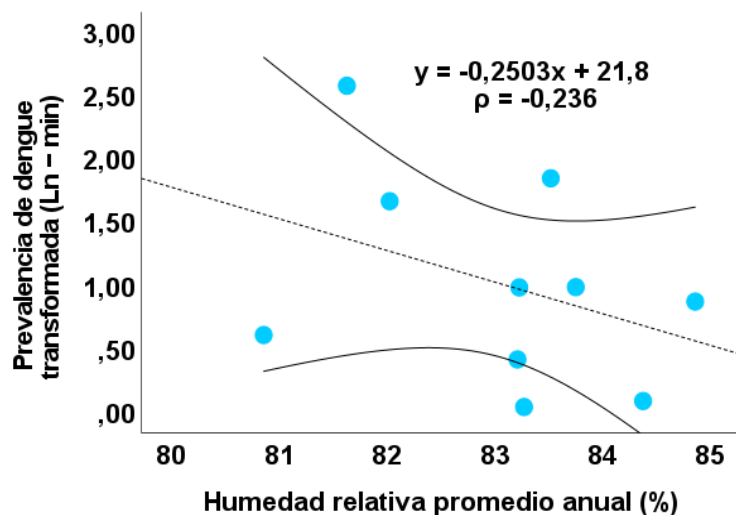
Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamálíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 31

Relación anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023

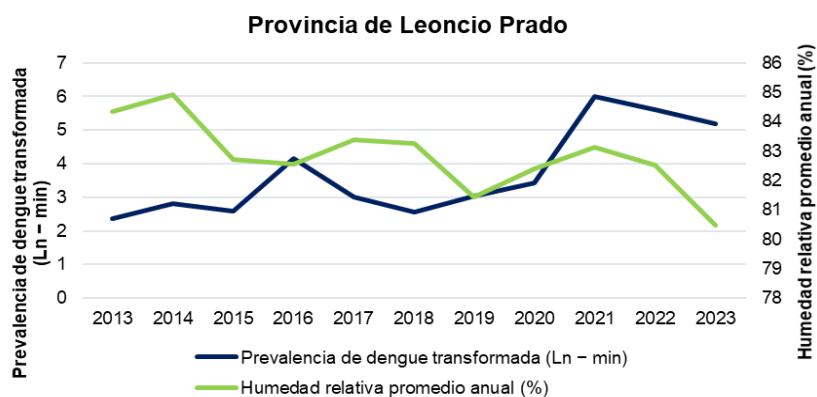


Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Se precisa que las relaciones entre las dos variables en las cuatro provincias de la región de Huánuco presentan tendencia negativa, por lo tanto, se expone que, a mayores valores de humedad relativa promedio anual, los índices de prevalencia de dengue tendrán propensión a disminuir.

Figura 32

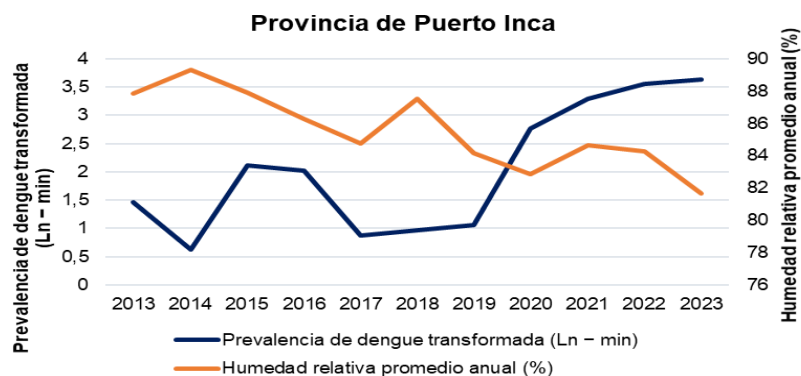
Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 33

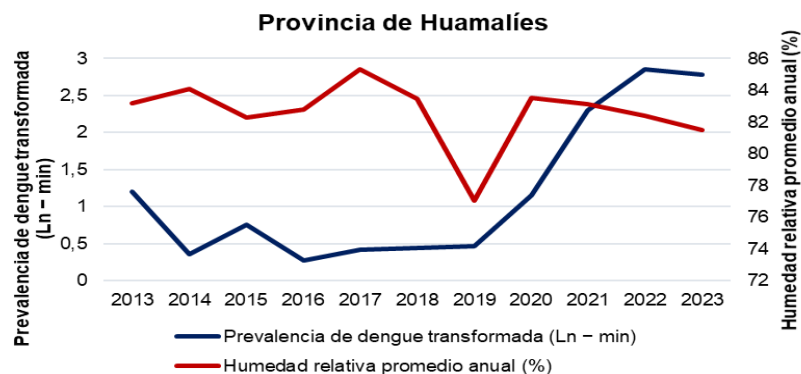
Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 34

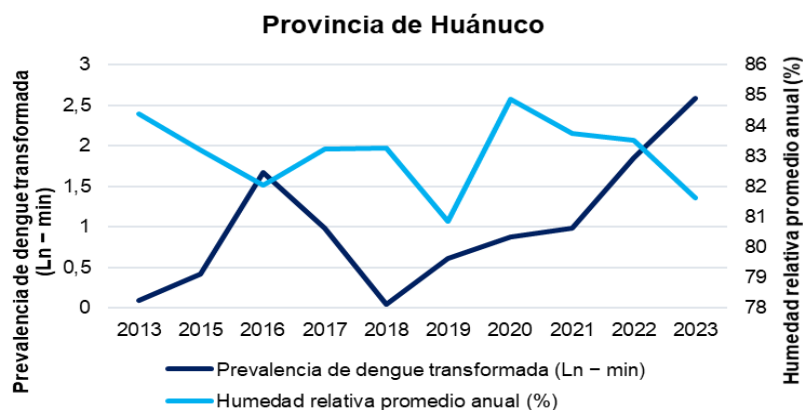
Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 35

Relación temporal anual entre la humedad relativa promedio anual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

En las figuras se visualiza la misma tendencia negativa entre las variables. En la provincia de Leoncio Prado, se observan altos niveles de humedad promedio durante los años 2013 y 2014, lo cual se asocia con los bajos índices de prevalencia de dengue, y a partir de los años siguientes, cuando los valores de humedad relativa promedio tienden a disminuir, la prevalencia tiende a aumentar.

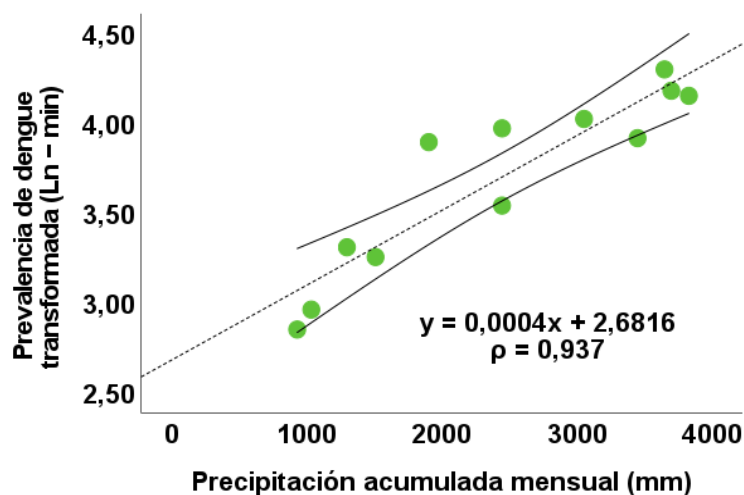
Esta situación se presenta en las tres provincias siguientes, específicamente en Puerto Inca, donde la relación inversa es mucho más visible.

4.1.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN MENSUAL DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS Y LA PREVALENCIA DE DENGUE

4.1.3.1. Correlación mensual entre precipitación y la prevalencia de dengue

Figura 36

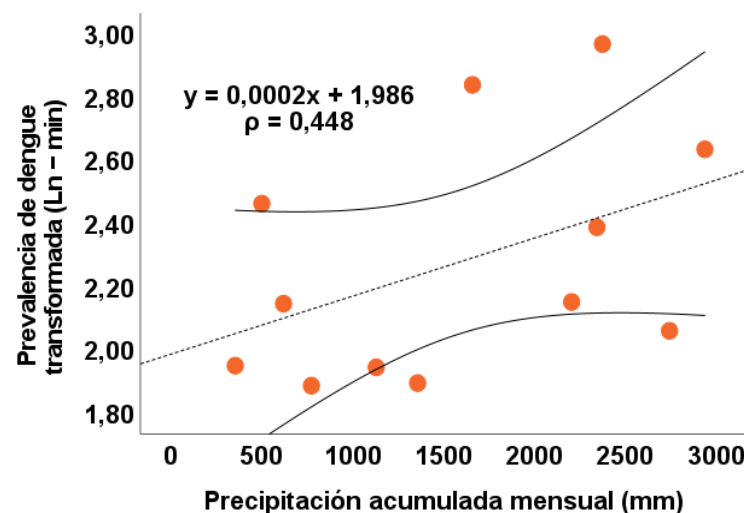
Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 37

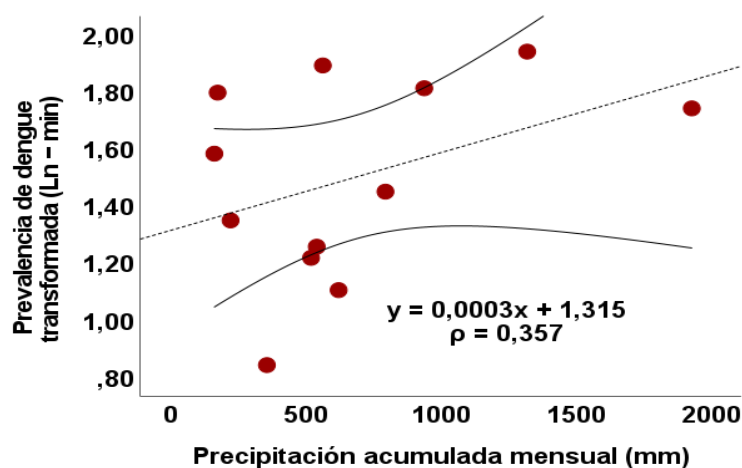
Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 38

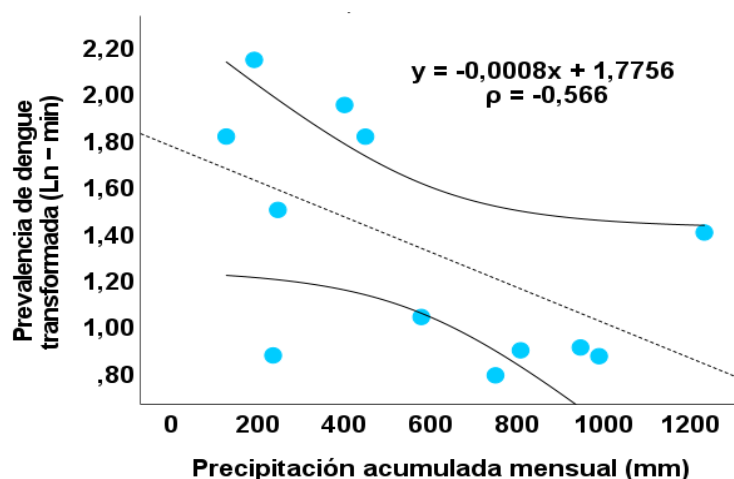
Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 39

Relación mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



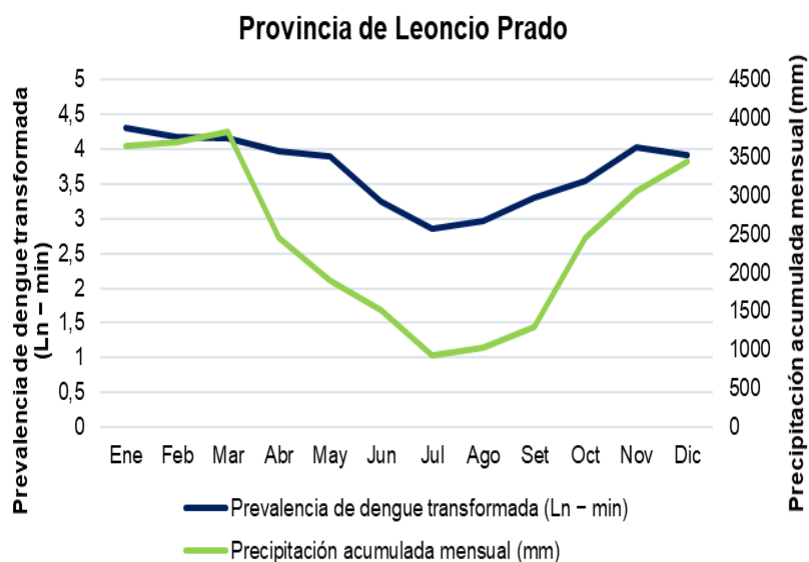
Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Se observa que la provincia de Leoncio Prado presenta una tendencia positiva, lo que permite inferir que niveles más altos de acumulación de precipitación mensual, los índices de prevalencia de dengue también se incrementarán. Las provincias de Puerto Inca y Huamalíes también presentan esa misma tendencia positiva, pero a menor magnitud. Por otra parte, la provincia Huánuco presenta tendencia negativa, por lo que se deduce que, a

mayor precipitación acumulada mensual, será menor la prevalencia de dengue.

