



Received: Jul 07, 2025 / Accepted: Nov 13, 2025

Artículo Científico

Pérdida de cobertura vegetal y variación de la temperatura ambiental en Carpish-Huanuco, periodo 2022-2024

Loss of vegetation cover and variation in ambient temperature in Carpish-Huanuco, period 2022-2024

C.G. Huaman-Gonzales^{1*} , L. E. Villanera-Tucto¹ , Y. Rojas-Muñoz¹ ,

N. R. Chahua-García¹ 



<https://doi.org/10.51431/par.v7i2.1074>

Resumen

Objetivo: Evaluar la variación de la temperatura máxima y mínima mensual asociada a la pérdida de cobertura vegetal en la zona de Carpish, Huánuco, durante el período 2022–2024. **Metodología:** cuantitativa, con diseño no experimental, transversal y correlacional, utilizando datos climáticos del SENAMHI e imágenes satelitales (Landsat y Sentinel) para calcular el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y analizar la cobertura vegetal. **Resultados:** Se evidenció un incremento térmico sostenido: la temperatura máxima promedio aumentó de 19,0 °C en 2022 a 19,70 °C en 2024, y la mínima de 11,0 °C a 11,89 °C. A su vez, la cobertura vegetal disminuyó de 53 568 a 42 842 hectáreas entre 2021 y 2023, lo que representa una pérdida de 10 725,84 hectáreas. Existe una correlación negativa muy fuerte pero no significativa (-0.95; p=0,20) entre la temperatura y la cobertura vegetal; es decir, a medida que la temperatura aumenta, la cobertura vegetal tiende a disminuir. **Conclusión:** Se confirmó que la deforestación contribuye directamente al aumento de la temperatura.

Palabras clave: Deforestación, cambio climático, temperatura, vegetación, conservación ambiental

Abstract

Objective: To evaluate the variation in monthly maximum and minimum temperatures associated with the loss of vegetation cover in the Carpish area, Huánuco, during the period 2022–2024. **Methodology:** Quantitative, non-experimental, cross-sectional, and correlational design, using climate data from SENAMHI and satellite images (Landsat and Sentinel) to calculate the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and analyze vegetation cover. **Results:** A sustained increase in temperature was observed: the average maximum temperature rose from 19.0°C in 2022 to 19.70°C in 2024, and the minimum from 11.0°C to 11.89°C. At the same time, vegetation cover decreased from 53,568 to 42,842 hectares between 2021 and 2023, representing a loss of 10,725.84 hectares. There is a very strong but insignificant negative correlation (-0.95; p=0.20) between temperature and vegetation cover; that is, as temperature increases, vegetation cover tends to decrease. **Conclusion:** It was confirmed that deforestation directly contributes to rising temperatures.

Keywords: Deforestation, climate change, temperature, vegetation, environmental conservation

¹ Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.

* Autor para correspondencia: 2018111814@udh.edu.pe

Introducción

El cambio climático se ha consolidado como uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI, generando consecuencias directas sobre los ecosistemas y las sociedades humanas (Food and Agriculture Organization [FAO], 2016). Uno de los factores más determinantes en la aceleración de este fenómeno es la pérdida de cobertura vegetal, especialmente en regiones tropicales y de montaña (Muñoz-Iniesta, 2009). Diversos estudios científicos han evidenciado que la deforestación altera la temperatura terrestre al reducir la evapotranspiración, aumentar el albedo y liberar carbono almacenado, provocando un incremento en la temperatura local y global (Vargas et al. (2020).

La zona de Carpish constituye un bosque montañoso de alta biodiversidad, que cumple funciones ecológicas clave como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono y la moderación del microclima regional. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado una pérdida acelerada de cobertura vegetal en la zona, atribuida a la tala ilegal, la expansión agrícola y los incendios forestales. Esta situación ha coincidido con un incremento sostenido de la temperatura del aire, lo indicaría una relación entre ambos fenómenos (Butt et al., 2023).

A nivel nacional, investigaciones como las de Velásquez y Paredes (2021) en Junín, Alayo, C, (2021), en Arequipa y Ramírez (2022) en Huánuco Perú, han demostrado una correlación significativa entre la disminución de la vegetación y el aumento de la temperatura superficial, reafirmando el rol regulador de los ecosistemas vegetales. No obstante, pese a la evidencia internacional y nacional, aún son escasos los estudios que exploran esta relación a nivel local y en ecosistemas tropicales, peruanos como Carpish, ubicado en la región Huánuco.

