

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Análisis espacial y temporal de la incidencia de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023”**

---

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

**AUTOR: Espinoza Fernandez, Jalinov Marx**

**ASESOR: Cano Cochachi, Deyvis Jefferson**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2025**

# U

**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

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental 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): 70366690

**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:**

N°	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	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 04 del mes de marzo 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. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0334-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INCIDENCIA DE DENGUE Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO 2020-2023"**, presentado por el (la) Bach. **ESPINOZA FERNANDEZ, JALINOV MARX**; para 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 1.7 y cualitativo de MUY BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:50 horas del día 04 del mes de Marzo 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. Milton Edwin Morales Aquino  
DNI: 44342697  
ORCID: 0000-0002-2250-3288  
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel  
DNI: 43616954  
ORCID: 0000-0002-7194-3714  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JALINOV MARX ESPINOZA FERNANDEZ, de la investigación titulada "Análisis espacial y temporal de la incidencia de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023", con asesor(a) DEYVIS JEFFERSON CANO COCHACHI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1130-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % 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, 05 de febrero de 2025



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 16. Espinoza Fernandez, Jalinov Marx.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>14%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unas.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>ciencialatina.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unal.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



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



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico al todopoderoso que sin su bendición no lo podría haber llevado a cabo, gracias a Dios, por permitirme este gran logro en mi vida, a mi queridísimo padre, Maximiliano Espinoza Soto, ya que es fuente de mi inspiración y mi mayor motivación para poder conseguir todos mis objetivos trazados, a mi madre, Rosa Fernandez Ramos, por todo su amor y comprensión durante todo este largo proceso. Gracias por alentarme a ser perseverante, por sacrificarse para que yo pudiera cumplir mis sueños y por ser grandes pilares en mi vida.

A mi amada pareja, y a mi querida hija, por su paciencia, comprensión y su amor incondicional. Sus apoyos inquebrantables han sido mi fuerza en los momentos más difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a mi asesor Deyvis Jefferson Cano Cochachi, por su paciencia, su enorme empatía y por su guía durante todo el procedimiento investigativo, por su guía experta, sus sugerencias me han logrado brindar un mayor enfoque para poder culminar esta tesis con mucha satisfacción.

A mi familia, ya que ellos son los pilares de mi motivación y gracias a ellos por apoyarme durante todo este proceso, ya que este logro no hubiera sido posible sin su confianza e inspiración.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I .....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	15
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA.....	17
1.6.2. VIABILIDAD SOCIAL .....	17
1.6.3. VIABILIDAD AMBIENTAL .....	17
CAPÍTULO II .....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS .....	23
2.2.1. DENGUE.....	23
2.2.2. CICLO DE VIDA.....	24
2.2.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAD .....	25
2.2.4. CLASIFICACIÓN REVISADA DEL DENGUE .....	26
2.2.5. DENGUE EN EL PERÚ.....	27
2.2.6. SIG.....	28
2.2.7. EVALUACION DEL DENGUE MEDIANTE EL SU USO DEL ANALISIS ESPACIAL.....	29
2.2.8. INFLUENCIA DE LA VARIABLE EN LA DISTRIBUCIÓN DEL DENGUE.....	29
2.2.9. FACTOR AMBIENTAL ASOCIADO AL DENGUE .....	30
2.2.10. RADIACIÓN SOLAR .....	30
2.2.11. PISO ALTITUDINAL.....	31
2.2.12. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN.....	32
2.2.13. IMAGEN SATELITAL MODIS (MOD16A2).....	33
2.2.14. IMAGEN SATELITAL MODIS (MCD18C2).....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	34
2.4. HIPÓTESIS .....	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	35
2.5. VARIABLES .....	35
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	35
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	35
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
CAPÍTULO III .....	37

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	37
3.1.1. ENFOQUE .....	37
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	37
3.1.3. DISEÑO .....	38
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.2.1. POBLACIÓN .....	39
3.2.2. MUESTRA .....	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS. .41	
3.3.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	42
CAPÍTULO IV .....	44
RESULTADOS .....	44
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	44
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .57	
CAPÍTULO V .....	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
CONCLUSIÓN .....	68
RECOMENDACIÓN .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXOS.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	36
Tabla 2 Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023.....	58
Tabla 3 Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023.....	58
Tabla 4 Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023.....	59
Tabla 5 Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023 .....	60
Tabla 6 Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....	61
Tabla 7 Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida de <i>Aedes aegypti</i> .....	24
Figura 2 Las 8 regiones naturales del Perú .....	32
Figura 3 Población de estudio .....	40
Figura 4 Flujograma de procesos. ....	43
Figura 5 Incidencia de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco (2020-2023) .....	44
Figura 6 Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023 .....	45
Figura 7 Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023 .....	46
Figura 8 Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....	47
Figura 9 Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....	48
Figura 10 Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Yunga de Huánuco 2020-2023.....	49
Figura 11 Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023.....	50
Figura 12 Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023 .....	51
Figura 13 Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023 .....	52
Figura 14 Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....	53
Figura 15 Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....	54
Figura 16 Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023.....	55

Figura 17 Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023 .....56

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como **objetivo**, evaluar la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue y como se relaciona con los factores ambientales como los factores geográficos y climáticos en la Región de Huánuco 2020-2023. La **metodología** es de nivel relacional, retrospectivo, de carácter observacional sin intervención, con un enfoque cuantitativo lo cual nos ayudó a recopilar buenos datos para probar nuestra hipótesis, de diseño tipo no experimental, como población se consideró a los pobladores de la región de Huánuco que tengan una incidencia de casos de dengue durante los años 2020-2023. Como **resultado**, se puede ver que los casos de dengue llegan a variar según los factores geográficos (pisos altitudinales), que a mayor altitud menor números de casos se presentan, que sí existe alguna relación espacial y temporal entre la incidencia de casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023. Lo cual se sustenta estadísticamente con los datos obtenidos por la correlación de Pearson, para hallar la correlación entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en las tres regiones evaluadas, que están dentro de la región de Huánuco (Selva Alta, Selva Baja y Yunga), lo cual los datos obtenidos son ( $r=0.545$   $p<0.001$ ;  $r=0.513$   $p<0.001$ ;  $r=0.319$   $p=0.045$ ) y para la radiación entre la incidencia de casos de dengue dentro de las tres regiones evaluadas, que están dentro de la región de Huánuco (Selva Alta, Selva Baja y Yunga), lo cual los datos obtenidos son los siguientes ( $r=0.259$   $p = 0.086$ ;  $r=0.378$   $p =0.012$ ;  $r= -0.433$   $p = 0.005$ ). Por lo cual se **concluye**, que la incidencia de casos de dengue varía según los factores geográficos (pisos altitudinales) y que los factores climáticos (evapotranspiración, radiación) llegan a tener una relación importante con la subida evidente de la incidencia de casos de dengue.

**Palabras claves:** Análisis espacial, análisis temporal, incidencia de dengue, factores geográficos (pisos altitudinales), factores climáticos (evapotranspiración y radiación).

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the spatial and temporal incidence of dengue cases and their relationship with environmental factors such as geographic and climatic factors in the Huánuco Region 2020-2023. The methodology is relational, retrospective, observational without intervention, with a quantitative approach which helped us collect good data to test our hypothesis, of a non-experimental type design, as a population it was shown to the inhabitants of the Huánuco región that they have an incidence of dengue cases during the years 2020-2023. As a result It can be seen that dengue cases vary depending on geographical factors. (altitudinal floors), that at higher altitudes the number of cases is lower, that there is some spatial and temporal relationship between the incidence of dengue cases and the altitudinal floors, evapotranspiration and radiation in the Huánuco region 2020-2023. Which is statistically supported by the data obtained by the Pearson evaluation, to find the evaluation between evapotranspiration and the incidence of dengue cases in the three regions evaluated, which are within the Huánuco region (Selva Alta, Selva Baja and Yunga), which the data obtained are ( $r = 0.545$   $p < 0.001$ ;  $r = 0.513$   $p < 0.001$ ;  $r = 0.319$   $p = 0.045$ ) and for the radiation between the incidence of dengue cases within the three regions evaluated, which are within the Huánuco region (Selva Alta, Selva Baja and Yunga), which the data obtained are the following ( $r = 0.259$   $p = 0.086$ ;  $r = 0.378$   $p = 0.012$ ;  $r = -0.433$   $p = 0.005$ ). It is therefore concluded that the incidence of dengue cases varies according to geographical factors (altitudinal zones) and that climatic factors (evapotranspiration, radiation) have a significant relationship with the evident increase in the incidence of dengue cases.

Keywords: Spatial analysis, temporal analysis, incidence of dengue, geographical factors (altitudinal zones), climatic factors (evapotranspiration and radiation).

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las actividades humanas tienen un impacto significativo en el medio ambiente, aumentando los problemas que afectan a los ecosistemas naturales y a la salud pública. Estos desafíos incluyen el cambio climático y los cambios ambientales que contribuyen a la proliferación de este mal que se trasmite por un vector como el dengue debido a la urbanización y la deforestación descontroladas. Estos impactos ambientales llegan a crear un entorno propicio para la propagación del mosquito (*Aedes aegypti*), el cual es el principal responsable de propagar el dengue.

El aumento de enfermedades como el dengue es un problema de salud pública de importancia mundial, especialmente en los sitios donde las condiciones climáticas y geográficas son favorables para la propagación y supervivencia del mosquito vector. Esto también afecta a la región de Huánuco en Perú. A pesar de los esfuerzos por controlar la propagación del dengue, los brotes de la enfermedad continúan reapareciendo y afectan a comunidades vulnerables que en muchos casos carecen de infraestructura adecuada para gestionar los riesgos para la salud. La incidencia del Dengue en Huánuco está estrechamente ligada a factores climáticos como la radiación solar y la evaporación, así como a la variación geográfica que está determinada por los pisos altitudinales. Estos factores no solo afectan la movilidad del mosquito vector, sino que también afectan la distribución espacial y temporal de los casos de dengue. A pesar de la importancia de estos factores, faltan investigaciones que examinen su interacción en Huánuco, especialmente en el periodo de los años 2020-2023.

Este trabajo de investigación es importante en el Perú porque se centra entre el vínculo del dengue y factores climáticos y geográficos en una zona de diferentes características como Huánuco. A través de análisis espacial y temporal, este estudio pretende identificar patrones que permitan una mejor comprensión del impacto de la radiación, la evaporación y los pisos altitudinales en los diferentes casos de dengue, lo que ayudará a desarrollar estrategias para evitar y controlar la enfermedad.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La fiebre del dengue llega a ser un gran desafío que ocurre en las zonas más tropicales del planeta, es una enfermedad que se llega a caracterizar por la intensa fiebre que se origina y es causada por el virus del dengue y se transmite por el mosquito (*Aedes aegypti*), el mosquito que se propaga más rápidamente en el mundo. La palabra dengue surgió en América en 1827-1828 después de un brote en la región del Caribe caracterizado por dolor en las articulaciones y erupción cutánea. (Cabezas, 2005)

El dengue es el arbovirus más prevalente en el continente americano, con brotes que ocurren regularmente cada período de tres a cinco años. En las Américas han muerto 1.302 personas, para una tasa de mortalidad del 0,04% y una tasa de infección de 305 por 100.000 personas, en total los casos de dengue notificados hasta la semana 26 de 2023, 1.348.234 (45%) llegaron a ser confirmado por el laboratorio y 3.907 (0,13%) fueron clasificados como casos graves de dengue. La cantidad de pacientes que registradas alcanzó un máximo histórico en 2019, 3,1 millones de casos en las Américas y más de un millón de infecciones, incluidos más de veintiocho mil casos graves y más de mil quinientos muertes. En 2022 existió una notificación de 2.811.433 casos, una de las mayores cantidades jamás registradas por tercer año consecutivo, superada solo en 2016 y 2019. El Perú es el segundo país con mayor número de infecciones por dengue con 188.326 casos. El cual registra desde el primero de enero hasta el cuatro de marzo de 2023, un total 20.017 casos de dengue confirmados, los cuales llegaron a ser de procedencia de diecinueve de las veinticinco regiones y de las 80 provincias, donde desde el segundo mes y medio de vigilancia epidemiológica del 2023 se descubrió prevalencia de los tipos DENV 3, DENV 1 y DENV 2, predominando el DENV 1. (OMS, 2023)

La fiebre del dengue se va a caracterizar por la prevalente en los lugares de regiones subtropical y tropical (pisos altitudinales), además, la abundancia de mosquitos y la alta densidad de población aumentan las tasas de infección. Junto con los factores sociales y económicos, el clima también logra influir mucho. Las lluvias fuertes que se presentan pueden provocar el estancamiento del agua y las sequías pueden alentar a las personas a almacenar más agua dentro de sus hogares, convirtiéndose un criadero de mosquitos. (Acosta, 2015). Por otro lado, la vegetación sirve como indicador de la evapotranspiración de las plantas, reflejando los efectos de la propiedad del suelo, humedad, temperatura y la precipitación, y proporcionando así un parámetro a la escala de nivel regional de las condiciones benéficas para adecuar el hábitat del vector. Los indicadores de la vegetación, al igual que con otros elementos que influyen, se podrá utilizar para crear diversos mecanismos de alerta oportuna para predecir la aparición del dengue áreas endémicas. (Acosta, 2015)

La región Huánuco cuenta con ecosistemas y climas propicios para el desarrollo de dengue. Ante el aumento en el número de contagiados la DIRESA-HUÁNUCO, a través de la secretaria de Epidemiología reportó en plataforma virtual de la proliferación de casos de dengue, en los que fueron confirmados y con casos probables. Las zonas con mayor incidencia de dengue son el distrito de Rupa-Rupa, Jose Crespo Castillo y Monzón, hay graves señales de alerta. Otros estados en los que existen muchos casos de dengue son Castillo Grande y Puerto Inca, ambos con y sin señales de alerta grave (DIRESA HUÁNUCO, 2022)

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la relación espacial y temporal de la incidencia de los casos de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023?

## **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuál es la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco 2020-2023?

¿Cuáles será el grado de relación espacial y temporal entre los casos de dengue y la evapotranspiración en la región de Huánuco 2020-2023?

¿Cuál es la relación espacial y temporal de casos de dengue frente a la incidencia de la radiación en la región de Huánuco 2020-2023?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue y su relación con los factores ambientales como los factores geográficos y climáticos en la Región de Huánuco 2020-2023.

### **1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Evaluar la variación de la incidencia de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco 2020-2023.

Analizar la relación estacional entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región de Huánuco, teniendo en cuenta los pisos altitudinales en el periodo 2020-2023.

Explorar la relación espacial y temporal interanual (2020-2023) de la incidencia de casos de dengue frente a la radiación considerando los pisos altitudinales en la región de Huánuco.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En la región Huánuco se apreció un aumento del dengue y esta enfermedad viene afectando a la población gravemente, lo cual con esta investigación se podrá determinar si tiene alguna influencia el tipo de pisos altitudinales, evapotranspiración y radiación con el aumento del dengue.

La investigación planteada es factible por lo que se podrá disponer de los recursos necesarios para poder llevarlo a cabo, como fuentes confiables de información, recursos económicos.

Esta investigación tuvo una gran utilidad metodológica, lo cual se podrá usar como referencia para futuras investigaciones ya sea con un enfoque similar o parecida, donde podrán analizar espacio-tiempo las incidencias de los casos de dengue a nivel local, distrital y regional.

Por lo tanto, los datos que se podrá encontrar en la presente investigación llegarán a servir para sugerir estrategias de control sobre el dengue, teniendo en cuenta las condiciones de los factores ambientales presentes en el momento. Además de esta manera se podrá llevar un mejor control de la transmisión de esta enfermedad, y así poder fortalecer las medidas y las acciones preventivas a fin de poder beneficiar a la región Huánuco.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio estuvo limitado a una sola región del Perú que es la región de Huánuco, la investigación permitió dar a conocer cómo influye los factores de la radiación, evapotranspiración y los pisos altitudinales con el aumento del dengue, pero se podría usar como referencia para futuras investigaciones.

Sin embargo, se pueden cometer errores al determinar dónde ocurren los casos de dengue, especialmente debido a errores en la información proporcionada por DIRESA de Huánuco y los pacientes. Además, la exactitud de la información resultante puede ser inexacta.

Acerca del trabajo realizado, el acceso de la información fue limitado, ya que no hay muchos estudios e información referente al estudio extensivo sobre la investigación realizada.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Este estudio es viable por las razones siguientes:

### **1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA**

Este estudio demostró su viabilidad económica. Esto se debe a que existió los recursos necesarios para esta investigación y están financiados en su totalidad por el investigador.

### **1.6.2. VIABILIDAD SOCIAL**

El impacto social que generó esta investigación es brindar información a las autoridades como a la (DIRESA Huánuco) a favor de la población, para que con esta base de datos puedan ayudar a evitar y controlar la propagación del dengue y cómo influye los factores ambientales en el aumento de los casos.

### **1.6.3. VIABILIDAD AMBIENTAL**

El estudio se puede realizar ambientalmente, ya que esta investigación no alteró y tampoco causa daño algún individuo, población o ambiente; por lo contrario, nos permitió entender como los factores ambientales como la radiación, evapotranspiración, tienen una influencia en el índice de incremento de los casos de dengue.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Vásquez (2019), Llevó a cabo una descripción sobre el caso del dengue y su comportamiento en el departamento de Cundinamarca, Colombia en los años 2010-2015 según el periodo para ampliar los márgenes de reconocimiento característico. Asimismo, realizó el análisis a los predictores ambientales, donde se pudo adicionar el factor como la altitud, la cobertura de acueducto y el índice de urbanización, como predictores para la reemergencia y emergencia del dengue. El método utilizado fue un estudio ecológico de varios grupos, cuyas principales bases de datos fueron reportes de casos de dengue proporcionados por el Ministerio de Salud de Cundinamarca e información de fuentes confiables (oficiales). Los hallazgos que se pudieron obtener en el presente estudio indican una alta carga de enfermedad (74,7%) en sectores concentrados en las tres provincias de Tequendama, Magdalena y Guariba, identificadas como proclives al dengue. Durante este período, la densidad de población superó las 20.000 personas, la tasa de infección superó los 600 por 105 personas y el número de personas infectadas siguió aumentando durante seis años consecutivos. La regresión lineal múltiple también ha demostrado que el primer prototipo, al igual que los dos primeros, puede ajustar mejor los datos contenidos en urbanización, precipitaciones y elevación, proporcionando así una relación de alto nivel entre los factores ambientales y de elevación. Se puede identificar, que el dengue fue importante y su incidencia alcanzó el 86,4% ( $p < 0,001$ ). Finalmente, se desarrolló un modelo binomial que es negativa y se seleccionaron los dos mejores modelos. El modelo continuo muestra si aumenta un (1%) en la IU, (1 °C) de aumento en la temperatura mínima, el porcentaje de infección aumenta en un 14% y un 17% para el dengue, respectivamente ( $p < 0,01$ ). Los modelos jerárquicos

muestran que, a mayores altitudes, el riesgo de infección por dengue disminuye entre un 60% y un 89% dependiendo del rango de altitud, y a medida que aumenta la urbanización, el riesgo aumenta y la incidencia del dengue.  $RTI = 1,20$  a  $20$  ( $p < 0,04$ ). Se llegó a concluir que los hallazgos que se pudieron obtener en este estudio permiten establecer extensiones de los factores tradicionales ampliando el marco analítico a otros factores, lo que conducirá a una mejor comprensión de las enfermedades y mejores resultados en salud.