Figura 40

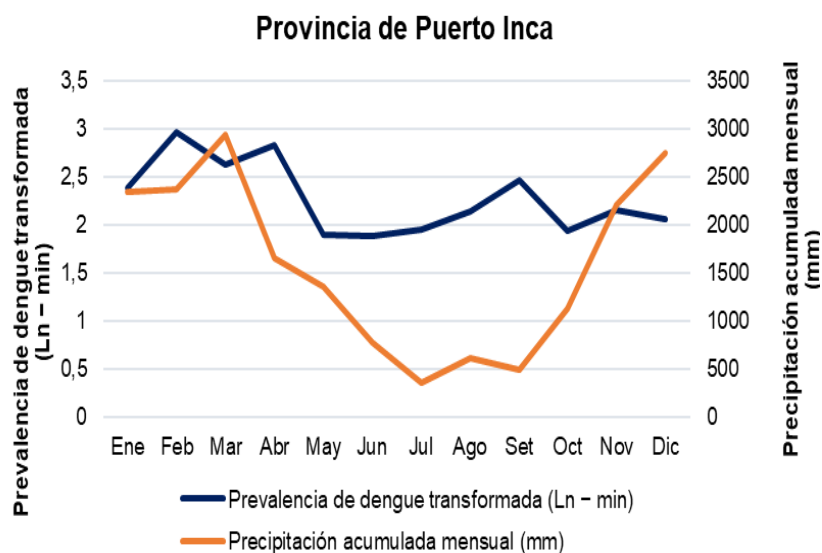
Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 41

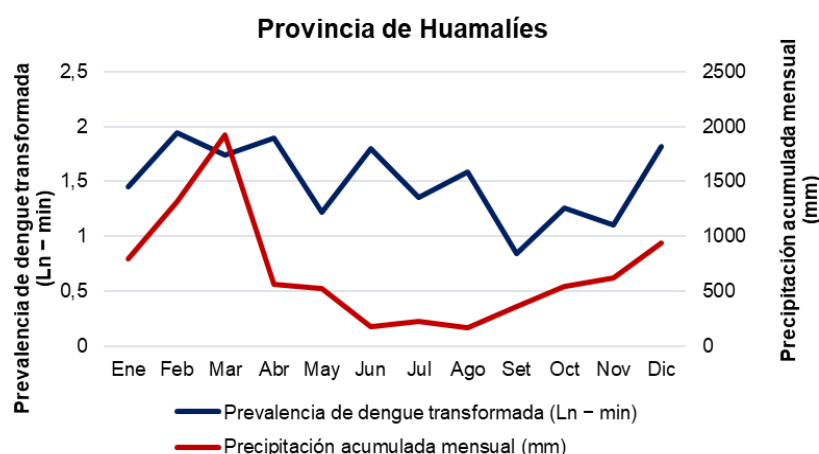
Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 42

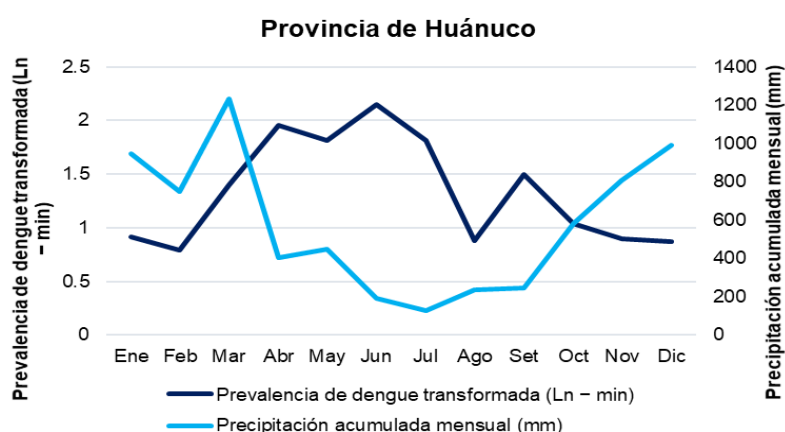
Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 43

Relación temporal mensual entre la precipitación acumulada mensual (mm) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

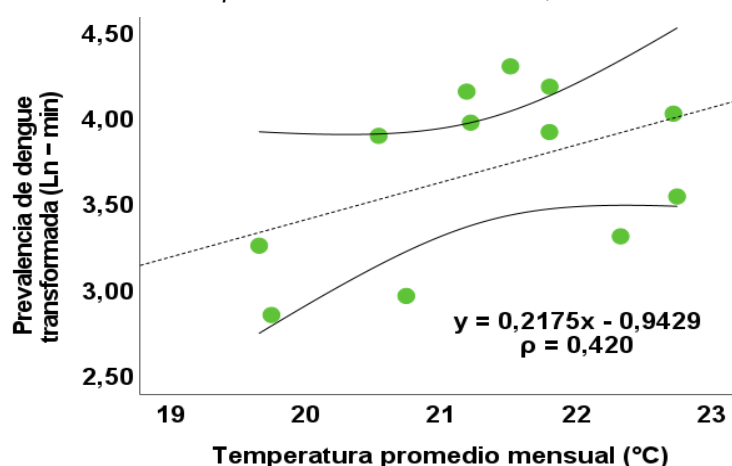
En las figuras se logra visualizar que, en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca y Huamalíes las líneas temporales correspondientes a las variables de precipitación acumulada mensual y prevalencia de dengue, presentan una evolución casi similar en su trayectoria: cuando una experimenta un ascenso, la otra también tiende a incrementarse, y del mismo modo, cuando una desciende, la otra muestra una tendencia a la baja. Esto indica una correlación positiva en su comportamiento a lo largo de los meses.

Mientras que la provincia de Huánuco no muestra la misma relación paralela, debido a que los meses que presentaron menores niveles de precipitación acumulada, se presenciaron altos índices de prevalencia de dengue.

4.1.3.2. Correlación mensual entre temperatura y la prevalencia de dengue

Figura 44

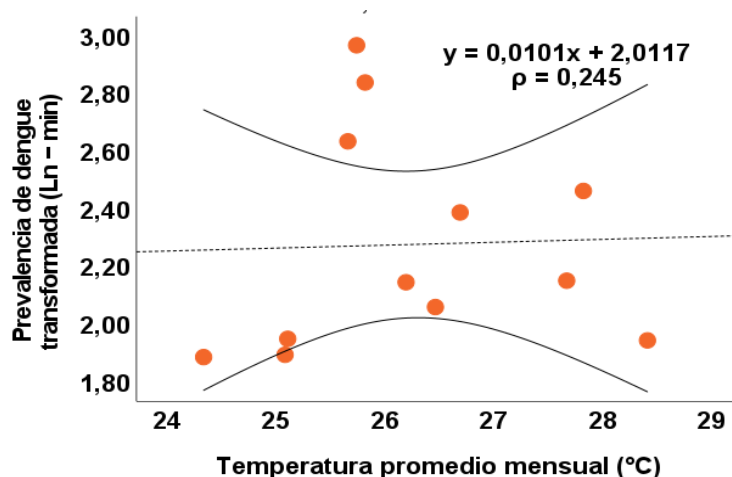
Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 45

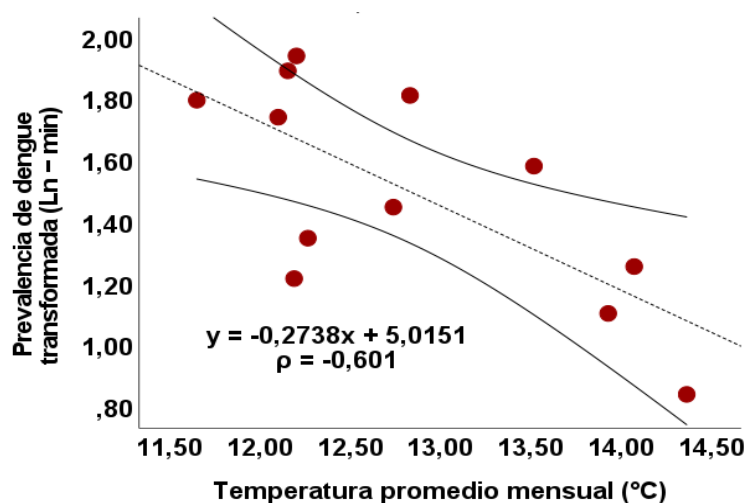
Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 46

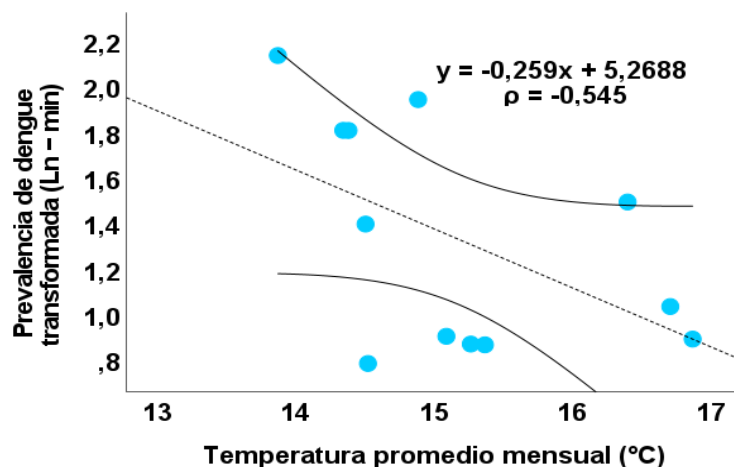
Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamálíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 47

Relación mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



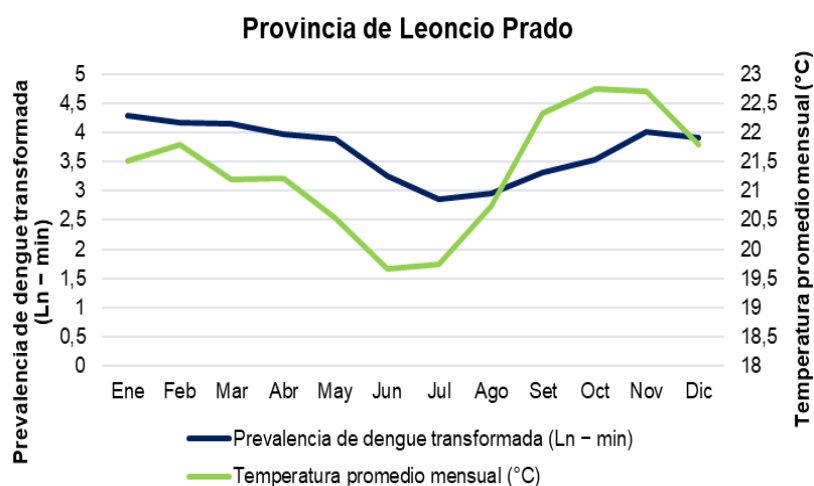
Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Se evidencia que las provincias de Leoncio Prado y Puerto Inca presentan ligeras tendencias positivas, por lo que se puede interpretar que a mayor temperatura promedio mensual, los índices de prevalencia de dengue incrementarán. Los valores ideales en las provincias oscilan entre 20 y 21 grados Celsius en Leoncio Prado y entre 25 y 26 grados Celsius en Puerto Inca.

Por otra parte, la provincia de Huamálés y Huánuco presentan una tendencia negativa leve, esto quiere decir que, a mayor temperatura, la prevalencia de dengue disminuirá, principalmente en Huamálés, donde la tendencia es mayor, donde muestra los meses que presentaron temperatura entre 12 a 12,5 grados Celsius, los índices de prevalencia de dengue fueron notables.

Figura 48

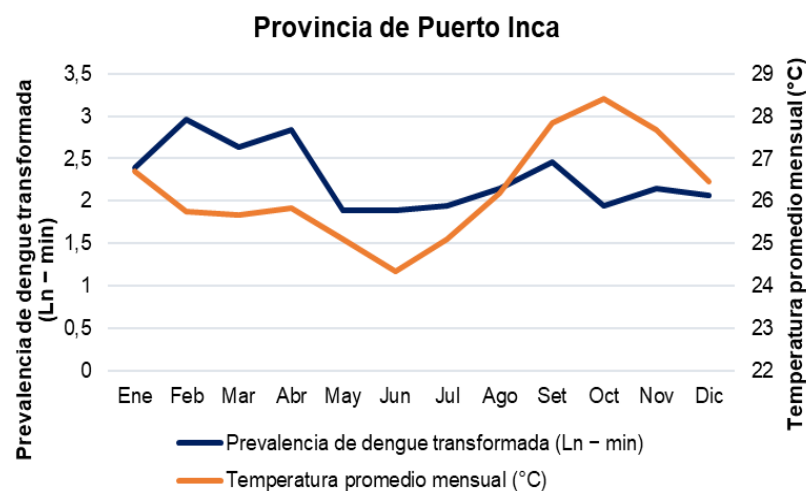
Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 49

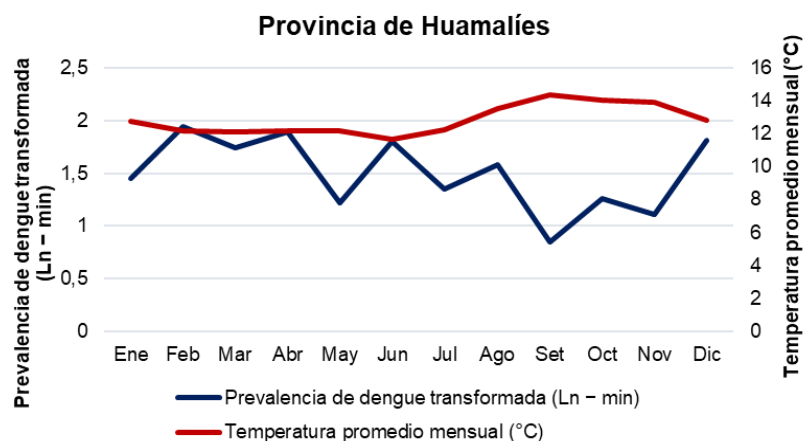
Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 50

