

Variabilidad climática y su asociación con el dengue en la provincia Coronel Portillo, Perú

Climatic variability and its association with dengue in the Coronel Portillo province, Peru

Variabilidade climática e sua associação com dengue na província de Coronel Portillo, Peru

Aldair Gama Gutierrez^{1*} , Miguel Brayan Carrillo Freyre² 

¹ Universidad Continental. Perú.

² Universidad Nacional de Ucayali. Perú.

*Autor para la correspondencia: aldairgama0@gmail.com

Recibido: 20-05-2024 Aprobado: 02-10-2024 Publicado: 05-10-2024

RESUMEN

Introducción: numerosas investigaciones han estudiado el nexo entre la variabilidad climática y sus efectos en la epidemiología del dengue, donde se destaca el carácter complejo de esta relación debido a la gran adaptabilidad del vector *Aedes*. Estudiar la variabilidad climática como parte de un análisis integral de la epidemiología del dengue es fundamental para evaluar su repercusión en las recurrentes epidemias acontecidas. **Objetivo:** el presente estudio buscó determinar si existe una asociación entre los casos de dengue reportados de 2014 a 2023 en la provincia de Coronel Portillo, Perú, y la variabilidad climática, en el periodo enero 2021 a diciembre de 2023. **Método:** el estudio fue descriptivo, reflexivo y analítico en el tiempo. Las fuentes de información fueron obtenidas de la Dirección Regional de Salud de Ucayali y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Se realizaron pruebas estadísticas de correlación cruzada entre variables. **Resultados:**

la temperatura mostró una correlación positiva moderada con los casos de dengue reportados (0,594; P=0,042), al igual que la precipitación (0,678; P=0,015). En cuanto a su correlación con la incidencia de casos fue de 0,619 y P=0,032; y 0,675 y P=0,016, respectivamente. La humedad mostró una correlación muy baja (0,111; P=0,732); su correlación con la incidencia de casos fue de 0,106 y P=0,744. La incidencia de los casos de dengue presentó una estrecha conexión con los casos de dengue reportados (0,998; P=0,00). **Conclusiones:** los resultados revelan correlaciones estadísticamente significativas que sugieren que el aumento en los casos de dengue producidos por el vector *Aedes*, en la provincia de Coronel Portillo, Perú, está asociado con la variabilidad climática ocurrida de 2014 a 2023.

Palabras clave: cambio climático; variabilidad climática; dengue; precipitación; temperatura; Perú



ABSTRACT

Introduction: numerous investigations have studied the link between climate variability and its effects on the epidemiology of dengue, highlighting the complex nature of this relationship due to the great adaptability of the Aedes vector. Studying climate variability as part of a comprehensive analysis of dengue epidemiology is essential to evaluate its impact on the recurring epidemics that occur.

Objective: the present study sought to determine if there is an association between dengue cases reported from 2014 to 2023 in the province of Coronel Portillo, Peru, and climate variability, in the period January 2021 to December 2023. **Method:** the study was descriptive, reflective and analytical over time. The sources of information were obtained from the Regional Health Directorate of Ucayali and the National Meteorology and Hydrology Service of Peru. Statistical tests of cross-correlation between variables were carried out.

Results: temperature showed a moderate positive correlation with reported dengue cases (0.594; $P=0.042$), as did precipitation (0.678; $P=0.015$). Regarding its correlation with the incidence of cases, it was 0.619 and $P=0.032$; and 0.675 and $P=0.016$, respectively. Humidity showed a very low correlation (0.111; $P=0.732$); its correlation with the incidence of cases was 0.106 and $P=0.744$. The incidence of dengue cases presented a close connection with the reported dengue cases (0.998; $P=0.00$). **Conclusions:** the results reveal statistically significant correlations that suggest that the increase in dengue cases caused by the Aedes vector, in the province of Coronel Portillo, Peru, is associated with the climate variability that occurred from 2014 to 2023.

Keywords: climate change; climate variability; dengue; precipitation; temperature; Peru

RESUMO

Introdução: inúmeras investigações estudaram a ligação entre a variabilidade climática e seus efeitos na epidemiologia da dengue, destacando a natureza complexa dessa relação devido à grande adaptabilidade do vetor Aedes. Estudar a variabilidade climática como parte de uma análise abrangente da epidemiologia da dengue é essencial para avaliar seu impacto nas epidemias recorrentes que ocorrem. **Objetivo:** o presente estudo buscou determinar se existe associação entre os casos de dengue notificados de 2014 a 2023 na província de Coronel Portillo, Peru, e a variabilidade climática, no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2023.