La investigación busca llenar el vacío de datos locales sobre esta relación en Huánuco, Perú. Estudios como los de Bonan (2008), Duveiller (2018) y Velásquez y Paredes (2021) han mostrado resultados consistentes en otras regiones con características similares. Asimismo, se considera relevante por la escasez

de trabajos científicos que integren análisis satelital con datos climatológicos en esta área ecológicamente sensible. La investigación se justifica por su relevancia científica y práctica: busca generar conocimiento técnico que contribuya a la gestión ambiental del territorio, la formulación de políticas de mitigación del cambio climático y la sensibilización de las comunidades locales sobre la importancia de conservar la cobertura vegetal. En ese contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la variación de la temperatura asociada a la pérdida de cobertura vegetal en Carpish durante el período 2022–2024.

Metodología

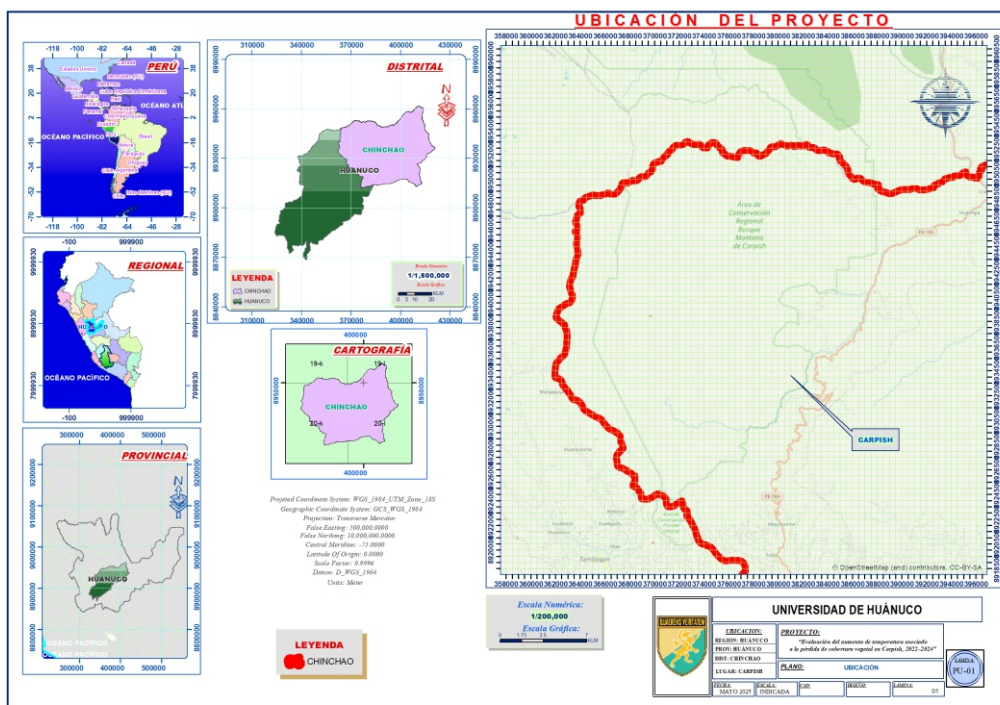
La investigación se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo, no experimental, con un diseño correlacional. No se manipuló ninguna variable, se analizaron datos ya existentes obtenidos del SENAMHI, se procesaron imágenes satelitales (Landsat/Sentinel) para calcular el NDVI mediante QGIS, para establecer la relación entre el aumento de la temperatura y la pérdida de cobertura vegetal.

Localización

El estudio se desarrolló en el área de conservación regional bosque montano de Carpish, ubicado en el distrito de Chinchao en la región Huánuco, durante el período 2022–2024. La población estuvo conformada por una parte del área geográfica de Carpish durante el periodo mencionado, en donde la muestra consistió en datos climáticos mensuales (temperatura máxima y mínima) registrados por la estación meteorológica del SENAMHI – Chinchao y datos de cobertura vegetal obtenidos mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), procesados a partir de imágenes satelitales de QGIS. El tipo de muestreo fue no probabilístico, basado en la accesibilidad y disponibilidad de los datos de estaciones meteorológicas.

