

Índice de radiación ultravioleta estimado por la Estación Meteorológica Davis de la Universidad Nacional de Juliaca

Ultraviolet radiation index estimated by the Davis Meteorological Station of the National University of Juliaca

Ciro William Taipe Huaman
c.taipe@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
Ubaldo Yancachajlla Tito
uyancachajlla@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
Julio Rumualdo Gallegos Ramos
juliogallegos01@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Eva Genoveva Mendoza Mamani
eg.mendoza@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

El Índice UV (UVI) es medido por la estación meteorológica DAVIS VANTAGE PRO 2 PLUS de la Universidad Nacional de Juliaca, en el rango de 0-16, obteniendo datos de valores máximo diarios para el año 2018 considerando los tipos de cielos despejados, parcialmente despejados y nublados, de los cuales se observó que estos valores máximos mayores de 11 considerado extremo, se presentan en estación de verano. Para cada día los valores extremos de índice se presentan en el intervalo de tiempo de 10:30am a 14:30pm dependiendo del tipo de cielo que se presente, observándose que los valores máximos se presentan al medio día solar para un tipo de cielo despejado, y que los valores disminuyen a medida que se alejan del medio día solar.

Palabras claves: *Índice UV, Estación Meteorológica, valores extremos, tipos de cielos, Juliaca.*

Abstract

The UV Index (UVI) is averaged by the DAVIS VANTAGE PRO 2 PLUS weather station of the National University of Juliaca, in the range of 0-16, obtaining data of maximum daily values for the year 2018 considering the types of clear, partially clear and cloudy skies, of which it was observed that these maximum values greater than 11 considered extreme, are presented in the summer season. For each day the extreme index values are presented in the time interval from 10:30am to 14:30pm depending on the type of sky that is presented, observing that the maximum values are presented at midday solar for a clear sky type, and that the values decrease as they move away from the midday solar.

Keywords: *UV Index, Weather Station, extreme values, sky types, Juliaca*

Introducción

La radiación solar ultravioleta (UV) tiene efectos nocivos sobre la salud de los seres humanos, en la piel la radiación UV causa envejecimiento prematuro, reacciones de tipo alérgicas, como foto-queratitis (Sordo & Gutiérrez, 2013b), cáncer en la piel (Gallagher & Lee, 2006a; Levels, 2017; Urbach, 1989). En los ojos causa cataratas (Fabo, Noonan, Fears, & Merlino, 2004; Gallagher & Lee, 2006b; Lonsberry, Wyles, Goodwin, Casser, & Lingel, 2008; Roberts, 2001) y afecta al sistema inmunológico (Norval, 2006). El efecto más común de la sobreexposición a la radiación solar es la quemadura solar o eritema, que aparece 10-16 horas después de la exposición al sol (Berger & Urbach, 1982; Parker & Diffey, 1982; Tanskanen et al., 2007). La exposición no es en toda su magnitud perjudicial, está relacionado con la vitamina D (Fioletov, McArthur, Mathews, & Marrett, 2009; Souza Correa, Suárez, & Salazar, 2015).

En el Perú, la *Dirección Nacional de Epidemiología* ha reportado en el periodo 2006 y 2010 un total 5975 casos de cáncer a la piel, según este informe el cáncer a la piel ocupa el *cuarto lugar* de frecuencia a nivel nacional (Sordo & Gutiérrez, 2013a).

La CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*) adoptó en 1987 una "curva estándar del eritema" (CEI, 1998) que es utilizada habitualmente para determinar la radiación solar UV eritemática (UVER). Para la información de manera sencilla a la opinión pública sobre los niveles de radiación UV (*WMO*, 2002), se adopta el Índice UV (UVI) propuesto por (McKinley & Diffey, 1987), el cual es recomendado por la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (WHO), por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

Durante las últimas décadas, el número de estaciones de medida a nivel de suelo que proporcionan datos de calidad de radiación solar UV ha ido aumentando constantemente, aunque estas estaciones proporcionan una cobertura espacial limitada.

Espectro de Acción Eritemático.

