



Efecto del material particulado y humedad de suelo en Huancayo y Pampas/Perú

Effect of particulate matter and soil humidity in Huancayo and Pampas/Peru

Efeito do material particulado e da umidade do solo em Huancayo e Pampas/Peru

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.319>

Julio Miguel Angeles Suazo¹
julioangeles@unat.edu.pe

Esmila Yeime Chavarría Márquez¹
esmila.418@gmail.com

Luz Luisa Huamani Astocaza¹
luzluisa20@gmail.com

Roberto Angeles Vasquez²
rangeles@uncp.edu.pe

Carmencita Lavado Meza¹
carmencita.lavado@unat.edu.pe

Mery Luz Cusiche Huamani³
meryluz814@gmail.com

¹Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. Pampas, Perú

²Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú

³Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú

Artículo recibido 15 de julio 2024 / Arbitrado 25 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

El material particulado (MP) es un contaminante atmosférico que representa un importante desafío para la calidad del aire en diversas ciudades, entre ellas Huancayo y Pampas, Perú. El objetivo de este artículo es analizar el comportamiento del material particulado y la humedad del suelo en Huancayo y Pampas, Perú. Se centra en la investigación cuantitativa, el estilo de investigación es de carácter descriptivo. La muestra son los datos de material particulado y la humedad del suelo. El diseño fue descriptivo. El resultado fue un estudio teórico experimental sobre la influencia del material particulado (PM_{2.5}) emitido en Pampas y Huancayo, indicando que afecta la calidad del aire y del suelo; concluyendo que las concentraciones promedio de PM₁₀ (20 y 95 ug/m³) y PM_{2.5} (63 y 100 ug/m³) en Huancayo y Pampas respectivamente; donde de manera fina no se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental.

Palabras clave: Efecto; Humedad; Material; Particulado; Suelo

ABSTRACT

Particulate matter (PM) is an air pollutant that represents a significant air quality challenge in several cities, including Huancayo and Pampas, Peru. The objective of this article is to analyze the behavior of particulate matter and soil moisture in Huancayo and Pampas, Peru. It focuses on quantitative research, the research style is descriptive in nature. The sample is the data of particulate matter and soil moisture. The design was descriptive. The result was a theoretical experimental study on the influence of particulate matter (PM_{2.5}) emitted in Pampas and Huancayo, indicating that it affects air and soil quality; concluding that the average concentrations of PM₁₀ (20 and 95 ug/m³) and PM_{2.5} (63 and 100 ug/m³) in Huancayo and Pampas respectively; where in fine fashion are not within the environmental quality standards.

Key words: Effect; Moisture; Material; Particles; Soil

RESUMO

O material particulado (PM) é um poluente atmosférico que representa um desafio significativo para a qualidade do ar em várias cidades, incluindo Huancayo e Pampas, no Peru. O objetivo deste artigo é analisar o comportamento do material particulado e da humidade do solo em Huancayo e Pampas, no Peru. O artigo centra-se na investigação quantitativa e o estilo de investigação é de natureza descritiva. A amostra é constituída pelos dados relativos à matéria particulada e à humidade do solo. O projeto foi descritivo. O resultado foi um estudo teórico-experimental sobre a influência do material particulado (PM_{2,5}) emitido em Pampas e Huancayo, indicando que este afecta a qualidade do ar e do solo, concluindo que as concentrações médias de PM₁₀ (20 e 95 ug/m³) e PM_{2,5} (63 e 100 ug/m³) em Huancayo e Pampas, respetivamente, onde de forma fina não estão dentro dos padrões de qualidade ambiental.

Palavras-chave: Efeito; Umidade; Material; Partículas; Solo

INTRODUCCIÓN

Primeramente, se debe decir que, el aumento del número de personas y vehículos en las ciudades incrementa la contaminación del aire y afecta la salud respiratoria de los residentes (1). Ahora bien, los cambios en la salud provocados por el aire procedente de fuentes móviles son comunes en las personas que viven cerca de las carreteras. Por otro lado, se dispone de pocas medidas de mitigación (2). Sin embargo, la concentración de partículas en PM10 y PM2.5 es una de las principales causas de este tipo de problemas siendo los niños los más afectados (3).

