



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2046>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de revisión

*Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 –
2019, en la ciudad de Huancavelica*

*Behavior of the ultraviolet (UV) solar radiation index in the periods 2018-2019, in the
city of Huancavelica*

*Comportamento do índice de radiação solar ultravioleta (UV) nos períodos 2018 -
2019, na cidade de Huancavelica*

Russbelt Yaulilahua-Huacho ^I

russbeltyauli24@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7007-3059>

Elmer René Chávez-Araujo ^{II}

elmer.chavez@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7781-4078>

Cesar Castañeda-Campos ^{IV}

ccastachocampos@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9140-4833>

Teresa Jesús Gonzales-Huamán ^{III}

quirahuara1515@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2945-3874>

Liliana Asunción Sumarriva-Bustinza ^V

lilisumarriva@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6128-3089>

Correspondencia: russbeltyauli24@gmail.com

***Recibido:** 28 de mayo del 2021 ***Aceptado:** 25 de junio del 2021 *** Publicado:** 02 de julio del 2021

- I. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica -UNH, Huancavelica, Perú.
- II. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica -UNH, Huancavelica, Perú.
- III. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica -UNH, Huancavelica, Perú.
- IV. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional de Huancavelica -UNH, Huancavelica, Perú.
- V. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Perú.

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad, evaluar el índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica, se utilizó los datos proporcionados por la Estación Meteorológica Automática marca DAVIS modelo Vantage Pro2 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria del Laboratorio Central de la Universidad Nacional de Huancavelica ubicados en 12°46'39.71" Latitud Sur; 74°57'37.54" Longitud Oeste, a 3713 msnm. El tipo de investigación fue, cuantitativa, nivel descriptivo explicativa, diseño no experimental, longitudinal. El muestreo estuvo conformado por 24 datos del índice de radiación solar ultravioleta UV, con la prueba no probabilística; esto debido a que el universo de los datos del índice de radiación UV ha sido registrado de manera continua 2018 - 2019. Se utilizó como instrumento fichas documentadas, previamente validada el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el procesamiento de los resultados fue mediante los programas SPSS V25.0. Los resultados fueron analizados mediante la estadística descriptiva e inferencial con un nivel de significancia de 95% de confiabilidad mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov, Shapiro Wilk, T - Student, lo cual indicó que fue muy confiable. Los resultados obtenidos dan un índice de radiación ultravioleta UV a nivel mensual y estacional en la ciudad de Huancavelica porque alcanzaron valores de 6 IUV a 7 IUV y 8 IUV el cual es catalogada según OMS del riesgo de exposición alta y muy alta de enero 2018 a diciembre 2019. El incremento del año 2018 a 2019, es 0,09 IUV. Se concluye, que en los años 2018 – 2019 el IUV a nivel mensual y estacional alcanzaron valores de 6 IUV a 7 IUV y 8 IUV lo cual están catalogados como alta y muy alta según OMS.

Palabras claves: Índice de radiación solar ultravioleta; Huancavelica.

Abstract

The purpose of this research is to evaluate the ultraviolet (UV) solar radiation index in the periods 2018 - 2019, in the city of Huancavelica. The data used was provided by the Automatic Meteorological Station DAVIS brand model Vantage Pro2 of the National University of Huancavelica located at 12 ° 46'39.71 "South Latitude; 74 ° 57'37.54" West Longitude, at 3713 meters above sea level. The type of research was quantitative, descriptive explanatory level, non-experimental design, longitudinal. The sample consisted of approximately 24 statistics of the UV ultraviolet solar radiation index (IUV), with the non-probabilistic test, due to the fact it has been continuously recorded throughout 2018 - 2019. Documented

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

records were used, previously validated by the National Meteorology and Hydrology Service of Perú (SENAMHI) with the program SPSS Version V25.0. The results were analyzed using descriptive and inferential statistics with a significance level of 95% reliability using the normality test of Kolmogorov – Smirnov, Shapiro Wilk, T-student, which indicated very reliable. The results obtained give an IUUV at a monthly and seasonal level from January 2018 to December 2019 in the city of Huancavelica because they reached values of 6 IUUV to 7 IUUV and 8 IUUV which, according to WHO, are classified as high and very high risk of exposure. The increase from 2018 to 2019 is 0.09 IUUV. It is concluded that in the years 2018 - 2019 the IUUV at a monthly and seasonal level reached values of 6 IUUV to 7 IUUV and 8 IUUV which are classified as high and very high according to WHO.

Keywords: Ultraviolet solar radiation index; Huancavelica.