El espectro de acción de esta respuesta biológica, fue definido por (McKinley & Diffey, 1987) basado en el daño que provoca la radiación solar sobre la piel de los humanos. Si la radiación UV espectral recibida en superficie se multiplica con el espectro de acción y se integra desde 0.280 a 400 nm, se obtiene la radiación solar UV eritemática (UVER; 0.280 – 0.400 μm) según la siguiente ecuación:

$$UVER = \int_{0.28}^{0.4} I_{(\lambda)} \varepsilon_{(\lambda)} d\lambda$$

Donde

$$\varepsilon_{(\lambda)} = \begin{cases} \lambda \leq 0.298\mu\text{m} & , \quad \varepsilon(\lambda) = 1 \\ 0.298\mu\text{m} < \lambda \leq 0.328\mu\text{m} & , \quad \varepsilon(\lambda) = 10^{0.094 \times (298 - \lambda \times 1000)} \\ 0.328\mu\text{m} < \lambda \leq 0.400\mu\text{m} & , \quad \varepsilon(\lambda) = 10^{0.015 \times (139 - \lambda \times 1000)} \end{cases}$$

Siendo $I_{(\lambda)}$ es la irradiancia ultravioleta global espectral en una superficie horizontal.

La radiación UVER no es propiamente una magnitud física, sino que es una variable que informa de la peligrosidad de la radiación solar sobre la piel humana (Allaart, van Weele, Fortuin, & Kelder, 2004)

El Índice Ultravioleta (IUV)

El índice UV se calcula como la irradiancia UVER multiplicada por una constante de proporcionalidad de $k_{er} = 40 \text{ m}^2/\text{W}$, y se muestra como un número entero (*WMO*, 2002).

$$IUV = \text{entero } (40 \text{ UVER}) = \text{entero } \left[40 \int_{280}^{400} I_{G\lambda} \cdot \varepsilon(\lambda) d\lambda \right]$$

En la Figura 1, muestra los valores del índice de radiación ultravioleta a nivel mundial, el nivel de exposición y la recomendación en cada caso, según (*WMO*, 2002).



Figura 1. Índice de radiación UV

La investigación tiene el objetivo de analizar los datos de medidas de índice de radiación ultravioleta por la estación meteorológica DAVIS VANTAGE PRO 2 PLUS, caracterizando en función a las estaciones.

Materiales y métodos

La investigación se realiza en la Universidad Nacional de Juliaca, mediante el uso de la estación meteorológica DAVIS VANTAGE PRO 2 PLUS el cual mide el índice UV en el rango 0-16, está ubicado en las coordenadas geográficas Latitud -15.487063, longitud -70.151594 y altitud 3825msnm el cual se muestra en la Figura 1. Para realizar las medidas del índice de radiación ultravioleta se obtiene mediante la consola y el software WeatherLink.



Figura 2. Estación meteorológica ubicada en la UNAJ

Software Weatherlink

El software tiene una memoria no volátil que contiene la base de datos de última generación, viene preparada para interactuar con una PC y proporcionar al usuario una amplia gama de información climatológica, la Figura 2 muestra las salidas de los datos almacenados por la estación

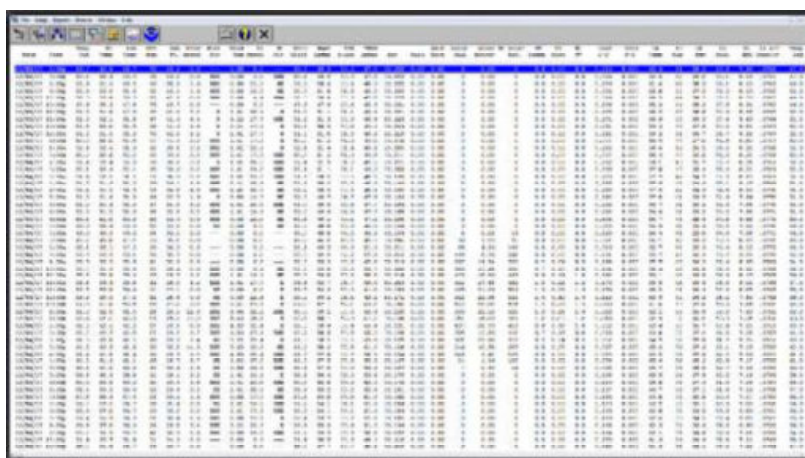


Figura 3. almacenamiento de los datos en el programa Weatherlink

Base de datos

Se considera los datos almacenados en el software Weatherlink de índice de radiación ultravioleta del año 2018, los cuales son analizados mediante gráficas y valores máximos diarios considerando los niveles de IRUV

