



Gradiente altitudinal de la radiación ultravioleta en la región Junín

Altitudinal gradient of ultraviolet radiation in the Junin region

Roberto Ángeles Vásquez¹, Augusto García Corzo¹, Julio Ángeles Suazo²



0000-0002-7248-912X / 0000-0001-8531-6626 / 0000-0001-8327-9032

Autor correspondiente: e_2015101929h@uncp.edu.pe

aegarcia@uncp.edu.pe / e_2013110374j@uncp.edu.pe

Cómo citar:

Ángeles Vásquez, R.; García Corzo, A. & Ángeles Suazo, J. (2021). *Gradiente altitudinal de la radiación ultravioleta en la región Junín*. *Prospectiva Universitaria*, revista de la UNCP. 18(1), 45-49. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2021.18.1415>

Resumen

El principal instrumento para evaluar el índice ultravioleta fue el modelo TUV para inferir el índice ultravioleta, debido a interacciones con otros gases (ozono total) o partículas (aerosoles atmosféricos). Asimismo, se obtuvo que la intensidad de radiación ultravioleta en la región Junín es elevado (valores cercanos a 20), lo que puede producir enfermedades, como cáncer a la piel, si tenemos alto tiempo de exposición. También, el gradiente vertical se obtuvo valores cercanos a 2 de índice UV por cada 1 km de altitud.

Palabras Clave: gradiente altitudinal, radiación, capa de ozono, climatología

Abstract

The main instrument for evaluating the ultraviolet index was the TUV model to infer the ultraviolet index, due to interactions with other gases (total Ozone) or particles (atmospheric aerosols). Likewise, it was obtained that the intensity of ultraviolet radiation in the Junín region is high (values close to 20), which can cause diseases such as skin cancer, if we have a long exposure time. Likewise, the vertical gradient obtained values close to 2 of UV index for every 1 km of altitude.

Keywords: altitude gradient, radiation, Ozone layer, climatology

Introducción

El sol es la principal fuente de energía y su emisión incluye radiación ultravioleta (UV), visible e infrarroja. La radiación UV forma parte del espectro electromagnético y se divide en tres regiones: UV-C (200 a 280 nm), UV-B (280 a 315 nm) y UV-A (315 a 400 nm). La radiación solar ultravioleta posee un fuerte efecto biológico sobre el ecosistema; por lo mismo, al llegar a la superficie de la tierra tiene una amplia gama de efectos sobre los seres humanos y los ecosistemas acuáticos y terrestres (Acia, 2005). Para los seres humanos, la exposición a la radiación ultravioleta se ha relacionado con quemaduras solares, cáncer de piel, daño corneal y cataratas (De Gruijl et al., 2003). Por lo que, los reflejos de las superficies cubiertas de nieve y las largas horas de sol durante los meses de verano pueden provocar una exposición considerable a los rayos UV (Cockell et al., 2001).

La irradiancia UV total muestra ciclos diarios y anuales que dependen en gran medida de la latitud geográfica y de otras condiciones locales, como la altitud sobre el nivel medio del mar, la nubosidad, el albedo del suelo, etc. La climatología UV en un sitio específico depende principalmente de la hora del día y el día del año y; luego, sobre la nubosidad y, posteriormente, sobre el tipo y cantidad de aerosoles (Foyo et al., 2003). El índice UV es un indicador básico del riesgo de exposición a la radiación solar. Se define como la irradiancia eritemal solar (que considera el espectro de acción eritemática como función ponderada de la irradiancia UV solar) multiplicada por 40 m²/W, para tener valores de 0 a 20 (e incluso mayores, ver (Cede et al. 2002; 2004). Sin embargo, otras variables atmosféricas, como aerosoles, gases traza (O₃, SO₂, NO₂), nubes y reflectividad del suelo, influyen en el comportamiento de la radiación UV solar en la superficie de la Tierra (McKenzie et al., 2001).

En Perú, existe un nivel aceptable de conciencia sobre los riesgos de la exposición al sol. Sin embargo, una gran proporción no logra incorporar la protección solar regular como práctica en su vida diaria (Thomas et al., 2011). De todas las causas de cáncer de piel en el Perú, 64,9 % fueron carcinoma basocelular, 26,7 % melanoma cutáneo y 8,4 % carcinoma epidermoide (Sordo & Gutiérrez, 2013).