Arriaga (2020), El propósito de su investigación es desarrollar un modelo de distribución potencial de (*Aedes aegypti*) en México para identificar áreas donde este vector puede estar presente y ayudar en la toma de decisiones. El método utilizado consistió en analizar y encontrar las zonas más peligrosas para la proliferación del dengue y se llevó a cabo en varios niveles. Los hallazgos que se pudieron obtener incluyen mapas de distribución potencial y mapas de idoneidad ecológica a nivel nacional. Lo cual la primera va a representar la estimación de una especie (en este caso, los mosquitos) evolucione en esa región, y el 0% representa la aptitud más baja para esa evolución. 100% es la mejor opción para toda la fase de vida, por otro lado, el segundo valor indica perfectamente si dentro del área especificada se desarrolla. Otro hallazgo importante fue identificar las principales áreas de transmisión y la asociación de casos en esas áreas, y obtener las tasas de infección acumuladas para tres categorías de riesgo (bajo, medio, alto) en todo el país, con el riesgo más alto. Esto significa que hemos obtenido la tasa de infección para la categoría. Por lo tanto, se concluyó que, considerando la portabilidad futura de estos modelos, pronosticamos dos escenarios a futuro para el año 2050 y 2070, con la característica optimista (RCP 4.5) y con característica pesimista (RCP 8.5) y desarrollamos los modelos, que se utilizarán para encontrar campos de datos en los que los mosquitos pueden evolucionar en el futuro. Se crearon cuatro modelos de riesgo únicos: dos mil setenta RCP 8.5 y 4.5, dos mil cincuenta RCP 4.5 y 8.5. Por lo tanto, las proyecciones presentadas también identifican cinco fuentes que son

principal de riesgo dentro del país. Estos son persistentes para cada pronóstico, nuevos en comparación con el caso base y también cubren áreas metropolitanas.

García-Martínez et al., (2018) realizó un estudio en el Salvador en el municipio de la Nueva Trinidad, lo cual realizó el estudio que tuvo como propósito supervisar el ciclo biológico del mosquito vector (*Aedes aegypti*) en ambientes de su naturaleza donde lo relaciono con opciones climáticas como la radiación solar, lluvias, temperatura máxima y mínima y humedad relativa, donde al final se pudo observar que los factores climáticos presentan una alta relación radiación solar, lluvias y humedad relativa donde se halló una relación proporcional entre ellos a medida que cambian los factores climáticos los índices entomológicos tienden a cambiar, la temperatura máxima también se relaciona de manera proporcional inversa con el dengue, dando como resultado 16.4 días del ciclo biológico, y una constante térmica en una media de 264.1 grados.

Sánchez (2023), realizó el análisis tanto las tendencias temporales como la distribución espacial del dengue típico y del dengue hemorrágico a escala provincial, municipal y de CEO en el lugar de San Luis Potosí, México y desarrollar dos modelos: un modelo geoestadístico y un modelo estadístico. El método utilizado comenzó con un repositorio oficial que contiene la información del año 2015 hasta el 2020 de los casos de dengue hemorrágico y clásico, los casos se identificaron geográficamente a nivel de la AGEB y así poder calcular la tasa de incidencia. Los hallazgos que se pudieron obtener en el presente estudio confirmaron un total de 132, 136, 116, 661, 1674 y 1925 casos entre los años 2015 hasta el año 2020. Los modelos de regresión logística muestran que la mayor vulnerabilidad se asocia con áreas densamente pobladas. Una vía principal que conecta zonas rurales y urbanas. La predicción de la susceptibilidad al dengue estuvo determinada por el valor del área bajo la curva (ROC), que fue de 0,9775 para el dengue típico y de 0,9722 para el dengue hemorrágico, los cuales mostraron una buena predicción. Se concluyó que, aunque el dengue hemorrágico es cada vez más frecuente, el dengue clásico

mostró un mayor aumento y el dengue hemorrágico se determinó que tiene un mínimo aumento.

García YE et al., (2023) realizó un estudio que está situado en Costa Rica, este país tiene una característica peculiar, ya que tiene un microclima muy diverso donde el dengue se puede proliferar, el objetivo principal que tiene este trabajo es hallar la correlación entre los diversos factores climáticos ambientales y la incidencia de casos de dengue, donde se usó la estrategia de análisis de conglomerados, coherencia de Wavelet, los factores que se estudiaron es la evapotranspiración, índice de vegetación, precipitación e índice de agua de diferencia normalizada. En donde se llegó a usar un desfase temporal entre los cambios de evapotranspiración, precipitación y la incidencia de casos de dengue que varían entre menos de los 3 meses lo cual este desfase nos llegó a ayudar para lograr sincronizar las dos series temporales para así poder obtener un mejor resultado lo cual se llegó a realizar un análisis de series temporales para poder hallar las intrincadas conexiones entre opciones de clima y los sucesos de casos de dengue. Así mismo la periodicidad anual de los sucesos de casos de dengue se correlacionó con los índices ambientales evaluados que son la evapotranspiración, índice de vegetación, precipitación y índice de agua de diferencia normalizada a lo largo del tiempo en el Pacífico Norte y la Región Central del Noroeste del País, con factores ambientales que tienen una prevalencia de menos de tres meses, dando como resultado una confianza del 95%, en donde se rechazó la hipótesis nula a un nivel de significancia predeterminado de ( $p < 0.1$ ) lo cual se concluye que estos hallazgos nos ayudan a comprender el dinamismo espacial y temporal de la incidencia de casos de dengue con los factores ambientales.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Romero (2018), realizó la evaluación del factor social y climático que subyacen a la aparición de los casos de dengue en el distrito de Callería y en el sector de Dos de Mayo. Así mismo se aplicó el método de investigación descriptivo, lineal y cuantitativo en el contexto de estudios similares y que tengan una relación con el tema desarrollado.

Para ello, se adoptó un formato de investigación adaptado a las realidades sociales y ambientales a través de preguntas semiestructuradas, y como herramientas de recolección de datos se utilizaron observaciones directas, entrevistas y cuestionarios a la población de la provincia de Dos de Mayo. Como resultado, el 53.50% de la población respondió que cualquier persona puede infectarse con dengue, sin importar género, edad o condición económica, y el 97.69% de la población respondió que la prevención del dengue se puede dar evitando los depósitos de agua para reducir la cría de mosquitos, el 93,93% de la gente disfruta de servicios básicos como saneamiento y agua, pero debido a la mala calidad de las empresas que prestan este servicio, deben almacenar agua en contenedores durante varios días. Se concluye que se ha encontrado que el factor social y ambiental se encuentran directamente relacionados con la aparición del dengue, los más importantes de los cuales son la temperatura, la higiene y la distribución de desechos sólidos en la propagación del vector.

Ruiz (2020), en su investigación pretende explicar el grado del nivel de autocorrelación a nivel distrital en los casos de dengue notificados en el Perú entre 2008 y 2018. Esta tesis describe los focos de dengue en Perú entre 2008 y 2018 y los puntos calientes. La metodología es el estudio observacional analítico y transversal que analiza datos de 263.953 casos de dengue notificados en el Perú, se proporcionan descripciones anuales de los casos de dengue del 2008 al 2018 por región, grupo de edad y sexo investigados en cada año. Se obtuvo como resultado que en el año 2017 se registró que las edades que están más afectadas están entre los 30 y 59 años (36,51%) y así se identificó que el año 2020 se logró registrar la mayor cantidad de casos de dengue. Los indicadores de la autocorrelación se determinaron que son significativos y positivos. Por lo cual se concluyó que los casos de dengue se concentran espacialmente en diferentes regiones del Perú. En 2017, los puntos calientes se encontraban dentro de lo largo del norte del Perú, en el año 2017.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Crispin (2022), realizó la evaluación de la relación entre distribución espacial temporal y el factor ambiental del (*Aedes aegypti*) (Linnaeus, 1762) en Tingo María de 2015 a 2019. La metodología de la investigación del estudio utilizó un diseño correlacional y evaluó indicadores entomológicos: (Índice Aédico (Ia), Índice Breteau. (Ib), índice de recipiente (Ir), índice de densidad de huevos (Idh) e índice de Ovitrampas Positivas (Op)). La distribución espacial y temporal del vector, tuvo como resultado, en seis sectores epidemiológicos, la tasa de la superó el 2% y el número de huevos superó los 150. De manera similar, la humedad relativa ( $R = 0,41$ ) y la temperatura mínima ( $R = 0,39$ ) mostraron correlaciones positivas débiles ( $p < 0,01$ ) con Ia, Ib, Ir e Idh, y sus valores fueron explicados por el modelo modificado,  $Ib^2$  e  $Ir^2$ . Se concluye que se encontraron variaciones temporales significativas en Ia, Ib, Ir e Idh en Tingo María durante el período 2015-2019. Y hay estaciones secas y lluviosas muy distintas, la distribución de vectores de dengue de alto y muy alto riesgo.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. DENGUE**

El dengue se conoce como fiebre de los huesos, y fiebre quebradora de los huesos en los diversos países de Centroamérica. Las apariciones de dengue logran acontecer cada 5 o 6 años. Se cree que la recurrencia de los casos de dengue es el resultado de la interacción entre los 14 ciclos estacionales y la inmunidad cruzada a corto plazo a las cuatro cepas en los pacientes con dengue. Una vez que desaparece la inmunidad cruzada, las personas se vuelven más susceptibles a la infección, especialmente cuando llega la próxima temporada infecciosa. Por lo tanto, a pesar de brotes anteriores del virus del dengue, todavía hay una gran cantidad de individuos que son susceptibles en la misma población. En cierto modo, a diferencia del virus del dengue, los nuevos casos ingresan fácilmente a la población a través de la migración y los nacimientos. El alcance geográfico de la enfermedad es similar al de la malaria, sin embargo, a diferente de la

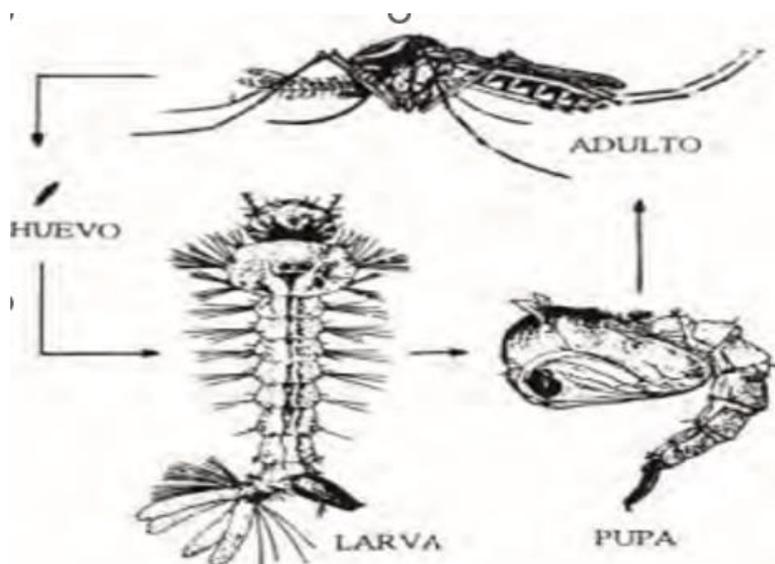
malaria, el dengue ocurre en áreas urbanas. Así mismo la transmisión directa de persona a persona no es posible. (Paico, 2014)

### 2.2.2. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida del mosquito (*Aedes aegypti*) se divide en dos facetas que contiene cuatro etapas: la etapa acuática (etapa larvaria) y la etapa alada (etapa adulta) (Figura 1), la vida útil dura de 8 a 10 días. (Chanampa, 2019)

**Figura 1**

*Ciclo de vida de Aedes aegypti*



*Nota.* Ciclo de vida completo del vector, en todas sus fases. (Chanampa, 2019)

#### **a) Fase acuática**

La primera etapa ocurre en el agua y consta de tres etapas: huevo, larva, pupa o crisálida. La eclosión hasta la pupa dura de 5 a 7 días en condiciones ideales a temperaturas de 25 °C a 29 °C.

**Huevo:** Según Fernández (2009), el mosquito hembra pone de 100 a 200 huevos en distintos lugares sobre la superficie del agua en cada ubicación. El huevo es ovalado, de aproximadamente 1 mm de tamaño, y blanco, volviéndose negro a medida que crece el embrión. Esto dura 48 horas desde el desove hasta la eclosión, pero puede

durar hasta 5 días, siempre que haya humedad y temperatura adecuadas.

**Larva:** Pasa por cuatro etapas de crecimiento y se alimenta de microalgas y protozoos libres. El cuerpo tiene forma de gusano, mide 8 mm de largo y tiene cabeza, tórax y abdomen. Sus movimientos son serpentinos y están provocados por la fotofobia. Esta fase tiene una duración de 5-6 días. (Cabezas, 2005)

**Pupa:** No come alimentos, pero su función es transformarse de larva a adulto. Flota naturalmente en la capa superficial del agua. No obstante, responden rápidamente a los estímulos gracias a sus remos de natación. Esta fase dura 2-3 días. (Fernández, 2009)

#### **b) Fase alada o adulta**

Tiene (5 mm) y una mancha plateada oscura en forma de arpa en la parte posterior del pecho. Las hembras se diferencian en que los tentáculos son más cortos que la probóscide, la parte abdominal es más afilado y las antenas son más peludas. La sangre ingerida juega un papel importante para su reproducción. (Balanzar, 2017)

#### **2.2.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAD**

DIGESA (2011), también destaca que el dengue elige hábitats alrededor de las casas, especialmente donde haya un lugar con agua limpia y que tenga sombra y pone huevos en las paredes. En zonas con abundantes precipitaciones, como los bosques, los materiales de desecho como botellas, latas y neumáticos son los contenedores más comunes y preferidos para el Dengue.

De manera similar Basso (2010), afirma: Él (*Aedes aegypti*) se distribuye en zonas ubicadas entre los 35 grados sur y 45 grados de latitud norte. No obstante, en el Caribe y Sudamérica continental, su distribución tiene una isoterma anual de 15 °C, que se extiende hasta los 10 °C.

La reintroducción de (*Aedes aegypti*) al Perú ocurrió en 1984 en una ciudad de la región amazónica (Loreto), y su distribución se fue

expandiendo paulatinamente a zonas vecinas, San Martín. (Sánchez V. , 2016)

La patria original del (*Aedes aegypti*) es África, donde vivía especialmente en los bosques tropicales, en los agujeros hechos por los escarabajos en las rocas, los árboles y el bambú. Luego, se extendió por todo el mundo gracias al excelente entorno de reproducción que se encuentra en los contenedores de agua de los barcos negreros. Por otro lado, los mosquitos americanos han adquirido hábitos domésticos y se han adaptado al agua limpia que se mantiene en el hogar. (Fernández, 2009)

#### **2.2.4. CLASIFICACIÓN REVISADA DEL DENGUE**

La categorización sugerida de la OMS en el año 2009 se le denomina categorización examinada. Esta categorización surge del desenlace del proyecto DENCO, los cuales integró 2000 casos comprobados de dengue en dos continentes y ocho países. Enfermedad grave del dengue. La categorización denominada dengue se divide en dos, los cuales son los siguientes, el dengue con alarma y el dengue sin signos de alarma, ya que su reconocimiento tiene mucha importancia para determinar los métodos de tratamiento y así poder prevenir el dengue grave. Próximamente, se propone una descripción de cada clasificación definida. (MINSA, 2017)

**Dengue sin signos de alarma:** La presentación clínica es muy variable, variando a partir de síndromes febriles inespecíficos hasta formas usuales. Los pacientes tienen la capacidad de experimentar la mayor parte o la totalidad de los síntomas durante un periodo prolongado (generalmente hasta 15 días a la semana) antes de comenzar un período de recuperación que dura varias semanas. Todos los pacientes que tienen alguna sospecha de dengue tienen que ser evaluados minuciosamente, incluidos los indicadores de riesgo como el embarazo, presencia de condiciones adicionales (insuficiencia cardíaca, hipertensión, enfermedad renal, diabetes, obesidad), agrupación de edad (bebés y ancianos) y acceso. A la salud y los

servicios sanitarios. Posibilidad de realizar seguimiento a los pacientes ambulatorios para detectar signos de peligro y deterioro de los síntomas clínicos. (MINSA, 2017)

**Dengue con signos de alarma:** Una vez que la fiebre disminuye (entra en remisión), los pacientes con dengue pueden progresar bien y superar la enfermedad, o pueden empeorar en términos clínicos desarrollar signos de advertencia. Las señales de advertencia se deben al crecimiento de la penetrabilidad capilar y ocurren en etapas críticas. No se han identificado signos de alerta o combinaciones de estos que cumplan con las propiedades óptimas de un elemento pronóstico con una elevada sensibilidad y exactitud. En esta fase, estar atento a señales de alerta como dolor abdominal intenso y persistente, náuseas continuas, vómitos persistentes, hemorragias mucosas, alteración de la conciencia, concentración de líquido y agrandamiento del hígado. (MINSA, 2017)

**Dengue grave:** El dengue grave se define por la existencia de uno o más de los siguientes síntomas:

- Choque por fuga de plasma y/o concentración de líquido con dificultad para respirar.
- Hemorragia masiva considerada médicamente significativa por el médico tratante.
- Daño severo a los órganos. Cuando la fiebre comienza a bajar, la permeabilidad vascular aumenta rápidamente, lo que provoca hipovolemia y, finalmente, shock. Esto suele ocurrir a los 16, 4 o 5 días (rango 3-7 días) después del inicio de la enfermedad, y siempre hay señales de alerta antes de eso. (MINSA, 2017)

### **2.2.5. DENGUE EN EL PERÚ**

Una investigación realizada por Cabezas y colegas en 2015 mostró que el primer brote se reportó en 1900 y que hubo una orientación en alza en los últimos años, con casos más graves y fatales causados por el DENV-2. Relacionado con el patrón genético. En Perú, el dengue resurgió en Loreto en 1984 y posteriormente se extendió a

diversas regiones, incluida la selva central. En el Perú son endémicos cuatro serotipos de dengue: (DENV tres, DENV uno, DENV cuatro y DENV dos). Entre estos serotipos, DENV tres es el más divergente con cinco linajes y DENV cuatro es el menos divergente con dos linajes. En Perú, llega a existir una gran amplia diversidad genética de vectores del dengue debido a la migración activa de los vectores y al movimiento a través de actividades humanas. (Cabezas et al., 2015)

#### **2.2.6. SIG**

A Los SIG se describen como un grupo de herramientas, métodos y aplicaciones diseñadas para trabajar de manera lógica y coordinada para poder así analizar, capturar, almacenar, transformar y visualizar completamente la información geográfica a través de sus elementos espaciales y lograr diferentes objetivos dependiendo de sus necesidades. Además, tiene una tecnología que nos permite gestionar y analizar la información espacial, principalmente para atender el requerimiento de la obtención de información eficiente para resolver diversos problemas relacionados con el dominio espacial, y procesar consultas espaciales de manera instantánea. Surgió de la necesidad de funcionalidad para llevar a cabo. Obtener información útil y correcta. (Humboldt, 2006)

En cuanto al estudio de la epidemiología espacial, se puede entender como el análisis de vinculación entre una enfermedad y el entorno geográfico utilizando técnicas como el mapeo de enfermedades, estudios de asociación espacial y la evaluación de riesgos específicos mediante la detección de grupos de enfermedades. La epidemiología espacial tiene como objetivo utilizar bases de datos espaciales para identificar relaciones de patrones espaciales entre los sujetos de estudio y la proximidad de centros de salud o enfermedades. Esta distribución espacial generalmente incluye y conecta todos los componentes que llegan a formar parte de su entorno espacial, como son aspectos sociales, sociales, demográficos, económicos, ambientales y climáticos. (Humboldt, 2006)

La epidemiología espacial y social son herramientas esenciales para comprender la propagación y distribución de enfermedades. La ventaja más importante del análisis espacial es que la ubicación del evento debe incorporarse al análisis, ya que la ubicación marca la diferencia. En general, los epidemiólogos se encuentran con eventos de salud y deben atender a la ley de Waldo Tobler de que todo está relacionado con todo lo demás, pero lo que está cerca está lejos. (Humboldt, 2006)

### **2.2.7. EVALUACION DEL DENGUE MEDIANTE EL SU USO DEL ANALISIS ESPACIAL**

Este análisis se fundamenta en la primera ley de la geografía de que los objetos que están más cerca son más similares que los objetos que están más lejos (autocorrelación espacial). Varios estudios han demostrado que la distribución que presenta el dengue no es premeditada. (Atique et al., 2018)

Los análisis espacio temporales aplicados a la investigación del dengue han logrado permitir estudios de brotes y epidemias de dengue en regiones áridas como México, Argentina y Perú. Ha sido evaluado. Se ha realizado un estudio similar. (Castro et al., 2017)

### **2.2.8. INFLUENCIA DE LA VARIABLE EN LA DISTRIBUCIÓN DEL DENGUE**

Rubio et al. (2011), explicaron como influyen los factores ambientales en la distribución de (*Aedes aegypti*) de la siguiente manera:

El cambio climático suele asociarse con El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), lo cual llega a provocar precipitaciones, temperatura y humedad extremas, provocando cambios en los patrones y la presión del movimiento de las masas de aire, provocando fuertes lluvias y períodos muy húmedos, lo que contribuye a la propagación del mosquito del dengue.