Resumo

O objetivo deste trabalho de pesquisa é avaliar o índice de radiação solar ultravioleta (UV) nos períodos de 2018 a 2019, na cidade de Huancavelica, utilizando-se os dados fornecidos pela Estação Meteorológica Automática Vantage Pro2 da Escola, marca DAVIS. Profissional do Laboratório Central da Universidade Nacional de Huancavelica localizado a 12 ° 46'39,71 "Latitude Sul; 74 ° 57'37,54" Longitude Oeste, a 3713 metros acima do nível do mar. O tipo de pesquisa foi quantitativo, descritivo nível explicativo, delineamento não experimental, longitudinal. A amostragem constou de 24 dados do índice de radiação ultravioleta solar UV, com o teste não probabilístico; Isso se deve ao fato de que o universo de dados do índice de radiação ultravioleta foi registrado continuamente de 2018 a 2019. Foram utilizados como instrumento os registros documentados, previamente validados pelo Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru (SENAMHI), o processamento dos resultados foram por meio dos programas SPSS V25.0. Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial com nível de significância de 95% de confiabilidade utilizando o teste de normalidade de Kolmogorov - Smirnov, Shapiro Wilk, T - Student, que indicou ser muito confiável. Os resultados obtidos dão um índice de radiação ultravioleta ultravioleta a nível mensal e sazonal na cidade de Huancavelica porque atingiram valores de 6 IUUV a 7 IUUV e 8 IUUV que é classificado segundo a OMS do risco de alto e muito alto exposição de janeiro de 2018 a dezembro de 2019. O aumento de 2018 a 2019 é de 0,09 IUUV. Conclui-se que nos anos de 2018 a 2019 o IUUV a nível mensal e sazonal atingiu valores de 6 IUUV a 7 IUUV e 8 IUUV que são classificados como altos e muito altos de acordo com a OMS.

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Palavras-chave: Índice de radiação ultravioleta solar; Huancavelica.

Introducción

El Sol es parte de nuestro sistema solar alrededor de este giran los planetas, así como la Tierra, donde la radiación emitida desde el sol necesarias para la vida en la Tierra, no toda esta radiación llega a la superficie, en su camino y al pasar por la atmósfera es atenuada, llegando lo necesario a nuestro planeta, generando condiciones óptimas para la vida (Gómez, 2017); (Chambi, 2018).

La radiación ultravioleta UV, que proviene del Sol varia a lo largo del año, depende de la distancia Tierra - Sol, el ángulo horario, el ozono y de los aerosoles presentes en la atmósfera (Alfaro, Llacza, & Sánchez, 2016); (Huillca, Taipe, & Saavedra, 2017). La radiación ultravioleta es uno de los factores naturales más importantes para la vida (Abril, Azogue, Chancusig, Suárez, & León, 2019). La región UV abarca el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nm y se divide en las tres bandas UVC (100 - 280nm); UVB (280 - 315nm); UVA (315 - 400nm) (Organización Mundial de la Salud, 2003); (Benavides, 2010). Esta radiación se clasifica como un agente cancerígeno (Huillca et al., 2017).

El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual sólo un 7% corresponde a la radiación ultravioleta UV (Garcia, Rodríguez, Justo, & Calderón, 2013). La radiación UVA y especialmente la UVB penetran en la piel (EPA, 2001). Se relaciona con la aparición de melanomas, quemaduras, alteración de ADN genético y provocan cáncer de la piel que van en aumento en los últimos años (Huaraya, 2018); (EPA, 2001); (Vidaurre, Abugattas, Santos, Manrique, & Regalado, 2016); (Mayhua, 2019). no obstante, pequeñas cantidades de radiación UV son beneficiosas para el ser humano y esenciales para la producción de vitamina D (Sosa, 2019), (Cañarte, 2010). El sol es una fuente poderosa de energía y sin luz y calor la vida en nuestro planeta no sería posible (Barreto, 2017), aunque los rayo UV solares causan problemas cuando existe una exposición significaba como es el caso de los trabajadores al aire libre (Cáceres, 2019).

Estas radiaciones tienen bastante energía para producir daño y perjuicios en los sistemas terrestres a través de acciones en plantas y microorganismos (Dedios, 2016), existen estudios sobre los efectos de la radiación UV en ecosistemas acuáticos, ya que degrada fotolíticamente el carbono orgánico para que puedan ser absorbidos por el plancton (Huillca et al., 2017).

La radiación ultravioleta depende de los factores que determinan la intensidad en superficie tales como: Altura del Sol, latitud, nubosidad, altitud, el ozono, la reflexión por el suelo o albedo, material

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

particulado constituido por partículas en suspensión (aerosoles) y gases traza (SO_2 , NO_2) producto de la contaminación del aire (Miranda, 2018).