Asimismo, Liley & McKenzie (2006) analizaron siete años de datos de radiación ultravioleta de TOMS v8 para estimar los picos globales de intensidades de los rayos ultravioleta en la superficie. Los resultados mostraron que en toda la región del Altiplano de Perú, Bolivia, Chile y Argentina, los valores del índice UV superan los 20, con el índice UV más alto cercano a 25, encontrado en Cuzco (13.5 ° S, 71.9 ° W, 3379 m), ubicado en la región sur del Perú, con un terreno circundante que se extiende a más de 6000 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Por otro lado, Suárez et al. (2017) utilizaron medicio-

nes de irradiancia solar ultravioleta (UV) a intervalos de 1 min realizadas en los Andes centrales, Huancayo, Perú (12,0 ° S, 75,3 ° W, 3313 m snm) entre enero de 2003 y diciembre de 2006, para analizar los ciclos diarios, mensuales y anuales de irradiancia solar UV. La medición se realizó con un radiómetro de filtro multicanal GUV-511 a cuatro longitudes de onda: 305, 320, 340 y 380 nm. Los datos de irradiancia UV bajo cielo despejado y todas las condiciones del cielo se separaron mediante un procedimiento basado en el cálculo de la irradiancia normalizada. En febrero, el valor medio por hora más alto fue al mediodía para el índice UV que alcanzó 18.8 para condiciones de cielo despejado y 15.5 para todas las condiciones de cielo, con picos atípicos cercanos a UVI = 28.

Métodos y materiales

Sensor OMI

OMI es un espectrómetro de visualización nadir que mide la luz solar reflejada y retrodispersada en un rango seleccionado del espectro UV y visible con una resolución de aproximadamente 0,63 nm para el canal visible (349-504 nm) y aproximadamente 0,42 nm para el canal UV (307- 383 nm). En este estudio se utilizaron datos del sensor OMI para obtener la columna total de ozono de 2004 hasta la actualidad. Además, las estimaciones del índice UV, también, se recuperaron del satélite del Instrumento de Monitoreo del Ozono (OMI) (www.nasa.gov/mission_pages/aura/spacecraft/omi.html). (Krotkov et al., 1998; Tanskanen et al., 2006).

Modelo TUV (Tropospheric Ultraviolet and Visible)

Con el fin de probar la variación en la irradiancia introducida por el hecho de que los valores medidos durante 1 h alrededor del mediodía solar se utilizaron para el cálculo del índice UV (estimando la media de este conjunto de datos en lugar del máximo absoluto), se aplicó el modelo Tropospheric Model Radiation Ultraviolet and Visible (TUV) (Madronich 1993); (disponible en <http://cprm.acd.ucar.edu/Models/TUV/>).

Resultados

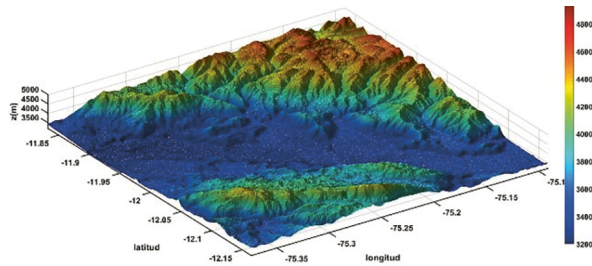
Distribución topográfica del valle del Mantaro

El área metropolitana de Huancayo (AMH) está localizado en América del Sur, en Perú. El AMH pertenece al valle del Mantaro donde la temperatura mínima puede variar entre -0.3 y 6.5 °C, y las temperaturas máximas entre 18.5 y 20.8 °C.

La precipitación presenta sus valores mínimos en los meses de invierno (junio-agosto), siendo julio el mes más seco con solo 4.8 mm por mes; mientras que, las máximas lluvias se dan en los meses de enero-marzo, siendo febrero el mes más lluvioso con 132.1 mm (Instituto Geofísico del Perú, 2012). Asimismo, la Figura 4, muestra la variación altitudinal del valle del Mantaro en un rango de 3000 a 5000 msnm.

Figura 4

Topografía del valle del Mantaro.