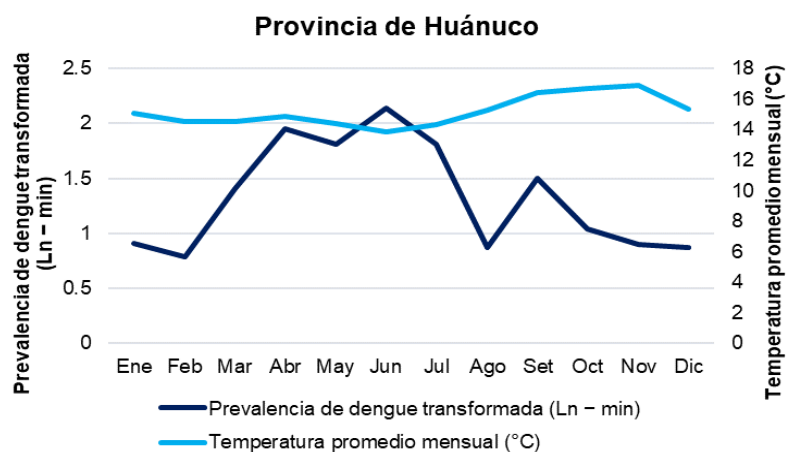
Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 51

Relación temporal mensual entre la temperatura promedio mensual (°C) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

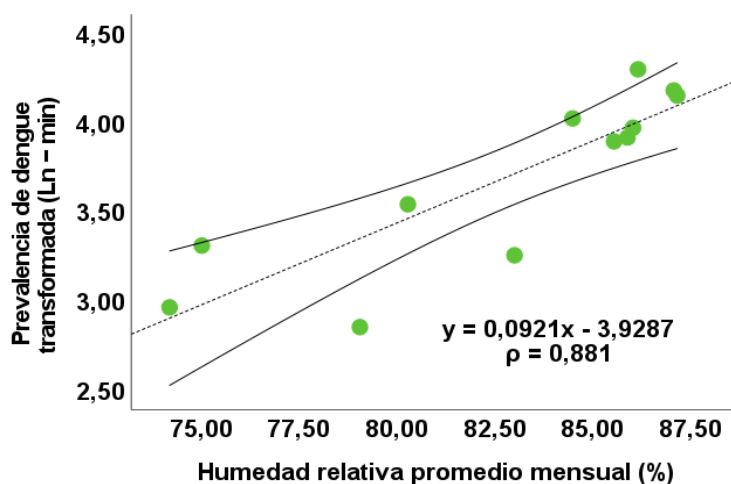
Según las relaciones temporales graficadas, se aprecia que provincias de Leoncio Prado y Puerto Inca presentan casi una relación paralela hasta el mes de julio donde la temperatura promedio empieza a incrementar sus valores mientras que los índices de prevalencia de dengue tienden a disminuir.

Y con respecto a las provincias de Huamalíes y Huánuco se observa lo contrario a partir del mes de julio, ya que al aumento de los grados de temperatura promedio, los índices de prevalencia de dengue disminuyeron.

4.1.3.3. Correlación mensual entre humedad relativa y la prevalencia de dengue

Figura 52

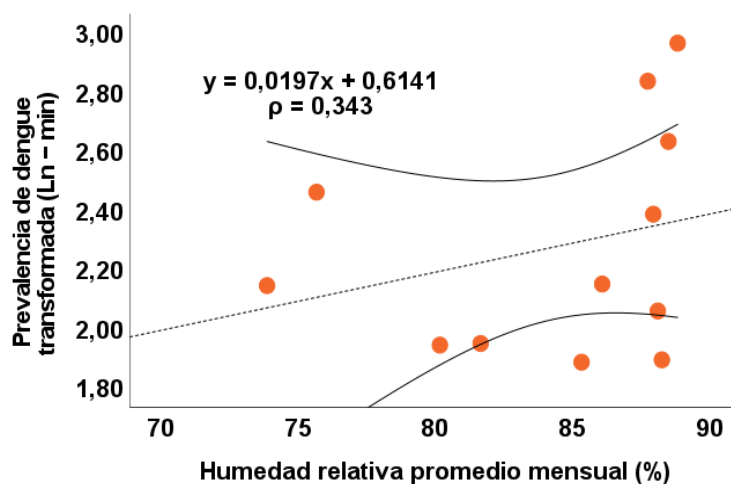
Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 53

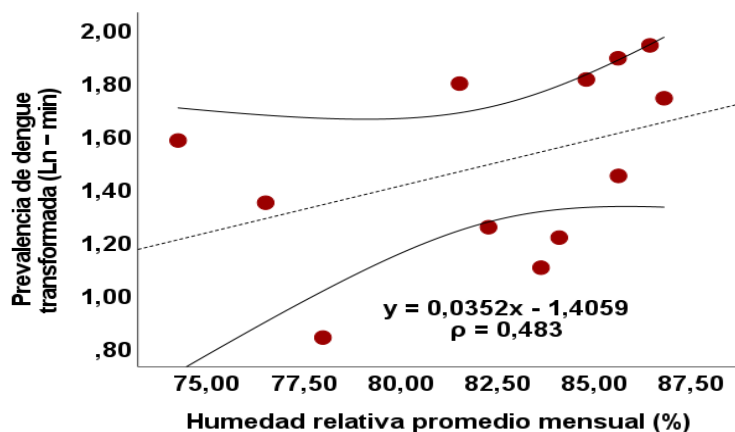
Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 54

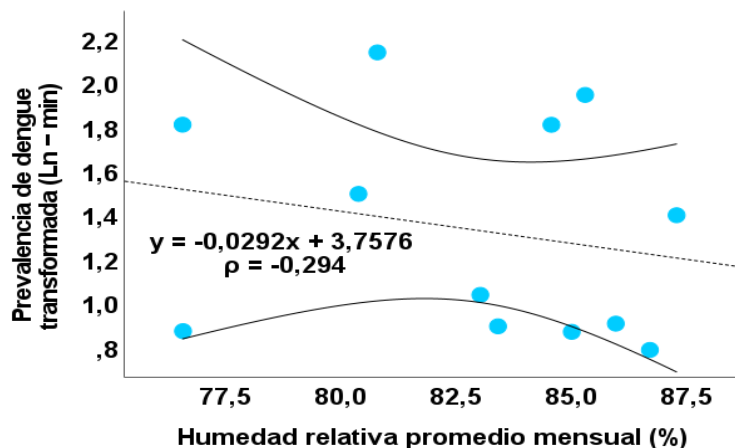
Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamálíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

Figura 55

Relación mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con IBM SPSS Statistics versión 27

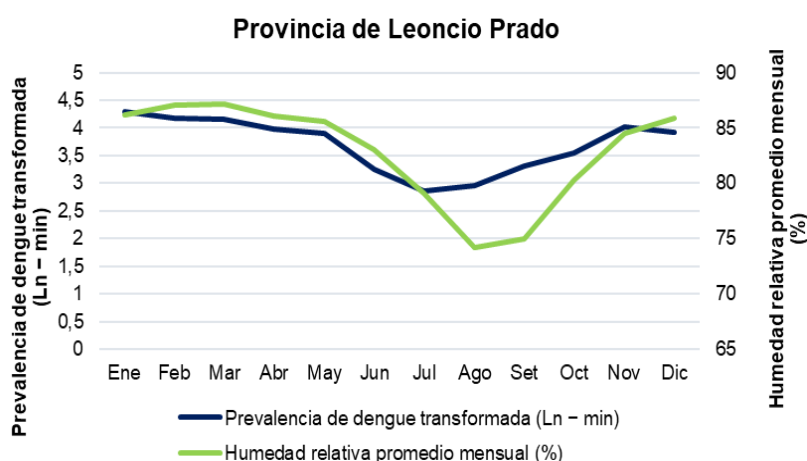
Se precisa que, en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca y Huamálíes, las relaciones entre las dos variables presentan tendencia positiva, por lo tanto, se expone que, a mayores valores de humedad relativa promedio mensual, los índices de prevalencia de dengue tendrán propensión a aumentar. La tendencia más alta se manifiesta en Leoncio Prado, donde a mayores porcentajes de humedad relativa promedio, específicamente entre 85% y 87,7%, los índices de prevalencia de dengue se incrementaron notablemente.

De igual manera, pero con menor magnitud, las provincias de Puerto Inca y Huamalíes, también presentaron aumentos de prevalencia de dengue a partir del 85% de humedad relativa promedio.

Sin embargo, la provincia de Huánuco, presentó una tendencia negativa, ya que a partir de manifestar valores superiores a 85% de humedad relativa, la prevalencia de dengue disminuyó considerablemente.

Figura 56

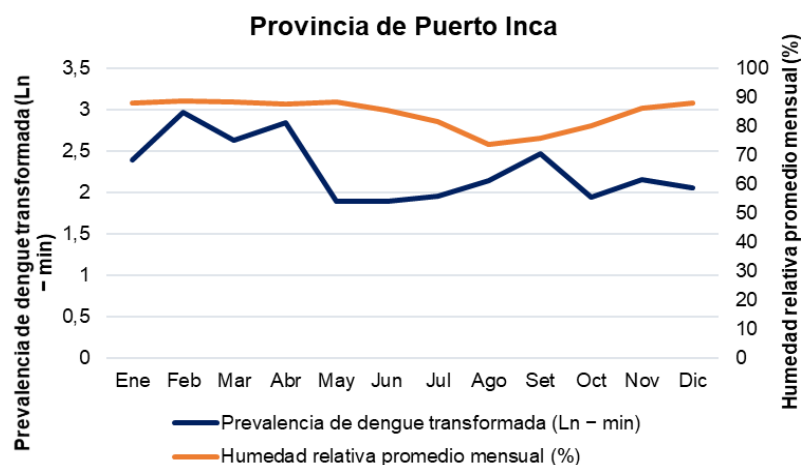
Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Leoncio Prado, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 57

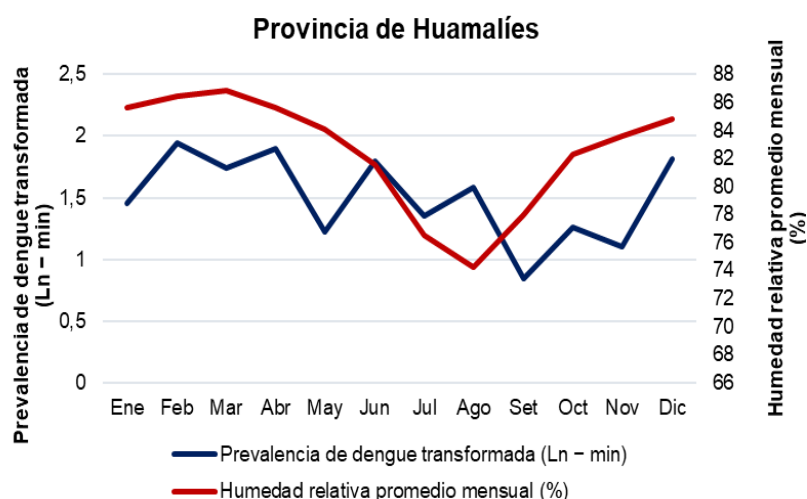
Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Puerto Inca, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 58

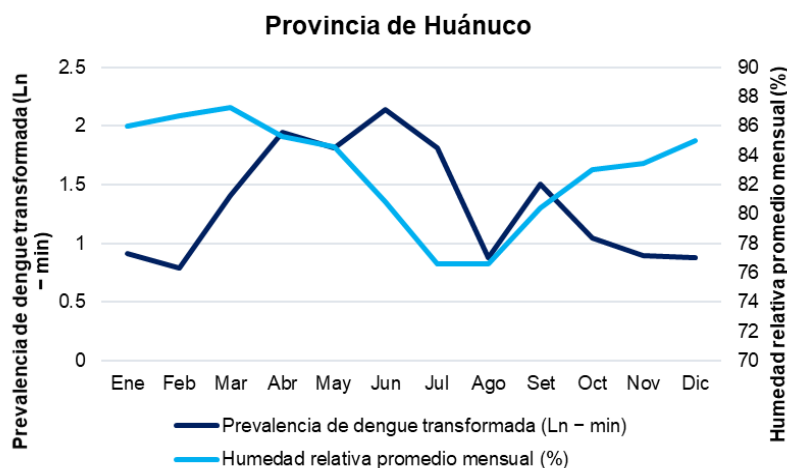
Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huamalíes, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Figura 59

Relación temporal mensual entre la humedad relativa promedio mensual (%) y la prevalencia de dengue transformada en la provincia de Huánuco, 2013-2023



Nota. Datos analizados con Excel 2019

Las relaciones temporales graficadas, muestran que la provincia de Leoncio Prado presenta una evolución bastante similar en su trayectoria mensual, dando a entender que. al aumento de los valores de humedad relativa, los valores de prevalencia también aumentarán y viceversa. Las relaciones de las provincias de Puerto Inca y Huamalíes también presentan

una ligera relación paralela. Se precisa que, en las tres provincias a lo largo del periodo enero-agosto, tanto la humedad relativa y la prevalencia de dengue tienden a disminuir, y a partir de setiembre, ambas variables tienden a incrementarse conjuntamente.

Y con respecto a la provincia de Huánuco se observa lo contrario, debido a que, cuando los valores de humedad relativa promedio aumentan, los índices de prevalencia de dengue empiezan a disminuir.