El índice IUV fue propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por otras entidades como la Organización Meteorológica Mundial (MMO), el Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP), y la Comisión Internacional de la Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) (Sanclemente & Hernández, 2010), (Cendros & Durante, 2013), estas entidades con el afán de obtener un consenso mundial para reportar numéricamente la intensidad de radiación ultravioleta solar que alcanza la superficie terrestre. los se clasifican al IUV en las siguientes escalas Baja [0 a 2]; Moderada [3 a 5]; Alta [6 a 7]; Muy alta [8 a 10]; Extremadamente alta [11 a 20] (Organización Mundial de la Salud, 2003). La medida del índice de la radiación ultravioleta es sencilla (Dedios, 2016), (Alfaro et al., 2016).

El Perú es un país que tiene diversas altitudes (Zegarra, 2019) y se encuentra en uno de los primeros lugares a nivel mundial con la radiación más alta, por la cercanía del país a la línea ecuatorial, donde la radiación ultravioleta UV cae en forma perpendicular sobre la superficie (Sosa, 2019).

Los índices de radiación ultravioleta UV a nivel diaria, mensual y multianual en la ciudad de Tacna alcanzaron máximos valores de 8 a 10 y 11 a niveles de riesgo muy alta y extremadamente alta en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre con frecuencias de ocurrencia 67 % y 33 %, mientras que los índices mínimos registrados fueron de 3 a 5 con nivel de riesgo moderada en los horarios de 8:00 h y 17:00 h, con frecuencias del 40 % y 83 % durante los meses de junio y julio respectivamente (Miranda, 2018). Mientras en la ciudad de Pucallpa a partir de las 10 horas se registran índices que alcanzan valores de 8 a 10 el cual es considerado muy alto, y a partir de las 12 a 14 horas el IUV sube a más de 13 que en la escala es considerado un valor extremadamente alto y peligroso, por lo tanto no exponerse desprotegidos más de 20 a 30 minutos (Barreto, 2017). En la ciudad de Ayacucho, se registraron durante los meses de setiembre a mayo índices que alcanzaron valores extremadamente alta (11+) y muchas veces valores picos de 14 y 15 (Gómez, 2017).

Índices de radiación UV en la ciudad de Lambayeque se obtuvieron los valores máximos y media mensual del IUV. Se encontró que los valores máximos ocurren en la época de verano alcanzando hasta 16 IUV, lo cual está catalogado como extremadamente alto, según la escala de la OMS y valores medios menores a 4, lo cual corresponde a la categoría de moderada. En el comportamiento diurno se encontró que los valores máximos ocurren entre las 12h y 13h independientemente de la época del

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

año (García et al., 2013). En ciudad de Arequipa se encontró valores altos de radiaciones UV en la estación de verano que alcanzan índices de 14 a 15, para el año 2013 extremadamente alto, en comparación a la estación de invierno donde se llega a valores máximos de índice 7, correspondiente a un nivel alto según la OMS (Mayhua, 2019).

La Estación Meteorológica Automática de Laboratorio marca DAVIS modelo Vantage pro2 de la Universidad Nacional de Huancavelica, registró de forma automática estos datos y fueron tomados del primer día de enero del año 2018 a diciembre del 2019. El equipo fue estandarizado.

Métodos

Equipo experimental

Para realizar el estudio se utilizó el sensor UV marca DAVIS modelo Vantage pro2 instalado en Laboratorio Central de la Universidad Nacional de Huancavelica, según el protocolo de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). La estación registro datos las 24 horas del día 2018 - 2019.

Determinación de la muestra

El tipo de muestra es no probabilística con 24 datos de un muestreo promedio mensual del índice de radiación UV de los años 2018 y 2019 en la Ciudad Universitaria de Paturpampa de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Determinación de análisis

Se realizó la cuantificación de los datos tomados por el sensor UV por día, mes y años evaluando los rangos según el protocolo de la organización mundial de salud y la validación correspondiente por SENAMHI, respectivamente.

Análisis estadístico

El análisis fue realizado mediante el programa SPSS Statistics V25.0. Los resultados fueron procesados mediante la Prueba de Kolmogorov - Smirnov, Shapiro Wilk, T – Student para datos no paramétricas. La prueba se analizó con la estadística descriptiva e inferencial un nivel de significancia de 95% de confiabilidad.

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Resultados

Se registró el índice de radiación IUV las 24 horas del día desde enero del año 2018 a diciembre del año 2019, considerando el promedio de cada mes. Se comparó con la escala dada por la (OMS, 2003).