Influencia de aerosoles atmosféricos sobre la radiación ultravioleta

Las figuras 5 y 6, muestran la distribución espacial del espesor óptico de aerosol (EOA) y coeficiente de angstrom (tipo y tamaño de partículas de aerosol), se observa valores máximos de 3.5 y 1.5 respectivamente, eso se debe a la quema de biomasa que se da en la provincia de Huancayo. Asimismo, el EOA identifica la cantidad de partículas de aerosol que puede absorber y dispersar radiación solar (onda corta –radiación ultravioleta, onda larga). Se puede deducir que los aerosoles pueden en un porcentaje bajo influir en la dispersión de la radiación UV.

Figura 5

Distribución espacial del EOA.

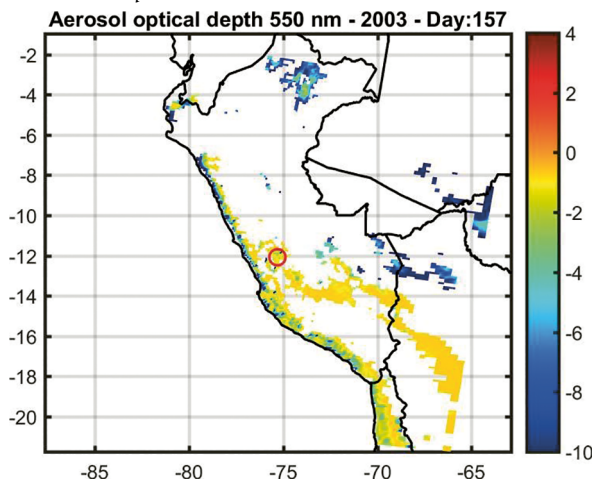
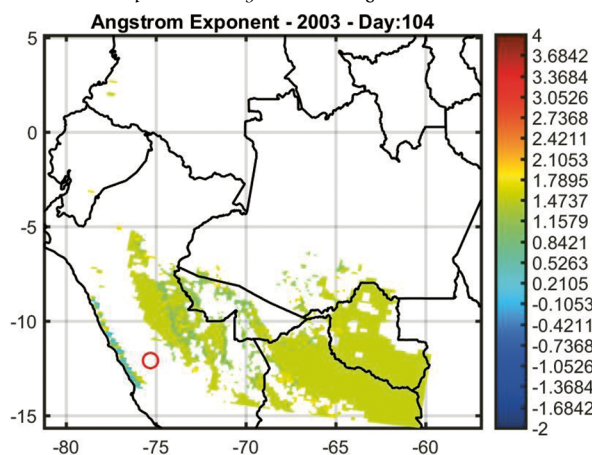


Figura 6

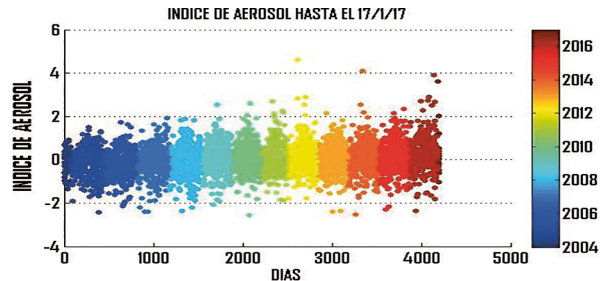
Distribución espacial del coeficiente de Angstrom.



Asimismo, la Figura 7 muestra la variación temporal del índice de aerosol, donde indica la interacción de partículas de aerosol con la radiación ultravioleta; no obstante, indica valores máximos en el año 2016 y mínimo en 2004 de 4 y 1 respectivamente.

Figura 7

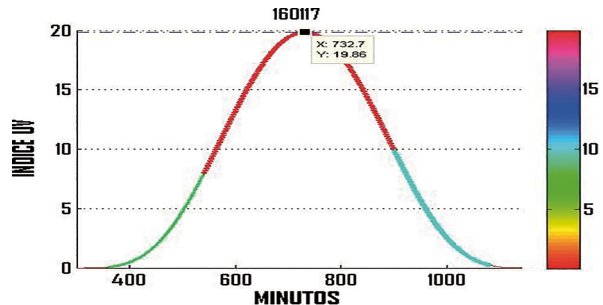
Distribución temporal del índice de aerosol y distribución horaria de la radiación ultravioleta.