Según López y Neira (2016), la temperatura y la precipitación fueron reportadas como el factor que tiene una influencia no solo en la

dinámica de la incidencia del (*Aedes aegypti*), como también con la capacidad para poder transmitir el virus. Por este motivo, diversas investigaciones se han enfocado en la influencia que tiene las variables ambientales en el patrón dispersión geográfica de este ejemplar.

De manera similar, se ha sugerido sobre los brotes de dengue, y por extensión los brotes de (*Aedes aegypti*), están relacionados con ciertas variables ambientales como pueden ser la humedad relativa, temperatura y la precipitación, siendo esta última un factor importante en el cambio climático que afecta la cronología. La distribución y el patrón geográfico de aparición de los casos de dengue, así como la temperatura, parecen desempeñar un papel importante en la gravedad de la propagación. (Tovar, 2016)

#### **2.2.9. FACTOR AMBIENTAL ASOCIADO AL DENGUE**

Fenómenos como la precipitación, la humedad y el nivel de temperatura influyen en la incidencia regional en América del Sur y están asociados con una gran accesibilidad de estos sitios de reproducción y una superior distribución del dengue. (Márquez et al., 2019)

DIGESA (2011), sugiere que los efectos del cambio climático en los ecosistemas están creando las condiciones propicias de humedad y temperatura, para lo cual conlleva al crecimiento de los mosquitos. La degradación del medio ambiente natural como resultado de la deforestación está creando nuevas condiciones para la transmisión de enfermedades.

De igual forma Herrera y Sánchez (2017), creen el factor climático es muy importante, ya que determinara por donde se propaga y la eficiencia de transmisión de esta enfermedad. Como resultado, se produce pandemias a gran escala debido al cambio climático.

#### **2.2.10. RADIACIÓN SOLAR**

El Sol es un vasto cuerpo gaseoso caliente con un diámetro de 1.392.000 km, una masa de  $1.989 \times 10^{27}$  kg y ubicada en una distancia promedio de  $150 \times 10^6$  km con respecto a la Tierra. Se cree que la

temperatura en el centro del Sol es de  $15 \times 10^6$  grados Celsius. La mayor parte de la energía solar se muestra por medio de una radiación de tipo electromagnético. (Morena et al., 2010). Quiere decir que la radiación nos ofrece una manera de conocer la magnitud de la energía que cae sobre un sector específico en un momento específico y se expresa a través de ( $W/m^2$ ). (Mascarós, 2015)

Irradiación =  $P/A$  donde:  $P$  = potencia medida en Watts (W),  $A$  = área en metros cuadrados ( $m^2$ ).

### **2.2.11. PISO ALTITUDINAL**

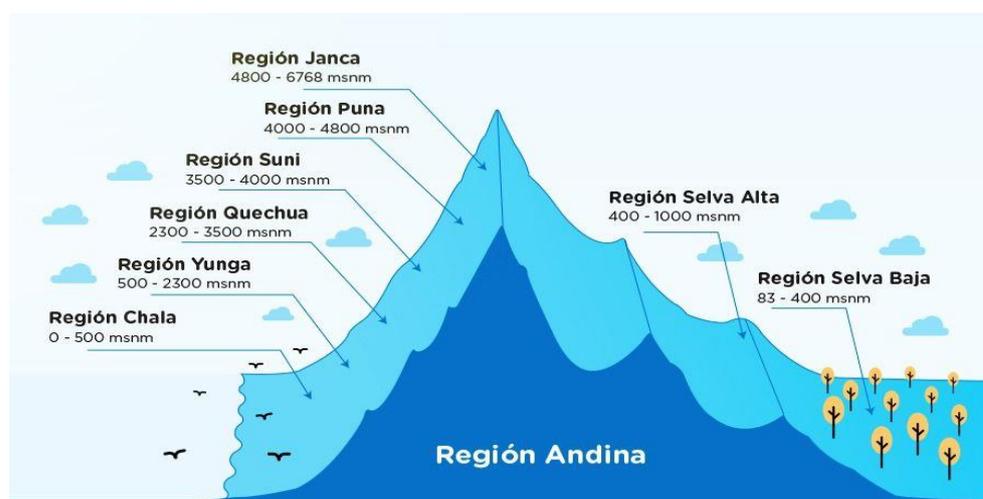
Se trata del espacio vertical entre un sitio de la Tierra y la superficie del mar. Estas palabras se usan para significar altura, que es la distancia desde el piso, y está relacionado con la altura que tiene el terreno, sea esta sobre el nivel del mar o no, que se considera un área de altura constante desde los 0 metros con relación al mar. Hasta 6768 metros. Según, la tesis de Pulgar Vidal (1987), las Ocho Regiones Naturales del Perú. Se tuvieron en cuenta criterios topográficos (significado de los topónimos), como también se tuvo en cuenta los criterios geomorfológicos (relieve), además también se tomó en cuenta los criterios climáticos, criterios de flora y fauna, criterios económicos y criterios de altitud. Estos son (ver Figura 2):

- **REGIÓN COSTA O CHALA**, que significa Niebla densa o niebla de revestimiento se refiere a ubicaciones entre 0 metros y 500 metros sobre el nivel del mar.
- **REGIÓN YUNGA O QUEBRADA**, que significa Valle caliente. Yunga se encuentra ubicada entre los 1000 hasta 2300 (msnm), los cuales está conformada por las siguientes ciudades que es (Huánuco, Moquegua, etc.).
- **REGIÓN QUECHUA**, tiene el nombre de Tierra de clima templado y se encuentra ubicada a una altura que va desde 2 300 hasta 3 500 metros sobre el nivel del mar.

- REGIÓN SUNI O JALCA, que significa Tierras Altas. El área de sitio de la región de las heladas está ubicada entre los 3 500 a 4 000 metros sobre el nivel del mar.
- REGIÓN JALCA O PUNA se encuentra entre los 4 000 a 4 800 m.s.n.m. El significado: Soroche o Mal de altura.
- REGIÓN JANCA O CORDILLERA (4 800 a 6 7 68 m.s.n.m.) Significa: Blanco.
- REGIÓN SELVA ALTA O RUPA RUPA (400 a 1 000 m.s.n.m.)
- REGIÓN SELVA BAJA U OMAGUA se extiende desde los 83 a 400 m.s.n.m.

**Figura 2**

*Las 8 regiones naturales del Perú*



*Nota.* División de las regiones naturales del Perú según. (Pulgar Vidal, 1987)

## 2.2.12. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

Un modelo de elevación digital (MDE) llega a ser una disposición ordenada de números que por ende va a representar la distribución espacial de la elevación en cualquier punto de datos de un paisaje. (MDE) permite la caracterización digital de relieves a través de una estructura de datos matricial y proporciona el cálculo de parámetros necesarios para estudiar y modelar diversos fenómenos naturales. (Buitrago, 2011)

Por otro lado, Felicísimo (1994), se puede ver que el modelo de elevación digital (MDE) se define como un esquema de información digital utilizado para representar la distribución espacial de la información de elevación del área de extensión del territorio. Lo cual la principal salida de datos llega a corresponder al valor de altitud  $z$  y que va asistido con los valores  $x$ ,  $y$ ,  $z$  su propósito es especificar datos dentro de las proyecciones geográficas actuales.

### **2.2.13. IMAGEN SATELITAL MODIS (MOD16A2)**

El producto de evapotranspiración/flujo de calor latente terra del (MODIS) MOD16A2 versión 6.1 es un conjunto de datos compuestos de 8 días producido con una resolución de píxeles de 500 metros (m). El algoritmo utilizado para recopilar los productos de datos MOD16 se basan en la lógica de las ecuaciones de Penman-Monteith e incluyen entradas de datos de reanálisis meteorológico diario y productos de teledetección MODIS, como características de la vegetación, albedo y dinámica de la cobertura del suelo. Los productos MOD16A2 se ofrecen con capas compuestas de evapotranspiración (ET), flujo de calor latente (LE), (ET) (PET) y LE potencial (PLE) junto con capas de control de calidad. También están disponibles dos imágenes de escaneo de baja resolución (ET y LE) para cada pellet MOD16A2. (Corriendo, 2023)

### **2.2.14. IMAGEN SATELITAL MODIS (MCD18C2)**

MCD18C2 versión 6.1 es una cuadrícula de nivel 3 de radiación activa (PAR) generada fotosintéticamente diariamente y PAR cada 3 horas en él (MODIS) Terra y Aqua con una resolución de  $0,05^\circ$  (5600 m en el ecuador). Una combinación de valores estimados. PAR es la radiación solar incidente en el espectro visible (400-700 nm) y es una variable importante en los modelos de la superficie de la Tierra que abordan una variedad de cuestiones científicas y aplicadas. El producto MCD18 se basa en un algoritmo de creación de prototipos que utiliza múltiples firmas de tiempo de datos MODIS para derivar la reflectancia de la superficie y utiliza un enfoque de tabla de búsqueda (LUT) para calcular el PAR incidente. El LUT tiene en cuenta diferentes tipos de

cargas de aerosoles y nubes en diferentes geometrías de iluminación/pantalla. Los productos PAR globales se generan a partir de MODIS y datos de satélites geoestacionarios. (Wang, 2021)

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Análisis espacial y temporal:** El análisis espaciotemporal permite a VBD mapear e identificar los riesgos, además, se evalúa cada evento y la interacción entre el entorno y su relación con un área espacial particular, al identificar el área geográfica y la población en la que se ubica. Puede establecer conexiones entre el entorno y cada evento registrado. (vecindad, movimiento, conexión, distancia, familiaridad con un lugar en particular). Esto nos permite descubrir en que se relaciona los factores ambientales y la aparición de defectos. (Morales et al., 2019)
- **Dengue:** Se contagia por el mosquito (*Aedes aegypti*), por lo cual tiende a ser una enfermedad febril aguda, esta enfermedad puede ser con síntomas que va desde una fiebre hasta puede causar la muerte como también puede ser asintomática. (Ruiz, 2020)
- **Piso altitudinal:** Quiere decir los (msnm), que define el tipo de piso. Relieves con rasgos distintivos fauna, flora y vegetación. Perú en términos de altitud están en 8 regiones como (Chala o Costa, Yunga, Quechua, Suni, Puna, Janca y selva alta Rupa-Rupa y selva baja Omagua). (Pulgar Vidal, 1987)
- **Evapotranspiración:** La evapotranspiración se destaca como un factor climático fundamental, pues vincula de manera única el ciclo del agua (evaporación), el ciclo de la energía (flujo de calor latente) y el ciclo del carbono compensación entre transpiración y fotosíntesis. (Fisher et al., 2017)
- **Radiación:** La energía solar por radiación es la más importante. Este astro es capaz de generar agua vaporizada a partir de grandes cantidades de H<sub>2</sub>O. Esta dosis potencial de radiación varía según la latitud y la estación. Se encuentra sujeto a la turbidez del ambiente y a la existencia de nubes que reflejen y que absorban una gran cantidad de energía. (Allen et al., 2006)

- **Incidencia:** La incidencia se describe como nuevos casos de dengue que ocurren en una población en un tiempo establecido. Es un indicador vital para comprender el riesgo y la prevalencia de enfermedades en una población. (Fajardo Gutiérrez, 2017)

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**H1:** Existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.

**H0:** No existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Incidencia de casos de dengue

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Factores geográficos y climáticos

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Análisis espacial y temporal de la incidencia de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023.

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor Final</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Incidencia de casos de dengue	Número de casos reportados 2020 – 2023 según la DIRESA Huánuco	Unidad	Numérica Entera

<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valor Final</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Factores geográficos y climáticos	Piso altitudinal (Modelo digital de elevación (DEM))	(msnm) mm cada 8 días (mm 8-day-1)	Numérica continua
	Evapotranspiración (Imágenes satelitales MODIS (MOD16A2))	Wats m <sup>2</sup> al día (W m <sup>2</sup> día)	
	Radiación (Imágenes de satélite MODIS (MCD18C2))	Radiación (W/m <sup>2</sup> )	

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este estudio fue de tipo longitudinal porque analizó a los mismos sujetos o fenómenos a lo largo del tiempo, también fue retrospectivo, ya que se utilizó datos que ya han sido recolectados entre los años 2020 al 2023, además es de carácter observacional sin intervención porque se observaron y registraron fenómenos tal como ocurren naturalmente sin manipular ni influir en las variables de estudio, igualmente de acuerdo a las variables se consideró que es analítico porque se centró en el análisis profundo y detallado de dos variables para comprender su relación, así mismo esta investigación fue un componente de un estudio correlacional, cuya meta principal fue puntuar el nivel de relación que hay entre las variables independientes y dependientes. Por tal motivo se evaluó mediante la herramienta Q-gis. Luego se aplicaron métodos estadísticos apropiados como regresión lineal mediante el coeficiente de determinación o  $R^2$  para analizar y determinar posibles relaciones entre estas variables. Este enfoque correlacional nos permitió examinar la relación entre las variables independientes y dependientes, proporcionando información valiosa para comprender y abordar el estudio. (Sampieri, et al 2018)

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Es un estudio cuantitativo que tuvo como objetivo desarrollar, investigar, describir, interpretar y medir las variables establecidas en la investigación presentada. Este enfoque cuantitativo nos ayudó a recopilar buenos datos con el fin de comprobar nuestras hipótesis fundadas en cálculos numéricos y estudios estadísticos para hallar modelos de comportamiento y poder concebir teorías. (Sampieri, et al 2018)

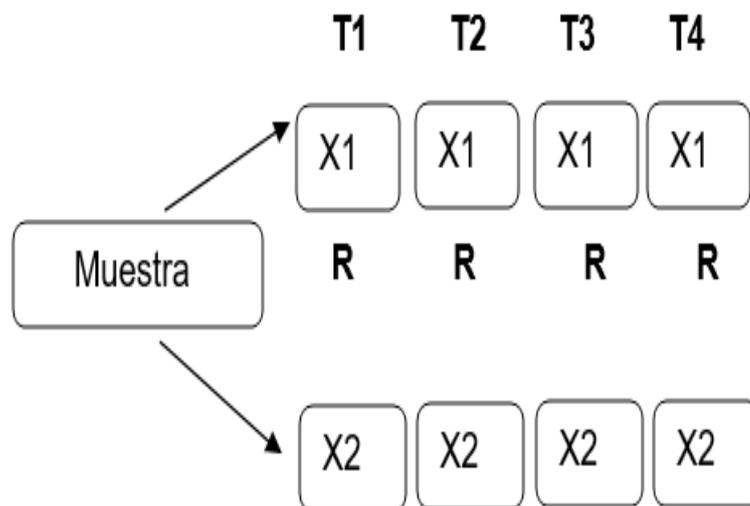
##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El estudio comprende un alcance cuantitativo y dentro de esta también se encuentra en un nivel relacional porque, se requiere evaluar el grado de relación entre los factores geográficos, climáticos y los

casos de dengue. Luego, se aplicaron técnicas estadísticas adecuadas para poder estudiar y analizar la relación entre estas variables. (Sampieri, et al 2018)

### 3.1.3. DISEÑO

La investigación tuvo un diseño de tipo no experimental y tiene una naturaleza cuantitativa, con el objetivo de analizar los comportamientos de las variables sin influir de manera intencional en una determinada época, por lo cual se empleó un diseño correlacional. (Sampieri, et al 2018)



Donde:

M: Muestra de estudio

R: Relación entre la variable independiente y dependiente.

X1: Variable N° 1 (Incidencia de casos de dengue)

X2: Variable N° 2 (Pisos altitudinales, evapotranspiración y radiación)

T: Años de estudio del 2020 al 2023

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

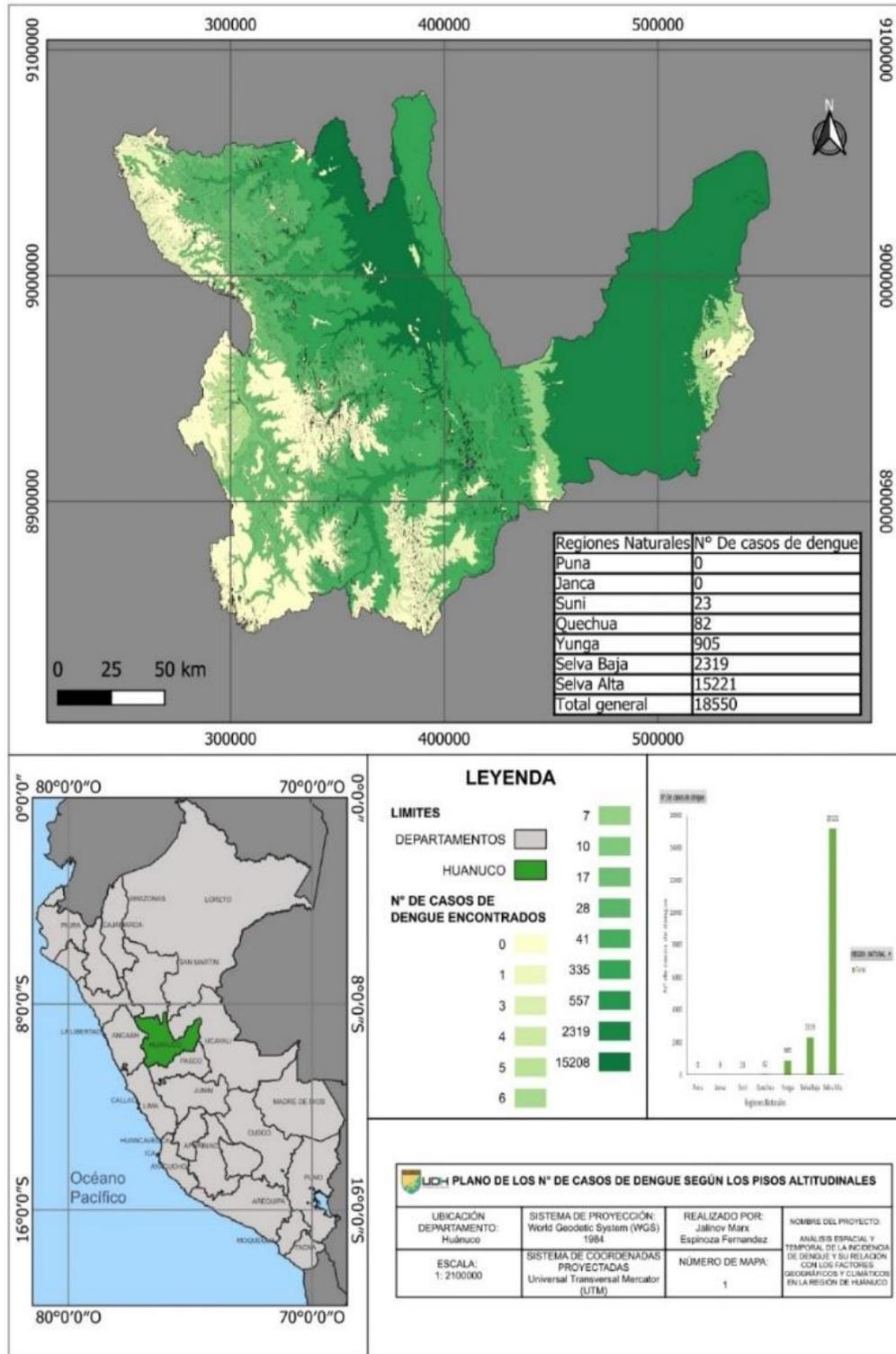
### **3.2.1. POBLACIÓN**

Para la población de mi estudio se consideró a los pobladores de la región de Huánuco que tengan una incidencia con los casos de dengue, durante los años 2020 al 2023 (ver Figura 3).