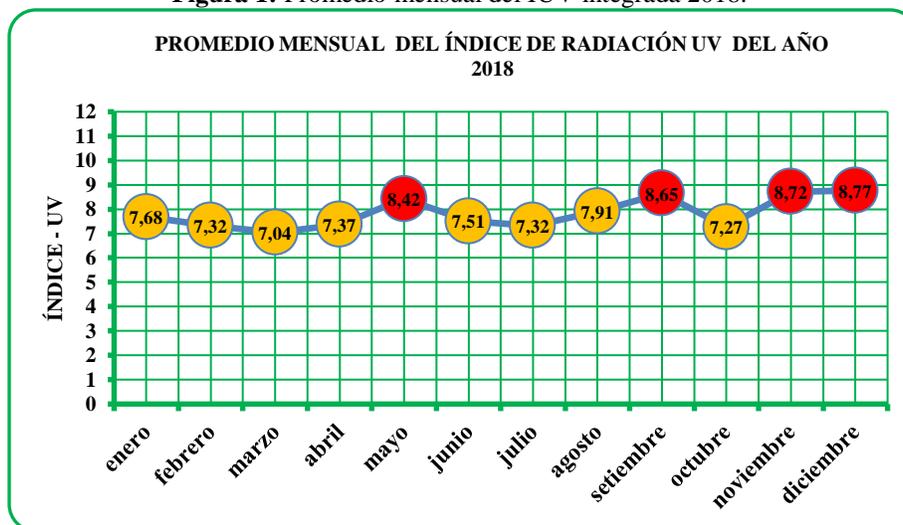
Ilustración 1: Escala de colores y categoría internacional de exposición UV.

BAJA		MODERADA			ALTA		MUY ALTA			EXTREMADAMENTE ALTA
ÍNDICE IUV										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 ⁺

Fuente: Organización mundial de la salud (2003).

Comportamiento del Índice de radiación solar ultravioleta UV del año 2018

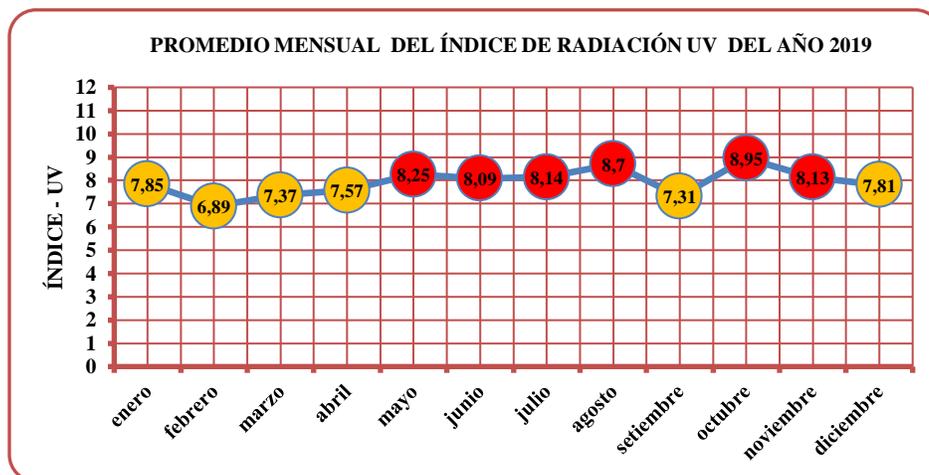
Figura 1: Promedio mensual del IUV integrada 2018.



Los resultados de la investigación, muestra los valores estadísticos IUV de los diferentes meses del año 2018, los valores fluctúan entre 7,04 IUV a 8,77 IUV comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es alta y muy alta respectivamente.

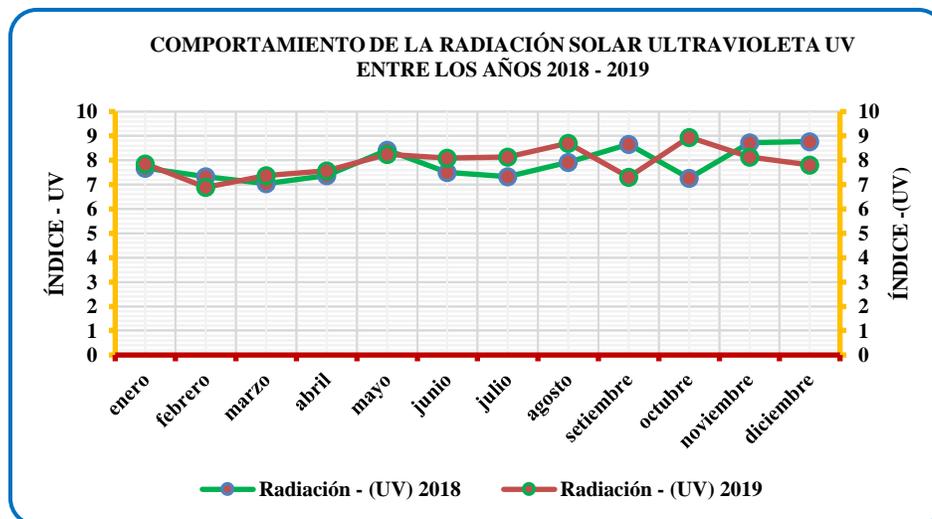
Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Figura 2: Promedio mensual del IUV integrada 2019.