Por tanto, la calidad del aire es una capacidad importante para el bienestar humano, pero representa una amenaza constante debido a la aparición en la Tierra de varios contaminantes atmosféricos altamente activos que provocan cambios morfológicos, físicos, químicos y termodinámicos en

la carne. que afecta periódicamente a la población, provocando 6,5 millones de muertes en todo el mundo y 4,2 millones de muertes globales cada año; Esta mortalidad se debe a la exposición a partículas de tamaño igual o inferior a 10 micras, que pueden provocar enfermedades cardíacas, respiratorias y cáncer, que todavía se asocia a una alta exposición y similares (4).

Actualmente existen una gran cantidad de contaminantes en la atmósfera, que han tenido un gran impacto sobre el medio ambiente y la salud humana, en este grupo de contaminantes se encuentran las partículas conocidas como partículas suspendidas o material particulado, procedentes de fuentes natural y antrópicas (5).

Dentro de este marco, la contaminación atmosférica es la acumulación y condensación de fenómenos físicos o sustancias o

elementos en estado sólido, líquido o gaseoso en la atmósfera causantes de factores adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la vitalidad humana (6).

En este contexto, diversas organizaciones han señalado que el material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más perjudiciales a nivel mundial, destacando que el sector maderero es responsable de importantes impactos negativos en el medio ambiente, ya que es una de las actividades humanas que más contribuye a la generación de este tipo de partículas, lo que lleva al deterioro de la calidad del aire (4).

Los aerosoles juegan un papel crucial en el sistema climático, afectando la radiación entrante y la formación de nubes (7). El aumento de partículas de aerosoles se ha considerado un factor importante que enfría el sistema tierra-atmósfera y compensa parcialmente el efecto

invernadero (8). Estudios previos han encontrado incertidumbres en la variación de la distribución vertical de los aerosoles, lo que afecta la evaluación de los impactos de los aerosoles sobre el clima y la calidad del aire (9).

En este punto, el material particulado y la humedad del suelo son dos componentes fundamentales que influyen en la calidad ambiental y en la salud de los ecosistemas. El material particulado, que incluye una variedad de partículas sólidas y líquidas en suspensión en el aire, tiene efectos significativos sobre la salud humana y el medio ambiente. Por otro lado, la humedad del suelo es crucial para el crecimiento de las plantas y la sostenibilidad agrícola. Este ensayo explora las características, fuentes y efectos del material particulado y su relación con la humedad del suelo (10).

De este modo, la mayor parte de los problemas de calidad del aire son actualmente resultado de las actividades industriales y de la contaminación generada por los medios de transporte, lo que deja ver que la contaminación atmosférica es consecuencia del uso de la energía. Dependiendo de su origen, los contaminantes se clasifican en antropogénicos, generados por la actividad humana, o naturales, que resultan gracias a procesos de la naturaleza, por ejemplo, erupciones volcánicas o polen en suspensión (11).

En todo caso, puede definirse la contaminación atmosférica como la presencia de elementos contaminantes, los cuales alteran su contenido y pueden afectar cualquier elemento del ecosistema. Visto desde la perspectiva antropocéntrica, la contaminación atmosférica hace referencia a los factores que causan afecciones para la salud humana (12).

En esta perspectiva, el material particulado tiene efectos adversos sobre la salud humana, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Además, afecta a los ecosistemas al interferir con la fotosíntesis y dañar la vegetación. Las partículas en suspensión también juegan un papel importante en la química atmosférica, actuando como núcleos de condensación que facilitan la formación de nubes y precipitación. Ahora bien, la relevancia de la humedad del suelo para la precipitación convectiva ha sido investigada en muchos estudios.