Resultados y discusión

Los valores máximos al medio día solar diarios se muestran en la figura 4, considerando los días despejados, parcialmente nublado y nublados, donde se observa que en los meses de diciembre y enero se presentan los valores con mayor índice UV. El día 08 de febrero se presenta el valor máximo del año 2018.

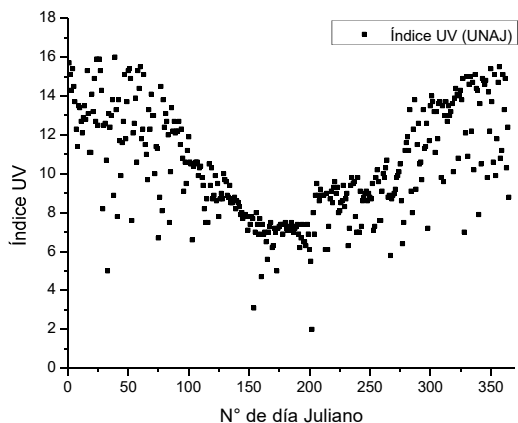


Figura 4. Índice UV máximo diario para el año 2018

En la figura 5 se observa los valores promedios de los valores máximos mensuales en el cual se puede observar que en los meses de enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre se presentan valores máximo al medio día solar mayores a 11 considerado extremos. Lo que indica que se debe hacer uso de protección extrema y reducir el tiempo de exposición a la radiación solar.

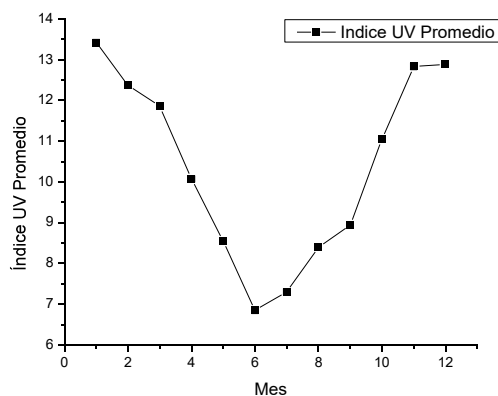


Figura 5. Índice UV promedio por mes del año 2018

Los valores máximos se presentan al medio día solar, pero estos valores se presentan en el intervalo de 10:30am a 14:30pm tal como se puede observar en las figuras 6-8, durante este intervalo se presentan los valores máximo del índice UV, esto depende del tipo de cielo. Un cielo despejado se observa en la figura 8, para el 04 de marzo del 2018, en el cual se observa el comportamiento de los valores de índice UV en forma de una campana, donde los valores del índice UV se reducen a medida que se alejan del medio día solar.