Método: o estudo foi descritivo, reflexivo e analítico ao longo do tempo. As fontes de informação foram obtidas na Direção Regional de Saúde de Ucayali e no Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru. Foram realizados testes estatísticos de correlação cruzada entre variáveis. **Resultados:** a temperatura apresentou correlação positiva moderada com os casos notificados de dengue (0,594; $P=0,042$), assim como a precipitação (0,678; $P=0,015$). Quanto à sua correlação com a incidência de casos foi de 0,619 e $P=0,032$; e 0,675 e $P=0,016$, respectivamente. A umidade apresentou correlação muito baixa (0,111; $P=0,732$); Sua correlação com a incidência de casos foi de 0,106 e $P=0,744$. A incidência de casos de dengue apresentou estreita ligação com os casos notificados de dengue (0,998; $P=0,00$). **Conclusões:** os resultados revelam correlações estatisticamente significativas que sugerem que o aumento de casos de dengue causados pelo vetor Aedes, na província de Coronel Portillo, Peru, está associado à variabilidade climática ocorrida de 2014 a 2023.

Palavras-chave: mudanças climáticas; variabilidade climática; dengue; precipitação; temperatura; Peru

Cómo citar este artículo:

Gama Gutierrez A, Carrillo Freyre MB. Variabilidad climática y su asociación con el dengue en la provincia Coronel Portillo, Perú. Rev Inf Cient [Internet]. 2024 [citado Fecha de acceso]; 103:e4682. Disponible en: <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/4682>



INTRODUCCIÓN

La relación entre la variabilidad climática y la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue, se estudió ampliamente en los últimos años. Diversos estudios destacaron cómo las fluctuaciones en variables climáticas como la temperatura, la precipitación y la humedad influyeron significativamente en la dinámica de transmisión del dengue.^(1,2,3,4) Islam, *et al.* concluyó que los factores climáticos se deben considerar como uno de los principales determinantes del complejo epidemiológico, el cual abarca la ecología de los vectores, la biología de los patógenos, la transmisión de enfermedades, la aparición y prevalencia de enfermedades, así como su control, prevención y cura.⁽⁵⁾

Se planteó que abordar la epidemiología del dengue desde una comprensión integral permitió mapear de manera más clara el proceso de aparición y propagación de la enfermedad.⁽⁵⁾ Esto resultó esencial ya que la evaluación de riesgos, la prevención y el control de esta enfermedad vectorial fueron las únicas contramedidas de riguroso alcance a nivel mundial.⁽⁶⁾

Algunos autores destacaron que la máxima transmisión del dengue se observó en los meses con altas temperaturas y precipitaciones, una observación consistente con los patrones encontrados en diversas regiones endémicas.⁽⁷⁾ Por otro lado, los estudios de Sánchez, *et al.* demostraron que existió una correlación significativa entre las variables climatológicas y la incidencia del dengue, subrayando la importancia de considerar estos factores en la planificación de estrategias de control.⁽²⁾

En la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, en Perú, la incidencia de dengue mostró una tendencia ascendente en los últimos años, coincidiendo con variaciones significativas en las condiciones climáticas locales. La literatura existente sugirió una fuerte interdependencia entre el clima y la incidencia del dengue, lo que justificó la necesidad de estudios específicos que abordaran esta relación en contextos locales.^(2,3,7)

Por todo lo anterior se decidió realizar esta investigación con el objetivo de determinar si existe una asociación entre los casos de dengue reportados de 2014 a 2023 en la provincia de Coronel Portillo, Perú, y la variabilidad climática, en el periodo enero 2021 a diciembre de 2023.

MÉTODO

Las variables climatológicas consideradas para este estudio fueron la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones en escala de tiempo mensual y anual. La población considerada para este estudio fue la de la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali en Perú. La muestra incluyó los casos registrados de dengue de manera mensual durante 9 años, que es el periodo de estudio de la investigación.