Figura 1

Mapa de ubicación del bosque montano Carpish



Elaboración con QGIS 3.18.9

Variables e instrumentos de recolección de datos

Se consideraron las variables dependientes: la temperatura (máxima y mínima mensual) e independiente: la cobertura vegetal (medida a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Para la variable temperatura, se emplearon registros oficiales del SENAMHI, extraídos de la estación meteorológica de Chinchao. Para la cobertura vegetal, se utilizó el NDVI, generado a partir de imágenes satelitales procesadas con software SIG (QGIS 3.18.9 y Google Earth Engine) (Jensen, 2005; García, 2021). Estos instrumentos permitieron dimensionar cada variable, tales como el promedio de temperatura por año, diferencia de temperatura entre años y porcentaje de pérdida vegetal.

Técnicas y procedimientos re recolección de datos

Los datos climáticos fueron recopilados del portal oficial del SENAMHI, mientras que las imágenes satelitales se descargaron y procesaron mediante herramientas de teledetección. Se aplicaron las técnicas de análisis descriptivo de

temperaturas (máximas y mínimas) por año y Cálculo del NDVI para los años 2022, 2023 y 2024. Comparación visual de mapas de cobertura vegetal entre años (Landsat/Sentinel) (Lillesand, et al. 2015) en donde estos procedimientos permitieron recolectar datos confiables sin intervención directa sobre el terreno, utilizando fuentes oficiales y de acceso libre.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó con el software Microsoft Excel. Se aplicaron: Para la presentación de resultados se usó la estadística descriptiva. El análisis de correlación de Pearson se usó para establecer asociación entre la cobertura vegetal y la temperatura ambiental.

Resultados

La diferencia de la temperatura máxima y mínima mensual registrada en Carpish durante el 2022, 2023 y 2024 se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Resumen de temperaturas promedio anuales en Carpish durante el periodo 2022-2024

Año	Temp Min. Promedio (°C)	Temp Min. Promedio (°C)	Diferencial Térmico (°C)
2022	10,98	19,01	8,03
2023	11,72	19,58	7,86
2024	11,89	19,70	7,81

Datos obtenidos del SENAMHI para la estación de Carpish.

Se observa una clara tendencia al alza en las temperaturas mínimas promedios anuales. En 2022, el promedio fue de 11,0 °C, aumentando a 11,72 °C en 2023 y a 11,89 °C en 2024. Esto indica un incremento sostenido en las temperaturas mínimas, lo cual podría estar asociado al calentamiento global o a cambios

locales en las condiciones climáticas. Es relevante porque las noches se están volviendo menos frías con el paso del tiempo. También existe una tendencia creciente: el promedio anual de temperatura máxima fue aproximadamente 19,0 °C en 2022, aumentó a 19,58 °C en 2023, y llegó a 19,70 °C en 2024. Este aumento sugiere que los días están siendo cada vez más cálidos, lo cual puede tener implicaciones en el confort térmico, la agricultura y el consumo de energía.

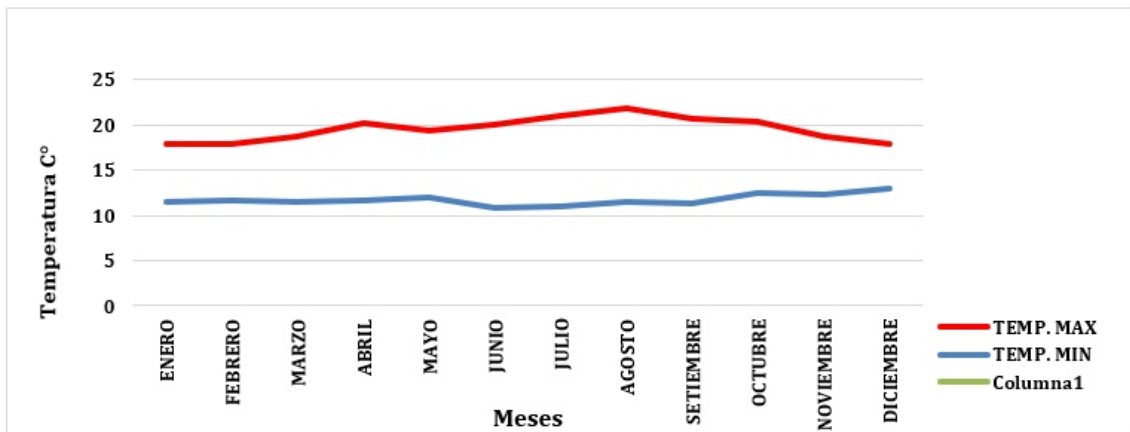
Temperatura mínima: Aumentó de 11,0°C (2022) a 11,89°C (2024), con una variación interanual de +0,74°C.