Para los criterios de inclusión se consideró a los pobladores y pacientes que se contagiaron con dengue dentro de la región de Huánuco durante los años del 2020 al 2023, delimitado geográficamente mediante la herramienta de Google Maps, donde se corrobora la dirección de las viviendas y se verifica que este dentro del lugar de estudio. Por otro lado, para el criterio de exclusión, no se consideran a los pobladores o pacientes que tengan un contagio de origen nativo de otro lugar que no sea dentro de la región de Huánuco y de años anteriores que no sean del 2020 al 2023, para lo cual en la base de datos también se comprobó mediante la herramienta de Google Maps la delimitación geográfica del origen del contagio mediante la dirección de la vivienda.

**Figura 3**

*Población de estudio*



*Nota.* Pobladores de la región de Huánuco que tienen incidencia con los casos de dengue.

### **3.2.2. MUESTRA**

En este estudio de investigación se va a considerar 3 regiones naturales que contaran la mayor tasa de incidencia dentro de la región de Huánuco, donde se buscara la relación entre los elementos climáticos y la incidencia de los casos de dengue el cual se considerara el periodo de tiempo de los años 2020 al 2023.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Las técnicas empleadas fueron la observación y análisis de informes y registros.

La información de los casos de incidencia de casos de dengue se obtuvo por la DIRESA de la región de Huánuco, registros y consolidado mensuales y anuales de la región de Huánuco, durante los años 2020-2023.

Los datos climatológicos se van a recopilar de los registros de la página meteorológica (Power data Access viewer v2.0.0), correspondientes a los años 2020 al 2023 de la región de Huánuco y datos provenientes del producto MODIS a través de (Global subsets tool) para obtener datos de evapotranspiración.

#### **3.3.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los instrumentos utilizados en el estudio de investigación son:

- La herramienta usada para recolectar los datos de la incidencia de casos de dengue de los años 2020 – 2023 de esta investigación será un archivo en formato Excel que nos proporciona la Dirección Regional de Salud (DIRESA-Huánuco). Este archivo contiene registros detallados de la incidencia de casos de dengue en la región Huánuco. Los datos incluirán la fecha, diagnóstico, departamento, provincia, distrito, ubigeo, localidad, nombres completos de los pacientes, edad, sexo, fecha de inicio de los síntomas, fecha de inicio de la investigación epidemiológica, fecha de notificación a las autoridades de salud, micro red, razón social del hospital, establecimiento de salud, importado, migrado, DNI, Muestra,

Latitud, Longitud, dirección y los cuales se añadirán las 8 regiones naturales y altitud.

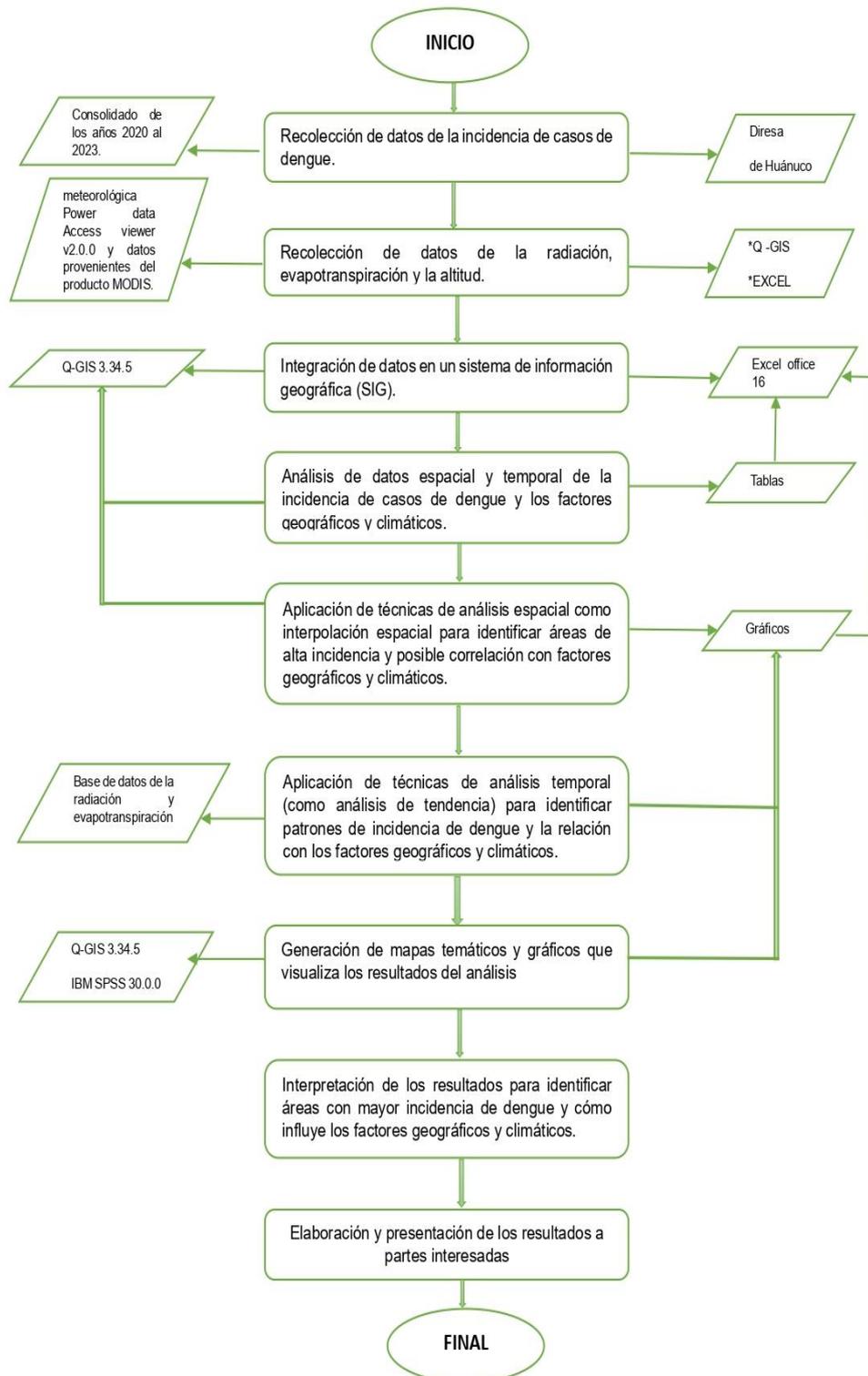
- Sensores modis: Estos sensores modis nos ayudarán a capturar los datos de las variables ambientales como la radiación y la evapotranspiración.
- Satélites terra y aqua: Nos proveen los datos a través de los sensores MODIS, información de la radiación y evapotranspiración.
- Computadora: Este equipo será necesario para descargar, procesar y analizar los datos.
- Qgis: Para analizar y visualizar en un (SIG) para analizar y visualizar los datos geoespaciales.
- Microsoft Excel: Para poder estudiar y ver los datos, importante para el manejo de tablas de datos, generar gráficos y hacer los cálculos.
- Google Maps: Visualizar las ubicaciones, referencias geográficas y comparar con los datos analizados.
- Spss: Software que nos ayudara analizar datos y crear tablas y gráficas con datos.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

Para poder procesar la información obtenida se usó el software Q-gis donde nos ayudó procesar los datos descargados de la página web Power data Access viewer v2.0.0, en esta página obtendremos los datos de la radiación y evapotranspiración, para posteriormente evaluar, elaborar tablas, gráficos, cuadros estadísticos y con la herramienta IBM SPSS poder hallar la correlación de Pearson, que se encuentran en este trabajo de investigación.

**Figura 4**

*Flujograma de procesos.*



*Nota.* Flujograma de procesos de la investigación, desde el inicio hasta el final.

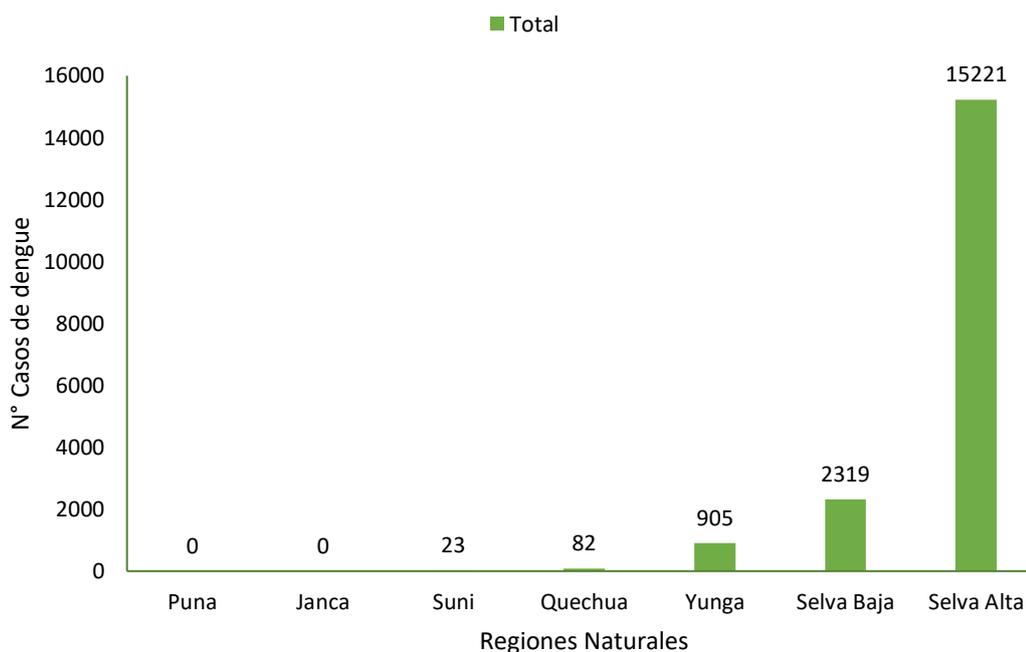
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Figura 5

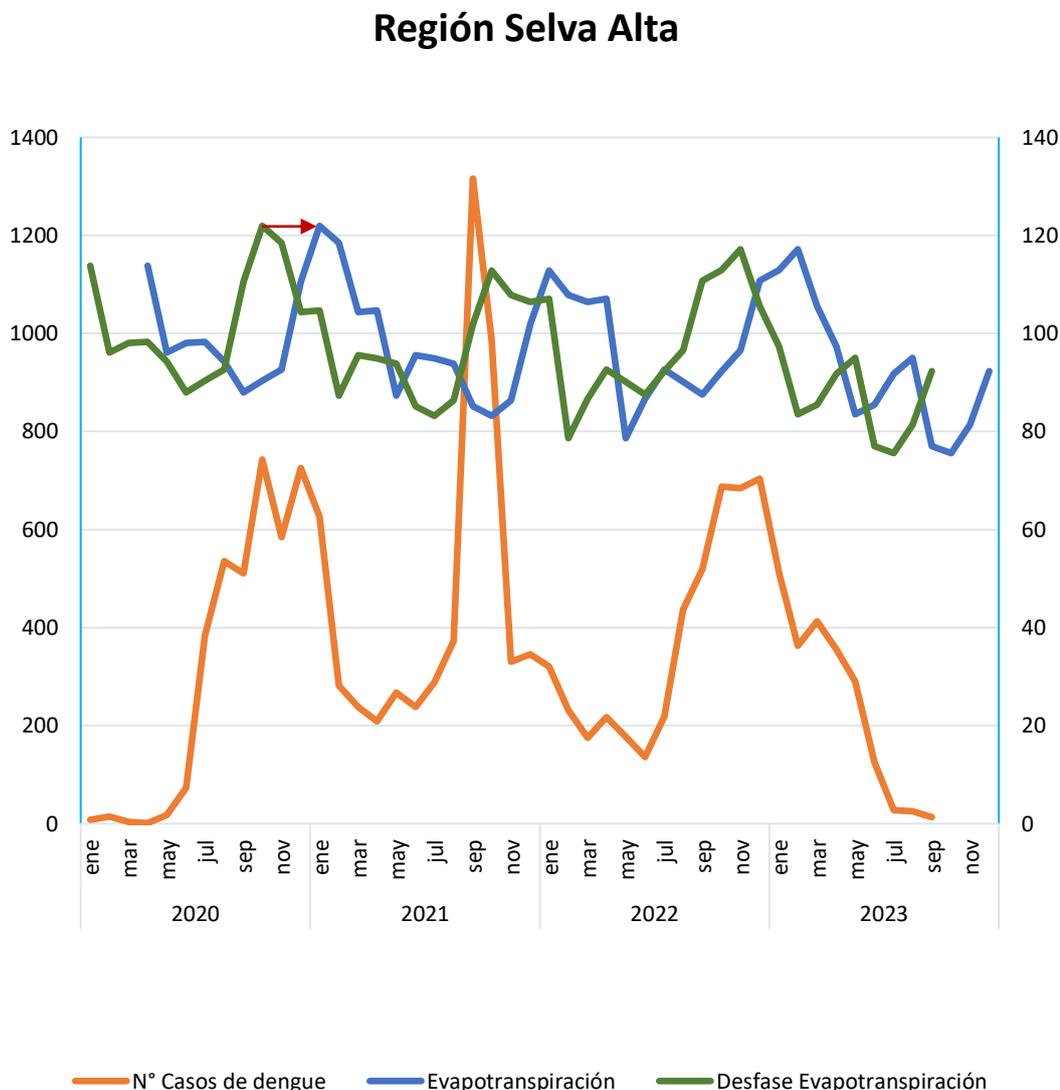
*Incidencia de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco (2020-2023)*



Se puede ver en la Figura 5, la relación entre la incidencia de casos de dengue y los pisos altitudinales. Se puede visualizar que a medida que incrementa la altitud, los números de casos de incidencia de dengue disminuye drásticamente, de tal manera es coherente con su comportamiento biológico del mosquito (*Aedes aegypti*), ya que su capacidad de supervivencia y reproductiva logra disminuir en climas más fríos y en altitudes mayores. Las zonas con más bajas altitudes, como la región Yunga con 905 casos, región Selva Baja con 2319 casos y la región Selva Alta con 15221 casos, son las más vulnerables a la transmisión del dengue, mientras que en las zonas más altas como la región Quechua, Suni, Janca y Puna; la transmisión del dengue es prácticamente inexistente; esto se debe a las condiciones climáticas desfavorables para el vector.

**Figura 6**

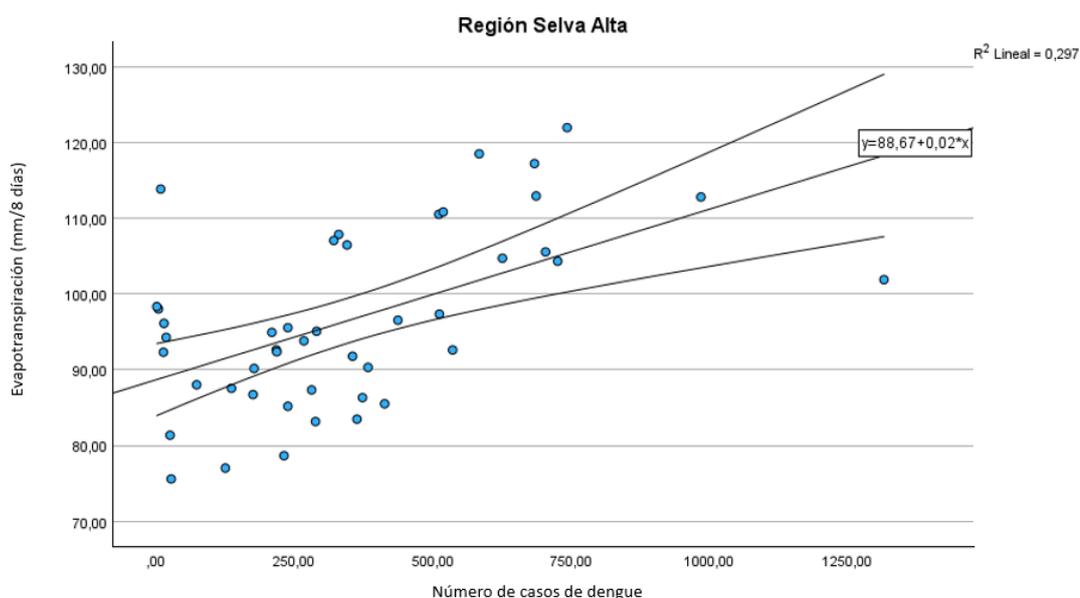
*Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*



En la Figura 6 nos muestran, que se obtuvieron al analizar la relación estacional de la incidencia de casos de dengue con la evapotranspiración en la región Selva Alta desde el año 2020 hasta el 2023, se observa que los picos de ambas variables no coinciden temporalmente. Sin embargo, al aplicar un desfase de dos meses a los datos de evapotranspiración, esto permitió ajustar con mayor precisión los picos de esta variable con los casos de dengue, Mostrando una relación más clara en todo el tiempo evaluado de los picos de la evapotranspiración con los picos de dengue.