Los datos proporcionados por las variables meteorológicas se obtuvieron del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Se utilizó un período de 9 años como base para calcular los coeficientes de correlación con la utilización de los casos de dengue.



La estación climatológica de la cual se obtuvo datos fue la de Pucallpa. Se calcularon los promedios anuales a partir de los datos mensuales para el análisis de tendencia de las variables escogidas (temperatura, precipitaciones y humedad) en relación con los casos de dengue reportados por la Dirección Regional de Salud de Ucayali (DIRESA). Los gráficos estadísticos se realizaron utilizando Microsoft Excel.

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando Microsoft Excel y el software estadístico SPSS. Se aplicaron varias técnicas estadísticas para establecer interacciones dentro del nexo clima-vector-enfermedad. Hasta donde se tuvo conocimiento, la relación no ha sido investigada en la zona de manera significativa, por lo que no se entiende bien la dinámica de transmisión con el factor clima. Como enfoque del estudio, se analizó el efecto de las variables climáticas sobre el aumento de los casos de dengue. Además, también se trató de analizar los factores estacionales que intervienen en el patrón de las epidemias reportadas.

Para realizar los pasos mencionados, se procedió a realizar los análisis de datos meteorológicos y casos de dengue recopilados. Primero, se realizaron pruebas de normalidad para determinar si se aplicaban los modelos paramétricos de regresión lineal. Esto significó que para cada valor mayor o igual a 0,05, se consideró como variable con naturaleza normal. Confirmado el carácter normal de las variables, se condensaron de manera resumida los datos mensuales de temperatura media, humedad relativa y precipitación total mensual del período evaluado. Esto significa, por ejemplo, que se obtuvieron datos de la temperatura media de cada mes en el período 2014-2023, y lo mismo para las demás variables involucradas. Con los datos resumidos por mes se agrupó la información de cada variable meteorológica de tal manera que pudiese compararse y así generar las posibles correlaciones existentes entre ellas.

Luego, se intentó encontrar relaciones entre los casos de dengue reportados de manera mensual resumida y los factores o variables climatológicas para el período 2014-2023. El modelo de regresión lineal asumió una forma paramétrica fija en la relación entre casos de dengue y factores climáticos. De esta forma, se realizó el análisis de los casos de dengue con las variables climatológicas consideradas. Se utilizó el modelo de correlación cruzada para determinar los coeficientes de correlación de Pearson y posteriormente interpretar los resultados encontrados.

RESULTADOS

Se realizaron pruebas de normalidad cuyos resultados mostraron que las variables consideradas tenían un valor mayor a 0,05. La temperatura registró un valor de 0,815; la precipitación 0,252; la humedad 0,997; los casos de dengue 0,278; y la incidencia 0,366. Después de culminar las pruebas de normalidad, se efectuaron pruebas de correlación entre variables, buscando el coeficiente de correlación de Pearson para cada una de las correlaciones identificadas.

En cuanto a la variabilidad climática durante los años 2014 a 2023, la temperatura media promedio fue de 27,0 °C, con un incremento hacia 2023 de 0,4 °C. Entre 2014 y 2023 la variación fue de 0,4 °C. Los meses de septiembre y noviembre fueron los más calurosos, con 28,0 °C y 27,8 °C, respectivamente. Mientras que los meses menos calurosos fueron junio y julio, con 26,1 °C y 26,4 °C, respectivamente.



Durante el período objeto de estudio, el promedio de precipitación total anual fue de 1 850,8 mm. Los valores más altos se registraron en 2017, 2019 y 2020, con 2 093,3 mm, 2 096,7 mm y 2 317,4 mm para cada uno de ellos. Los meses de noviembre y marzo registraron la mayor precipitación total media mensual, con 219,2 mm y 247,3 mm. Los meses menos lluviosos fueron agosto y septiembre, con valores por debajo de la media anual. La tendencia climática de la zona, aunque mostró variaciones en la precipitación y la temperatura, se mantuvo dentro del rango aceptable.

El valor promedio de humedad relativa en el período 2014-2023 fue de 83,4 %. Los meses con mayores valores promedio de humedad relativa fueron enero y marzo, con 87,0 % y 85,7 % respectivamente. Los meses con menores valores de humedad relativa fueron agosto y septiembre, con 80,4 % y 79,4 % respectivamente. Durante los años 2017, 2018 y 2019 se observó un notable incremento de la humedad relativa, que luego se estabilizó a lo largo de los últimos años. El pico se alcanzó en 2018, con 87,1 % de humedad relativa promedio anual. Los valores de humedad relativa coincidieron con el rango porcentual fijado para el clima tropical húmedo de selva, de acuerdo con la localización del estudio.