Temperatura máxima: Aumentó de 19,01°C (2022) a 19,70°C (2024), con una variación interanual de +0,69°C.

Diferencial térmico: Disminuyó de 8,03°C (2022) a 7,81°C (2024), indicando una reducción en la amplitud térmica diaria.

Figura 2

Promedio de diferencia de la temperatura máxima y mínima mensual registrada del 2022 de Carpish



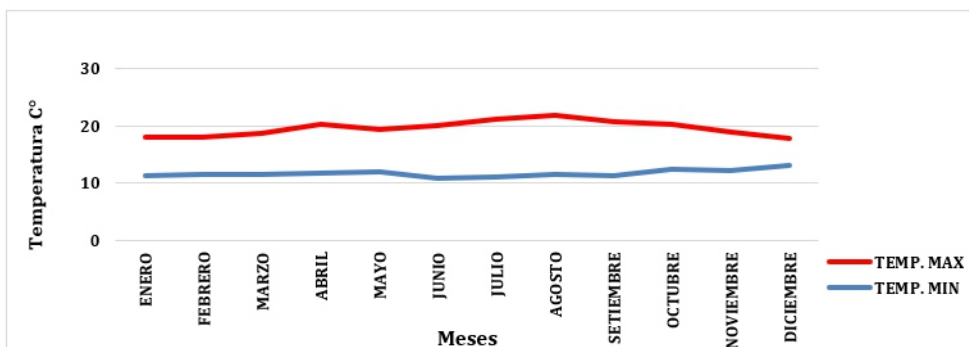
Se ha identificado el promedio de temperatura máxima en el mes de setiembre con

20,30 °C y mínima en el mes de junio con 9,70 °C en el gráfico de barras del año 2022.

Diferencia de la temperatura máxima y mínima mensual registrada del año 2023 de Carpish.

Figura 3

Diferencia de promedio de la temperatura máxima y mínima mensual registrada del año 2023 de Carpish



Cobertura vegetal y variación de la temperatura en Carpisha

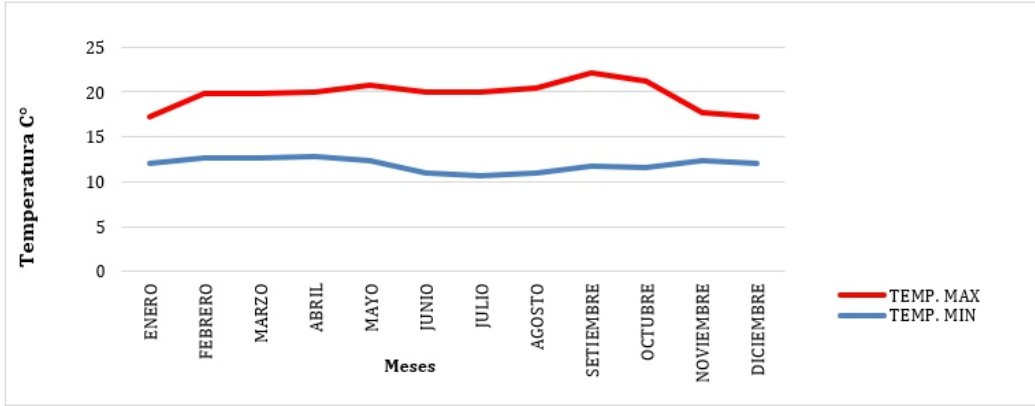
Se ha identificado el promedio de temperatura máxima en el mes de agosto con

21,81 °C y mínima en el mes de junio con 10,87 °C en el gráfico de barras del año 2023.

Diferencia de la temperatura máxima y mínima mensual registrada del año 2024 de Carpish.

Figura 4

Promedio de diferencia de la temperatura máxima y mínima mensual registrada del año 2024 de Carpish



Se ha identificado el promedio de temperatura máxima en el mes de setiembre con 22,09 °C y mínima en el mes de julio con 10,65 °C en el gráfico de barras del año 2024.

Relación entre la pérdida de la cobertura vegetal y el aumento de la temperatura

El estudio revela que en sólo 02 años se produjo una pérdida acelerada de la cobertura vegetal de -10,37%, tal como se detalla en la Tabla 2.