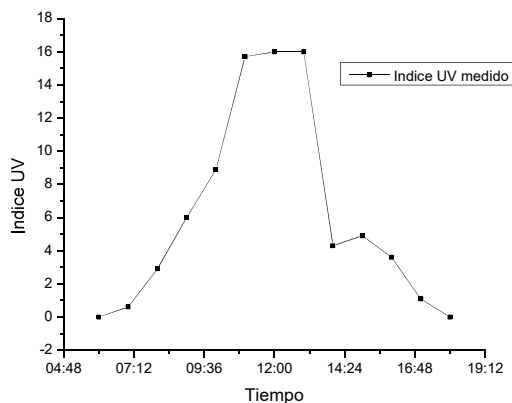


Figura 6. Índice UV de la fecha 08 de febrero del 2018

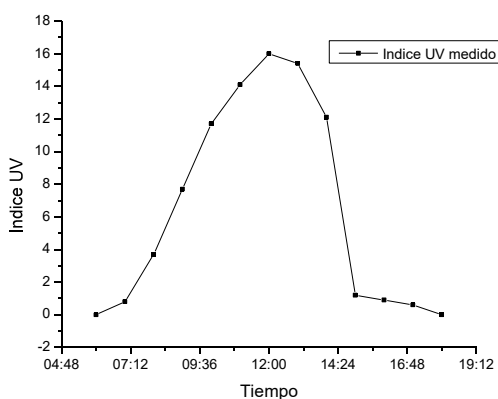


Figura 7. Índice UV de la fecha 26 de enero del 2018

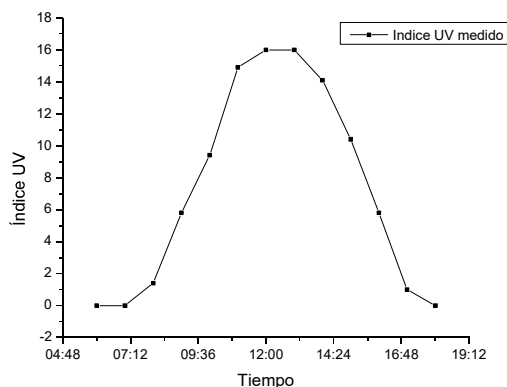


Figura 8. Índice UV de la fecha 04 de marzo del 2018

Conclusiones

Se logró obtener valores máximos diarios para el año 2018, observándose que los valores del índice UV mayores a 11, se presentan en los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, estos valores se presentan en el intervalo de tiempo 10:30am a 14:30pm dependiente del tipo de cielo que se presente, considerándose los días despejados donde se presenta con mayor incidencia valores extremos.

Los valores máximos del índice UV se presentan al medio día solar, estos disminuyen a medida que se alejan del medio día solar formando una gráfica en forma de campana para cielo despejado.

Referencias bibliográficas

- Allaart, M., van Weele, M., Fortuin, P., & Kelder, H. (2004). An empirical model to predict the UV-index based on solar zenith angles and total ozone. *Meteorological Applications*, 11(1), 59–65. <https://doi.org/10.1017/S1350482703001130>
- Berger, D. S., & Urbach, F. (1982). A CLIMATOLOGY OF SUNBURNING ULTRAVIOLET RADIATION. *Photochemistry and Photobiology*, 35(2), 187–192. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1982.tb03830.x>
- CEI. (1998). *CIE S 007/E - Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose | Engineering360*. Retrieved from <https://standards.globalspec.com/std/365550/cie-s-007-e>
- Fabo, E. C. De, Noonan, F. P., Fears, T., & Merlino, G. (2004). *Advances in Brief Ultraviolet B but not Ultraviolet A Radiation Initiates Melanoma*. 6372–6376.
- Fioletov, V. E., McArthur, L. J. B., Mathews, T. W., & Marrett, L. (2009). On the relationship between erythema and vitamin D action spectrum weighted ultraviolet radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 95(1), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2008.11.014>
- Gallagher, R. P., & Lee, T. K. (2006a). *Adverse effects of ultraviolet radiation: A brief review*. 92, 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.011>
- Gallagher, R. P., & Lee, T. K. (2006b, September 1). *Adverse effects of ultraviolet radiation: A brief review. Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol. 92, pp. 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.02.011>
- Jacquet, S., & Bratbak, G. (2003). Effects of ultraviolet radiation on marine virus and phytoplankton interactions. *FEMS Microbiology Ecology*, 44(3), 279–289. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(03\)00075-8](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(03)00075-8)
- Kunz, B. A., Cahill, D. M., Mohr, P. G., Osmond, M. J., & Vonarx, E. J. (2006, January 1). Plant Responses to UV Radiation and Links to Pathogen Resistance. *International Review of Cytology*, Vol. 255, pp. 1–40.