**Figura 7**

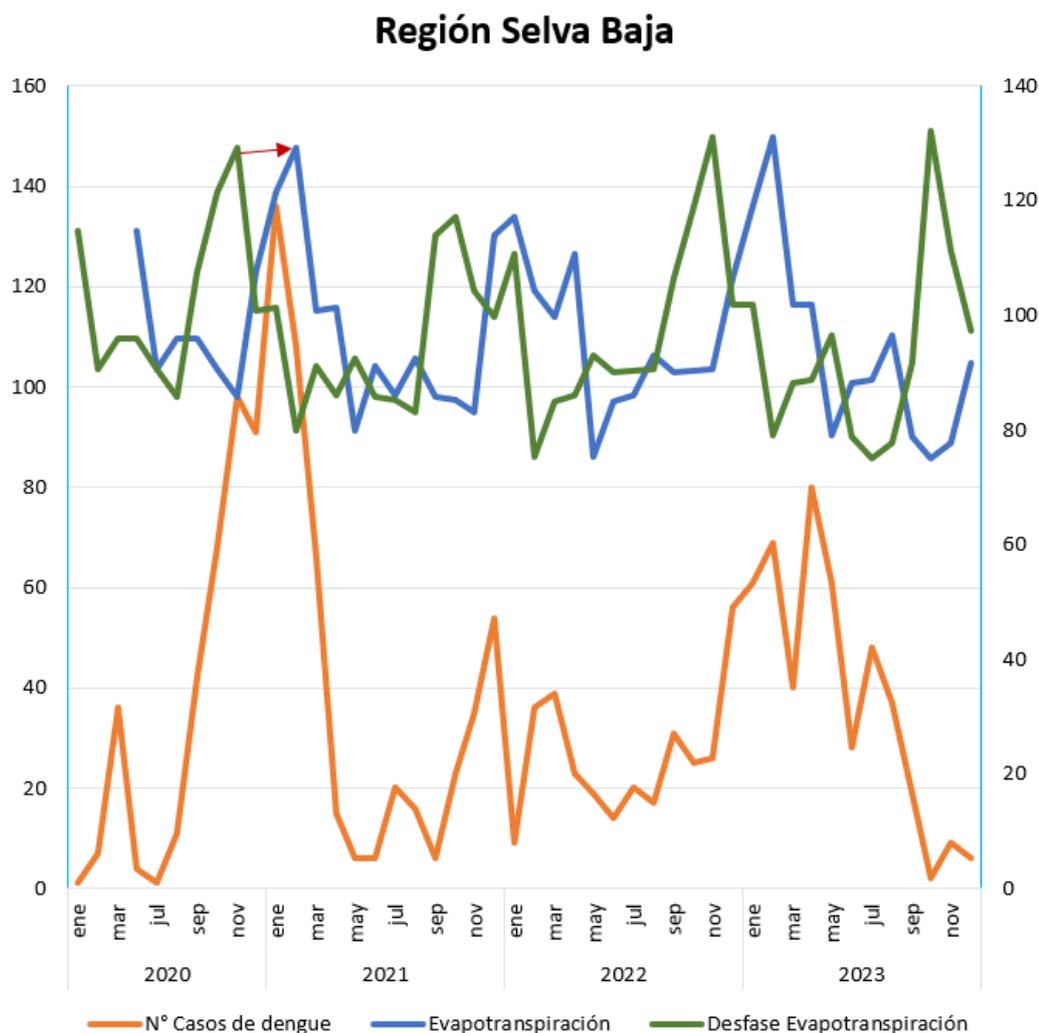
*Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 7, muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región de la Selva Alta de Huánuco, durante los años 2020 al 2023. Los puntos dispersos en la figura son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 88,67 + 0,02 x$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.297$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región de la Selva Alta, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la evapotranspiración y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de evapotranspiración podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

**Figura 8**

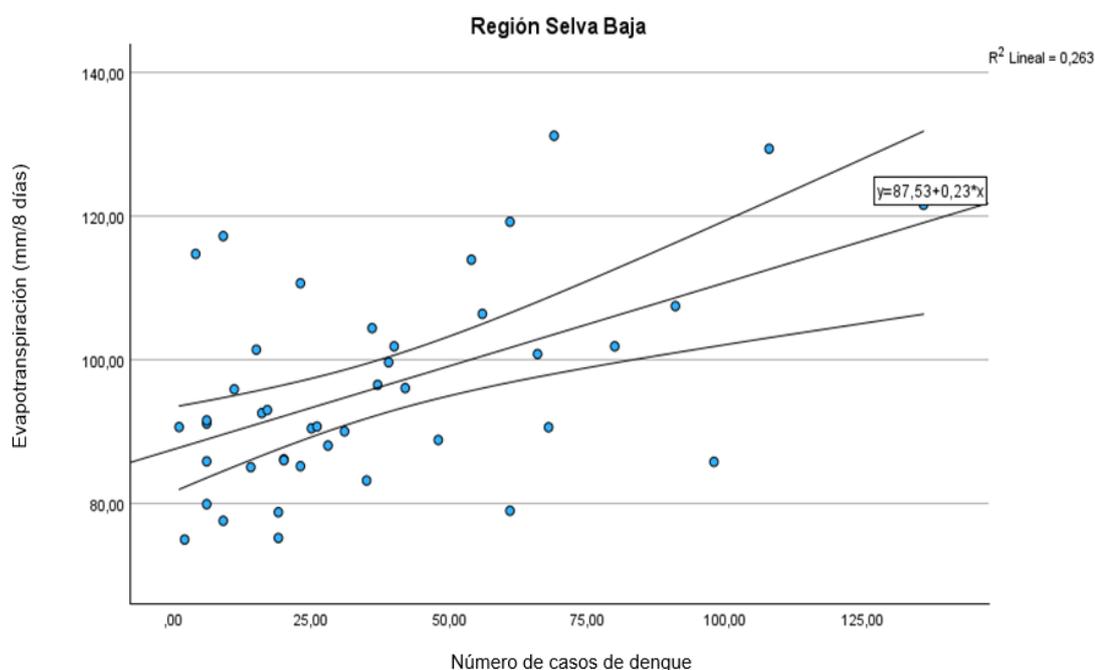
*Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*



En la Figura 8 se puede ver, que se obtuvieron al analizar la relación estacional de la incidencia de casos de dengue con la evapotranspiración en la región Selva Baja desde el año 2020 hasta el 2023, se observa que los picos de ambas variables no coinciden de forma temporalmente. Sin embargo, al aplicar un desfase de dos meses a los datos de evapotranspiración, esto permitió ajustar con mayor precisión los picos de esta variable con los casos de dengue. Mostrando una relación más clara en todo el tiempo evaluado de los picos de la evapotranspiración con los picos de dengue.

**Figura 9**

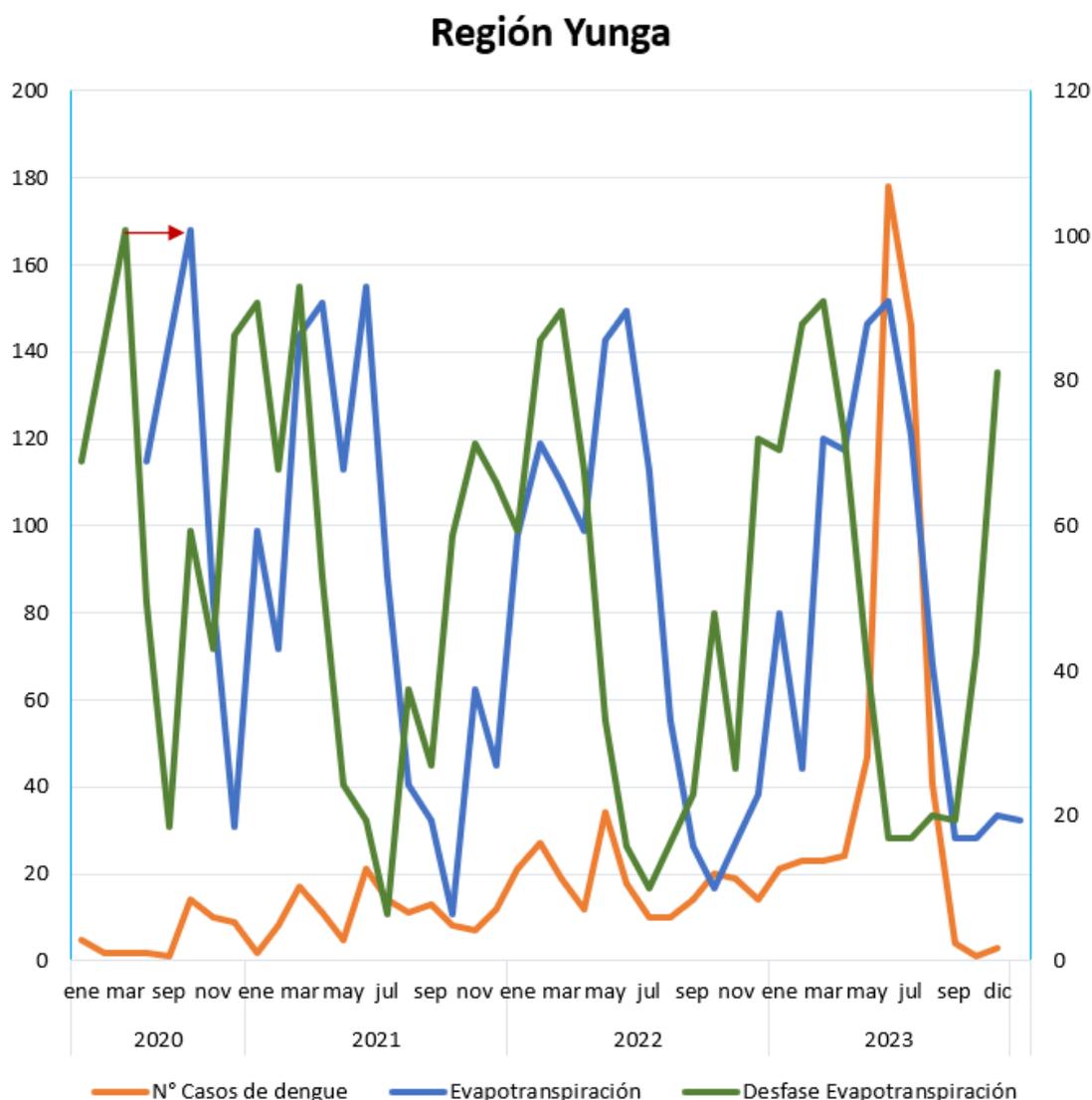
*Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 9, muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región de la Selva Baja de Huánuco, durante los años 2020 al 2023. Los puntos dispersos en el gráfico son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 87,53 + 0,23x$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.263$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región de la Selva Baja, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la evapotranspiración y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de evapotranspiración podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

**Figura 10**

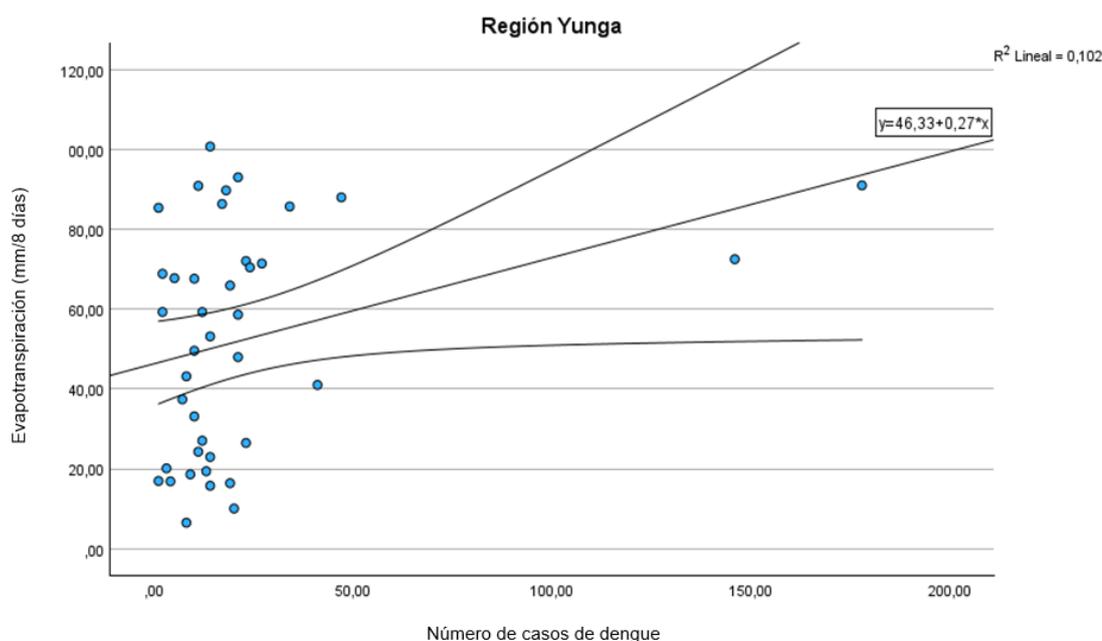
*Relación estacional entra la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Yunga de Huánuco 2020-2023*



En la Figura 10 se puede ver al analizar la relación estacional de la incidencia de casos de dengue con la evapotranspiración en la región Yunga desde el año 2020 hasta el 2023, se observa que los picos de ambas variables no coinciden temporalmente. Sin embargo, al aplicar un desfase de dos meses a los datos de evapotranspiración, esto permitió ajustar con mayor precisión los picos de esta variable con los casos de dengue, mostrando una relación más clara en todo el tiempo evaluado de los picos de la evapotranspiración con los picos de dengue.

**Figura 11**

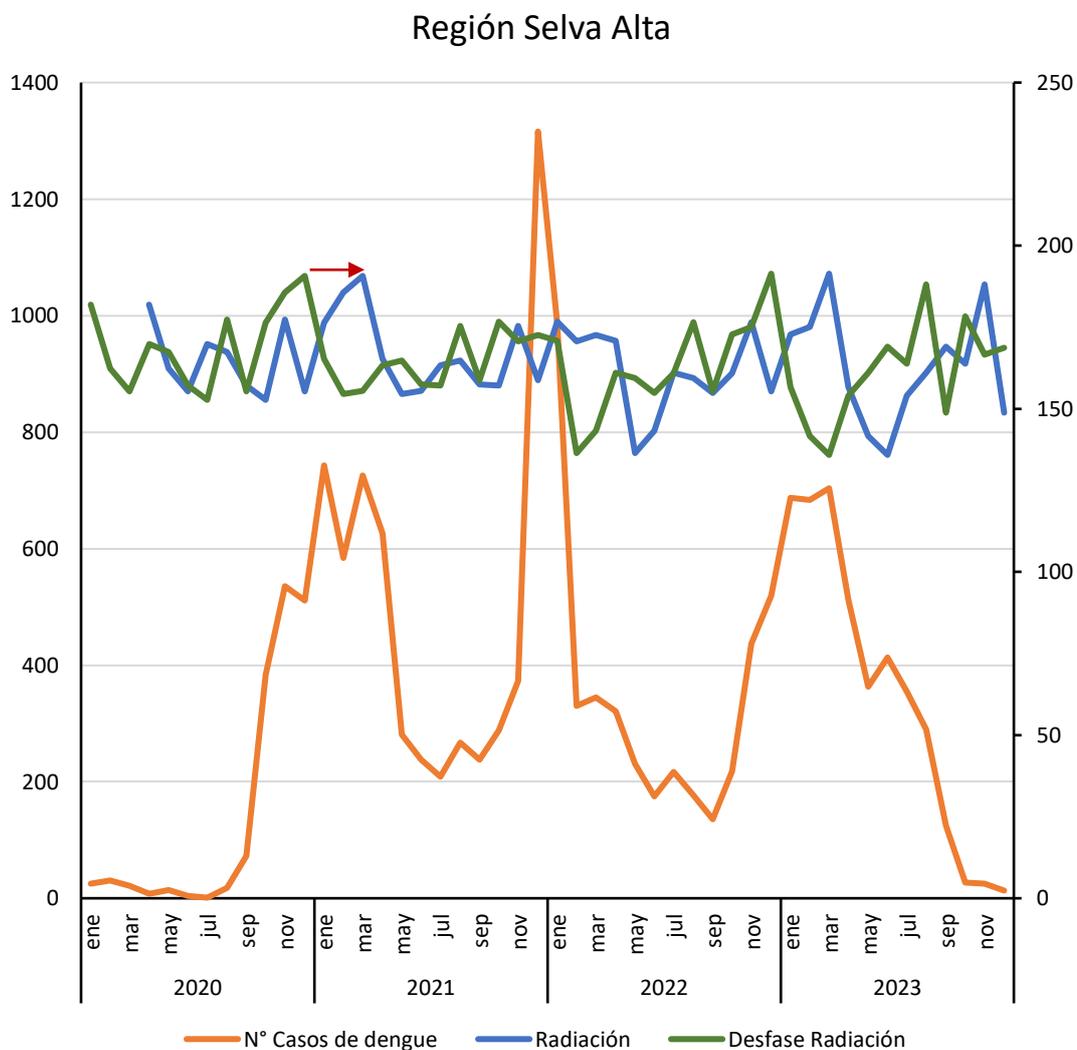
*Relación lineal entre la evapotranspiración y los casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 11, muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región Yunga de Huánuco, durante los años 2020 al 2023. Los puntos dispersos en el gráfico son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 46,33 + 0,27 x$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.102$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre en la región Yunga, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la evapotranspiración y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de evapotranspiración podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

**Figura 12**

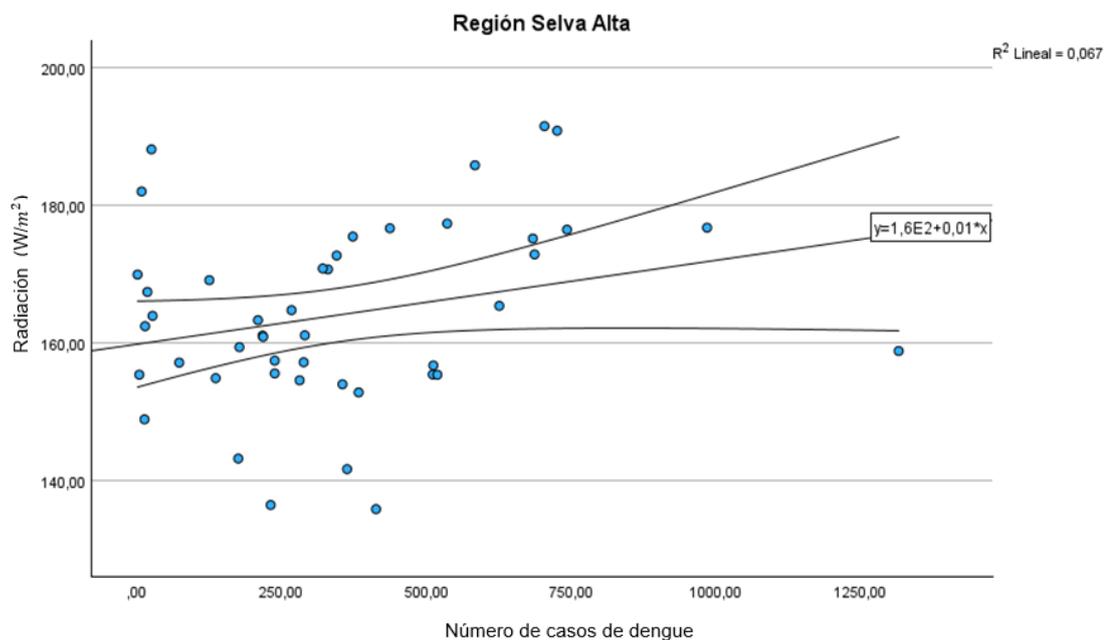
*Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*



En la Figura 12 se presenta, que se obtuvieron al analizar la relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco, durante el año 2020 hasta el 2023, se observa que los picos de ambas variables no coinciden temporalmente. Sin embargo, al aplicar un desfase de dos meses a los datos de radiación, esto permitió ajustar con mayor precisión los picos de esta variable con los casos de dengue, mostrando una relación más clara en todo el tiempo evaluado de los picos de la radiación con los picos de dengue.