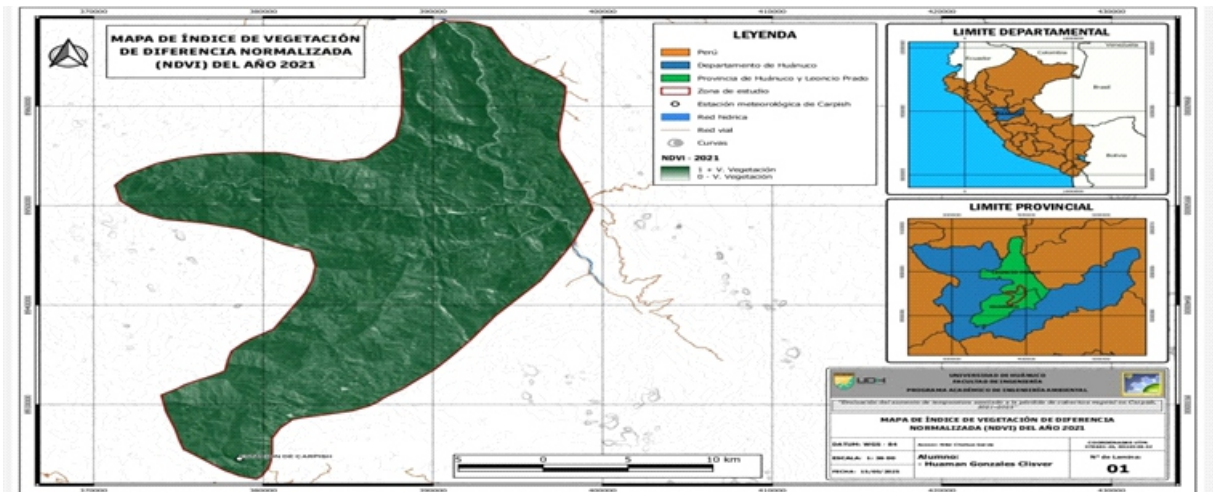
Tabla 2

Evaluación de cobertura vegetal en hectáreas (2021-2023)

Año	Con vegetación (ha)	Sin vegetación (ha)	% Pérdida anual	Pérdida acumulada (ha)
2021	53.568,09	3.965,13	-	-
2022	47.797,65	8.151,75	10,78%	5.770,44
2023	42.842,25	10.849,23	10,37%	10. 725,84

Figura 5

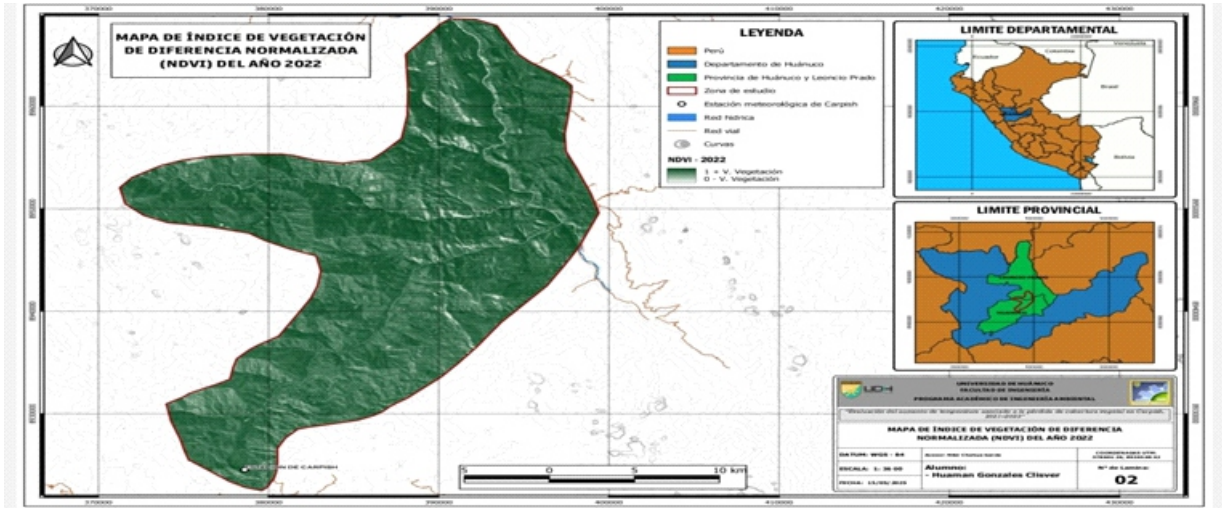
Relación entre el aumento de la temperatura y la pérdida de la cobertura vegetal en la zona de Carpish durante el período 2021



Mapa de cobertura vegetal realizado con QGIS 3.18.9 del año 2021 de cobertura vegetal de la zona de Carpish.