A pesar de un conocimiento sólido de que una mayor humedad del suelo conduce a un aumento de la humedad específica cerca de la superficie y a una disminución de la temperatura, la retroalimentación humedad-precipitación del suelo es muy compleja y puede variar espacial y temporalmente (13). De

todo lo planteado, el objetivo de este estudio es analizar desde la revisión documental el efecto del material particulado y humedad de suelo en Huancayo y Pampas/Perú.

La relevancia de la humedad del suelo para la precipitación convectiva ha sido investigado en muchos estudios (14,15). A pesar de un conocimiento salido de que una mayor humedad del suelo conduce a un aumento de la humedad específica cerca de la superficie y a una disminución de la temperatura, la retroalimentación humedad-precipitación del suelo es muy compleja y puede variar espacial y emporalmente (16).

MATERIALES Y MÉTODOS

El artículo se centra en la investigación cuantitativa, donde el estilo de investigación es de carácter descriptivo-hermenéutico, documental y bibliográfico, utilizando todo material escrito relacionado

con el tema de investigación, especialmente artículos científicos, literatura y estándares nacionales para el desarrollo de la investigación. El análisis de libros y artículos de revistas indexadas como método de investigación requiere un análisis sistemático de muchos artículos. La muestra son los documentos y data alusivos al tema material particulado y humedad de suelo . El diseño fue descriptivo, es un método eficiente y de bajo costo, pero requiere un proceso riguroso de selección, análisis y síntesis de la información. La técnica para recopilar la información se utilizó las revistas Scielo, Scopus, como descarga de datos de sensor de bajo costo.

RESULTADOS

Este estudio analiza la variación de material particulado (PM10 y PM2.5) en Huancayo y Pampas durante febrero y marzo de 2024. Se determinó que las

concentraciones máximas de PM10 fueron de 20 y 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para PM2.5 fueron de 63 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Las fuentes de

emisión incluyen vehículo, polvo del suelo y quema de vegetación lo que tiene implicaciones significativas para la salud respiratoria de la población.

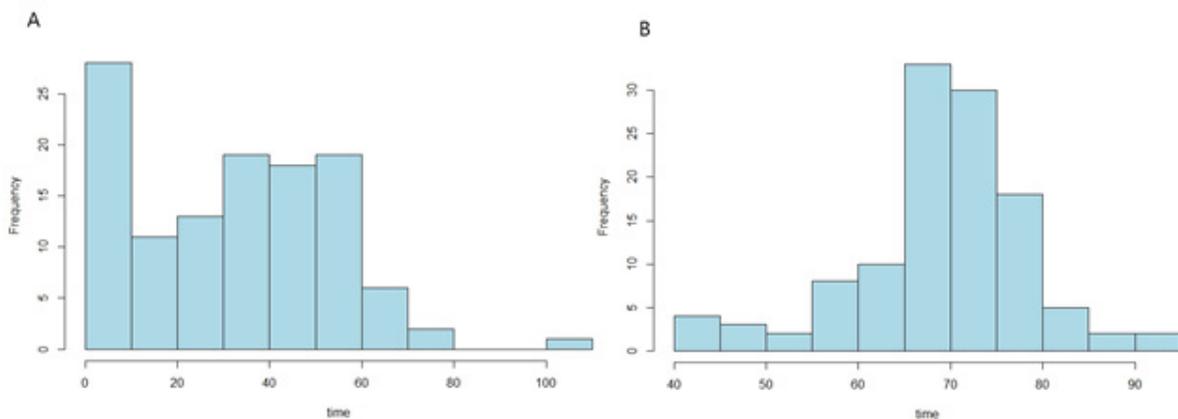


Figura 1. Histograma de material particulado durante febrero y marzo de 2024 de concentración de A. material particulado de moda fina y B. moda gruesa en Pampas.

En la Figura 1, se visualiza la variabilidad de concentración de material particulado donde se observan valores máximos de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la moda fina y de 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moda gruesa.