4.2. SÍNTESIS DE LOS ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Tabla 4

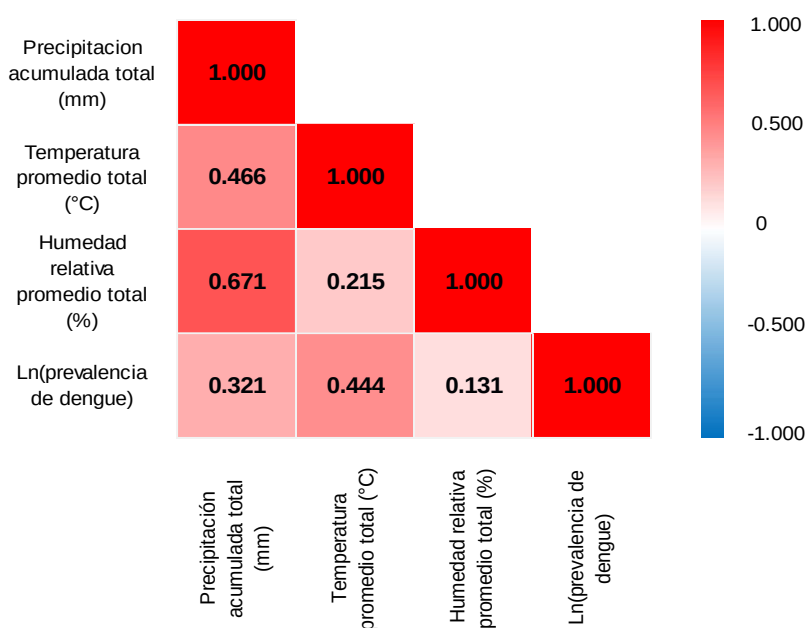
Correlación de Rho Spearman entre los parámetros meteorológicos (precipitación acumulada, temperatura promedio y humedad relativa promedio) total frente a la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023

Provincias			Precipitación acumulada mensual total (mm)	Temperatura promedio mensual total (°C)	Humedad relativa promedio mensual total (%)
Leoncio Prado Puerto Inca Huamalíes Huánuco	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,321**	0,444**	0,131*
		p - valor	<0,001	<0,001	0,010

Nota. La tabla detalla los resultados obtenidos provenientes de la correlación de los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las 4 provincias en conjunto de la región de Huánuco.

Figura 60

Mapa de calor de la correlación entre los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las 4 provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023



Nota. Se presenta el mapa de calor de las correlaciones entre los parámetros meteorológicos (precipitación acumulada total, temperatura promedio total y humedad relativa total) y la prevalencia de dengue transformada en las 4 provincias estudiadas de la región de Huánuco.

Los análisis de correlación evidencian que, al considerar en conjunto las cuatro provincias de la región de Huánuco durante el periodo 2013–2023, existe una relación significativa entre los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue. Específicamente, se presenció una correlación positiva de baja magnitud con la precipitación acumulada ($\rho = 0,321$; p – valor $<0,001$), una correlación positiva moderada con la temperatura promedio ($\rho = 0,444$; p – valor $<0,001$), y una correlación positiva muy baja con la humedad relativa promedio mensual ($\rho = 0,131$; p – valor $= 0,010$).

Tabla 5

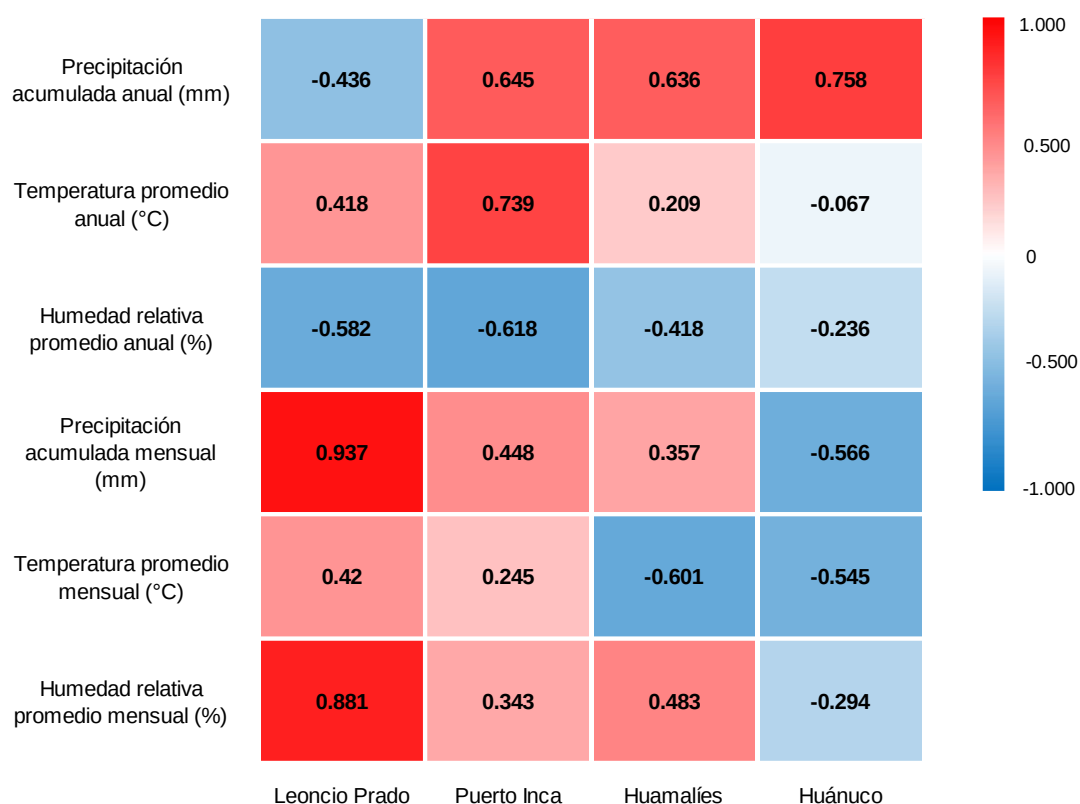
Correlación de Rho Spearman mensual y anual entre los parámetros meteorológicos frente a la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013-2023

Provincia	Variables		Precipitación acumulada anual (mm)	Temperatura promedio anual (°C)	Humedad relativa promedio anual (%)
Leoncio Prado	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	-0,436	0,418	-0,582
		p - valor	0,180	0,201	0,060
Puerto Inca	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,645*	0,736**	-0,618*
		p - valor	0,032	0,010	0,043
Huamalíes	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,636*	0,209	-0,418
		p - valor	0,035	0,537	0,201
Huánuco	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,758*	-0,067	-0,236
		p - valor	0,011	0,855	0,511
Provincia			Precipitación acumulada mensual (mm)	Temperatura promedio mensual (°C)	Humedad relativa promedio mensual (%)
Leoncio Prado	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,937**	0,420	0,881**
		p - valor	$<0,001$	0,175	$<0,001$
Puerto Inca	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,448	0,245	0,343
		p - valor	0,145	0,443	0,276
Huamalíes	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	0,357	-0,601*	0,483
		p - valor	0,255	0,039	0,112
Huánuco	Ln(Prevalencia de dengue)	Coefficiente de correlación	-0,566	-0,545	-0,294
		p - valor	0,055	0,067	0,354

Nota. La tabla detalla los resultados obtenidos provenientes de la correlación de los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las 4 provincias estudiadas por separado de la región de Huánuco.

Figura 61

Mapa de calor de la correlación entre los parámetros meteorológicos y la prevalencia de dengue en las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca, Huamalíes y Huánuco, 2013 - 2023



Nota: Se presenta el mapa de calor de las correlaciones entre los parámetros meteorológicos (precipitación acumulada, temperatura promedio y humedad relativa) en periodos anuales y mensuales con la prevalencia de dengue transformada en las provincias estudiadas de la región de Huánuco.

A nivel anual por provincia, la precipitación acumulada mostró una correlación positiva significativa con la prevalencia de dengue en Puerto Inca ($p = 0,645$; $p - \text{valor} = 0,032$), Huamalíes ($p = 0,636$; $p - \text{valor} = 0,035$) y Huánuco ($p = 0,758$; $p - \text{valor} = 0,011$) mientras que en Leoncio Prado no fue significativa. En cuanto a la temperatura promedio anual, solo la provincia de Puerto Inca ($p = 0,736$; $p - \text{valor} = 0,01$) presentó una correlación positiva significativa. Asimismo, en el caso de la humedad relativa anual, únicamente

Puerto Inca mostró una correlación significativa, pero esta fue negativa ($\rho = -0,618$; $p - \text{valor} = 0,043$).

A nivel mensual, Leoncio Prado presentó correlaciones positivas y significativas tanto con la precipitación acumulada ($\rho = 0,937$; $p - \text{valor} < 0,001$) como con la humedad relativa ($\rho = 0,881$; $p - \text{valor} < 0,001$), mientras que Huamalíes mostró una correlación negativa significativa con la temperatura promedio mensual ($\rho = -0,601$; $p - \text{valor} = 0,039$). Las demás provincias no mostraron asociaciones mensuales estadísticamente significativas.

En conjunto, estos resultados sugieren que los parámetros meteorológicos, en particular la temperatura y la precipitación, desempeñan un papel importante en la variabilidad de la incidencia del dengue en la región, aunque su influencia puede variar según la escala temporal y la provincia analizada.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) están significativamente relacionados con la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013 – 2023. Los resultados indican que, al correlacionar los parámetros meteorológicos con la prevalencia de dengue considerando todas las provincias en conjunto, se observaron asociaciones positivas y estadísticamente significativas.

La precipitación acumulada total presentó una correlación positiva de baja magnitud ($\rho = 0,321$; $p\text{-valor} < 0,001$). Por su parte, la temperatura promedio mostró una correlación positiva de magnitud moderada ($\rho = 0,444$; $p\text{-valor} < 0,001$). Asimismo, la humedad relativa también presentó una correlación positiva significativa, pero de muy baja magnitud ($\rho = 0,131$; $p\text{-valor} < 0,010$). Los hallazgos de Hossain et al., (2023) hallados mediante un modelo de regresión binomial negativa respaldan la hipótesis de que las condiciones climáticas, en especial la temperatura mínima, máxima y la humedad relativa juegan un papel determinante en la dinámica de transmisión del dengue, debido a que al aumentar una unidad en cada uno de estos parámetros se multiplicarán en 1,07, 1,13 y 1,03 los casos de dengue respectivamente. Esto refuerza la necesidad de incorporar variables meteorológicas en los sistemas de vigilancia y predicción epidemiológica. En contraste, la incidencia del dengue se reduce con el aumento de las precipitaciones que disminuyeron un 2% con los aumentos por unidad.

Al evaluar los resultados provenientes del parámetro meteorológico de la precipitación acumulada y la prevalencia de dengue, considerando por periodos anuales, las provincias que presentaron correlaciones positivas y significativas fueron Puerto Inca ($\rho = 0,645$; $p\text{-valor} = 0,032$), Huamalíes ($\rho = 0,636$; $p\text{-valor} = 0,035$) y Huánuco ($\rho = 0,758$; $p\text{-valor} = 0,011$). Visualmente, en estas provincias, una mayor prevalencia de dengue transformada tendió a observarse en rangos de precipitación anual más altos: aproximadamente entre 1800 y 2200 mm en Puerto Inca, entre 800 y 1200 mm en Huamalíes, y entre 1000 y 2000 mm en Huánuco. No obstante, la provincia de Leoncio

Prado ($\rho = -0,436$; p-valor = 0,180), a pesar de tener una relación negativa, los análisis por periodos anuales no arrojaron resultados estadísticamente significativos, donde una mayor prevalencia transformada pareció asociarse con rangos de precipitación anual más bajos (2000-3000 mm).

Por otra parte, al considerar los resultados en periodos mensuales, se obtuvo que, solo la provincia de Leoncio Prado ($\rho = 0,937$; p-valor < 0,001), tuvo una correlación positiva significativa de muy alta magnitud con la prevalencia de dengue. Estos resultados coinciden con los hallazgos reportados por Islam et al., (2023) en Bangladesh, donde se halló una correlación positiva y significativa entre los casos diarios de dengue y la precipitación ($\rho = 0,138$; p-valor < 0,05). Por otro lado, el estudio de Faruk et al. (2022) en Sri Lanka difiere de estos hallazgos al reportar una relación negativa significativa entre precipitación y dengue (odds ratio = 0,97; $p < 0,05$). Mientras que en el estudio Crispin, (2022), realizado en Tingo María, se observó que los periodos húmedos favorecían la proliferación del vector *Aedes aegypti*, aunque no se reportaron coeficientes de correlación específicos para la precipitación.

Visualmente, en la provincia de Leoncio prado, una mayor prevalencia transformada tendió a observarse en meses con precipitaciones acumuladas más altas (hacia los 3000-4000 mm, aunque estos valores son extremos). Sin embargo, las demás provincias tales como Puerto Inca ($\rho = 0,448$; p-valor = 0,145), Huamalíes ($\rho = 0,357$; p-valor = 0,255) y Huánuco ($\rho = -0,566$; p-valor = 0,055) no lograron obtener valores de p-valor menores a 0,05. En Huánuco, la tendencia visual sugiere que una mayor prevalencia transformada podría estar asociada con meses de menor precipitación acumulada (por debajo de 500 mm), mientras que en Puerto Inca y Huamalíes no se identificó un rango de precipitación mensual claramente propicio a partir de la inspección visual. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Singh et al. (2022), quienes, en un estudio realizado en Malasia, encontraron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre la precipitación semanal y los casos de dengue en las regiones de Selangor y Petaling, con un coeficiente promedio de $\rho = 0,687$ durante el periodo 2011–2019. Según los autores, el aumento de las precipitaciones incrementa la incidencia de infecciones por dengue al

favorecer la disponibilidad de criaderos, mejorar el ciclo reproductivo del mosquito (acortando su período de maduración), y aumentar tanto la supervivencia del vector como la frecuencia de alimentación hematófaga. Esto, a su vez, provoca un aumento en la densidad vectorial y, con ello, una mayor probabilidad de interacción vector-humano, lo que intensifica la transmisión viral.