Los resultados de la investigación, muestra los valores estadísticos IUV de los diferentes meses del año 2019, los valores fluctúan entre 6,89 IUV a 8,95 IUV comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es alta y muy alta respectivamente.

Figura 3: Comportamiento del IUV de la ciudad de Huancavelica de los años 2018 - 2019.

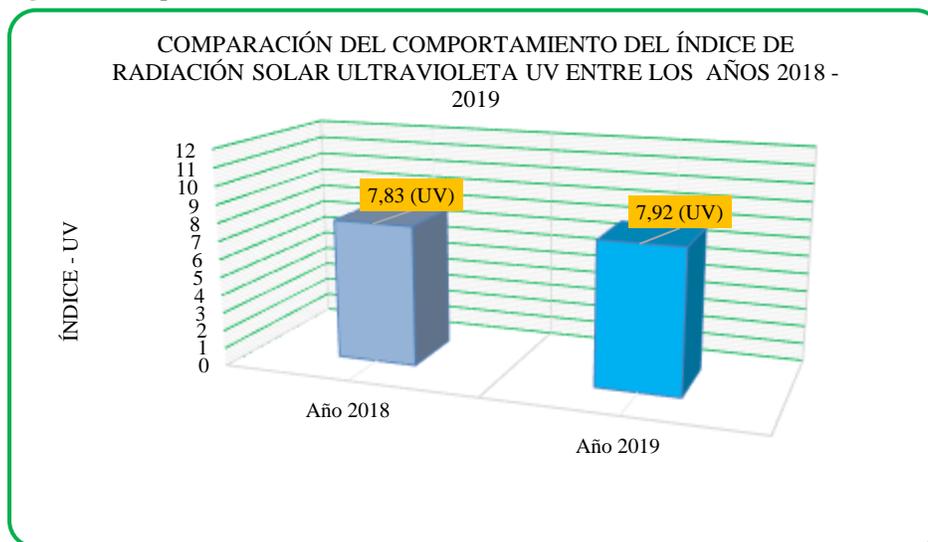


Los resultados de la investigación, muestra el comportamiento IUV entre el año 2018 - 2019. Se observa el incremento ligero IUV en el año 2019 con respecto al año 2018, encontrándose en rangos alta y muy alta, comparados con el protocolo de categoría de exposición del intervalo de valores del IUV de la (OMS, 2003).

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Comparación del comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta UV de los años 2018 – 2019 en la ciudad de Huancavelica

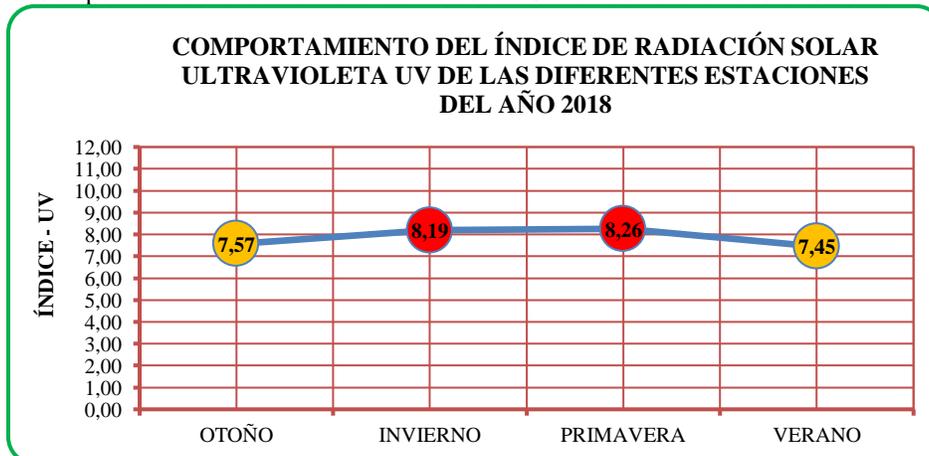
Figura 4: comparación del índice de radiación solar ultravioleta entre los años 2018 – 2019.