Los casos de dengue mostraron un claro ascenso a lo largo de los últimos años, teniendo en cuenta el período evaluado de 2014-2023. Las epidemias previamente registradas también reportaron picos elevados en relación con la media, aunque se desconocen datos exactos anteriores a 15 años. Los años con mayores epidemias de dengue en la zona de estudio fueron 2020, 2021, 2022 y 2023, con un pico registrado durante la pandemia de COVID-19, mostrando una tendencia ascendente. La temporada de septiembre a marzo registró la mayor cantidad de casos de dengue, con picos en diciembre y marzo. Los meses de la estación seca coincidieron con la disminución de los casos de dengue reportados anualmente. Los resultados de la prueba cruzada de correlaciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Prueba de correlaciones entre las variables climatológicas y las variables epidemiológicas

		Temperatura	Precipitación	Humedad	Casos	Incidencia
Temperatura	Correlación de Pearson	1	0,264	-0,396	0,594*	0,619*
	Sig. (bilateral)	0	0,407	0,202	0,042	0,032
	N	12	12	12	12	12
Precipitación	Correlación de Pearson	0,264	1	0,623*	0,678*	0,675*
	Sig. (bilateral)	0,407	0	0,031	0,015	0,016
	N	12	12	12	12	12
Humedad	Correlación de Pearson	-0,396	0,623*	1	0,111	0,106
	Sig. (bilateral)	0,202	0,031	0	0,732	0,744
	N	12	12	12	12	12
Casos de dengue	Correlación de Pearson	0,594*	0,678*	0,111	1	0,998**
	Sig. (bilateral)	0,042	0,015	0,732	0	0,000
	N	12	12	12	12	12



Continuación de la Tabla 1						
		Temperatura	Precipitación	Humedad	Casos	Incidencia
Incidencia	Correlación de Pearson	0,619*	0,675*	0,106	0,998**	1
	Sig. (bilateral)	0,032	0,016	0,744	0,000	0
	N	12	12	12	12	12

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La temperatura mostró una correlación positiva moderada con los casos de dengue reportados. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,594 con un $P=0,042$. En cuanto a su correlación con la incidencia de casos, el coeficiente de Pearson fue de 0,619 y un $P=0,032$; es decir, valores de P menores a 0,05, que en el cuadro se muestran como Sig. (Bilateral) o significancia bilateral.

La precipitación mostró una correlación positiva moderada con los casos de dengue reportados. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,678 con un $P=0,015$. En cuanto a su correlación con la incidencia de casos, el coeficiente de Pearson fue de 0,675 y un $P=0,016$; es decir, valores de P menores a 0,05.

La humedad mostró una correlación muy baja con los casos de dengue reportados. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,111 con un $P=0,732$. En cuanto a su correlación con la incidencia de casos, el coeficiente de Pearson fue de 0,106 y un $P=0,744$; es decir, valores de P mayores a 0,05.

Los casos de dengue mostraron una correlación muy alta con la incidencia de dengue reportada. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,998 con un $P=0,00$.

En la provincia de Coronel Portillo, en el período evaluado, la temperatura media (Gráfico 1) aumentó sostenidamente desde el mes de agosto; alcanzó su pico en septiembre. De abril a julio, las temperaturas disminuyeron, lo que se acompañó con el decremento de los casos de dengue reportados en esos meses. El coeficiente de correlación de Pearson arrojó, para la relación temperatura media/casos de dengue, una correlación significativa, como se mencionó previamente.