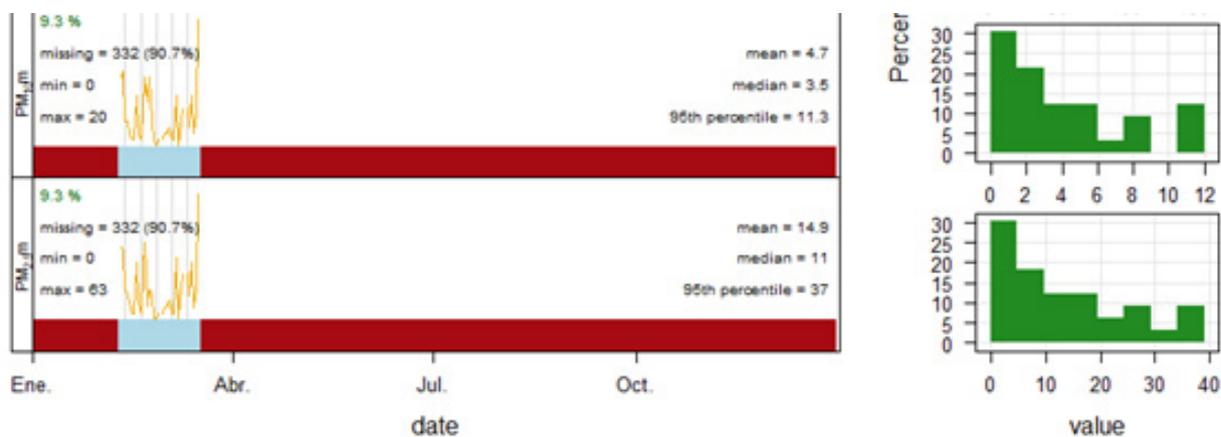


Figura 2. Variación de concentración de material particulado en Huancayo durante febrero a marzo 2024.

En la Figura 2, se visualiza la variabilidad temporal de concentración de material particulado donde se observan valores máximos de 63ug/m³ en la moda fina y de 20 g/m³ en Huancayo.

Contenido de humedad de suelo

En la Figura 3, se muestra el contenido de humedad de suelo donde se muestra que para Huancayo y Pampas muestra valores promedios de 24 y 20 kg/m² respectivamente.

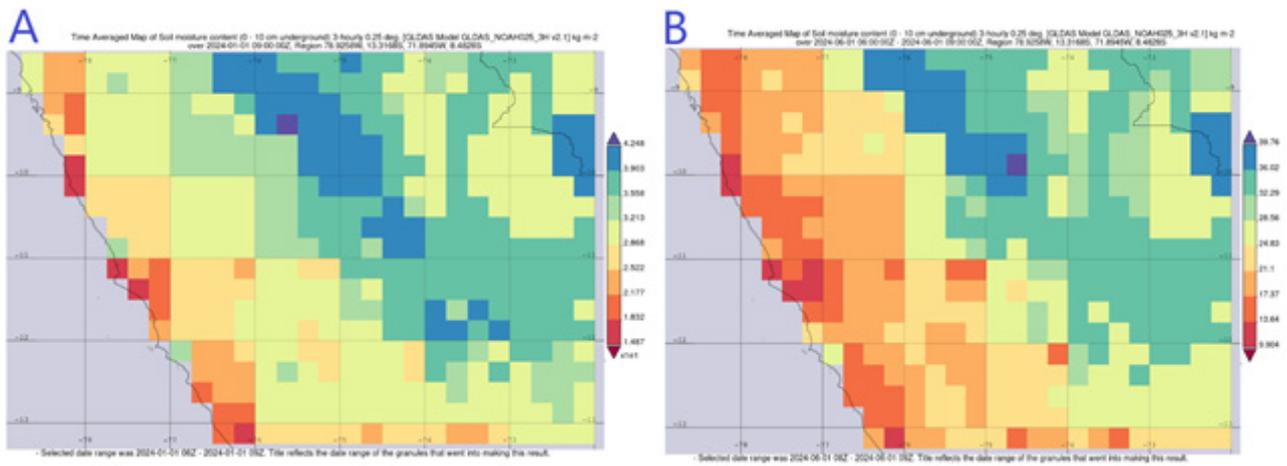


Figura 3. Contenido de humedad de suelo a 10 cm de profundidad (kg/m²) para enero y junio 2024.