De igual manera, al evaluar los resultados provenientes del parámetro meteorológico de la temperatura promedio y la prevalencia de dengue, considerando en periodos anuales, se obtuvo que solo la provincia de Puerto Inca ($\rho = 0,736$; $p\text{-valor} = 0,010$), presentó correlación positiva significativa de alta magnitud, donde visualmente una mayor prevalencia transformada se concentró en el rango de temperatura anual entre aproximadamente 26 °C y 27.5 °C. No obstante, no obtuvo correlaciones con significancia estadística en las provincias de Leoncio Prado ($\rho = 0,418$; $p\text{-valor} = 0,201$), Huamalíes ($\rho = 0,209$; $p\text{-valor} = 0,537$) y Huánuco ($\rho = -0,067$; $p\text{-valor} = 0,855$), aunque en Leoncio Prado una mayor prevalencia transformada pareció asociarse con temperaturas anuales entre 21 °C y 22 °C.

Sin embargo, los resultados obtenidos al considerar periodos mensuales revelaron un patrón diferente. Solo en la provincia de Huamalíes ($\rho = -0,601$; $p\text{-valor} = 0,039$), se detectó una correlación negativa y significativa, donde visualmente una mayor prevalencia transformada tendió a ocurrir en el rango de temperatura mensual más bajo, entre aproximadamente 11.5 °C y 13 °C. Caso contrario, las provincias de Leoncio Prado ($\rho = 0,420$; $p\text{-valor} = 0,175$), Puerto Inca ($\rho = 0,245$; $p\text{-valor} = 0,443$) y Huánuco ($\rho = -0,545$; $p\text{-valor} = 0,067$), no mostraron asociaciones estadísticamente significativas, aunque en Leoncio Prado una mayor prevalencia transformada se observó en temperaturas mensuales entre 21 °C y 23 °C, y en Huánuco la mayor prevalencia transformada pareció asociarse con temperaturas mensuales más bajas, alrededor de 13 °C a 15 °C. En Puerto Inca, la mayor prevalencia transformada se observó visualmente en el rango de temperatura mensual entre 26 °C y 29 °C.

Estos hallazgos son consistentes con Crispin, (2022) en Tingo María, que mostró una correlación positiva débil pero significativa entre temperatura

mínima y los índices entomológicos ($R = 0,39$; $p < 0,01$). Según Singh et al., (2022) en Malasia, se reportaron correlaciones positivas y significativas entre temperatura y casos semanales en Kelantan y Kota Baharu, mientras que en Selangor y Petaling la relación fue negativa. El estudio de Islam et al., (2023) en Bangladesh encontró una correlación positiva pero no significativa ($p = 0,085$; $p > 0,05$). Mientras que Seah et al., (2021) en Singapur, reportaron una relación no lineal, en la que un aumento de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ desde los $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ se asoció a una reducción del 13,1 % en el riesgo de dengue acumulado en seis semanas ($RR = 0,868$; IC 95 %: 0,798–0,946), indicando un posible efecto inhibitor de temperaturas muy elevadas. Además, afirman que diversos estudios han demostrado que cuando la temperatura se mantiene dentro del rango óptimo de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, se acelera la oviposición, el desarrollo del mosquito y la replicación del virus, lo que incrementa el potencial de transmisión del dengue. Estos resultados coinciden con los hallazgos de este estudio, especialmente en las provincias de Leoncio Prado y Puerto Inca, donde se observó una mayor prevalencia de dengue asociada a este rango de temperatura.

Asimismo, el estudio de Charette et al., (2020) realizado en la región amazónica peruana de Ucayali, aporta evidencia adicional sobre el papel de la temperatura. Utilizando modelos de regresión binomial negativa, se encontró que un incremento de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la temperatura semanal promedio durante la temporada de lluvias incrementó significativamente el riesgo de dengue, especialmente en poblaciones vulnerables. Estos hallazgos concuerdan parcialmente con los resultados del presente estudio en Puerto Inca, donde se observó un incremento en los casos de dengue vinculado a mayores temperaturas. Sin embargo, contrastan con las correlaciones negativas encontradas en Huamalíes a nivel mensual.

Los resultados obtenidos reflejan la naturaleza compleja de la asociación entre la temperatura y la propagación del virus del dengue, la cual varía en función de la escala temporal y las características ecológicas locales. La literatura científica ha evidenciado que incrementos moderados en la temperatura pueden favorecer el desarrollo del mosquito *Aedes aegypti*, ya que aceleran su ciclo biológico desde el estado de huevo hasta la etapa adulta, lo que permite la emergencia de una mayor cantidad de mosquitos en

un periodo de tiempo más corto. Asimismo, el aumento de temperatura acelera el metabolismo del vector, lo cual reduce el período de incubación extrínseca del virus (EIP, por sus siglas en inglés) y aumenta la frecuencia de alimentación del mosquito, incrementando así su capacidad de transmisión (Liu et al., 2021; Ghiffari et al., 2024). En este sentido, Chan y Johansson (2012) estimaron que el EIP promedio es de aproximadamente 15 días a 25 °C, mientras que a 30 °C se reduce a cerca de 6,5 días, permitiendo que los mosquitos se vuelvan infecciosos en menor tiempo. No obstante, temperaturas extremas o inestables pueden tener un efecto adverso sobre la supervivencia del vector, ya que pueden impedir que complete eficazmente su ciclo de vida o modificar su comportamiento, reduciendo su movilidad, frecuencia de alimentación y patrones de picadura, lo que podría explicar la disminución en la transmisión observada en determinados contextos mensuales (Liu et al., 2021).

Por último, al evaluar los resultados provenientes del parámetro meteorológico de la humedad relativa promedio y la prevalencia de dengue, considerando en periodos anuales, la única provincia que presentó significancia estadística fue Puerto Inca ($\rho = -0,618$; p-valor = 0,043), pero con una correlación negativa de moderada magnitud, por lo que sugiere que en dicha provincia, la disminución de la humedad relativa promedio anual estuvo asociada con un aumento en la prevalencia del dengue; lo cual también se refleja visualmente en el gráfico temporal, específicamente entre los años 2018 y 2023, donde una mayor prevalencia transformada se asocia con rangos de humedad relativa anual más bajos, aproximadamente entre el 80% y el 84%.. En contraste, dicha situación no sucedió con las provincias de Leoncio Prado ($\rho = -0,582$; p-valor = 0,060), Huamalíes ($\rho = -0,418$; p-valor = 0,201) y Huánuco ($\rho = -0,236$; p-valor = 0,511), debido a que no arrojaron resultados estadísticamente significativos, aunque visualmente en Leoncio Prado una mayor prevalencia transformada pareció ocurrir en rangos de humedad relativa anual más bajos (80%-82%).

En ese mismo sentido, al correlacionar las variables por periodos mensuales, solo la provincia de Leoncio Prado ($\rho = 0,881$; p-valor < 0,001), presentó correlación positiva significativa estadísticamente de alta magnitud,

dando a entender que el aumento de los porcentajes de humedad relativa estuvo estrechamente vinculado de forma directa con la prevalencia dengue, donde visualmente una mayor prevalencia transformada tendió a observarse en rangos de humedad relativa mensual más altos (85%-88%). Por otro lado, las provincias como Puerto Inca ($p = 0,343$; $p\text{-valor} = 0,276$), Huamalíes ($p = 0,483$; $p\text{-valor} = 0,112$) y Huánuco ($p = -0,294$; $p\text{-valor} = 0,354$), no lograron obtener resultados con valores significativos, a pesar de que visualmente en Huamalíes una mayor prevalencia transformada pareció ocurrir en rangos de humedad relativa mensual más altos (82%-86%), mientras que en Puerto Inca y Huánuco no se identificó un rango claramente propicio a partir de la inspección visual.

Estos resultados son consistentes con Crispin (2022), donde la humedad relativa mostró una correlación positiva débil pero significativa con los índices entomológicos ($R = 0,41$; $p < 0,01$), y con Islam et al., (2023) en Bangladesh, que reportó una correlación positiva significativa ($p = 0,175$; $p < 0,05$) entre ambas variables. Por otro lado, según los resultados de Faruk et al., (2022) en Sri Lanka, la humedad fue un predictor significativo del dengue (odds ratio = 1,05; $p < 0,01$). Este hallazgo concuerda con lo reportado por Singh et al. (2022), quienes también observaron una relación positiva y significativa entre la humedad y los casos de dengue, aunque sin detallar los valores específicos. Esta asociación puede explicarse por el hecho de que una mayor humedad relativa favorece la supervivencia y actividad del mosquito *Aedes aegypti*, al reducir la deshidratación del vector y prolongar su longevidad. Además, condiciones de alta humedad crean un ambiente propicio para el desarrollo de las fases inmaduras del mosquito en criaderos con agua, lo que contribuye a mantener poblaciones elevadas del vector durante más tiempo, incrementando así la probabilidad de transmisión viral.

Según los resultados expuestos, es importante resaltar que los datos meteorológicos analizados representan promedios a escala provincial, lo que puede atenuar o disminuir las características microclimáticas locales. Esto implica que no se reflejan con precisión las condiciones ambientales específicas de las zonas o localidades donde se presentaron mayores índices de prevalencia de dengue, sino que se consideran promedios de toda la

provincia. Por ello, en muchos casos, las relaciones observadas no fueron estadísticamente significativas. Esta situación es particularmente relevante en la región de Huánuco, que presenta una alta heterogeneidad topográfica y climática. Esta variabilidad puede causar que los promedios provinciales no reflejen de forma precisa las condiciones ambientales reales en zonas específicas donde se concentran los casos de dengue.

CONCLUSIONES

En este estudio se utilizó la prevalencia del dengue, calculada como el número de casos mensuales dividido entre la población estimada de cada provincia, en lugar del número absoluto de casos, con el fin de ajustar los análisis al tamaño poblacional y permitir comparaciones más equitativas entre provincias con diferentes densidades demográficas. Los resultados evidencian que la relación entre variables meteorológicas (precipitación acumulada, temperatura promedio y humedad relativa) y la prevalencia del dengue varía significativamente según la provincia, el parámetro climático considerado y el periodo de análisis (total, anual o mensual). Las correlaciones fueron más frecuentes y significativas en los análisis mensuales, lo que sugiere que el dengue responde rápidamente a los cambios climáticos a corto plazo.

A nivel total, los tres parámetros mostraron relaciones significativas con la prevalencia. Anualmente, la precipitación se correlacionó positivamente con los casos en Huánuco, Huamalíes y Puerto Inca; mientras que mensualmente, esta relación fue destacada en Leoncio Prado. La temperatura a nivel anual tuvo un efecto positivo solo en Puerto Inca, y negativo en Huamalíes a nivel mensual, evidenciando comportamientos no uniformes. La humedad relativa mostró correlación negativa en Puerto Inca, en periodos anuales y a nivel mensual presentó una positiva muy fuerte en Leoncio Prado, reflejando una influencia dual dependiente del contexto espacial y temporal.

El contraste entre análisis anuales y mensuales podría explicarse por la pérdida de variabilidad estacional en los promedios anuales y por posibles desfases entre condiciones climáticas y brotes. Además, debido al uso de promedios provinciales, los resultados pueden enmascarar patrones locales relevantes, especialmente en la región de Huánuco, que presenta una gran diversidad topográfica y climática. El uso de datos de alta resolución espacial mejora la identificación de áreas de riesgo, por lo que se recomienda realizar análisis a escalas más locales o distritales.

En conclusión, los parámetros meteorológicos influyen de forma comprobada en la dinámica del dengue; sin embargo, esta relación está

condicionada por la escala espacial y temporal del análisis, así como por las características ecológicas particulares de cada zona.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que las instituciones encargadas de la vigilancia ambiental y sanitaria recopilen y analicen datos meteorológicos a nivel distrital o local, especialmente en regiones con alta heterogeneidad geográfica como Huánuco. Esta mayor resolución espacial y temporal, preferentemente con series mensuales o semanales, permitiría una identificación más precisa de patrones estacionales, umbrales de riesgo y condiciones específicas donde se concentra la incidencia del dengue, mejorando la capacidad predictiva de los análisis epidemiológicos y la determinación de acciones para intervenciones sanitarias pertinentes.

Asimismo, se estima conveniente fortalecer la coordinación entre entidades como el MINSA, SENAMHI y DIRESA, con el fin de disponer de bases de datos interoperables, georreferenciadas y actualizadas.

Con relación a las estrategias de prevención, estas deben ajustarse a las condiciones ambientales y sociales de cada distrito, considerando las marcadas desigualdades en infraestructura de salud entre provincias. Debido a que, Huánuco, como capital regional, cuenta con una infraestructura de salud más desarrollada y una mayor cobertura de servicios médicos. En contraste, las provincias como Leoncio Prado, Puerto Inca y Huamalíes enfrentan desafíos de disponibilidad a la atención sanitaria por efecto de su ubicación remota y limitada infraestructura. Estas desigualdades sociales y sanitarias pueden influir en la eficacia de las medidas de prevención y control del dengue, ya que el acceso oportuno a atención médica y la implementación de estrategias de salud pública son fundamentales para reducir la incidencia de la enfermedad.