El resultado de la investigación, muestra la comparación del IUV entre el año 2018 y 2019, el cual se observa que existe un incremento ligero de 0,09 IUV.

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta UV en las diferentes estaciones del año 2018.

Figura 5: Comportamiento del índice de radiación solar UV de las diferentes estaciones del año 2018.

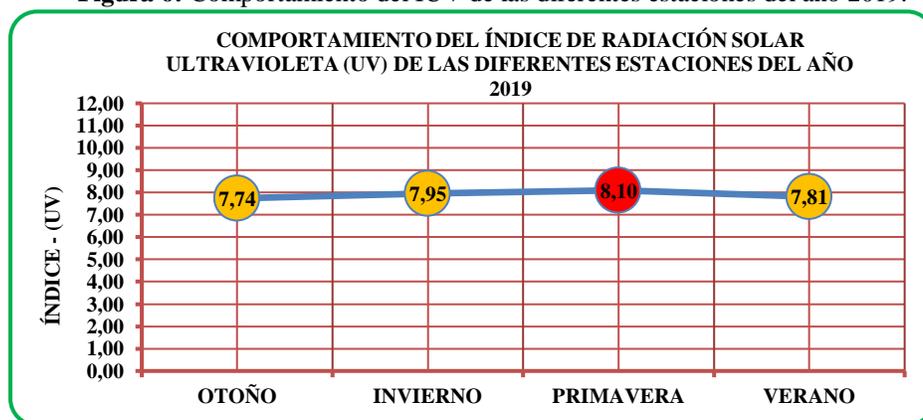


Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Los resultados de la investigación, muestra los valores estadísticos IUV de diferentes estaciones del año 2018. los valores fluctúan entre 7,45 IUV alta a 8,26 IUV muy alta, las estaciones se encuentran en intervalos; otoño 7,57 IUV, verano 7,45 IUV alta e invierno 8,19 IUV, primavera 8,26 IUV muy alta, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003).

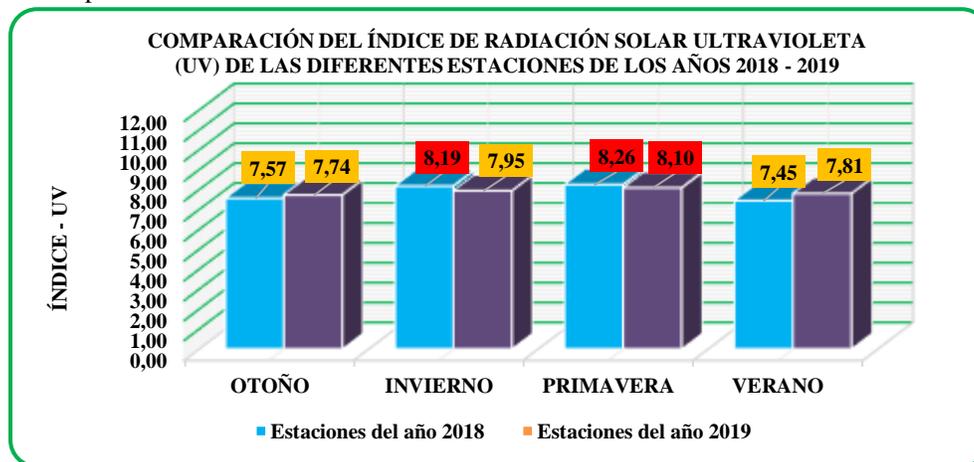
Comportamiento del IUV de las diferentes estaciones del año 2019.

Figura 6: Comportamiento del IUV de las diferentes estaciones del año 2019.



Los resultados de la investigación, muestra los valores estadísticos IUV de diferentes estaciones del año 2019. Los valores fluctúan entre 7,74 IUV alta a 8,10 IUV muy alta, las estaciones se encuentran en intervalos; otoño 7,74 IUV, invierno 7,95 IUV, verano 7,81 IUV alta y primavera 8,10 IUV muy alta, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003).

Figura 7: Comportamiento del IUV de las estaciones de los años 2018 – 2019 en la ciudad de Huancavelica.



Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

Los resultados de la investigación, muestra la comparación de valores estadísticos IUV de diferentes estaciones del año 2018 - 2019. Donde en la estación de otoño el registro fue 7,57 IUV; 7,74 IUV en ambas altas, invierno 8,19 IUV muy alta, 7,95 IUV alta, primavera 8,26 IUV; 8,10 IUV en ambas muy alta, verano 7,45 IUV; 7,81 IUV en ambas altas, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003).