DISCUSIÓN

La interacción entre el material particulado y la humedad del suelo según un informe realizado se ha manifestado que, es un aspecto crucial para entender su impacto ambiental. Un ambiente seco puede aumentar la re-suspensión de partículas, mientras que un suelo húmedo puede actuar como un sumidero temporal para el material particulado. Esto tiene implicaciones para la gestión del agua y el suelo, especialmente en áreas agrícolas donde la calidad del aire puede influir en los cultivos(17).

Asimismo, en otro campo de estudio analizaron la presencia de aerosoles en la atmósfera disminuye simultáneamente la radiación fotosintéticamente activa y aumenta la fracción de radiación fotosintéticamente activa difusa. La fracción difusa está positivamente relacionada con la eficiencia de uso

de la radiación de una planta, que determina el cambio en el rendimiento del cultivo (18). El aumento de la fracción de radiación difusa afecta significativamente la eficiencia del uso de la luz y la absorción de carbono en ecosistemas terrestres (19). Dado que la dispersión de la luz de los aerosoles disminuye la radiación fotosintéticamente activa total mientras que aumenta la fracción difusa y se espera que los aerosoles aumenten la eficiencia de uso de la radiación de las plantas (18). Las métricas de productividad de la vegetación, como la producción primaria bruta, se ven afectadas en gran medida por la eficiencia del uso de la radiación absorbida para la fotosíntesis o la eficiencia del uso de la luz (20). Asimismo, en estudios relacionados a la humedad de suelo y carga de aerosol, se realizaron simulaciones de aerosoles donde tienen el mayor

impacto sobre la precipitación. Además, encontró que un aumento en las concentraciones de CCN puede provocar un aumento o disminución de las precipitaciones, dependiendo de las condiciones ambientales y las diferentes aportaciones de procesos de lluvia cálida y fría (21).

CONCLUSIONES

Se concluye que para lograr el bienestar social a largo plazo y un desarrollo económico armonioso, es inminente reducir las emisiones de MP2.5. Asimismo, se recomienda proponer gestión de agricultura sostenible para que la humedad de suelo sea la adecuada para que contribuya la producción de precipitación y agrícola. Asimismo, mencionar que las principales fuentes de contaminación de material

particulado son el parque automotor y quema vegetal debido a la actividad agrícola; este problema es causa de la falta de educación ambiental en la población de Huancayo y de Pampas.

Igualmente, estos hallazgos al indicar que Huancayo enfrenta un problema significativo con el material particulado, siendo el PM2.5 particularmente preocupante debido a su capacidad para penetrar profundamente en el sistema respiratorio humano.

Siendo crucial que se implementen políticas públicas enfocadas en la reducción de emisiones. Además, se sugiere realizar estudios continuos sobre la calidad del aire para evaluar la efectividad de estas medidas y ajustar las políticas según sea necesario.

AGRADECIMIENTO. A la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo y a la Universidad Nacional del Centro del Perú.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. He M, Chen J, He Y, Li Y, Long Q, Qiao Y, Zhang K. Trends and Source Contribution Characteristics of SO₂, NO_X, PM₁₀ and PM_{2.5} Emissions in Sichuan Province from 2013 to 2017. *Atmosphere*. 2021; 12(2): 189. <https://acortar.link/RkMc76>
2. Han L, Zhou W, Li W, Qian Y. Global population exposed to fine particulate pollution by population increase and pollution expansion. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2017; 10(10): 1221-1226. <https://acortar.link/Ow7dlr>
3. Arregocés H, Rojano R, Restrepo G. Impact of lockdown on particulate matter concentrations in Colombia during the COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*, 764. 2021. <https://acortar.link/vhIXKc>
4. Organización Mundial de la Salud. 10 amenazas a la salud mundial en 2018. 2019. <https://acortar.link/engIZ9>
5. Sborato D., Sbarato V y Ortega J. (2007). Predicción y evaluación de impactos ambientales sobre la atmósfera. CISA. Centro de Investigación y Formación en Salud Ambiental. Colección Salud Ambiental. Encuentro Grupo Editor. Córdoba, Argentina. 153 p. <https://acortar.link/qZgYW0>
6. Alarcón C., Poveda J. Control de material particulado en espacios cerrados (laboratorio, preclínica y oficinas) a través de la utilización de un filtro portátil. Universidad Antonio Mariño. 2021. <https://acortar.link/QMTV5q>
7. Lu X, Chen M, Liu Y, Miralles DG, Wang F. Enhanced water use efficiency in global terrestrial ecosystems under increasing aerosol loadings. *Agric For Meteorol*. 2017;237–238.
8. Tosca MG, Campbell J, Garay M, Lolli S, Seidel FC, Marquis J, et al. Attributing accelerated summertime warming in the southeast United States to recent reductions in aerosol burden: Indications from Vertically-resolved observations. *Remote Sens*. 2017