También se recomienda fomentar la investigación local en universidades e instituciones regionales, así como promover la participación comunitaria en el monitoreo ambiental y epidemiológico para fortalecer la gestión del riesgo a nivel local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acha, P. N., Szyfres, B. (2001). Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals. Taiwán: Pan American Health Organization, Pan American Sanitary Bureau, Regional Office of the World Health Organization.
- Adamo, M., & Contigiani, M. (2018). *Viro Logía: Un enfoque integral de las infecciones virales humanas*. Editorial Brujas. <https://www.digitaliapublishing.com/a/58660>
- Arbo, A., Sanabria, G., & Martínez, C. (2022). Influencia del Cambio Climático en las Enfermedades Transmitidas por Vectores. *Revista del Instituto de Medicina Tropical*, 17(2), 23-36. Epub December 00, 2022. <https://doi.org/10.18004/imt/2022.17.2.4>
- Arellano, J. E., Saldaña, M. Y., Huatangari, K. M., & Zurita, E. (2024). Prevalencia y factores de riesgo de dengue en pacientes de 18 a 60 años atendidos en Centro Salud Magllanal Jaén – 2021. Universidad Nacional de Jaén. Recuperado de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/709>
- Bell, S. (2013). *The Beginner's Guide to Humidity*. Measurement Good Practice Guide. 124
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, Myers MF, George DB, Jaenisch T, Wint GR, Simmons CP, Scott TW, Farrar JJ, Hay SI. (2013). *The global distribution and burden of dengue*. Nature. Apr 25;496(7446):504-7. doi: 10.1038/nature12060.
- Brady, O. J., Golding, N., Pigott, D. M., Kraemer, M. U., Messina, J. P., Reiner, R. C., Jr, Scott, T. W., Smith, D. L., Gething, P. W., & Hay, S. I. (2014). Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasites & vectors*, 7, 338. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>
- Burgos, G. F. (2019). Ecología y salud. Cuarta Edición. Editorial El Manual Moderno.

- Cano-Pérez E., Loyola S., Malambo-García D., Gómez-Camargo D. (2022). Climatic factors and the incidence of dengue in Cartagena, Colombian Caribbean Region. *Rev Soc Bras Med Trop* ;55:e00722022. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0072-2022>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, June). Life cycle of Aedes mosquitoes. <https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html>
- Chakraborty, T., Alcamo, I. E. (2008). Dengue Fever and Other Hemorrhagic Viruses. Estados Unidos: Chelsea House.
- Charette, M., Berrang-Ford, L., Coomes, O., Llanos-Cuentas, E. A., Cárcamo, C., Kulkarni, M., & Harper, S. L. (2020). Dengue Incidence and Sociodemographic Conditions in Pucallpa, Peruvian Amazon: What Role for Modification of the Dengue-Temperature Relationship. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(1), 180-190. Retrieved Jun 6, 2024, from <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0033>
- Chan, M., & Johansson, M. A. (2012). The incubation periods of dengue viruses. *PLOS ONE*, 7(11), e50972. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050972>
- Crawford, D. (2020). Virus. Antoni Bosch editor. <https://www.digitaliapublishing.com/a/99724>
- Crispin, M. (2022). Factores ambientales y distribución espacio-temporal de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) en Tingo María, 2015 - 2019. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2219>
- Cubas Saucedo, F. (2020). Sectorización climática del territorio peruano. Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). <https://hdl.handle.net/20.500.12542/976>
- Dostal, T., Meisner, J., Munayco, C., García, P. J., Cárcamo, C., Pérez Lu, J. E., Morin, C., Frisbie, L., & Rabinowitz, P. M. (2022). The effect of

- weather and climate on dengue outbreak risk in Peru, 2000-2018: A time-series analysis (Version 2). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(6), e0010479. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010479>
- Faruk, MO, Jannat, SN y Rahman, MS Impacto de los factores ambientales en la propagación del dengue en Sri Lanka. En t. J. Medio Ambiente. Ciencia. Tecnología. 19, 10637–10648 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03905-y>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). SAGE Publications.
- Food and Agriculture Organization (2019). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2018: Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. UN.
- Ghiffari, A., Febriani, R., Mynanda, G., & Prameswarie, T. (2024). Relationship between climate variables and dengue incidence in West Indonesia. *Jurnal Kedokteran Diponegoro (Diponegoro Medical Journal)*, 13(3), 138-146. <https://doi.org/10.14710/dmj.v13i3.43873>
- Goldmisch, P. (2020). *La gente y los microbios: Seres invisibles con los que convivimos y nos enferman*. Editorial Sb. <https://www.digitaliapublishing.com/a/129936>
- González, E. & Pineda, L.F. (2024). *La red de desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos y la atención de los problemas nacionales estratégicos*. (n.p.): Fondo Editorial Universitario.
- Gujarati, D. N. (2009). *Econometría* (5.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Herath, J., Abeysundara, H., de Silva, P., Weeraratne, T., & Karunaratne, S. H. P. P. (2022). Weather-based prediction models for the prevalence of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *Journal of Tropical Medicine*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/4494660>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (8ª ed.). McGraw-Hill.
- Hiwat, H., Doerdjan, K., Kerpens, M., Samjawan, A., Sardjoe, P., & Soekhoe, T. (2013). Importance of domestic water containers as *Aedes aegypti*

breeding sites in Suriname; implications for dengue control. *Academic Journal of Suriname*, 4(1), 403-407. Recuperado de <https://adekusjournal.uvs.edu/index.php/acjournsu/article/view/124>

Hossain, M. S., Siddiquee, M. H., Siddiqi, U. R., Raheem, E., Akter, R., & Hu, W. (2023). Association of climate factors with dengue incidence in Bangladesh, Dhaka city: A count regression approach. *Heliyon*, 9(5), e16053. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16053>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). Perú: Compendio estadístico 2019 (Tomo I). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1570/10TOMO_01.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Perú: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018-2020 (Boletín Especial N.º 26). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdfINEI

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). Perú: Proyecciones de población total según departamento, provincia y distrito, 2018-2022 (Boletín Especial N.º 27). <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3464927-peru-proyecciones-de-poblacion-total-segun-departamento-provincia-y-distrito-2018-2022Scribd+2Gobierno del Perú+2Gobierno del Perú+2>

Inzunza, J. (2006). *Meteorología descriptiva*. Editorial Universitaria.

Islam, M.A.; Hasan, M.N.; Tiwari, A.; Raju, M.A.W.; Jannat, F.; Sangkham, S.; Shammash, M.I.; Sharma, P.; Bhattacharya, P.; Kumar, M. (2023). Correlation of Dengue and Meteorological Factors in Bangladesh: A Public Health Concern. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20, 5152. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065152>

Ledesma, M. (2011). *Principios de meteorología y climatología*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.

- Leta, S., Beyene, T. J., De Clercq, E. M., Amenu, K., Kraemer, M. U. G., & Revie, C. W. (2018). Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *International Journal of Infectious Diseases*, 67, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.11.026>
- Liu, X., Liu, K., Yue, Y., Wu, H., Yang, S., Guo, Y., Ren, D., Zhao, N., Yang, J., & Liu, Q. (2021). Determination of Factors Affecting Dengue Occurrence in Representative Areas of China: A Principal Component Regression Analysis. *Frontiers in public health*, 8, 603872. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.603872>
- Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial capacity of *Aedes aegypti*: Effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential. *PLoS ONE*, 9(3), e89783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089783>
- Magalhães, B. M., Nóbrega, R. S., de Oliveira, B. F. A., Codeço, C. T., & Monteiro, A. M. V. (2023). Neglected tropical diseases risk correlates with poverty and early ecosystem destruction. *Infectious Diseases of Poverty*, 12(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s40249-023-01084-1>
- Malavige, G. N., Sjö, P., Singh, K., Piedagnel, J. M., Mowbray, C., Estani, S., Lim, S. C. L., Siquerra, A. M., Ogg, G. S., Fraisse, L., & Ribeiro, I. (2023). Facing the escalating burden of dengue: Challenges and perspectives. *PLOS global public health*, 3(12), e0002598. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002598>
- Marques, R. E., Guabiraba, R., Cisalpino, D., Teixeira, M. M. (2014). *Dengue*. Estados Unidos: Biota Publishing.
- McMichael, A. J., Campbell-Lendrum, D. H., Corvalán, C. F., Ebi, K. L., Githeko, A. K., Scheraga, J. D., & Woodward, A. (Eds.). (2003). *Climate change and human health: Risks and responses*. World Health Organization.

- Mills, C. & Donnelly, C. (2023). Climate-Based Modelling and Forecasting of Dengue Fever in Three Endemic Regions of Peru. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4546777>
- Monath, T. (2020). *The Arboviruses: Epidemiology and Ecology*. Reino Unido: CRC Press.
- Mordecai EA, Cohen JM, Evans MV, Gudapati P, Johnson LR, Lippi CA, et al. (2022) Correction: Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLoS Negl Trop Dis* 16(6): e0010514. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010514>
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2017). *Medical microbiology* (Eighth edition). Elsevier.
- Organización Panamericana de la Salud. (2016). Dengue: guías para la atención de enfermos en la Región de las Américas (2.^a ed.). Washington, D.C.: OPS. Recuperado de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/28232>
- Petit, J. & Prudent, G. (2010). Cambio climático y biodiversidad en los territorios de ultramar de la Unión Europea. Gland, Suiza y Bruselas, Bélgica: UICN, 2010, 192 pp.
- Quereda, J. (2005). *Curso de Climatología General*. Universitat Jaume I. <https://www.digitaliapublishing.com/a/14606>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Seah, A., Aik, J., Ng, L. C., & Tam, C. C. (2021). The effects of maximum ambient temperature and heatwaves on dengue infections in the tropical city-state of Singapore - A time series analysis. *The Science of the total environment*, 775, 145117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145117>
- Sierra Posada, J. O. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*: Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

- Singh S, Herng LC, Sulaiman LH, Wong SF, Jelip J, Mokhtar N, Harpham Q, Tsarouchi G, Gill BS. (2022). The Effects of Meteorological Factors on Dengue Cases in Malaysia. *Int J Environ Res Public Health*. 26;19(11):6449. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116449>
- Supo, J. (2020). Metodología de la Investigación Científica. 3ra Edición. Editorial BIOESTADISTICO EEDU EIRL.
- Tejerina, M. (2015). *UF1909 - Toma de muestras de contaminantes atmosféricos*. España: Editorial Elearning, S.L.
- Thai, K. T. D., Cazelles, B., Nguyen, N. V., Vo, L. T., Boni, M. F., Farrar, J., Simmons, C. P., van Doorn, H. R., & de Vries, P. J. (2010). Dengue dynamics in Binh Thuan Province, Southern Vietnam: Periodicity, synchronicity and climate variability. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(7), e747. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000747>
- U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, Bureau of Tropical Diseases, Vector Biology and Control Division. (1980). Control del dengue.
- US. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, National Institutes of Health, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, Office of Research Reporting and Public Response. (1977). Dengue.
- Vilca, G., (2020). Relación de la variación climática, en la morbilidad por dengue en la ciudad de Rioja, Región San Martín, 2014 - 2018 [Universidad Nacional de San Martín. Fondo Editorial]. <http://hdl.handle.net/11458/4064>
- Xue-sheng, Z. (2014). Fundamentos. Guías de Estudio de Medicina China. China: FUNDACIÓN EUROPEA DE MTC.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

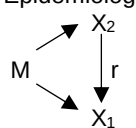
La Rosa Castro, A. (2025). *Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región Huánuco, 2013-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

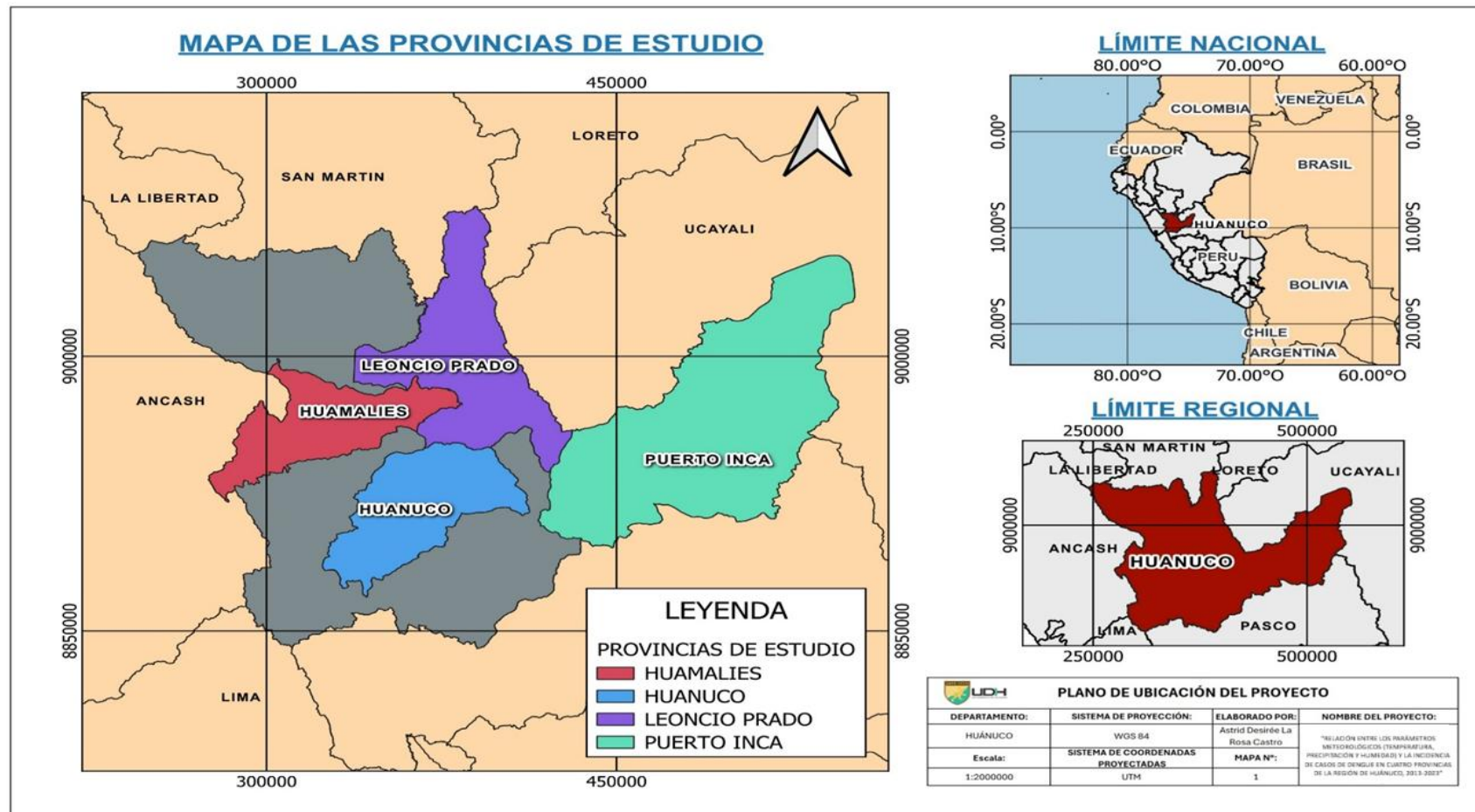
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
¿Cómo se relacionan los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) con la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023?	Analizar la relación entre los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013-2023.	H₁: Los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) están significativamente relacionados con la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023. H₀: Los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) no están significativamente relacionados con la incidencia de casos de dengue en las cuatro provincias de la región de Huánuco, 2013 - 2023.	V. Independiente Parámetros meteorológicos • Temperatura promedio • Precipitación acumulada • Humedad relativa promedio V. Dependiente Casos de dengue	Tipo: Analítico, retrospectivo, transversal y sin intervención. Enfoque Cuantitativo Nivel Correlacional Diseño Epidemiológico descriptivo  M: Muestra r: Relación entre las variables X1: Temperatura y precipitación X2: Incidencia de casos de dengue T: Período que comprende el estudio (2013 – 2023) Población y muestra Provincias de la región de Huánuco. Cuatro provincias de la región de Huánuco.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos			
¿Qué grado de relación existe entre los casos de dengue y las variaciones de los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) en cuatro provincias de la región de Huánuco? ¿Cómo se relaciona la temperatura superficial con la incidencia de casos de dengue en un contexto espacial y temporal en cuatro provincias de la región de Huánuco? ¿Cuál es la relación entre la precipitación y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco? ¿En qué medida se correlacionan los niveles de humedad relativa con la incidencia de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco?	- Determinar el grado de relación entre los casos de dengue y las variaciones de los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) en cuatro provincias de la región de Huánuco. - Analizar la relación de la temperatura superficial con la incidencia de casos de dengue en un contexto espacial y temporal en cuatro provincias de la región de Huánuco. - Evaluar la relación entre la precipitación y la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco. - Analizar la correlación entre los niveles de humedad relativa con la incidencia de casos de dengue en cuatro provincias de la región de Huánuco.			