- [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(06\)55001-6](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(06)55001-6)
Levels, U. R. (2017). *fenotipos e infraestructura de protección solar en instituciones educativas de Piura , Perú Ultraviolet Radiation Levels , Phenotypes , and Infrastructure*. 1621, 40–49.
- Li, F., Peng, S., Chen, B., & Hou, Y. (2010). Acta Oecologica Original article A meta-analysis of the responses of woody and herbaceous plants to elevated ultraviolet-B radiation. *Acta Oecologica*, 36(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2009.09.002>
- Lonsberry, B. B., Wyles, E., Goodwin, D., Casser, L., & Lingel, N. (2008). Diseases of the Cornea. In *Clinical Ocular Pharmacology* (pp. 483–547). <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7576-5.50031-8>
- McKinley, A., & Diffey, B. (1987). A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. *CIE*, 6, 17±22.
- Mouillet, V., Farcas, F., & Besson, S. (2008). Ageing by UV radiation of an elastomer modified bitumen. *Fuel*, 87(12), 2408–2419. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.02.008>
- Norval, M. (2006). The Effect of Ultraviolet Radiation on Human Viral Infections. *Photochemistry and Photobiology*, 82(6), 1495–1504. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2006.tb09805.x>
- Pahkala, M., Merilä, J., Ots, I., & Laurila, A. (2003). Effects of ultraviolet-B radiation on metamorphic traits in the common frog *Rana temporaria*. *Journal of Zoology*, 259(1), 57–62. <https://doi.org/10.1017/S0952836902002984>
- Roberts, J. E. (2001). Ocular phototoxicity. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 64(2–3), 136–143. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00196-8](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00196-8)
- Rozema, J., Björn, L. O., Bormman, J. F., Gaberščik, A., Häder, D. P., Trošt, T., ... Meijkamp, B. B. (2002). The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems-An experimental and functional analysis of the evolution of UV-absorbing compounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 66(1), 2–12. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00269-X](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00269-X)
- Sinha, R. P., & Häder, D. P. (2002, April 1). UV-induced DNA damage and repair: A review. *Photochemical and Photobiological Sciences*, Vol. 1, pp. 225–236. <https://doi.org/10.1039/b201230h>
- Sordo, C., & Gutiérrez, C. (2013a). 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*, 30(1), 113–117. <https://doi.org/10.1590/S1726-46342013000100021>
- Sordo, C., & Gutiérrez, C. (2013b). 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*, 30(1), 113–117. <https://doi.org/10.1590/S1726-46342013000100021>
- Souza Correa, D., Suárez, H., & Salazar, G. (2015). Modelo de Madronich del Índice UV en Salta. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 19, 8–123. Retrieved from www.cmfotobiologia.com
- Sweet, M., Kirkham, N., Bendall, M., Currey, L., Bythell, J., & Heupel, M. (2012). Evidence of melanoma in wild marine fish populations. *PLoS ONE*, 7(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041989>
- Tanskanen, A., Lindfors, A., Määttä, A., Krotkov, N., Herman, J., Kaurola, J., ... Tamminen, J. (2007). Validation of daily erythemal doses from Ozone Monitoring Instrument with ground-based UV measurement data. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 112(24), D24S44. <https://doi.org/10.1029/2007JD008830>
- Urbach, F. (1989). POTENTIAL EFFECTS OF ALTERED SOLAR ULTRAVIOLET RADIATION ON HUMAN SKIN CANCER. *Photochemistry and Photobiology*, 50(4), 507–513. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1989.tb05556.x>
- Verbeek, C. J. R., Hicks, T., & Langdon, A. (2011). Degradation as a result of UV radiation of bloodmeal-based thermoplastics. *Polymer Degradation and Stability*, 96(4), 515–522. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2011.01.003>
- WMO. (2002). Retrieved from <http://www.who.int/uv/>
- Zhang, L., Hartwell, L., Jr, A., Vaughan, M. M., Hauser, B. A., & Boote, K. J. (2014). Agricultural and Forest Meteorology Solar ultraviolet radiation exclusion increases soybean internode lengths and plant height. *Agricultural and Forest Meteorology*, 184(July 2011), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.09.011>