**Figura 13**

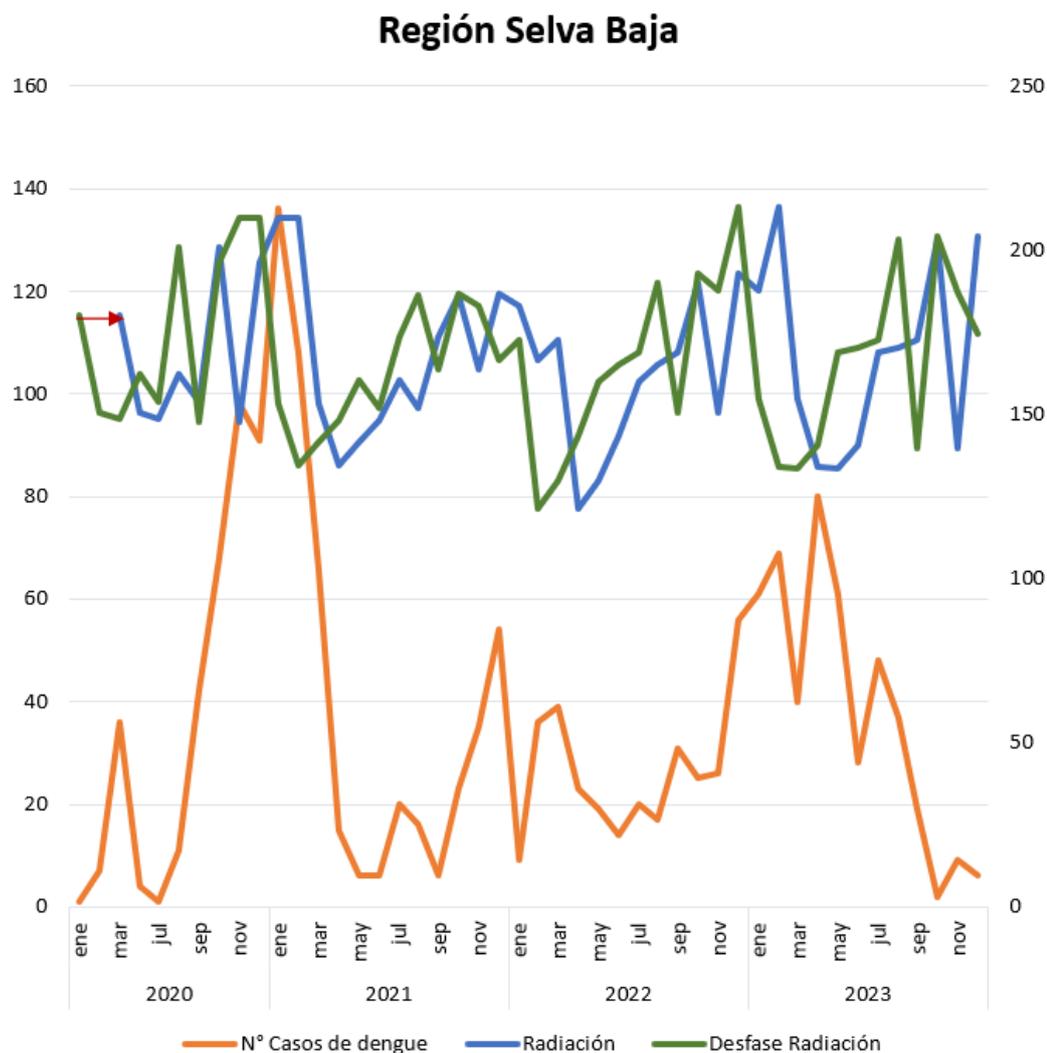
*Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 13, muestra una relación entre la radiación y la cantidad de casos de dengue que incurre la región Selva Alta de Huánuco, durante los años 2020 hasta el 2023. Los puntos dispersos en el gráfico son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 0.01 x + 160.0$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.067$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región Selva Alta, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la radiación y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de radiación podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

**Figura 14**

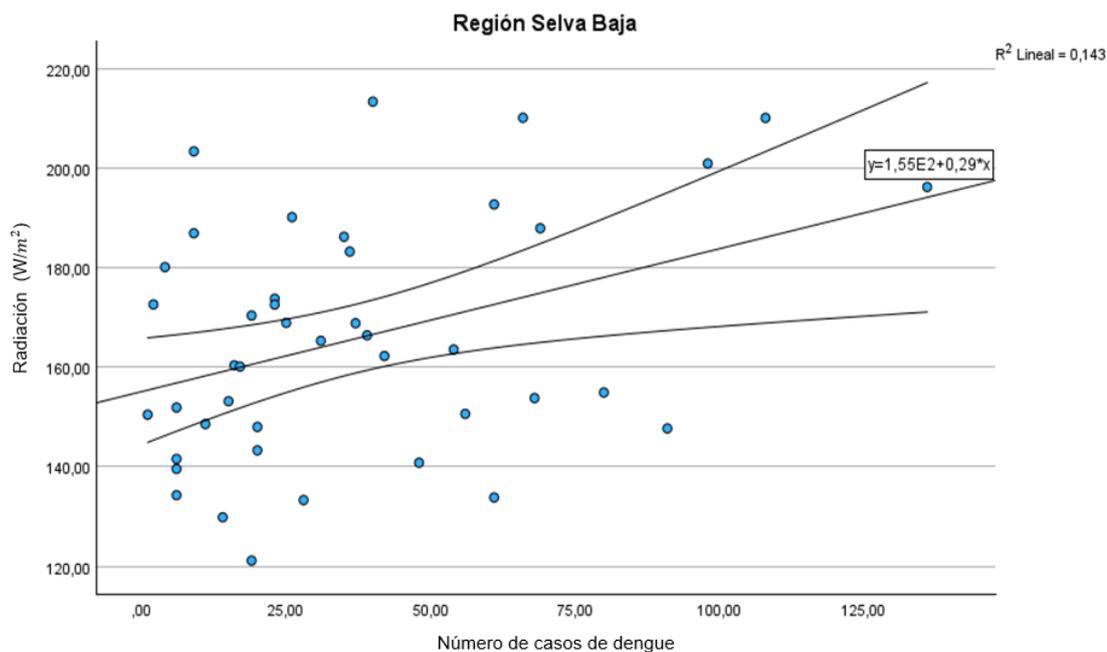
*Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*



En la Figura 14 están los análisis, que se obtuvieron al analizar la relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco, durante el año 2020 hasta el 2023, se observa que los picos de ambas variables no coinciden temporalmente. Sin embargo, al aplicar un desfase de dos meses a los datos de radiación, esto permitió ajustar con mayor precisión los picos de esta variable con los casos de dengue, mostrando una relación más clara en todo el tiempo evaluado de los picos de la radiación con los picos de dengue.

**Figura 15**

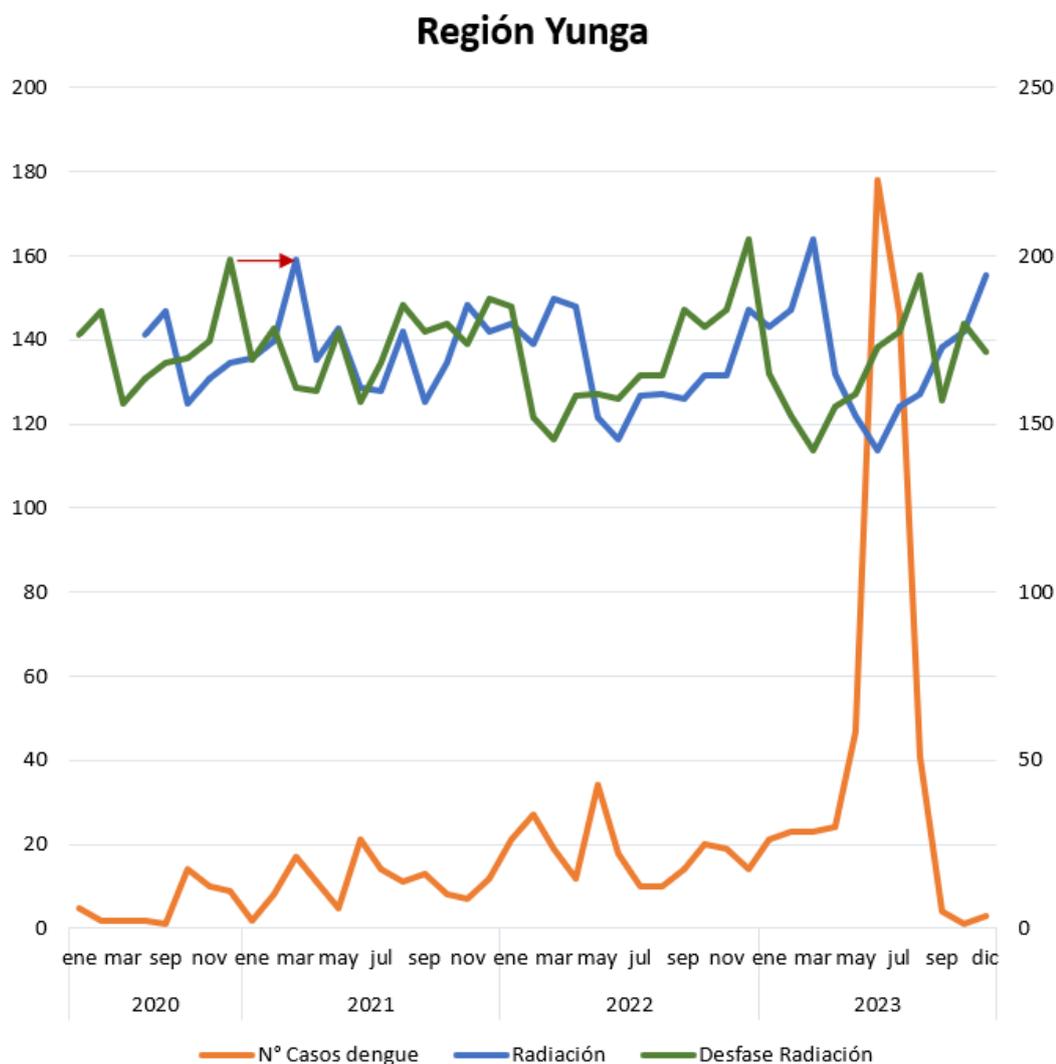
*Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 15, muestra una relación entre la radiación y el total de casos de dengue que incurre la región Selva Baja de Huánuco, durante los años 2020 hasta el 2023. Los puntos dispersos en el gráfico son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 155,1 + 0,29 x$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.143$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la radiación y la cantidad de casos de dengue que incurre la región de la Selva Baja, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la radiación y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de radiación podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

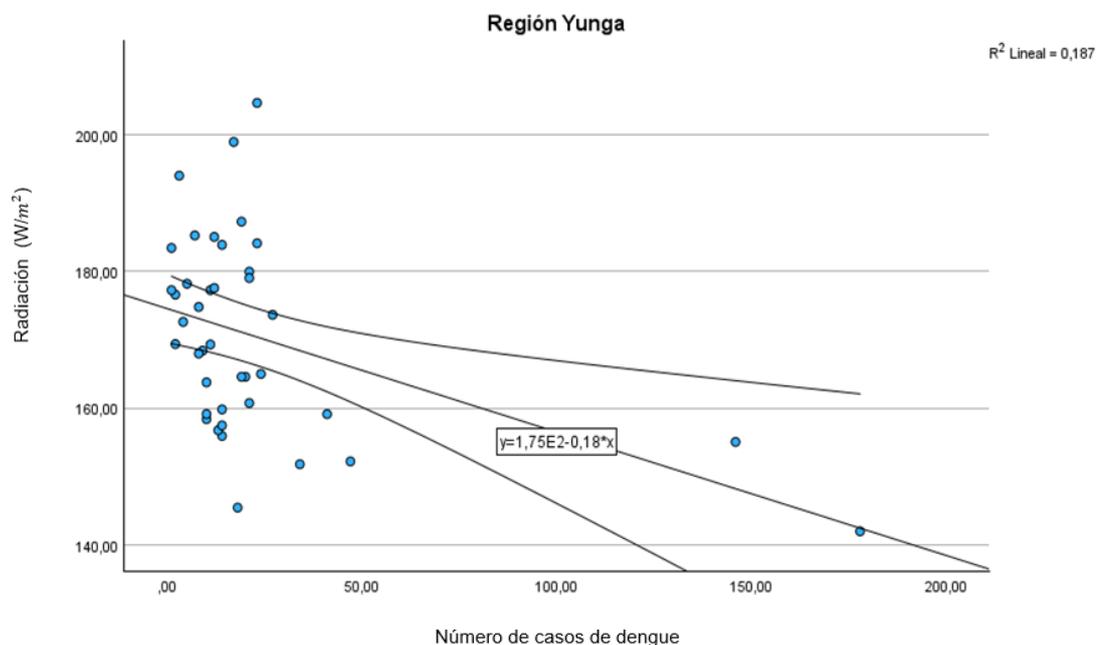
**Figura 16**

*Relación temporal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023*



**Figura 17**

*Relación lineal entre la radiación solar y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*



El resultado que muestra la figura 17, muestra una relación entre la radiación y la cantidad de casos de dengue que incurre la región Yunga de Huánuco, durante los años 2020 hasta el 2023. Los puntos dispersos en el gráfico son los valores de observación. Muestran una ecuación con línea de tendencia ajustada de  $y = 175,1 - 0,18 x$ , cuyo coeficiente de determinación es  $R^2 = 0,187$ . Las líneas paralelas a la recta central se conocen como intervalo de confianza, reflejan la incertidumbre en torno a la estimación del modelo. La dispersión presentada en el gráfico actual en la línea de tendencia muestra una relación entre la evapotranspiración y la cantidad de casos de dengue que incurre la región Yunga, otros factores no considerados en este análisis podrían influir marginalmente en los resultados. No obstante, los hallazgos refuerzan que el factor climático como la radiación y los pisos altitudinales, están vinculados a la variación espacial y temporal de la enfermedad en la región de Huánuco. Además, los cambios estacionales en los niveles de radiación podrían estar relacionados con variaciones en la dinámica de la enfermedad, lo que refuerza la relevancia de tomar en cuenta estos aspectos en las medidas de control y prevención.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

En este trabajo, para contrastar la hipótesis se usó el coeficiente de correlación de Pearson, analizando la relación entre la incidencia de casos de dengue y los factores geográficos y climáticos, que son representados por los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco durante los años 2020-2023; y para poder procesar los datos obtenidos se ha utilizado el software estadístico SPSS 30; de tal manera que se trabajó con el nivel de significancia del 5%, para lo cual se realizó la contrastación de la siguiente hipótesis:

H1: Existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.

H0: No existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.

Los indicadores evaluados incluyen:

- Evapotranspiración: En las regiones Selva Alta, Selva Baja y Yunga y su relación con la incidencia de casos de dengue.
- Radiación: En las regiones Selva Alta, Selva Baja y Yunga y su relación con la incidencia de casos de dengue.

### Prueba de contraste:

Si  $p \text{ valor} \geq 0.05$ , la (H0) se acepta y en otra forma no hay correlación significativa. Por otro lado, si  $p < 0.05$ , se rechaza H0 y se pasa a aceptar la hipótesis alternativa (H1), si hay correlación significativa.

### Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Donde el recorrido del coeficiente de correlación muestra y se ubica en el siguiente intervalo  $r \in [-1, 1]$ .

**Tabla 2**

*Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Evapotranspiración</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	.545**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	45	45
<b>Evapotranspiración</b>	Correlación de Pearson	.545**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	45	45

*Nota.* Correlación de Pearson de ambos indicadores evaluados ( $r$ ) es 0.545 y el  $p$  valor <0.001.

La correlación de Pearson ( $r = 0.545$ ) indica una correlación positiva moderada, entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Alta. Esto indica que mientras la evapotranspiración aumenta los casos de dengue también incrementa. El  $p$  valor nos indica que es menor a 0.001, por lo cual es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 99%. De acuerdo con estos resultados obtenidos determinamos que se rechaza la ( $H_0$ ) y se acepta la ( $H_1$ ), ya que existe una correlación significativa entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue.

**Tabla 3**

*Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Evapotranspiración</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	.513**
	Sig. (bilateral)		<.001

<b>Evapotranspiración</b>	N	43	43
	Correlación de Pearson	.513**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
<b>n</b>	N	43	43

*Nota.* Correlación de Pearson de ambos indicadores evaluados (r) es 0.513 y el p valor <0.001.

La correlación de Pearson (r= 0.513) indica una correlación positiva moderada, entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Baja. Esto indica que mientras la evapotranspiración aumenta los casos de dengue también incrementa. El p valor nos indica que es menor a 0.001, por lo cual es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 99%. De acuerdo con estos resultados obtenidos determinamos que se rechaza la (H0) y se acepta la (H1), ya que existe una correlación significativa entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue.

**Tabla 4**

*Correlación de Pearson entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Evapotranspiración</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	.319*
	Sig. (bilateral)		.045
	N	40	40
<b>Evapotranspiración</b>	Correlación de Pearson	.319*	1
	Sig. (bilateral)	.045	
	N	40	40

*Nota.* Correlación de Pearson de ambos indicadores evaluados (r) es 0.319 y el p valor es 0.045.

La correlación de Pearson ( $r= 0.319$ ) indica una correlación positiva débil, entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Yunga. Esto indica que mientras la evapotranspiración aumenta los casos de dengue también incrementa. El p valor nos indica que es 0.045, por lo cual es estadísticamente importante de acuerdo con la confianza del 95.5%. De acuerdo con estos resultados obtenidos determinamos que se rechaza la ( $H_0$ ) y se acepta la ( $H_1$ ), ya que existe una correlación significativa entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue.

**Tabla 5**

*Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Radiación</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	.259
	Sig. (bilateral)		.086
	N	45	45
<b>Radiación</b>	Correlación de Pearson	.259	1
	Sig. (bilateral)	.086	
	N	45	45

*Nota.* Correlación de Pearson de ambos indicadores evaluados ( $r$ ) es 0.259 y con un p valor 0.086

La correlación de Pearson ( $r= 0.259$ ) indica una correlación positiva débil, entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región Selva Alta. Sin embargo, el p valor nos indica que es 0.086, lo cual esto nos indica que esta relación no es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 91.4%. Por lo tanto, no se puede rechazar la ( $H_0$ ) y no se puede afirmar con suficiente certeza que existe una relación significativa entre la radiación y los casos de dengue en esta región.

**Tabla 6**

*Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Selva Baja de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Radiación</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	.378*
	Sig. (bilateral)		.012
	N	43	43
<b>Radiación</b>	Correlación de Pearson	.378*	1
	Sig. (bilateral)	.012	
	N	43	43

*Nota.* Correlación de Pearson de ambos indicadores evaluados (r) es 0.378 y el p valor es 0.012

La correlación de Pearson ( $r= 0.378$ ) indica una correlación positiva moderada, entre la incidencia de casos de dengue y la radiación en la región Selva Baja. Esto indica que mientras la radiación aumenta los casos de dengue también incrementa. El p valor nos indica que es 0.012, por lo cual es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 98.8%. De acuerdo con estos resultados obtenidos determinamos que se rechaza la (H0) y se acepta la (H1), ya que existe una correlación significativa entre la radiación y la incidencia de casos de dengue.

**Tabla 7**

*Correlación de Pearson entre la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región Yunga de Huánuco 2020-2023*

		<b>Incidencia de casos de dengue</b>	<b>Radiación</b>
<b>Incidencia de casos de dengue</b>	Correlación de Pearson	1	-.433**
	Sig. (bilateral)		.005
	N	40	40

<b>Radiación</b>	Correlación de Pearson	-0.433**	1
	Sig. (bilateral)	.005	
	N	40	40

*Nota.* En la tabla 7 se aprecia que la correlación de Pearson (r) -0.433 y el p valor es 0.005.

La correlación de Pearson ( $r = -0.433$ ) nos muestra que es negativa moderada, entre la incidencia de casos de dengue y la radiación en la región Yunga. Esto indica que un aumento en la radiación se asocia con una baja en la incidencia de casos de dengue en esta región. El p valor nos indica que es 0.005, por lo cual es estadísticamente significativo al nivel de confianza del 99.5%. De acuerdo con estos resultados obtenidos determinamos que se rechaza la (H0) y se acepta la (H1), ya que existe una correlación significativa entre la radiación y la incidencia de casos de dengue.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo general: Evaluar la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue y su relación con los factores ambientales como los factores geográficos y climáticos en la Región Huánuco 2020-2023.

Los resultados sugieren que podría existir una significativa correlación de la incidencia de casos de dengue con la evapotranspiración y radiación solar, tomando en cuenta las variaciones según los pisos altitudinales, los cuales para la evapotranspiración se realizó un desfase temporal de dos meses, del mismo modo para la radiación, los cuales, en la región Selva Alta y Selva Baja, se hallaron una correlación de Pearson positiva moderada ( $r=0.545$  y  $r=0.513$ ), además en la región Yunga se obtuvo una correlación positiva débil de ( $r=0.319$ ). En cuanto a la radiación solar, se identificaron correlaciones de diversas magnitudes en las tres regiones evaluadas. En la región Selva Alta con una correlación débil ( $r$ ) es  $0.259$ , en la región Selva Baja con una correlación positiva moderada ( $r$ ) es  $0.378$ . Sin embargo, en la región Yunga, la correlación de Pearson fue negativa moderada ( $r$ ) es  $-0.433$ . Estos hallazgos nos sugieren que en esta región es posible que un aumento en la radiación este asociado a la disminución de los casos de dengue. De tal manera, se puede destacar que se identificaron correlaciones en varias regiones, en donde no todos los datos obtenidos fueron estadísticamente significativos. Como en el caso de la región Selva Alta, la correlación entre la incidencia de casos de dengue y la radiación no fue significativa  $p$  valor  $=0.086$ ; eso quiere decir que gracias a los resultados que se llegó a conseguir se podría dar parcialmente la influencia de estos dos factores. Además, la relación depende mucho de cada región y de cada piso altitudinal, lo que significa que no podemos concluir con certeza sobre la fuerza de esta relación en esta región, sin embargo, los resultados generales nos sugieren que podría existir la relación entre los factores geográficos y climáticos, pero que la radiación y evapotranspiración solar, y los casos de incidencia de dengue, varía según la región y los pisos altitudinales.

De acuerdo con el objetivo específico 1: Evaluar la variación de la incidencia de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco 2020-2023.