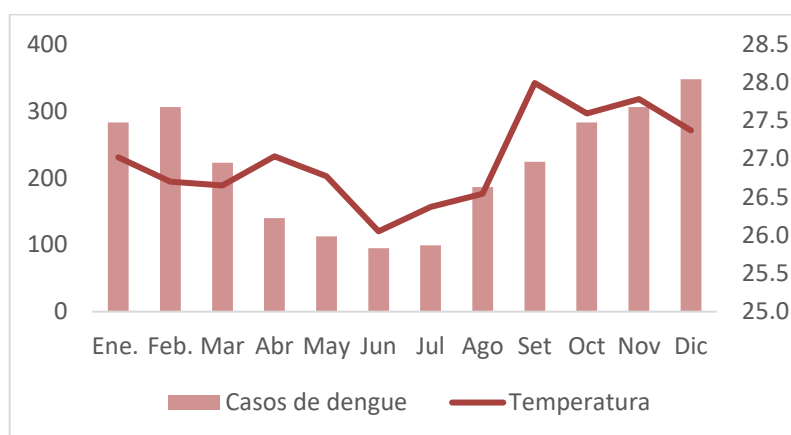


Gráfico 1. Casos de dengue en función a la temperatura 2014-2023.



En cuanto a la precipitación, la precipitación total media (Gráfico 2) aumentó sostenidamente desde octubre, alcanzando su pico en noviembre, para después estabilizarse y registrar un segundo pico en marzo. De marzo a agosto, las precipitaciones disminuyeron, lo que se acompañó con el decrecimiento de los casos de dengue reportados en esos meses. Sin embargo, es importante mencionar que, en agosto, aunque las precipitaciones continuaron disminuyendo paulatinamente, los casos de dengue comenzaron a elevarse de manera sustancial. El coeficiente de correlación de Pearson arrojó una correlación moderada a alta, considerada significativa en este estudio.

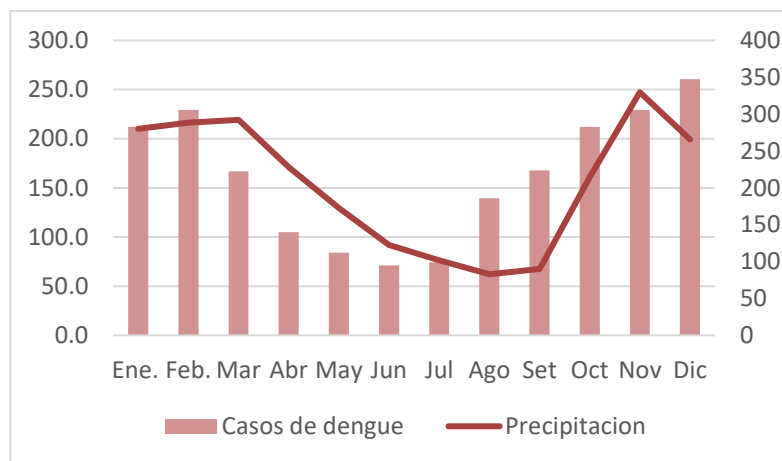


Gráfico 2. Casos de dengue en función a la precipitación 2014-2023.

La humedad en el presente estudio mostró un comportamiento disonante en relación con las demás variables climatológicas. La humedad (Gráfico 3) fue más alta durante los meses de enero y marzo. El gráfico muestra que la humedad fue relativamente más alta durante los primeros seis meses del año, con una clara disminución en el período comprendido entre julio y septiembre. Si bien el gráfico sugirió una correlación con los casos de dengue, dicha correlación fue débil, como se evidenció en los resultados de las correlaciones realizadas.

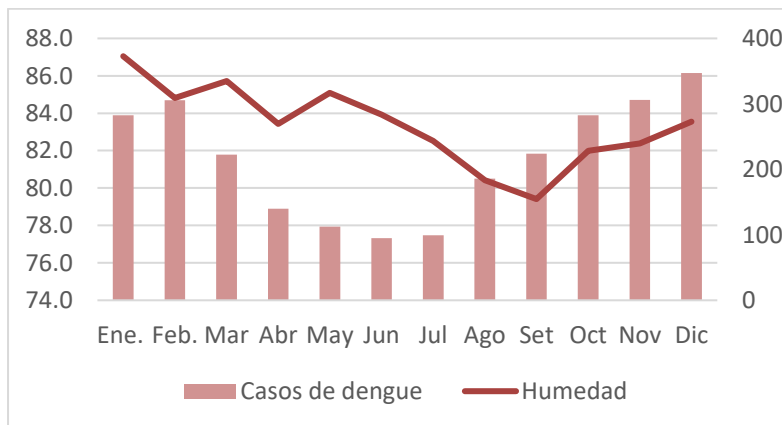


Gráfico 3. Casos de dengue en función a la humedad.