Tabla 2: Promedio del índice de radiación solar UV y temperatura °C de cada mes de los años 2018 – 2019.

COMPARACIÓN DE PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA UV CON LA TEMPERATURA °C DE 24 MESES DE LOS AÑOS 2018 - 2019					
MESES	AÑO 2018		MESES	AÑO 2019	
	Índice – IUV	Temperatura °C		Índice – IUV	Temperatura °C
enero	7.68	10.60	enero	7.85	11.52
febrero	7.32	11.36	febrero	6.89	10.69
marzo	7.04	10.95	marzo	7.37	10.60
abril	7.37	10.89	abril	7.57	11.26
mayo	8.42	10.91	mayo	8.25	11.27
junio	7.51	9.91	junio	8.09	10.78
julio	7.32	9.94	julio	8.14	11.71
agosto	7.91	9.97	agosto	8.70	12.64
setiembre	8.65	11.67	setiembre	7.31	12.90
octubre	7.27	11.38	octubre	8.95	13.57
noviembre	8.72	13.59	noviembre	8.13	13.50
diciembre	8.77	12.71	diciembre	7.81	13.16
PROMEDIO	8.83	11.15	PROMEDIO	7.92	11.96
MÁXIMO	8.77	13.59	MÁXIMO	8.95	13.57
MÍNIMO	7.04	9.91	MÍNIMO	6.89	10.60

El índice de radiación solar UV en el año 2018 se obtuvo como mínimo 7.04 IUV; (9.91 T°), máxima 8.77 IUV; (13.59 T°) y promedio 8.83 IUV (11.15 T°), mientras en el año 2019 se obtuvo como mínimo 6.89 IUV (10.60 T°), máximo 8.95 IUV (13.57 T°) y promedio 7.92 IUV (11.96 T°) con respecto a la temperatura existe una relación directa ínfima en el nivel máximo, en el nivel mínimo la diferencia no es tan notoria, como se observa en la tabla 1.

Tabla 3: Promedio del índice de radiación solar UV y temperatura °C por cada estación de los años 2018 – 2019.

COMPARACIÓN DE PROMEDIO DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA UV CON LA TEMPERATURA °C EN LAS ESTACIONES DEL AÑO 2018 - 2019					
AÑO 2018			AÑO 2019		
OTOÑO			OTOÑO		
DÍAS	IUV	°C	DÍAS	IUV	°C
Del 21 - marzo al 31-marzo	7.50	11.33	Del 21 - marzo al 31 - marzo	6.97	10.64
Del 01 - abril al 30 - abril	7.37	8.44	Del 01 - abril al 30 - abril	7.57	11.26
Del 01 - mayo al 31 - mayo	8.42	10.91	Del 01 - mayo al 31 - mayo	8.25	11.27
Del 01 - junio al 21 - junio	6.97	9.67	Del 01 - junio al 21 - junio	8.17	10.65

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

INVIERNO			INVIERNO		
DÍAS	IUV	°C	DÍAS	IUV	°C
Del 21-junio al 30 - junio	8.59	10.44	Del 21 - junio al 30 - junio	7.95	11.10
Del 01-julio al 31 - julio	7.32	9.94	Del 01 - julio al 31 - julio	8.14	11.71
Del 01-agosto al 30 - agosto	7.91	9.97	Del 01 - agosto al 30 - agosto	8.70	12.64
Del 01-septiembre al 22 -septiembre	8.94	11.97	Del 01 - septiembre al 22 - septiembre	6.99	12.54
PRIMAVERA			PRIMAVERA		
DÍAS	IUV	°C	DÍAS	IUV	°C
Del 23 - septiembre al 30 - septiembre	7.86	10.87	Del 23 - septiembre al 30 - septiembre	8.19	13.88
Del 01 - octubre al 31 - octubre	7.27	11.38	Del 01 - octubre al 31 - octubre	8.95	13.57
Del 01 - noviembre al 30 - noviembre	8.72	13.59	Del 01 - noviembre al 30 - noviembre	8.13	13.50
Del 01 - diciembre al 20 - diciembre	9.19	13.09	Del 01 - diciembre al 20 - diciembre	7.13	12.85
VERANO			VERANO		
DÍAS	IUV	°C	DÍAS	IUV	°C
Del 21 - diciembre al 31 - diciembre	8.00	12.01	Del 21 - diciembre al 31 - diciembre	9.04	13.71
Del 01 - enero al 31 - enero	7.68	10.63	Del 01 - enero al 31 - enero	7.85	11.52
Del 01 - febrero al 29 - febrero	7.32	11.36	Del 01 - febrero al 29 - febrero	6.89	10.69
Del 01 - marzo al 20 - marzo	6.79	10.74	Del 01 - marzo al 20 - marzo	7.44	10.58

El índice de radiación solar UV en las diferentes estaciones de los años 2018 y 2019, se obtuvo de 7 IUV a 8 IUV en ambos años, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la (OMS, 2003) es alta y muy alta respectivamente, con respecto a la temperatura existe una relación proporcional directa tal cómo se observa en la tabla 2.