De acuerdo con Vásquez (2019), en su investigación determinó que el factor la altitud y los factores urbanos son importantes para la reemergencia del dengue en Colombia, El factor altitud es determinante en la incidencia de casos de dengue porque esto afecta a la capacidad del mosquito (*Aedes aegypti*) para reproducirse y sobrevivir; por lo tanto, a una mayor altitud, la temperatura es más baja, ya que logra limitar el desarrollo del mosquito. El estudio en Cundinamarca llegó a mostrar que los municipios que se encuentran ubicado abajo de los 500 msnm tienden a tener un mayor riesgo de dengue; sin embargo, a partir de los 1, 000 a 2,200 metros el riesgo disminuye parcialmente, este fenómeno está enlazado a la variación climática que acompaña el cambio de la altitud, como la humedad y temperatura, ya que influye en el hábitat del mosquito vector. Del mismo modo, leves variaciones en la altitud pueden provocar alteraciones significativas en la incidencia de casos de dengue. Por lo tanto, hay que destacar la importancia de este factor, ya que es crucial para la prevención y monitoreo en las áreas vulnerables a la enfermedad, donde su incidencia alcanzo el 86.4% con ( $p < 0.001$ ). De manera similar, Velásquez GC et al., (2022) en su investigación revela que los pisos altitudinales en el Ecuador en distintas regiones tienen una asociación en la prevalencia del dengue y otras enfermedades, llegando a destacar como influye los pisos altitudinales en la dinámica del vector. Donde en las zonas más altas de mayor altitud se encontró menos casos, y en las zonas con altitudes más bajas encontró una mayor proliferación del vector, sugiriendo que las estrategias de control deben de adaptarse a las características geográficas de cada zona. Del mismo modo, Navarro et al., (2010) destacó que los mosquitos, en especial el vector del dengue (*Aedes aegypti*), tienen un límite de altitud esto se debe a la condición climática necesaria para su propagación, de tal manera que en Venezuela este vector no se ha registrado por encima de los 2000 msnm, lo cual esto nos sugiere que, a una altitud mayor, limitará la proliferación del vector. Esto refuerza nuestros hallazgos, ya que en la región Yunga se

demostró que los casos de dengue disminuyen, esto debido a las condiciones ambientales desfavorables para el vector, de tal manera estos resultados apoyan nuestra investigación. Así mismo, en nuestros hallazgos se observa de manera similar que en la región de Huánuco los pisos altitudinales influyen en la proliferación del dengue, esto se evidencia en los resultados obtenidos, como en la región Selva Alta, aquí se registró una cantidad de casos de 15,221, la región Selva Baja 2,319 casos y la región Yunga 905, los cuales en la correlación de Pearson de incidencia de dengue y evapotranspiración se observa que los resultados en Selva Alta ( $r=0.545$ ), Selva baja ( $r=0.513$ ) con una significancia estadística ( $p<0.001$ ) y Yunga ( $r=0.319$ ) con una significancia ( $p=0.045$ ); y en la incidencia de dengue y radiación según la correlación de Pearson se observa que los resultados obtenidos en Selva Alta ( $r=0.259$ ) y con un p valor de 0.086, Selva Baja ( $r=0.378$ ) y con un p valor 0.012 y Yunga ( $r= -0.433$ ) con un p valor 0.005; estos nos sugieren que tal vez los resultados varían de acuerdo a los pisos altitudinales.

En el objetivo específico 2: Analizar la relación estacional entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región de Huánuco, teniendo en cuenta los pisos altitudinales en el periodo 2020-2023.

De acuerdo con García YE et al., (2023) en su investigación aplicó un desfase temporal de menos 3 meses, el cual permitió alinear mejor las series temporales entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue; este desfase sugiere que las condiciones climáticas previas, como la humedad generada por la evapotranspiración, crean un ambiente favorable para la proliferación del mosquito (*Aedes aegypti*), el cual necesita agua estancada para reproducirse; por lo tanto, el monitoreo de la evapotranspiración puede ser un indicador clave para anticipar y gestionar futuros brotes considerando su influencia en la transmisión de la enfermedad. Esto refuerza a la idea de que la evapotranspiración tiene un posible efecto diferido sobre la incidencia de casos de dengue, donde determino que la evapotranspiración es un factor ambiental clave que influye en la propagación del dengue, y que las variaciones estacionales juegan un papel importante en este fenómeno. De acuerdo con, Acosta (2015) en su

investigación resalta como la evapotranspiración es muy importante, ya que esto se refleja en el comportamiento de las plantas y es un indicador clave para las condiciones de humedad del suelo, precipitación y temperatura, ya que estos son factores importantes para la creación de los hábitats del vector (*Aedes aegypti*), responsable de transmitir el dengue afectando el ciclo de vida del vector. Del mismo modo en nuestra investigación, es posible que exista una relación positiva moderada entre la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue, según lo sugiere el análisis de Correlación de Pearson, donde se aplicó un desfase temporal de dos meses, en la región Selva Alta ( $p < 0.001$  -  $r = 0.545$ ), Selva Baja ( $p < 0.001$  -  $r = 0.513$ ), y de la misma manera, en la región Yunga se determinó una relación positiva, pero la correlación es más débil ( $p < 0.045$  -  $r = 0.319$ ), estos resultados que se obtuvieron demuestran que tal vez a mayor evapotranspiración hay un aumento más evidente de la incidencia de casos de dengue.

En el objetivo específico 3: Explorar la relación espacial y temporal interanual (2020-2023) de la incidencia de casos de dengue frente a la radiación considerando los pisos altitudinales en la región de Huánuco.

García-Martínez et al., (2018) en su investigación obtuvo como resultado que la radiación solar junto con otros factores climáticos tiende a influir significativamente en el ciclo biológico del vector y como también en la incidencia de casos de dengue, lo cual se presenta como un elemento clave para la distribución espacial y temporal del dengue. Al aumentar la radiación y la temperatura favorecen el aumento de los casos de dengue en los diferentes pisos altitudinales; a mayor radiación, la evaporación de fuentes de agua temporales aumenta, lo que interrumpe las etapas acuáticas del mosquito, especialmente en las fases de huevo-larva y larva-pupa; lo que provoca una menor disponibilidad de hábitats adecuados para la reproducción del vector, donde también se encontró una relación inversa entre la radiación y la incidencia de la enfermedad. Además, este efecto es más visible en zonas con radiación intensa y menores fuentes de agua, lo que sugiere que las condiciones climáticas alteran directamente la biología del vector, influyendo de esta manera en las tasas de transmisión del

dengue. Del mismo modo, Jácome et al., (2019) en su investigación que se llevó a cabo en Guayaquil - Ecuador, nos menciona que la radiación solar como uno de los factores meteorológicos relacionados con la propagación de la incidencia dengue, demostró que la radiación solar juntamente con otras variables climáticas, como la precipitación, presión de vapor, temperatura y la velocidad del viento se logran asociar con el incremento de la propagación del dengue, de tal modo, esto nos sugiere que la radiación podría tener un papel relevante en el comportamiento de los brotes en el dengue e influir en el ambiente donde se desarrolla este vector (*Aedes aegypti*). Por otro lado, en nuestra investigación sobre análisis de la incidencia de casos de dengue y radiación en la región de Huánuco; la Selva Alta mostró una correlación positiva débil ( $r = 0.259$ ,  $p = 0.086$ ), sin significancia estadística. En la Selva Baja, hubo una correlación positiva moderada ( $r = 0.378$ ,  $p = 0.012$ ), indicando que, a mayor radiación, aumenta la incidencia de casos de dengue. En la región Yunga, se encontró una correlación negativa moderada ( $r = -0.433$ ,  $p = 0.005$ ), sugiriendo que, a mayor radiación, se reducen los casos de dengue. Estos resultados sugieren que la relación entre radiación y dengue podría variar según los pisos altitudinales.

## CONCLUSIÓN

Se evaluó la incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco para el periodo 2020-2023, donde se pudo determinar que los factores geográficos (pisos altitudinales) y climáticos (evapotranspiración, radiación) presentan una correlación significativa. También se registró que la incidencia de casos de dengue varía de acuerdo con los pisos altitudinales, donde se encontró una mayor cantidad de incidencia de casos de dengue en la región Selva Alta y Selva Baja de la región de Huánuco. Asimismo, el factor climático presenta una influencia diferenciada a lo largo del tiempo, destacando un desfase temporal de dos meses para la evapotranspiración y la radiación. Este desfase aplicado permitió identificar con una mayor precisión los picos en la serie temporal de casos, por lo que se sugiere que estos factores geográficos y climáticos deben ser considerados en la planificación de estrategia de control y prevención del dengue. Al insertar esta información, la intervención podría ser programada en momentos específicos, anticipando el aumento en la incidencia de casos de dengue y, por ende, optimizará los recursos y mejorar las medidas para poder evitar la enfermedad.

Se evaluó la variación de la incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco durante los años 2020-2023, concluyendo que la región de Huánuco está fuertemente influenciada por la altitud, con la incidencia de dengue, lo cual indica que los casos de dengue disminuyen de acuerdo a la altura; en las regiones de pisos altitudinales bajos presentan una mayor cantidad de casos como es la región Selva Alta (15,221 casos), la región Selva Baja (2,319 casos) y la región Yunga (905 casos), en los cuales se registró una mayor vulnerabilidad al dengue, lo que coincide con el ciclo biológico del vector (*Aedes Aegypti*) para prosperar en climas cálidos. Por otro lado, en las regiones con mayor altitud (Quechua, Suni, Janca y Puna), la incidencia de casos de dengue eran bajas, esto se debe a las condiciones climáticas de las zonas mencionadas; por lo tanto, este resultado refleja una correlación significativa entre la incidencia del dengue y los factores climáticos y geográficos que se confirmaron por la correlación de Pearson.

Se analizó la relación de la evapotranspiración y la incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco durante el periodo 2020-2023, donde se usó un desfase temporal de dos meses que permitió precisar mejor la relación, donde se halló que en la región Selva Alta ( $r=0.545$ ,  $p<0.001$ ), lo cual se concluye que a mayor evapotranspiración hay un aumento más evidente de la incidencia de casos de dengue, de la misma manera en la región Selva Baja ( $r=0.513$ ,  $p<0.001$ ), el cual nos sugiere una relación significativa y en la región Yunga ( $r=0.319$ ,  $p=0.045$ ).

Se exploró la relación espacial y temporal de la radiación y la incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco durante el periodo 2020-2023, donde se halló que en la región Selva Alta ( $r=0.259$ ,  $p$  valor  $0.086$ ), y se observó que, a mayor radiación, podría haber un aumento de los casos de dengue, aunque esta relación no fue estadísticamente significativa. En la región Selva Baja ( $r=0.378$ ,  $p$  valor  $0.012$ ), se halló una correlación positiva y estadísticamente significativa, lo que sugiere que a mayor radiación mayor incremento de la incidencia de casos de dengue; y finalmente, en la región Yunga ( $r= -0.433$ ,  $p$  valor  $0.005$ ), se observó una correlación negativa moderada y estadísticamente significativa lo cual nos indica que, a mayor radiación, existe una disminución en los casos de dengue. Asimismo, este resultado determina que la radiación afecta el ciclo biológico del mosquito reduciendo los hábitats acuáticos, por lo tanto, limita su capacidad reproductiva.

## RECOMENDACIÓN

Se recomienda a las autoridades de salud que tomen en cuenta los datos geográficos como los pisos altitudinales y climáticos como la evapotranspiración y la radiación solar en sus planes de control y prevención del dengue. En concordancia a los resultados demostraron una correlación significativa en las que estas variables pueden ser utilizadas para poder predecir aumentos de casos y enfocar la prevención.

Se sugiere lograr priorizar a la campaña de control y prevención del dengue en las regiones de pisos altitudinales más bajos, tal como la región Yunga, Selva Alta y Selva Baja, ya que se determinó que en estos lugares es donde hay una mayor incidencia de casos de dengue, debido a su mayor vulnerabilidad.

Se recomienda que la estrategia de intervención tenga en consideración el desfase temporal que se identificó entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración. De modo que esta información podrá ayudar a las autoridades como la DIRESA Huánuco a planear con anticipación las medidas de control, como campañas de sensibilización y fumigación, en el momento previo al aumento de casos de dengue. Sin embargo, con la limitante de datos que se tuvo en el presente estudio, se sugiere que investigaciones futuras puedan ampliar los rangos temporales, como también incluir más regiones con el fin de obtener más variabilidad en los datos. De tal manera, que esto impulsaría un análisis más sólido entre la relación entre las variables climáticas y la incidencia de casos de dengue.

Por último, se recomienda desarrollar propuestas de intervención basadas en la relación estadística entre la aparición de casos de dengue y factores geográficos y climáticos (altitud, evapotranspiración y radiación solar). Estas intervenciones podrían incluir el monitoreo ambiental continuo de dichos factores a través de estaciones meteorológicas locales o sistemas de sensores; y a partir de esta información se podrá tomar mejores decisiones en las estrategias de control y prevención en las áreas más vulnerable considerando la condición ambiental y estacional que afecten la incidencia de casos de dengue.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. (2015). *Evaluación de factores ambientales y climáticos como elementos de riesgo asociados con la transmisión del dengue y la leishmaniasis a diferentes escalas temporales y espaciales en Colombia*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55890/32295880.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Obtenido de Food and Agriculture: [https://www.researchgate.net/publication/312841499\\_Evapotranspiracion\\_del\\_cultivo\\_Guias\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_los\\_requerimientos\\_de\\_agua\\_de\\_los\\_cultivos](https://www.researchgate.net/publication/312841499_Evapotranspiracion_del_cultivo_Guias_para_la_determinacion_de_los_requerimientos_de_agua_de_los_cultivos)
- Arriaga, V. (2020). *ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL Aedes aegypti ACTUAL Y SU TRANSFERENCIA ESPACIO-TEMPORAL PARA MÉXICO*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Autónoma del Estado de México: [https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109809/Tesis\\_VJAN%2818Dic2020%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/109809/Tesis_VJAN%2818Dic2020%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Atique, S., Chien Chan, T., Chou Chen, C., Yeh Hsu, C., Iqtidar, S., Louis, V., Wu Chuang, T. (julio de 2018). *Investigación de los patrones de distribución y difusión espacio-temporal del brote de dengue en Swat, Pakistán [Investigating spatio-temporal distribution and diffusion patterns of the dengue outbreak in Swat, Pakistan]*. Obtenido de J Infect Public Health.: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.12.003>
- Balanzar, A. (2017). *Factores ambientales asociados a los criaderos de aedes aegypti en la región Costa Grande de Guerrero, México*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Guerrero: <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/306>

- Basso, C. (2010). *Abordaje ecosistémico para prevenir y controlar al vector del dengue en Uruguay*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de la República Uruguay: <https://bit.ly/3Mf17Y0>
- Buitrago, J. (2011). *Desarrollo de un modelo de visualización de erosión hídrica en el municipio de Samacá (Boyacá). Estudio de caso*. Obtenido de Repositorio Institucional. Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8459>
- Cabezas, C. (2005). Dengue en el Perú: Aportes para su diagnóstico y control. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. Obtenido de <https://bit.ly/3jZBj6k>
- Cabezas, C., Fiestas, V., García, M., Palomino, M., Mamani, E., & Donaires, F. (2015). *Dengue en el Perú: A un cuarto de siglo de su reemergencia*. Obtenido de Centro Nacional de Salud Pública, Instituto Nacional de Salud, Lima, Perú.: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/1587/1565>
- Castro, P., Harris, R., Brown, H., Christopherson, G., & Ernst, K. (marzo de 2017). *Características espacio-temporales y vecinales de dos brotes de dengue en dos ciudades áridas de México [Spatio-temporal and neighborhood characteristics of two dengue outbreaks in two arid cities of Mexico]*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.01.001>
- Chanampa, M. (2019). *Distribución y abundancia de Aedes aegypti en la provincia de Salta: asociación con factores ambientales*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Córdoba : [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/80189/CONICET\\_Digital\\_Nro.af14867b-6907-44b6-a6b3-e9e961231a61\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/80189/CONICET_Digital_Nro.af14867b-6907-44b6-a6b3-e9e961231a61_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Corriendo, S. (2023). *MODIS/Terra Net Evapotranspiración 8 días L4 Global 500m SIN Grid V061 [Conjunto de datos]*. Obtenido de Centro de archivo activo distribuido de procesos terrestres EOSDIS de la NASA.: <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD16A2.061>

- Crispin, M. (2022). *FACTORES AMBIENTALES Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) EN TINGO MARÍA, 2015 – 2019*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva: [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2219/T\\_S\\_MECS\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2219/T_S_MECS_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- DIGESA. (2011). *Aprendiendo de la experiencia: Lecciones aprendidas para la preparación y respuesta en el control vectorial ante brotes de dengue en el Perú*. Obtenido de Ministerio de salud: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1828.pdf>
- DIRESA HUANUCO. (2022). Obtenido de <https://www.diresahuanuco.gob.pe/portal/nota2022/nota22-83.htm>
- Fajardo Gutiérrez, A. (2017). Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Revista alergia*. Obtenido de <https://doi.org/10.29262/ram.v64i1.252>
- Felicísimo, A. (1994). *Modelos digitales del terreno: Introducción y aplicaciones a las ciencias ambientales*. Obtenido de Repositorio Institucional. Universidad de Oviedo: <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>
- Fernández, I. (2009). *Biología y control de Aedes aegypti Manual de Operaciones (2nd ed.)*. Universidad Autónoma de Monterrey Nuevo León.
- Fisher, J., Melton, F., Middleton, E., Hain, C., Anderson, M., Allen, R., . . . Schimel, D. (2017). El futuro de la evapotranspiración: requisitos globales para el funcionamiento de los ecosistemas [The future of evapotranspiration: Global requirements for ecosystem functioning, carbon and climate feedbacks, agricultural management, and water resources]. *Water Resour.* doi:<https://doi.org/10.1002/2016WR020175>
- García YE, C.-C., Barboza LA, D., Montesinos, L., Sánchez, F., Nuño, M., Calvo, J., & Vásquez, P. (2023). Patrones comunes entre casos de dengue, clima y variables ambientales locales en Costa Rica: un enfoque wavelet [Common patterns between dengue cases, climate,

and local environmental variables in Costa Rica: A wavelet approach]. *un enfoque wavelet. PLOS Glob Salud Pública* 3(10): e0002417. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002417>

García-Martínez, C., Fernández Vázquez, R., Franco-López, J., Villalta-Rodríguez, C., & Menjívar-Rosa, R. (2018). Efecto del clima en el ciclo biológico del zancudo (*Aedes aegypti* L.), en cuatro zonas geográficas de El Salvador. *Revista Agrociencia*, 1(06), 5–15. Obtenido de <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/109>

Herrera, A., & Sánchez, E. (2017). *Arbovirosis febriles agudas emergentes: Dengue, Chikungunya y Zika*. Obtenido de Medicina General y de Familia: <https://doi.org/10.24038/mgyf.2017.016>

Humboldt, A. (2006). *Los Sistemas de Información Geográfica Geoenseñanza, vol. 11*. Obtenido de Universidad de los Andes San Cristobal, Venezuela: <https://www.redalyc.org/pdf/360/36012424010.pdf>

Jácome, G., Vilela, P., & ChangKyoo, Y. (2019). Modelación socioecológica de la distribución espacial del dengue y su dinámica temporal en Guayaquil, Ecuador para la adaptación al cambio climático. *Informática Ecológica*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.11.001>

López, M., & Neira, M. (2016). *Influencia del cambio climático en la biología de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) mosquito transmisor de arbovirosis humanas*. Obtenido de Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas: <https://bit.ly/3K09OE3>

Márquez, Y., Monroy, K., Martínez, E., Peña, V., & Monroy, Á. (2019). *Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito Aedes spp y la transmisión del virus del dengue*. Obtenido de CES Medicina: <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>

Mascarós, M. (2015). *Instalaciones Generadoras Fotovoltaicas*. Obtenido de <https://imagesl.casadellibro.com/capitulos/9788428337243.pdf>

- MINSA. (3 de Febrero de 2017). *Guía técnica: Guía práctica clínica para la atención de casos de dengue en el Perú*. Obtenido de Ministerio de Salud:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4976998/GUIA%20PRACTICA%20CLINICA%20PARA%20LA%20ATENCION%20DE%20CASOS%20DE%20DENGUE%20EN%20EL%20PERU.pdf>
- Morales, M., Arango, M., Badiel, M., & Elías, D. (2019). *Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015-2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia*. Obtenido de Infectio:  
[https://revistainfectio.org/P\\_OJS/index.php/infectio/article/view/810/852](https://revistainfectio.org/P_OJS/index.php/infectio/article/view/810/852)
- Morena, B., Sorribas, M., Adame, J., Vilaplana, J., Gil, M., Balairón, L., López, F. (2010). *La radiación solar: efectos en la salud y el medio ambiente*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Internacional de Andalucía: <http://hdl.handle.net/10334/3631>
- Navarro, J.-C., Ventura, F., Zorrilla, A., & Liria, J. (2010). Registros de mayor altitud para mosquitos (Diptera: Culicidae) en Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000100017](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100017)
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (19 de JULIO de 2023). Obtenido de <https://www.who.int/es/emergencias/disease-outbreak-news/item/2023-DON475>
- Paico, J. (2014). Factores asociados al nivel de conocimiento en diagnóstico y tratamiento del dengue en médicos del Primer Nivel de Atención de la Región Lambayeque. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/03/1053352/rcm-v9-n4-2016\\_pag214-218.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/03/1053352/rcm-v9-n4-2016_pag214-218.pdf)
- Pulgar Vidal, J. (1987). Las ocho regiones naturales del Perú. En J. P. Vidal, *Geografía del Perú* (pág. 244). Peisa.