La incidencia de los casos de dengue presentó una estrecha conexión con los casos de dengue reportados. El coeficiente de correlación de Pearson fue de 0,998 con un valor $P=0,00$. En cuanto a la humedad, la relación encontrada fue débil, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,106 y un valor $P=0,744$.

La incidencia de casos de dengue presentó una correlación moderada con la precipitación y la temperatura, con coeficientes de Pearson de 0,675 y 0,619, respectivamente. Los valores P fueron de 0,016 y 0,032. La incidencia presentó valores bajos durante los meses de estación seca (Gráfico 4), y los valores más altos se registraron en noviembre y marzo. El gráfico mostró que la precipitación fue relativamente más alta durante noviembre en los nueve años evaluados, con una clara disminución en el período comprendido entre junio y septiembre.

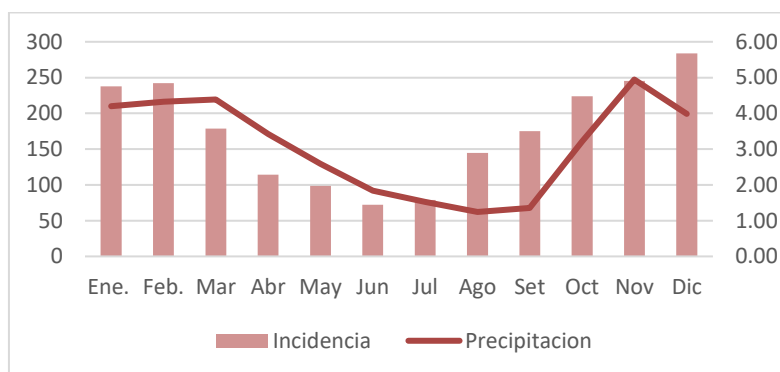


Gráfico 4. Incidencia de los casos de dengue en función a la precipitación.

DISCUSIÓN

La variación de $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el período 2014-2019 expresó no solo la variación natural del clima de la provincia de Coronel Portillo, sino también la compleja relación entre las variables climatológicas que influyeron en la transmisión del dengue, y por tanto, en el aumento de los casos registrados a lo largo de los años.

Las variables climatológicas operaron sinérgicamente; las precipitaciones y la humedad influyeron en el incremento de la transmisión del dengue.⁽⁸⁾ Esto se atribuyó a factores relacionados con el ciclo de vida del mosquito y la relación del vector con la estacionalidad de la enfermedad.

Los incrementos de temperatura entre 2014 y 2023, con variaciones de $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, junto con las constantes precipitaciones registradas en la estación húmeda, se identificaron como factores que incrementaron el riesgo de transmisión del dengue. Se reportó que la máxima transmisión de dengue coincidió con meses en los que se registraron altas temperaturas y precipitaciones, observación que coincidió con Xiao, *et al.* La OMS indicó que un aumento de la temperatura de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ podría resultar en varios cientos de millones más de casos de dengue.^(2,3)



En este estudio se reconoció que el incremento de los casos de dengue, que sigue una tendencia ascendente, no se explicó únicamente por los factores climatológicos, sino por una amplia y compleja relación de factores, como la dispersión territorial del mosquito, los factores de saneamiento ambiental en el ámbito urbano y las fallas en el control y almacenamiento de agua en depósitos no seguros.⁽⁹⁾ Sin embargo, las variables climatológicas brindaron explicaciones satisfactorias sobre su influencia a mediano y largo plazo en las epidemias de dengue registradas a lo largo de los años.

La coincidencia de los valores en alza de los casos de dengue con las curvas de variables meteorológicas se explicó a partir de conclusiones evidenciadas por algunos autores, quienes indicaron que la variabilidad climática tiende a ocasionar un efecto en los casos de dengue registrados en una zona donde las condiciones aptas para el vector confluyen con condiciones climatológicas óptimas para su reproducción.⁽¹⁰⁾