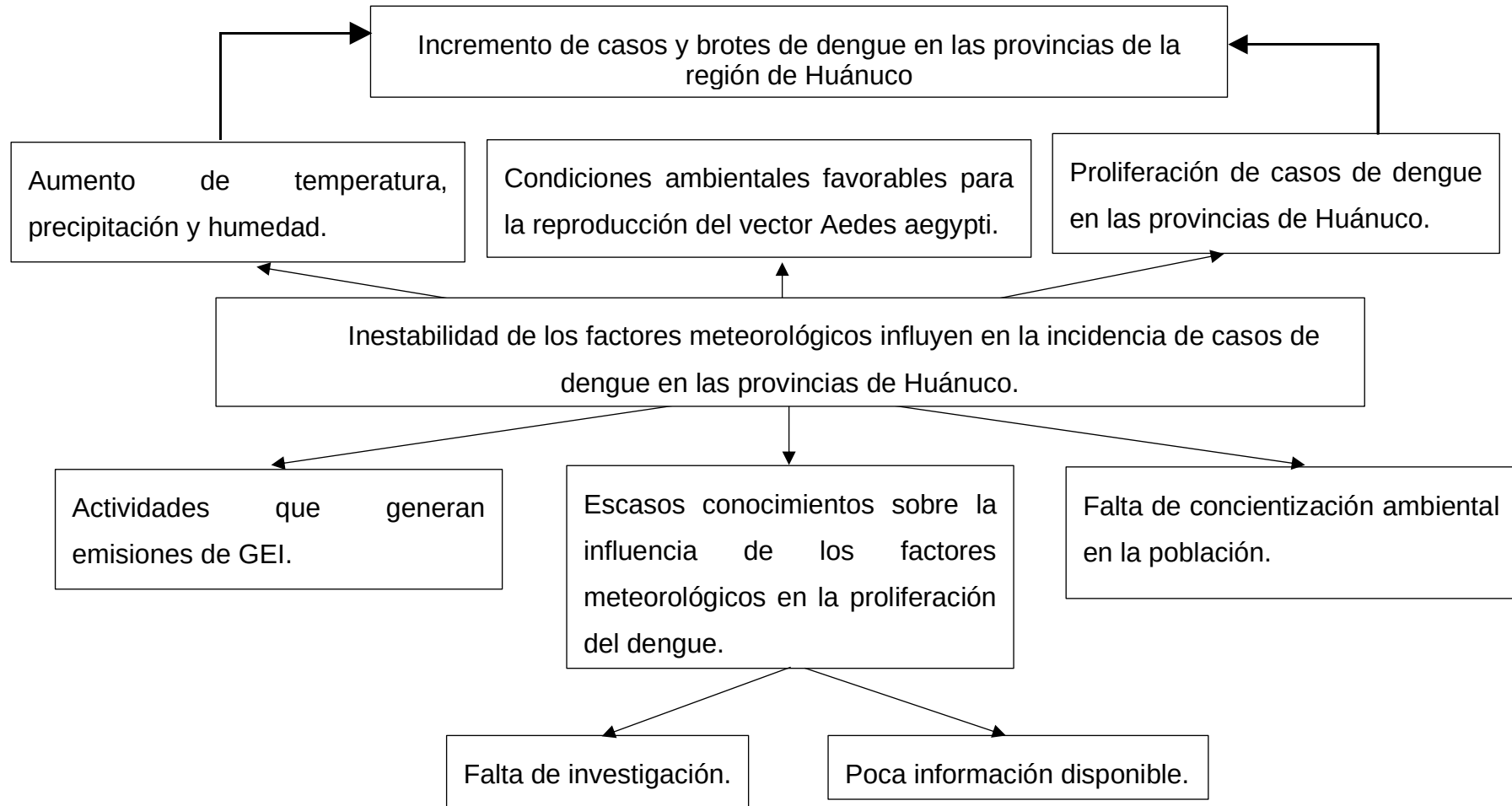
ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN



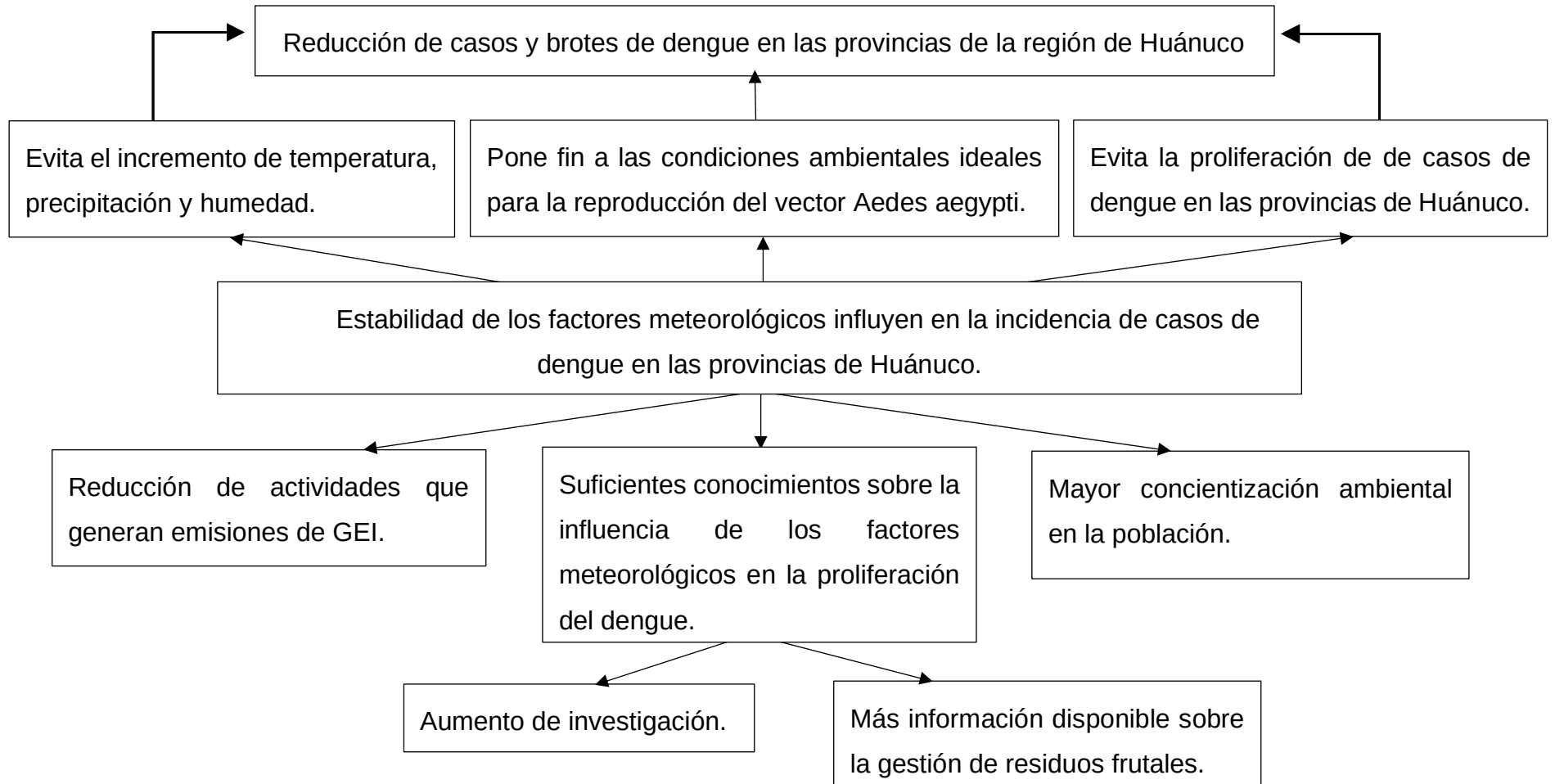
ANEXO 3

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



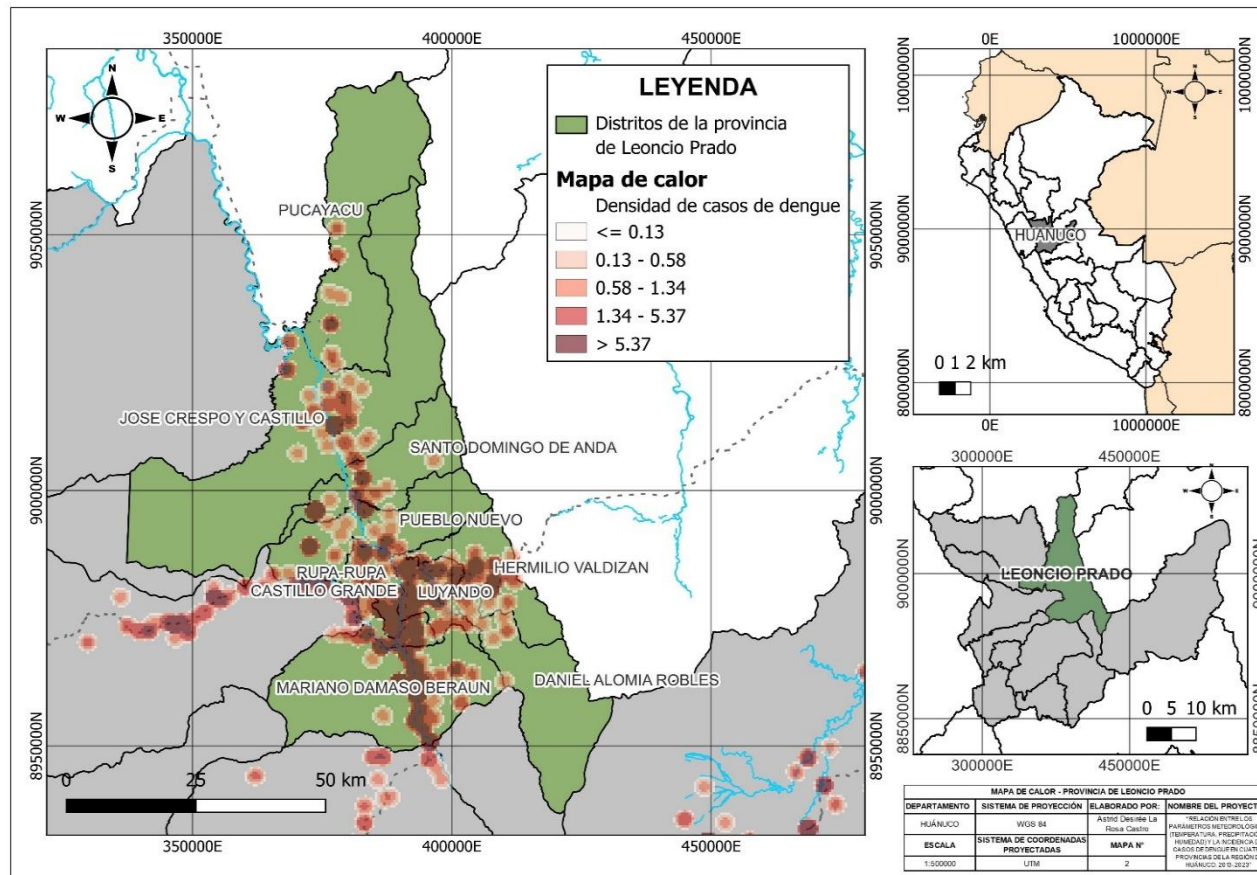
ANEXO 4

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 5

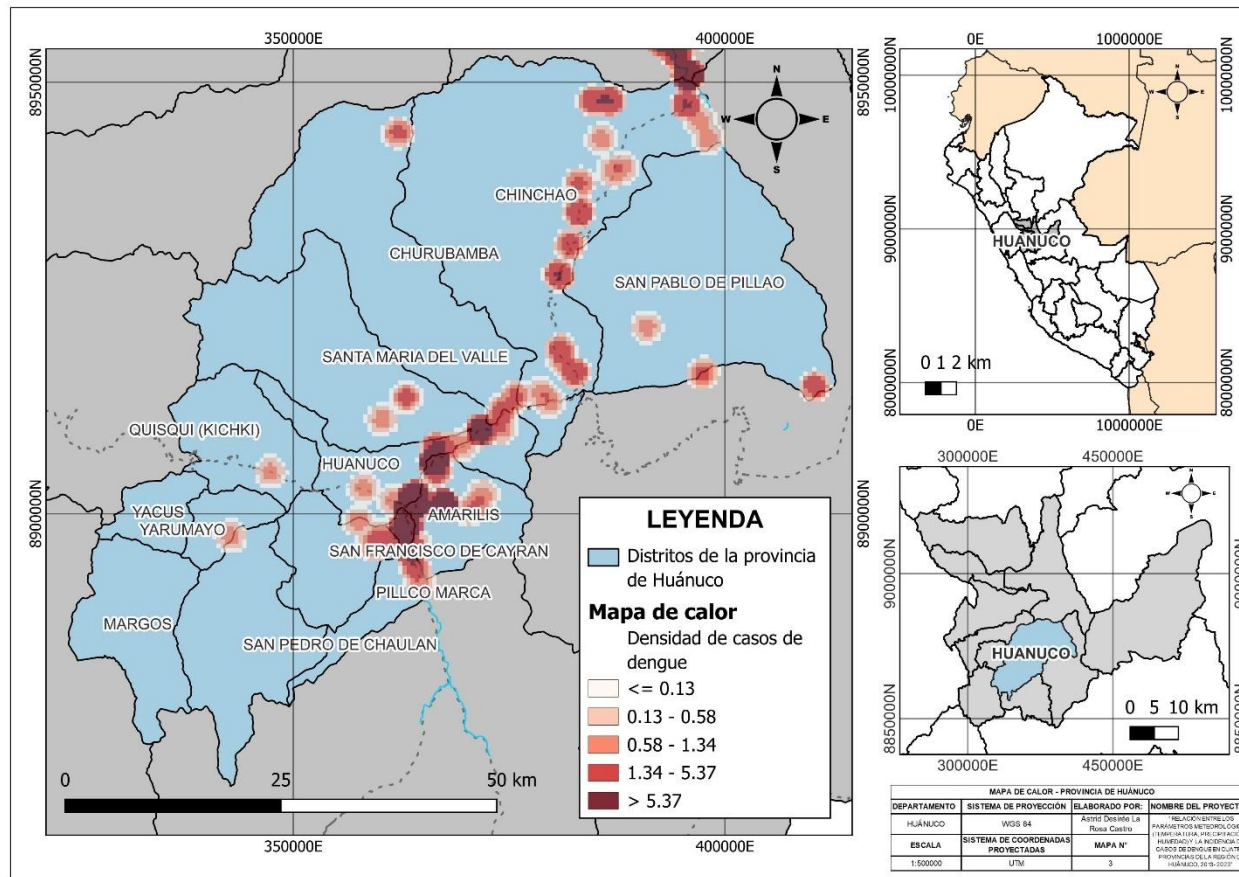
MAPAS DE CALOR EN LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO



Nota. Mapa generado con el método Kernel Density. Fuente de datos: DIRESA Huánuco (2024).

ANEXO 6

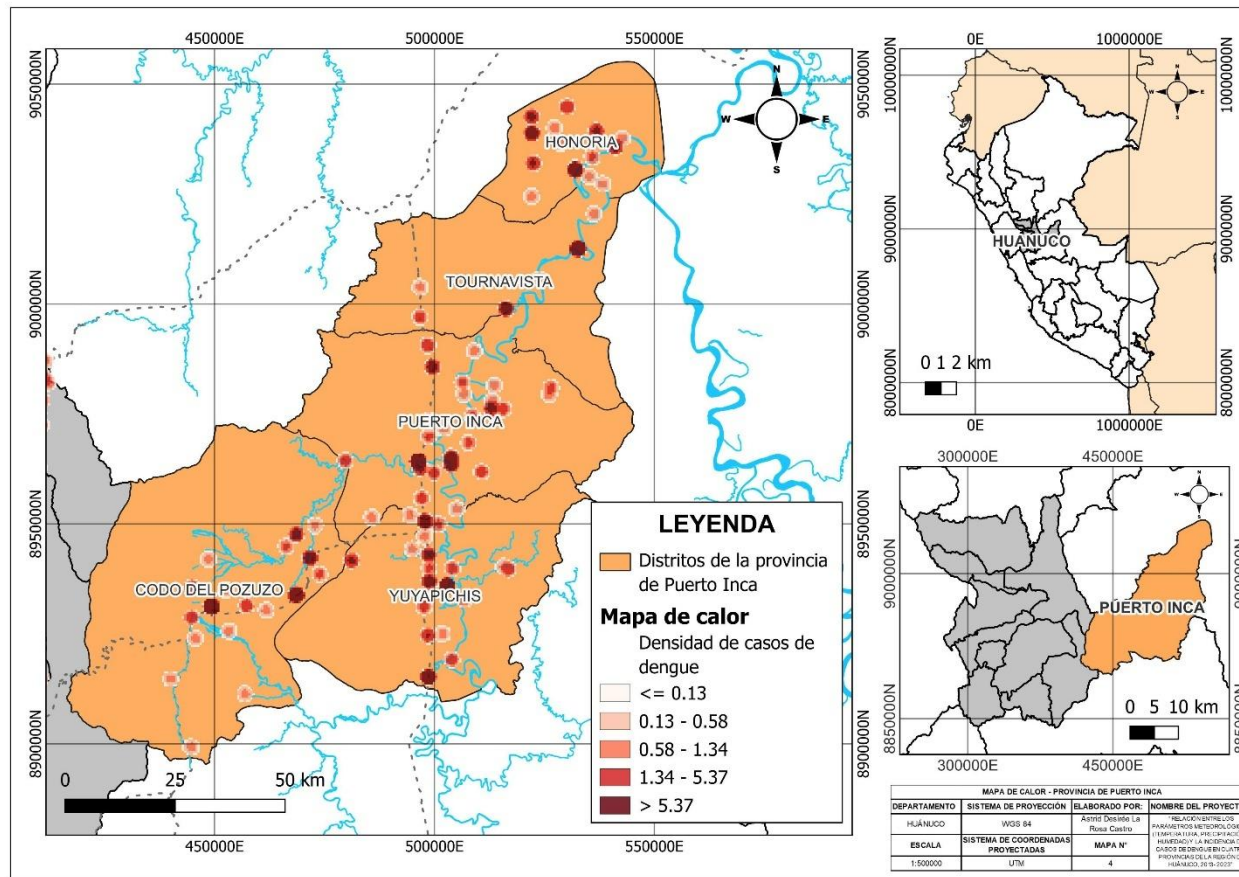
MAPAS DE CALOR EN LA PROVINCIA DE HUÁNUCO



Nota. Mapa generado con el método Kernel Density. Fuente de datos: DIRESA Huánuco (2024).

ANEXO 7

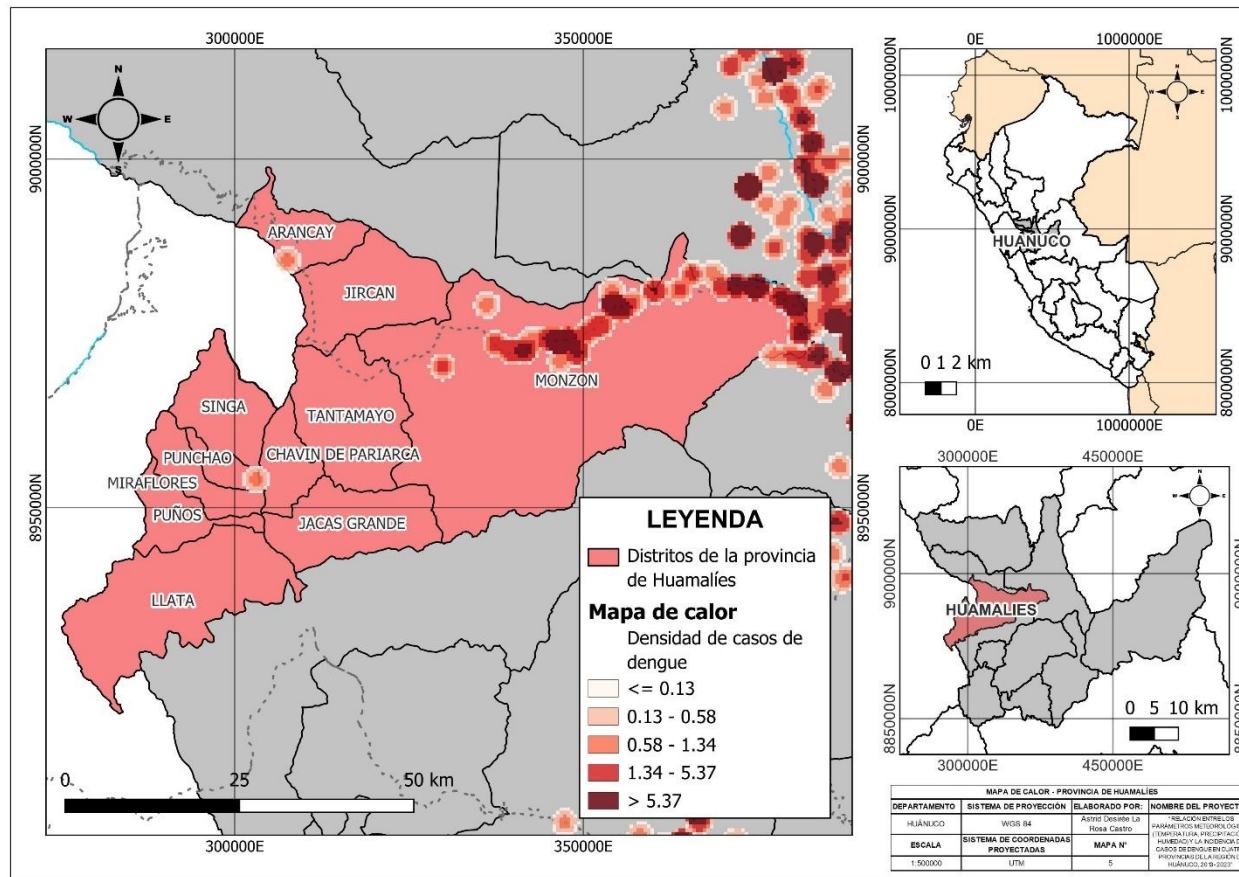
MAPAS DE CALOR EN LA PROVINCIA DE PUERTO INCA



Nota. Mapa generado con el método Kernel Density. Fuente de datos: DIRESA Huánuco (2024).

ANEXO 8

MAPAS DE CALOR EN LA PROVINCIA DE HUAMALÍES



Nota. Mapa generado con el método Kernel Density. Fuente de datos: DIRESA Huánuco (2024).

ANEXO 9

Provincia de Leoncio Prado

Y-axis: Año 1 (Prevalencia de dengue) [0 to 10]
X-axis: Precipitación acumulada mensual (mm) [1000 to 5000]

Regression equation: $y = -0.00506x + 9.1054$
 $R^2 = 0.5414$

Provincia de Leoncio Prado

Y-axis: Año 1 (Prevalencia de dengue) [7.5 to 9.5]
X-axis: Mes (Jan to Dic)
Legend: Inc (Prevalencia de dengue), Precipitación acumulada mensual (mm)

Provincia de Leoncio Prado

Y-axis: Incidencia [0 to 10]
X-axis: Mes (Jan to Dic)
Legend: Incidencia, Precipitación acumulada mensual (mm)

Provincia de Leoncio Prado

Y-axis: Incidencia [0 to 0.5]
X-axis: Mes (Jan to Dic)
Legend: Incidencia, Precipitación acumulada mensual (mm)

Provincia de Puerto Inca

Abs [Latencia en milisegundos]

Precip [Eje Horizontal (Valor)] (mm)

$y = -0,0002x + 8,5324$
 $R^2 = 0,2066$

Provincia de Puerto

Abs [Latencia en milisegundos]

— Abs [Latencia en milisegundos] — Precip

ene feb mar abr may jun jul ago

ANEXO 10

EVIDENCIA REUNIÓN VIRTUAL CON EL ASESOR

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table. The table has two main columns: 'Fecha' (Date) and 'Valor' (Value). The data spans from 2017 to 2019. The spreadsheet is displayed in a virtual meeting window. On the right side, there are two participant avatars: Astrid La Rosa and Deyvis Cano. The bottom status bar shows the time as 18:42 and the user as kty-xctq-kag.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table. The table has two main columns: 'Fecha' (Date) and 'Valor' (Value). The data spans from 2017 to 2019. The spreadsheet is displayed in a virtual meeting window. On the right side, there are two participant avatars: Astrid La Rosa and Deyvis Cano. The bottom status bar shows the time as 18:20 and the user as kty-xctq-kag.