- 9.** Rizza U, Barnaba F, Marcello Miglietta M, Mangia C, Di Liberto L, Dionisi D, et al. WRF-Chem model simulations of a dust outbreak over the central Mediterranean and comparison with multi-sensor desert dust observations. *Atmos Chem Phys*. 2017
- 10.** Ramos R. Relación entre el material particulado (PM10), los parámetros meteorológicos y la concentración de esporas fúngicas en la atmósfera de la plaza San Martín de Lima. *Ecología Aplicada*. 2023;22(1): 35-41. <https://acortar.link/SWs0wp>
- 11.** Gupta A, Moniruzzaman M, Hande A, Roustia I, Olafsson H y Mondal K. Estimation of particulate matter (PM2.5, PM10) concentration and its variation over urban sites in Bangladesh. *SN Applied Sciences*. 2020; 2(12). <https://acortar.link/h0rQES>
- 12.** Strauss W., Mainwaring S. Contaminación del aire: causas, efectos y soluciones. Editorial Trillas, México, DF. 2011. <https://acortar.link/AA5LIX>
- 13.** Pan B, Chen G, Hawver D. Attenuation of cyclic AMP production by carbamazepine. *Publimed*. 1996;67(5): 79-86. <https://acortar.link/b1BJCM>
- 14.** Findell KL, Eltahir EAB. Atmospheric controls on soil moisture-boundary layer interactions. Part I: Framework development. *J Hydrometeorol*. 2003;4(3).
- 15.** Seneviratne SI, Corti T, Davin EL, Hirschi M, Jaeger EB, Lehner I, et al. Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate: A review. Vol. 99, *Earth-Science Reviews*. 2010
- 16.** Pan Z, Takle E, Segal M, Turner R. Influences of model parameterization schemes on the response of rainfall to soil moisture in the central United States. *Mon Weather Rev*. 1996;124(8).
- 17.** INSIDE. Modificación del estudio de impacto ambiental detallado de la Central Eólica Wayra I para el proyecto Wayra extensión: Informe Final Capítulo III – Identificación del área de influencia. 2019. <https://acortar.link/ucKZhE>

- 18.** Greenwald R, Bergin MH, Xu J, Cohan D, Hoogenboom G, Chameides WL. The influence of aerosols on crop production: A study using the CERES crop model. *Agric Syst.* 2006;89(2â•fi3).
- 19.** Yang X, Li J, Yu Q, Ma Y, Tong X, Feng Y, et al. Impacts of diffuse radiation fraction on light use efficiency and gross primary production of winter wheat in the North China Plain. *Agric For Meteorol.* 2019;275.
- 20.** Gitelson AA, Peng Y, Arkebauer TJ, Suyker AE. Productivity, absorbed photosynthetically active radiation, and light use efficiency in crops: Implications for remote sensing of crop primary production. *J Plant Physiol.* 2015;177.
- 21.** Schneider L, Barthlott C, Hoose C, Barrett AI. Relative impact of aerosol, soil moisture, and orography perturbations on deep convection. *Atmos Chem Phys.* 2019;19(19).