El análisis de correlaciones mostró que la temperatura tuvo una variación positiva moderada con los casos de dengue reportados. El coeficiente de evaluación de Pearson fue de 0,594 con un valor P de 0,042. Estos resultados concordaron con los estudios realizados por Sánchez, *et al.* quienes evaluaron la relación entre variables climatológicas y la infestación e incidencia de dengue, obteniendo correlaciones significativas. De manera similar, la precipitación, al evidenciar una elevación positiva moderada, mostró que mientras la precipitación continuara elevándose, los casos de dengue podrían eventualmente ascender vertiginosamente. La humedad, al haber mostrado una valoración muy baja, coincidió aproximadamente con los resultados encontrados por Sánchez, *et al.* ya que las correlaciones no se mostraron estadísticamente significativas para esta variable climatológica.⁽²⁾

Los casos de dengue que mostraron una correlación muy alta con la incidencia reportada concordaron en su interpretación con los resultados encontrados por Islam, *et al.*⁽⁵⁾ En 2023, el brote epidémico de dengue coincidió con un alza histórica de la temperatura media anual, que no se había registrado en años anteriores; la temperatura promedio en 2023 fue de 27,9 °C. Esto sugirió una influencia del evento epidémico con el aumento de la temperatura, según los resultados y conclusiones efectuadas por Marini, *et al.*⁽⁴⁾

Otro punto a considerar fue la densidad poblacional, factor importante para la transmisión del dengue, aunque no el único. En Cillería, entre 2020 y 2021, la tendencia de casos incrementó en un 69,07 %. Según información de DIRESA, una epidemia de gran alcance similar a la de 2023 se registró en 2012, atribuida al ingreso del serotipo 2 vectorial; desde entonces este ha sido el responsable de las epidemias de dengue. Se observó que el serotipo 2 está asociado a una mayor mortalidad: 3 de cada 4 muertes atribuidas al dengue son causadas por la transmisión de dicho vector.

La incidencia del dengue se incrementó durante los últimos cinco años. La revisión sistemática de la información permitió responder a que causas se puede atribuir este aumento. Según los estudios de Xiao, *et al.* y Marini, *et al.* se concluyó que un clima cálido conduce a una mayor replicación viral, una mayor carga y, por tanto, un mayor riesgo de infección.^(3,4)



Las temperaturas más altas generaron condiciones para una mayor adaptabilidad del vector, lo que crea condiciones propicias para la reproducción, desarrollo acelerado de las larvas y un aumento de la humedad en ciertos espacios, lo que condujo a una mayor vida útil de los vectores.⁽¹⁰⁾ Por tanto, al verificarse una compensación, aunque no lineal, se situó como un factor contribuyente al aumento de casos.⁽¹¹⁾ Los estudios de laboratorio verificaron que el *Aedes* se adaptó a la supervivencia a temperaturas elevadas, refugiándose en alcantarillas y lugares con poca influencia solar. Esto llevó a que el mosquito desarrollara un mejor sistema biológico adaptativo frente a la variabilidad climática.⁽¹²⁾

CONCLUSIONES

Se concluye que un aumento en los casos de dengue está asociado con el incremento de la temperatura, las precipitaciones y, en menor medida, la humedad relativa durante los meses de la estación húmeda en la provincia de Coronel Portillo. Esto, a su vez, se refleja en el posterior aumento de la incidencia del dengue en la misma zona.

Se reconoce que sólo se han realizado intentos empíricos para relacionar las variables climatológicas con las epidemiológicas de la enfermedad del dengue, por lo que esta investigación abre puertas para determinar las relaciones causales entre los factores climáticos y el aumento de los casos de dengue y su incidencia en la provincia. Este estudio sienta las bases para posteriores investigaciones que aborden el pronóstico del dengue en la región de Ucayali y en otras áreas de la Amazonía peruana. Esto puede resultar vital a medida que el clima continúa cambiando y las dinámicas de las enfermedades asociadas también lo hagan.