En la Figura 8, se observa el máximo valor al medio día, indicando un valor de 20, utilizando el modelo TUV similar a los valores del sensor OMI; estos valores indican alta incidencia de radiación ultravioleta en la superficie terrestre y que puede producir alto riesgo de cáncer de piel a la población huancaína.

Figura 8

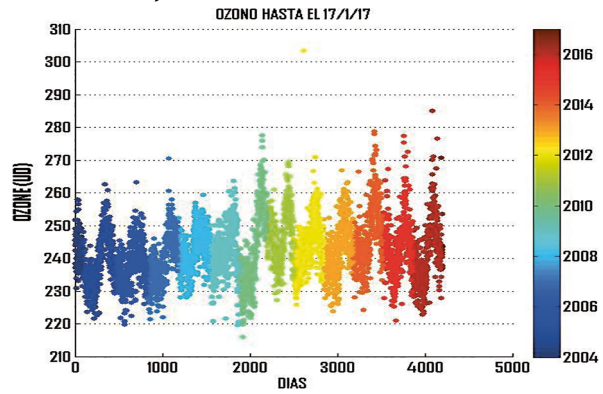
Variación horaria del índice UV y Variación temporal de la columna total de ozono



En la Figura 9, se muestran altos valores de la columna total de ozono en los últimos años, de 270 UD en la atmósfera de Huancayo. Se sabe que la intensidad de radiación UV está relacionada inversamente a la concentración de ozono en la estratósfera.

Figura 9

Distribución temporal del ozono .

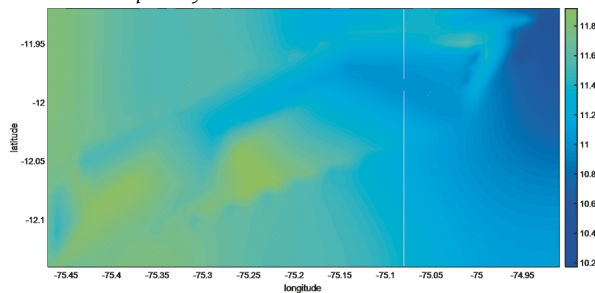


Distribución vertical de la radiación UV

La Figura 10, demuestra la variabilidad espacial de la radiación ultravioleta en el valle del Mantaro; también, se cuantifica el gradiente de la radiación UV respecto a su altitud, donde se calcula un incremento de 2 de IUV por cada kilómetro de altitud.

Figura 10

Distribución espacial y vertical de RUV



Discusión

El índice UV es un indicador básico del riesgo de exposición a la radiación solar y se define como la irradiancia eritemal solar (que considera el espectro de acción eritemática como función ponderada de la irradiancia UV solar) multiplicada por 40 m²/W, para tener valores de 0 a 20, incluso mayor (Cede et al., 2002; 2004). Sin embargo, otras variables atmosféricas como los aerosoles, los gases traza (O₃, SO₂, NO₂), las nubes y la reflectividad del suelo influyen en el comportamiento de la radiación UV solar en la superficie de la Tierra (McKenzie et al., 2001).

Parra et al. (2019) reportaron resultados similares con índice UV superior a 11 para el período de 2010 a 2014 en Quito, Ecuador. Por el contrario, en Chile, Cabrera et al. (2012), basado en datos del índice UV derivados de OMI para el período 1997-2003, obtuvieron un promedio del índice UV estimado de 8.85 para octubre y marzo de 2010.

Conclusiones

- En la presente investigación, se concluye que el ozono total, como las partículas atmosféricas, pueden influir en la intensidad de radiación ultravioleta que incide en la superficie terrestre. Cabe señalar que la intensidad de radiación ultravioleta en la región Junín es elevada (valores cercanos a 20), lo que puede producir enfermedades como cáncer a la piel, si tenemos alto tiempo de exposición. Así mismo, el gradiente vertical obtuvo valores cercanos a 2 de índice UV por cada 1 km de altitud.