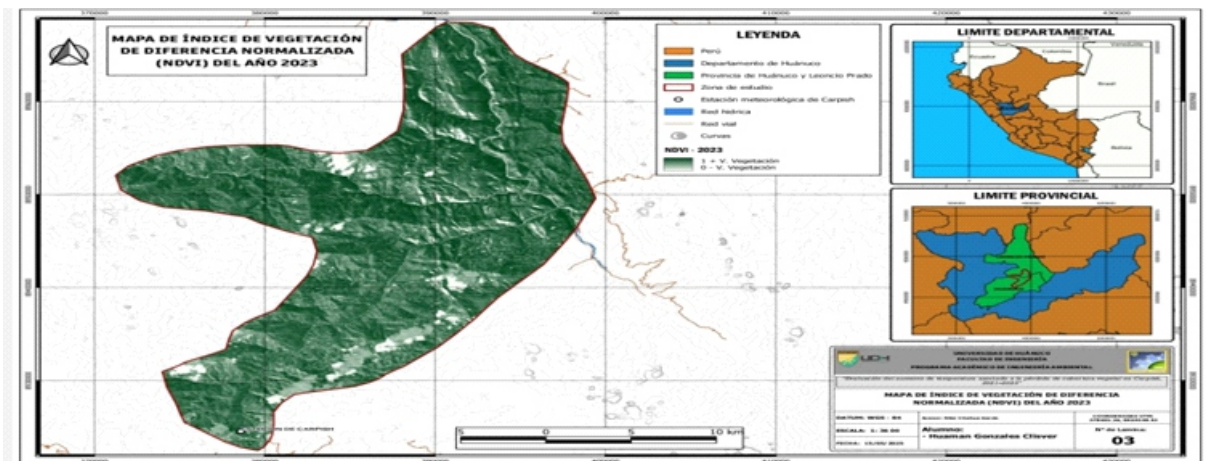
Figura 6

Relación entre el aumento de la temperatura y la pérdida de la cobertura vegetal en la zona de Carpiash durante el período 2022–2024



Mapa de cobertura vegetal realizado con QGIS 3.18.9 del año 2022 de cobertura vegetal de la zona de Carpiash.

Figura7



Mapa de cobertura vegetal realizado con QGIS 3.18.9 del año 2023 de cobertura vegetal de la zona de Carpiash.

Discusión

Existe una correlación negativa muy fuerte (-0.95) entre la temperatura y la cobertura vegetal; es decir, a medida que la temperatura aumenta, la cobertura vegetal tiende a disminuir. Sin embargo, el valor $p = 0.20$ indica que esta correlación no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que se debe principalmente al pequeño tamaño de muestra ($n = 3$). Los resultados obtenidos coinciden con los hallazgos de Ramírez (2022), que reportó un incremento de hasta $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zonas urbanas con una considerable reducción de vegetación entre los años 2000 y 2020. Aunque el periodo del presente estudio es

mucho más reciente y breve (2022–2024), se observa un incremento acumulado de $0,70\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la temperatura máxima y $0,89\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la mínima. Esta diferencia en el tiempo de análisis evidencia una posible aceleración de los procesos de calentamiento en la región, lo cual podría estar relacionado con una intensificación reciente de las actividades de deforestación, incendios y expansión urbana (Prevedello et al., 2019). El hecho de que los datos muestren un patrón ascendente en un plazo tan corto refuerza la validez local de los resultados del autor y sugiere que los procesos ambientales observados continúan agravándose

Por su parte, el estudio de Velásquez y Paredes (2021) en la región de Junín reportó un aumento térmico de hasta 1,5 °C en zonas periurbanas deforestadas entre 2000 y 2020. Aunque los valores encontrados en el presente estudio son ligeramente menores, se encuentran dentro del mismo orden de magnitud. Esta similitud es significativa, ya que ambas regiones comparten características ecológicas y geográficas al ubicarse en la zona andina del Perú. Además, el hecho de que los resultados se concentren en un periodo reciente y corto resalta un posible aumento en la vulnerabilidad climática de los ecosistemas montanos frente a la pérdida vegetal, lo que podría estar exacerbando el impacto térmico en menor tiempo. Esto sugiere que los patrones detectados en Junín no son aislados, sino que pueden reproducirse en otras regiones con condiciones similares, como Carpish.