Las correlaciones efectuadas pueden ayudar en el desarrollo de modelos que puedan desembocar en sistemas de alerta temprana para epidemias de dengue. Basándonos en la información disponible, consideramos que los estudios deben profundizar en las asociaciones entre los datos climáticos y la abundancia de *Aedes* durante los meses de la estación húmeda. Los estudios futuros deben ampliar el conocimiento sobre la dinámica del dengue en la región.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de las instituciones a las que solicitamos información para el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akter R, Hu W, Gatton M, Bambrick H, Naish S, Tong S. Different responses of dengue to weather variability across climate zones in Queensland, Australia. *Environmental Research* [Internet]. Volume 184, 2020, 109222, ISSN 0013-9351. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109222>



2. Sánchez Lara E, Pascual Armiñan ME, Expósito Boue LM, González Ramírez R. Variabilidad climática y su influencia en la aparición del dengue en provincia Guantánamo. *Rev Inf Cient* [Internet]. 2022 [citado 20 Mayo 2024]; 101(6). Disponible en: <https://revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/3777>
3. Xiao FZ, Zhang Y, Deng YQ et al. El efecto de la temperatura sobre el período de incubación extrínseca y la tasa de infección del serotipo 2 del virus del dengue en *Aedes albopictus*. *Arco Virol* [Internet]. 2014 [citado 20 Mayo 2024]; 159:3053–3057. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-014-2051-1>
4. Marini G, Manica M, Arnoldi D, Inama E, Rosà R, Rizzoli A. Influence of Temperature on the Life-Cycle Dynamics of *Aedes albopictus* Population Established at Temperate Latitudes: A Laboratory Experiment. *Insects* [Internet]. 2020 [citado 20 Mayo 2024]; 11(11):808. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11110808>
5. Islam S, Haque C, Hossain S, Hanesiak J. Climate Variability, Dengue Vector Abundance and Dengue Fever Cases in Dhaka, Bangladesh: A Time-Series Study. *Atmosphere* [Internet]. 2021 [citado 2 Ago 2024]; 12(7):905. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos12070905>
6. Nguyen LT, Le HX, Nguyen DT, Ho HQ, Chuang TW. Impact of Climate Variability and Abundance of Mosquitoes on Dengue Transmission in Central Vietnam. *Int. J. Environ. Res. Public Health* [Internet] 2020 [citado 2 Ago 2024]; 17(7):2453. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17072453>
7. Bima Sakti Satria Wibawa, Yu-Chun Wang, Gerry Andhikaputra, Yu-Kai Lin, Lin-Han Chiang Hsieh, Kun-Hsien Tsai. The impact of climate variability on dengue fever risk in central Java, Indonesia, *Climate Services*. Volume 33, 2024, 100433, ISSN 2405-8807.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100433>
8. Jian Cheng, Hilary Bambrick, Laith Yakob, Gregor Devine, Francesca D. Frentiu, Gail Williams, Zhongjie Li, Weizhong Yang, Wenbiao Hu, Extreme weather conditions and dengue outbreak in Guangdong, China: Spatial heterogeneity based on climate variability, *Environmental Research*. Volume 196, 2021, 110900, ISSN 0013-9351. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110900>
9. Aswi Aswi, Susanna Cramb, Earl Duncan, Wenbiao Hu, Gentry White, Kerrie Mengersen, Climate variability and dengue fever in Makassar, Indonesia: Bayesian spatio-temporal modelling, *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, Volume 33, 2020, 100335, ISSN 1877-5845. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sste.2020.100335>
10. Martheswaran, TK, Hamdi, H., Al-Barty, A. et al. Predicción de brotes de dengue utilizando variabilidad climática y técnicas de Monte Carlo de cadena de Markov en un modelo estocástico susceptible-infectado-eliminado. Representante científico [Internet]. 2022 [citado 2 Ago 2024]; 12:5459. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09489-y>
11. Winnie W. Kamau, Rosemary Sang, Gilbert Rotich, Sheila B. Agha, Nelson Menza, Baldwyn Torto, David P. Tchouassi. Patrones de abundancia, supervivencia, alimentación con sangre humana y relación con el riesgo de dengue de *Aedes aegypti*, Kenia. *Front. Trop. Dis* [Internet]. 2023 [citado 2 Ago 2024]; 4. DOI: <https://doi.org/10.3389/fitd.2023.1113531>
12. Mourya DT, Yadav P, Mishra AC. Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *Am J Trop Med Hyg*



[Internet]. 2004 [citado 2 Ago 2024];
70(4):346-50. PMID: 15100445. DOI:

<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.70.346>

Declaración de conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Aldair Gama Gutierrez: conceptualización, investigación, metodología, validación, visualización, administración del proyecto, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

Miguel Brayan Carrillo Freyre: conceptualización, investigación, metodología, curación de datos, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

Financiación:

No se recibió financiación para el desarrollo del presente artículo.