Referencias bibliográficas

- ACIA. (2005). *Arctic climate impact assessment*. Scientific Report. Cambridge University Press,
- Cabrera, S.; Ipiña, A.; Damiani, A.; Cordero, R. R. & Piacentini, R. D. (2012). UV index values and trends in Santiago, Chile (33.5°S) based on ground and satellite data. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol. 115, pp. 73-84. ISSN 10111344. DOI 10.1016/j.jphotobiol.2012.06.013.
- Cede, A.; Luccini, E.; Nuñez, L.; Piacentini, R. D. & Blumthaler, M. (2002). *Monitoring of erythral irradiance in the Argentine ultraviolet network*. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, ISSN 01480227. DOI 10.1029/2001JD001206.
- Cede, A.; Luccini, E.; Nunez, L.; Piacentini, R. D.; Blumthaler, M. & Herman, J. R. (2004). *TOMS-derived erythral irradiance versus measurements at the stations of the Argentine UV Monitoring Network*. *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres*, ISSN 01480227. DOI 10.1029/2004JD004519.
- Cockell, C. S.; Scherer, K.; Horneck, G.; Rettberg, P.; Facius, R.; Gugg-Helminger, A.; Driscoll, C. & Lee, P. (2001). *Exposure of arctic field scientists to ultraviolet radiation evaluated using personal dosimeters*. *Photochemistry and Photobiology*, ISSN 0031-8655. DOI 10.1562/0031-8655(2001)074<0570:coafst>2.0.co;2.
- De Gruijl, F. R., Longstreth, J., Norval, M., Cullen, A. P., Slaper, H., Kripke, M. L., Takizawa, Y. & Van Der Leun, J. C. (2003). *Health effects from stratospheric ozone depletion and interactions with climate change*. *Photochemical and Photobiological Sciences*, ISSN 14749092. DOI 10.1039/b211156j.
- Foyo Moreno, I., Alados, I., Olmo, F. J. & Alados Arboledas, L. (2003). The influence of cloudiness on UV global irradiance (295-385 nm). *Agricultural and Forest Meteorology*. S.l.: s.n., DOI 10.1016/j.agrformet.2003.08.023.
- Krotkov, N. A.; Bhartia, P. K.; Herman, J. R.; Fioletov, V. & Kerr, J. (1998). Satellite estimation of spectral surface UV irradiance in the presence of tropospheric aerosols 1. Cloud-free case. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, ISSN 01480227. DOI 10.1029/98JD00233.
- Madronich, S. (1993). *The atmosphere and UV-B radiation at ground level*. *Environmental UV Photobiology*. S.l.: s.n.,

- Mckenzie, R. I.; Seckmeyer, G.; Bais, A. f.; Kerr, J. B. & Madronich, S. (2001). *Satellite retrievals of erythemal UV dose compared with ground-based measurements at northern and southern midlatitudes*. Journal of Geophysical Research Atmospheres, ISSN 01480227. DOI 10.1029/2001JD000545.
- Parra, R.; Cadena, E. & Flores, C. (2019). *Maximum UV index records (2010-2014) in Quito (Ecuador) and its trend inferred from remote sensing data (1979-2018)*. Atmosphere, vol. 10, no. 12, pp. 1-17. ISSN 20734433. DOI 10.3390/ATMOS10120787.
- Sordo, C. & Gutiérrez, C. (2013). *Cáncer de piel y radiación solar: experiencia peruana en la prevención y detección temprana del cáncer de piel y melanoma*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, ISSN 1726-4634. DOI 10.1590/s1726-46342013000100021.
- Suárez Salas, L. F.; Flores Rojas, J. L.; Pereira Filho, A. J. & Karam, H. A. (2017). *Ultraviolet solar radiation in the tropical central Andes (12.0 °S)*. Photochemical and Photobiological Sciences, ISSN 14749092. DOI 10.1039/c6pp00161k.
- Tanskanen, A.; Krotkov, N. A.; Herman, J. R. & Arola, A. (2006). *Surface ultraviolet irradiance from OMI*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, ISSN 01962892. DOI 10.1109/TGRS.2005.862203.
- Thomas Gavelan, E.; Sáenz Anduaga, E.; Ramos, W.; Sánchez Saldaña, L. & Sialer, M. del C. (2011). *Exposição solar e conhecimento, atitudes e práticas de fotoproteção em pacientes de unidades ambulatoriais de dermatologia em quatro hospitais de Lima, Peru*. Anais Brasileiros de Dermatologia, ISSN 03650596. DOI 10.1590/S0365-05962011000600009.
- Instituto Geofísico del Perú. (2012). *Eventos Meteorológicos extremos en el valle del Mantaro*. <http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2012/maremexvol1.pdf>