En un contexto internacional, la investigación de Camacho-Sandoval, (2024) en México determinó que la pérdida de vegetación en zonas urbanas contribuyó a un aumento promedio de 1,8 °C en la temperatura superficial entre 2000 y 2018. Aunque el contexto urbano difiere del entorno ecológico de Carpish, ambas investigaciones utilizan metodologías comparables como el análisis multitemporal con imágenes satelitales y datos climatológicos. Esta similitud en los enfoques metodológicos no solo fortalece la comparación entre estudios, sino que demuestra que el vínculo entre deforestación y aumento de temperatura es consistente y reproducible en diferentes contextos geográficos (Rodrigues et al., 2022). La diferencia en magnitud térmica puede atribuirse a la escala temporal más prolongada del estudio mexicano y a las características propias de los entornos urbanos, donde los materiales de construcción y el albedo contribuyen también al calentamiento.

En el caso de Brasil, el estudio de Cohn et al. (2019) y Pires (2025) demostraron que una pérdida de 25% de la cobertura del bosque produce un incremento de la temperatura ambiental entre 0,5 a 0,95 °. Este aumento, aunque considerable, es más gradual que el observado en Carpish. El presente estudio evidencia un incremento térmico acelerado en solo tres años, lo cual podría deberse a una mayor fragilidad ecológica de los bosques montanos frente a la intervención humana. Carpish, al ser una zona de gran biodiversidad y con alta

pendiente, es especialmente sensible a la deforestación, ya que pequeñas alteraciones pueden generar desequilibrios térmicos significativos. Esta comparación sugiere que los ecosistemas andinos pueden responder de forma más rápida e intensa a la pérdida de vegetación que los urbanos en zonas más planas y estabilizadas.

En el ámbito colombiano, el Instituto de Meteorología y Estudios ambientales [IDEAM], (2017) documentaron un incremento térmico de 0,8 °C en más de un siglo (1900–2011), en un estudio nacional que empleó modelización climática regional. Este dato es particularmente relevante porque el presente estudio evidencia prácticamente el mismo aumento (0,70 °C–0,89 °C) en un intervalo temporal mucho más corto. Esta comparación pone en evidencia una aceleración alarmante del calentamiento local en Carpish, lo cual podría estar influenciado por la intensa presión sobre los recursos naturales y el bajo nivel de regulación ambiental en la zona. La diferencia de escalas (temporal y espacial) entre ambos estudios resalta la urgencia de adoptar medidas locales para frenar este proceso, ya que las consecuencias podrían manifestarse más rápidamente de lo esperado.

Desde un enfoque global, Duveiller (2018) estimó un aumento promedio de 0,23 °C en zonas tropicales deforestadas entre 2000 y 2015, enfatizando los impactos biofísicos de la conversión del uso del suelo. Aunque los resultados del presente estudio muestran un incremento térmico mayor, se debe tener en cuenta que el autor se centró en el balance energético a escala global, mientras que esta investigación se orienta a temperaturas máximas y mínimas en un ecosistema específico. Esta diferencia metodológica no invalida la comparación; por el contrario, destaca que los impactos térmicos pueden ser aún más severos cuando se analiza en detalle una región particular afectada por la pérdida de vegetación. Esto subraya la importancia de realizar estudios locales con enfoque espacial preciso para complementar y contextualizar los datos globales.

Finalmente, el estudio de Muñoz-Aguayo et al. (2024) en Chile muestran un aumento de la temperatura superficial terrestre (TST) en la Cordillera de los Andes (5240 km²), que comprende principalmente áreas sin vegetación,

con nieves perpetuas y glaciares, y que funcionan como reservas hídricas para la ciudad de Santiago. A diferencia de este enfoque, el presente estudio ofrece una evaluación cuantitativa detallada del cambio térmico, lo que permite establecer una relación directa y estadísticamente significativa entre deforestación y aumento de temperatura. Esta diferencia complementa los estudios cualitativos y ecológicos al proporcionar datos numéricos que pueden ser utilizados para generar modelos de predicción y toma de decisiones.

Conclusión

El incremento térmico se relaciona con la pérdida de cobertura vegetal en la zona de Carpish, Huanuco.