- Romero, M. (2018). *Influencia de los factores socio ambientales en la incidencia de los casos de dengue en el sector dos de mayo, distrito de callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, 2018*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ucayali: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/59b07be8-ed1a-4188-9abd-53135ee97071/content](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/59b07be8-ed1a-4188-9abd-53135ee97071/content)
- Rubio, Y., Pérez, L., Infante, M., Comach, G., & Marquez, L. (2011). *Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela*. Obtenido de Boletín de Malariología y Salud Ambiental: <https://bit.ly/3L2C8r1>
- Ruiz, J. (2020). *Análisis espacial y temporal del dengue en el Perú durante el periodo 2008-2018*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <https://core.ac.uk/download/pdf/323345407.pdf>
- Sajib, A., Akter, S., Saha, G., & Hossain, Z. (2024). Efecto demográfico-ambiental sobre los brotes de dengue en 11 países. *MÁS UNO* 19(9): e0305854. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0305854>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2018). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de 5ta Edición.: [https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_5ta\\_edici%C3%B3n\\_Roberto\\_Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri)
- Sánchez, D. (2023). *Evolución espacio temporal y determinación de la vulnerabilidad al dengue clásico y dengue hemorrágico dentro del estado de San Luis Potosí en los AGEBS rurales y urbanos*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Autónoma de San Luis Potosí:

[https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/8220/TesisM.FEN.2023.Evoluci%  
c3%b3n.S%  
c3%a1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/8220/TesisM.FEN.2023.Evoluci%c3%b3n.S%c3%a1nchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sánchez, L., Pérez, D., Alfonso, L., Castro, M., Sánchez, L., Stuyft, P., & Kourí, G. (2008). *Estrategia de educación popular para promover la participación comunitaria en la prevención del dengue en Cuba*. Obtenido de Rev Panam Salud Publica: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/9961/v24n1a08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, V. (2016). *Sistema alternativo de estrategia probabilística mediante el establecimiento de unidades centinelas larvianas para la vigilancia y control de Aedes Aegypti en escenarios tipo II de la Micro Red Lurin*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma: [repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/cdcead73-1c61-40ed-8d31-3c996ccc83f5](https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/cdcead73-1c61-40ed-8d31-3c996ccc83f5)

Tovar, I. (2016). *Fluctuación de Aedes aegypti (Linnaeus, 1762), susceptibilidad a insecticidas y el efecto de atrayentes, para su posible manejo en Baja California Sur, México*. Obtenido de Repositorio Institucional CIBNOR: <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/485>

Vásquez, A. (2019). *Factores geográficos, ecológicos y sociodemográficos en la ocurrencia de dengue en Cundinamarca*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76319/Tesis%20AnaB%20Vasquez%2007%2006%2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velásquez Serra, G., Ramírez-Hescker, A., Coello-Peralta, R., & Molleda-Martínez, P. (2022). Pisos altitudinales y su relación con la Prevalencia de Infección de las Enfermedades Tropicales Desatendidas del Ecuador. Revisión Sistemática. *Kasmera* 50:e5037201. Obtenido de

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/kasmera/article/view/3720>

1

Wang, D. (2021). *MODIS/Terra+Aqua Radiación fotosintéticamente activa diaria/3 horas L3 Global 0,05 grados CMG V06*. Obtenido de Centro de archivo activo distribuido de procesos terrestres EOSDIS de la NASA.: <https://doi.org/10.5067/MODIS/MCD18C2.061>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Espinoza Fernandez, J. M. (2025). *Análisis espacial y temporal de la incidencia de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco, 2020-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

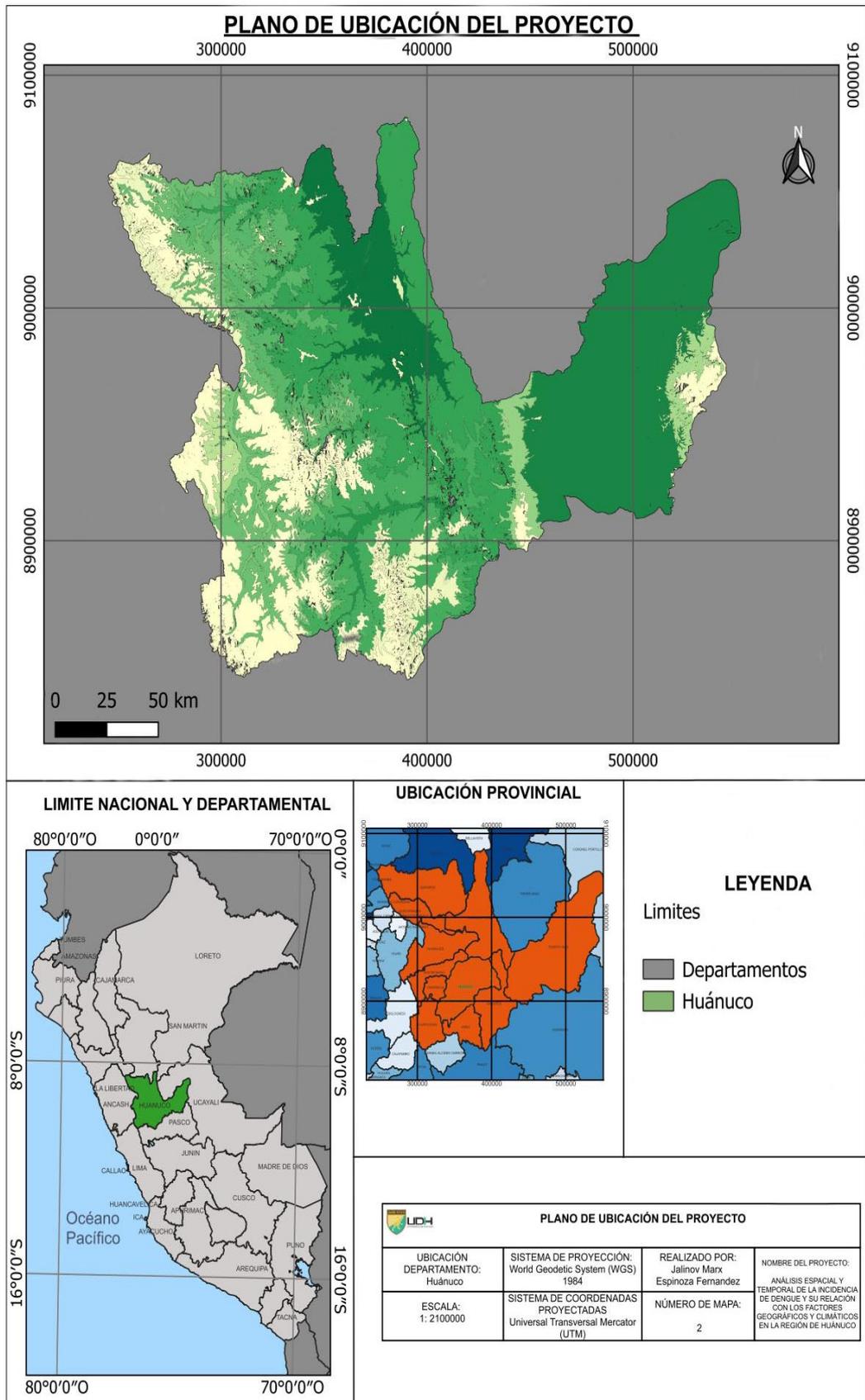
### MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Análisis espacial y temporal de la incidencia de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES/INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es la relación espacial y temporal de la incidencia de los casos de dengue y su relación con los factores geográficos y climáticos en la región de Huánuco 2020-2023?</p>	<p>Evaluar la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue y su relación con los factores ambientales como los factores geográficos y climáticos en la Región de Huánuco 2020-2023.</p>	<p><b>Hi:</b> Existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.</p>	<p style="text-align: center;"><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia de casos de dengue.</li> </ul>	<p>Tipo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitudinal, retrospectivo, observacional sin intervención, analítico</li> </ul> <p>Enfoque</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo.</li> </ul> <p>Nivel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• relacional.</li> </ul> <p>Diseño</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlacional</li> </ul> <p>R: Relación entre la variable independiente y dependiente.                      X1: Variable N°01 (Incidencia de casos de dengue)                      X2: Variable N°02 (Pisos altitudinales, evapotranspiración y radiación).                      T: Años de estudio del 2020 al 2023.                      Población y muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia de casos de dengue en la región de Huánuco.</li> </ul>
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	<p><b>Ho:</b> No Existe alguna relación espacial y temporal entre los casos de dengue y los pisos altitudinales, la evapotranspiración y la radiación en la región de Huánuco 2020-2023.</p>	<p style="text-align: center;"><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores geográficos y climáticos</li> </ul>	
<p>¿Cuáles es la incidencia espacial y temporalmente de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco 2020-2023?</p> <p>¿Cuál será el grado de relación espacial y temporal entre los casos de dengue y la evapotranspiración en la región de Huánuco 2020-2023?</p> <p>¿Cuál es la relación espacial y temporal de casos de dengue frente a la incidencia de la radiación en la región de Huánuco 2020-2023?</p>	<p>Evaluar la variación de la incidencia de casos de dengue según los pisos altitudinales en la región de Huánuco 2020-2023.</p> <p>Analizar la relación estacional entre la incidencia de casos de dengue y la evapotranspiración en la región de Huánuco, teniendo en cuenta los pisos altitudinales en el periodo 2020-2023.</p> <p>Explorar la relación espacial y temporal interanual (2020-2023) de casos de dengue frente a la incidencia de la radiación considerando los pisos altitudinales en la región de Huánuco.</p>			

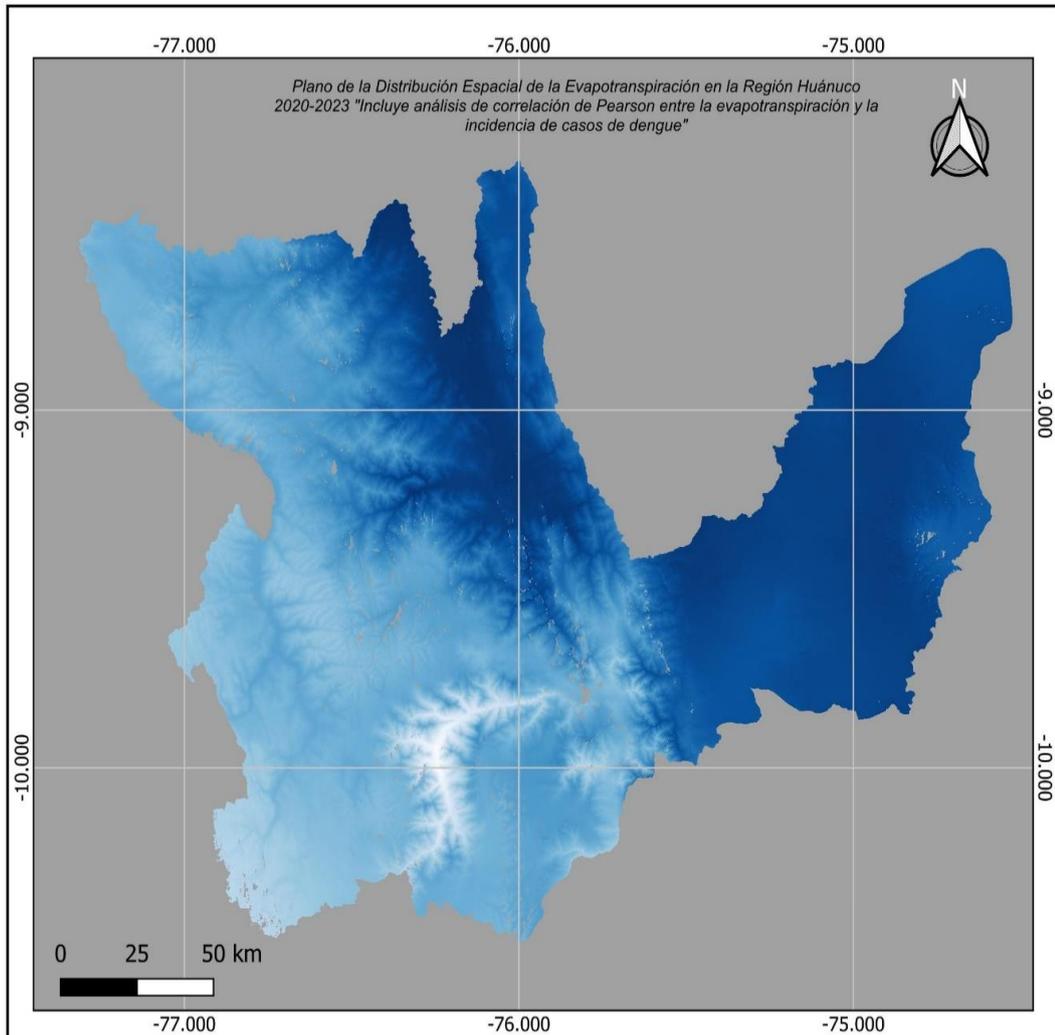
## ANEXO 2

### MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



# ANEXO 3

## MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA REGIÓN HUÁNUCO 2020-2023



**LEYENDA**

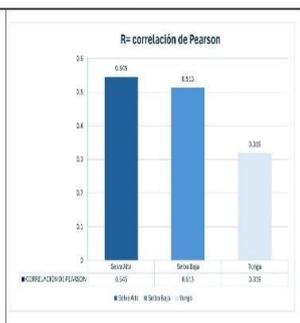
Límites

- Departamentos
- Huánuco

2020-2023

Evapotranspiración (mm).

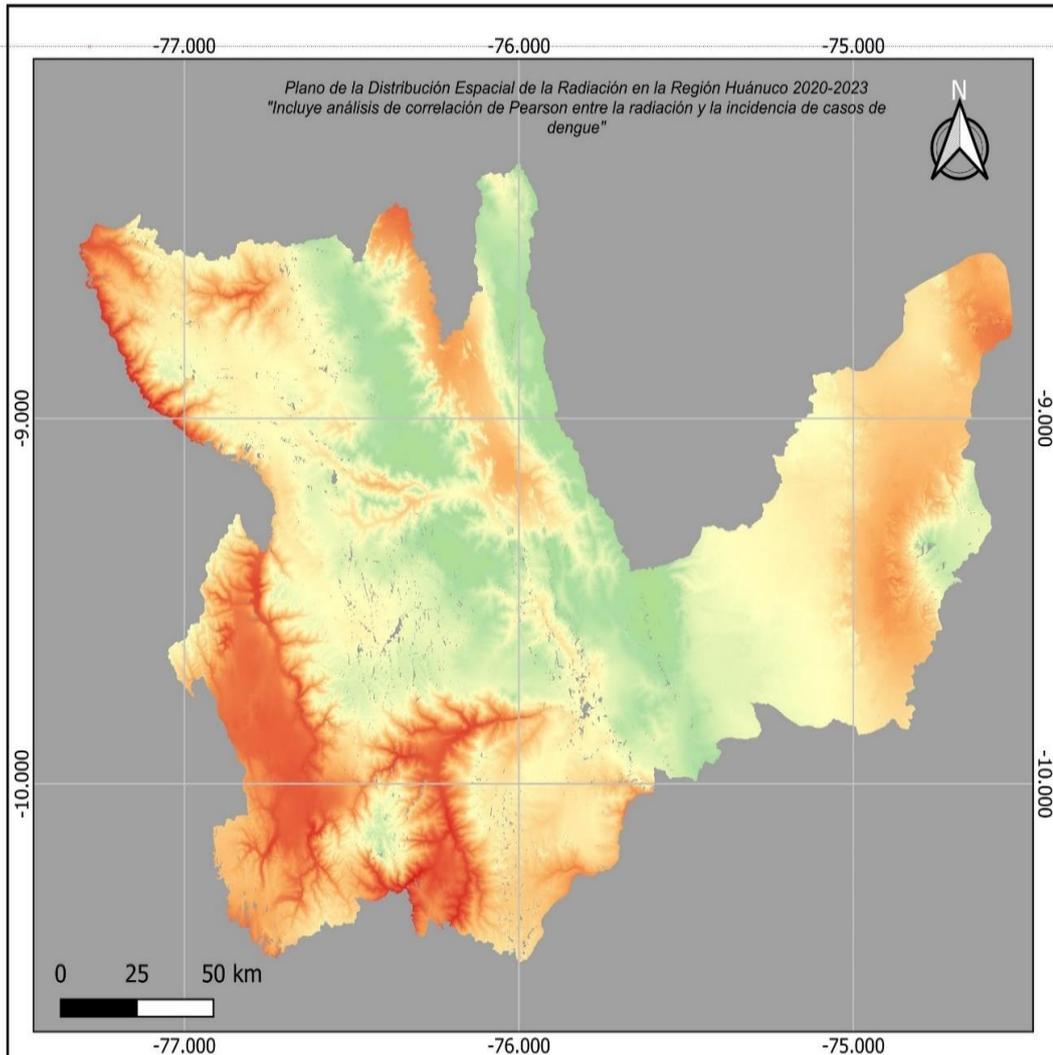
- 976.164368
- 308.929535



<b>PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA REGIÓN HUÁNUCO 2020 - 2023</b>			
UBICACIÓN DEPARTAMENTO HUÁNUCO	SISTEMA DE PROYECCIÓN: EPSO-4326 - WGS 84 - Geographic	REALIZADO POR: Jairo Matx Espinoza Fernández	NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INCIDENCIA DE DENGUE Y SU RELACION CON LOS FACTORES GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO 2020-2023
ESCALA: 1:200000	SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS Universal Transversal Mercator (UTM)	NÚMERO DE MAPA: 3	

## ANEXO 4

### MAPA DE RADIACIÓN EN LA REGIÓN HUÁNUCO 2020-2023



**LEYENDA**

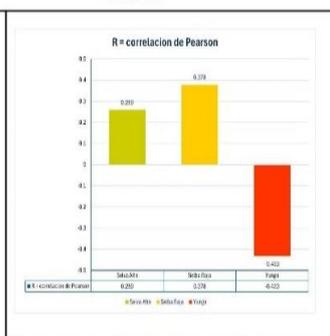
**Límites**

- Departamentos
- Huánuco

**2020-2023**

**Radiación (W/m<sup>2</sup>).**

- 1,747.394165
- 1,448.536499



PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RADIACIÓN EN LA REGIÓN HUÁNUCO 2020 - 2023			
UBICACIÓN DEPARTAMENTO HUÁNUCO	SISTEMA DE PROYECCIÓN: EPSG:4326 - WGS 84 - Geographic	REALIZADO POR: Jairov Mirra Espinoza Fernandez	NOMBRE DEL PROYECTO: ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INCIDENCIA DE DENGUE Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO 2020-2023
ESCALA: 1:200000	SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADAS Universal Transversal Mercator (UTM)	NÚMERO DE MAPA: 4	