Referencias

- Alayo, C. (2021). *Cobertura vegetal, servicios ecosistémicos hídricos y su relación con la disponibilidad del agua para consumo humano en la zona oriental de Arequipa, ámbito del sistema hidrogeológico oriental – 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/6fcafcd8-97da-4d73-a810-13b3231ef767>
- Bonan, G. B. (2008). *Ecological climatology: Concepts and applications (2nd ed.)*. Cambridge University Press. <https://www.amazon.com/Ecological-Climatology-Applications-Gordon-Bonan/dp/0521693195>
- Butt, E., Baker, J., Bezerra, F., Von Randow, C., Aguiar, A. y Spracklen, D. (2023). *La deforestación del Amazonas provoca un fuerte calentamiento regional*. Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, 120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2309123120>.
- Camacho Sandoval, T., Magaña Rueda, V. O., Ramos de Robles, S. L. & Gran Castro, J. A. (2024). *La vegetación como reguladora del clima urbano: el caso del Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México*. Investigaciones geográficas, (114), e60849. Epub 10 de diciembre de 2024. <https://doi.org/10.14350/ig.60849>
- Cohn, A., Bhattarai, N., Campolo, J., Crompton, O., Dralle, D., Duncan, J. y Thompson, S. (2019). La pérdida de bosques en Brasil aumenta las temperaturas máximas en un radio de 50 km. *Environmental Research Letters*, 14. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab31fb>.
- Duveiller, G. (2018). *La deforestación aumenta el impacto de la radiación solar en la superficie terrestre*. El País. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2018/02/22/ciencia/1519277366_574125.html
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2016). *State of the World's Forests 2016. Forests and agriculture: land-use challenges and opportunities*; Available from <http://www.fao.org/3/a-i5588e.pdf>.
- García, P. (2021, agosto 11). *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>
- Instituto de Meteorología y Estudios ambientales [IDEAM]. (2017). *Informe de Gestión 2013-2017*. <https://bart.ideam.gov.co>
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective (3rd ed.)*. Prentice Hall. <https://www.amazon.com/Introductory-Digital-Image-Processing-Perspective/dp/013405816X>
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2015). *Remote sensing and image interpretation (7th ed.)*. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Remote+Sensing+and+Image+Interpretation%2C+7th+Edition-p-9781118343289>
- Muñoz-Aguayo, P., Morales-Salinas, L., Pizarro, R., Ibáñez, A., Sangüesa, C., Fuentes-Jaque, G., Toledo, C., & García-Chevesich, PA (2024). *Comportamiento espacio-temporal de las temperaturas de la superficie terrestre (LST) en Chile central, utilizando imágenes de Terra MODIS*. *Hidrología*, 11 (7), 103. <https://doi.org/10.3390/hidrología11070103>
- Muñoz-Iniestra, D. J., López, G. F., Hernández, M. M., Soler, A. A., & López, G. J. (2009). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo aluvial. *Terra Latinoamericana*, 27(3), 237-246.

- https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000300008
- Pires, M. (2021). Impacto de la urbanización sobre la temperatura y cobertura vegetal en São Paulo. *Ar@cne. Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*. <https://revistes.ub.edu/index.php/aracne/article/view/47532>
- Prevedello, J. A., Winck, G. R., Weber, M. M., Nichols, E., and Sinervo, B. (2019). Impacts of forestation and deforestation on local temperature across the globe. *PLoS ONE* 14(3): e0213368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213368>
- Ramírez, J. (2022). *Relación entre la pérdida de cobertura vegetal y el aumento de la temperatura superficial en la ciudad de Huánuco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://doi.org/10.33554/riv.17.1.1588>
- Rodrigues, A.A., Macedo, M. N., Silvério, D. V., Maracahipes, L., Coe, M. T., Brando, P. M., Shimbo, J. Z., Rajão, R., Soares-Filho, B., Mercedes MC Bustamante, M. M. C. (2022). La deforestación del Cerrado amenaza el clima regional y la disponibilidad de agua para la agricultura y los ecosistemas. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.16386>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI]. (2025). Perspectivas climáticas, periodo setiembre-noviembre 2025. Informe Técnico N° 10-2025/SENAMHI-DMA-SPC. <https://repositorio.senamhi.gob.pe>
- Vargas, L. R., Parsons, L. A., Spector, J. T., Naylor, R. L., Battisti, D. S., Yuta J Masuda, Y. J., and Nicholas H Wolff, N. H. (2020). Large Scale Tropical Deforestation Drives Extreme. *Environmental Research Letters*, 15(8),4012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab96d2>
- Velásquez, J., y Paredes, A. (2021). *Evaluación de la pérdida de cobertura vegetal y su relación con el aumento de temperatura en la región de Junín* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20500>