Discusión

A partir de los resultados encontrados, en la investigación realizada se demostró que existe IUV que fluctúan entre 7,04 IUV a 8,77 IUV en el año 2018, mientras 6,89 IUV a 8,95 IUV en el año 2019 lo cual es catalogado como alta y muy alta según OMS, teniendo encuesta las estaciones del año los valores fluctúan entre 7,45 IUV a 8,26 IUV en el estación del año 2018 y 7,74 IUV a 8,10 IUV en la estaciones del año 2019, lo cual de la misma manera los índices de radiación solar UV según OMS en años y estaciones se encuentran entre alta y muy alta; por otro lado, el promedio del IUV en el año 2018 fue 7,83 IUV y 7,92 IUV en el año 2019 con lo cual se muestra un incremento del índice de radiación de 0,09 IUV en la ciudad de Huancavelica. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (Mayhua, 2019) que demuestra valores de UV que superan altamente según la OMS en la estación de verano encontrándose índices de 14 a 15, para el año 2013 en invierno valores de 7. Los resultados encontrados en este trabajo de investigación guarda relación con lo que sostiene (Miranda, 2018) donde el resultado del índice de radiación UV a nivel diaria, mensual y multianual alcanzaron valores máximos de 8 a 10 y 11 a más, niveles de riesgo muy alta y extremadamente alta en los meses

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

de enero, febrero, noviembre y diciembre con frecuencias de ocurrencia 67 % y 33 %, mientras que los índices mínimos registrados fueron de 3 a 5 con nivel de riesgo moderado en los horarios de 8:00 horas y 17:00 horas, con frecuencias del 40 % y 83 % durante los meses de junio y julio respectivamente, lo cual concuerda con nuestros resultados obtenidos, los valores obtenidos del índice de radiación solar ultravioleta UV fue de 6 IUUV a 7 IUUV y 8 IUUV son menores a los resultados que obtiene (Acuña, 2018) donde los valores fluctúan entre 11 y 14 y según la OMS son extremadamente altos. Según (Huillca et al., 2017), muestra los valores del índice máximo diario promedio de 14 desde octubre hasta febrero que guarda relación con lo que sostiene (Barreto, 2017) en donde muestra que la radiación UV a partir de las 10 horas se registra índices que alcanza valores de 8 a 10 y a partir de las 12 a 14 horas el índice sube a más de 13 los cuales son extremadamente altos en relación a los índices obtenidos en el presente trabajo de 6 IUUV a 7 IUUV y 8 IUUV. Según nuestros resultados la variabilidad del índice de radiación solar UV en función a la estacionalidad no varía mucho lo cual contradice a lo que sostiene (Dedios, 2016) que muestra la variabilidad del índice de radiación ultravioleta en función de la estacionalidad, a su vez que Piura presenta niveles de radiación ultravioleta entre altos a extremadamente altas durante todo el año lo cual representa una alerta a fin de informar a la población sobre las formas de cómo evitar los problemas e impactos en la piel. De mismo modo guarda relación con lo que sostiene (Cendros & Durante, 2013) quienes reportan valores de IUUV altos y muy altos según los parámetros establecidos por OMS.

Conclusiones

- El índice de radiación solar ultravioleta UV en el año 2018, se encuentran en intervalos 7,04 IUUV - 8,77 IUUV, los cuales comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están entre altos y muy altos.
- El índice de radiación solar ultravioleta UV en el año 2019, se encuentra en intervalos 6,89 IUUV - 8,95 IUUV, los cuales comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están entre altos y muy altos.
- El índice de radiación solar UV del año 2018 a 2019, demuestra un incremento de 0,09 IUUV.
- La radiación solar ultravioleta UV anual del año 2018 (7.83) IUUV y la radiación del año 2019 (7.92) IUUV, comparados con el protocolo de categoría de exposición de la OMS están catalogados altos.

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

- El índice de radiación solar ultravioleta UV en diferentes estaciones de los años 2018 y 2019 se encuentran en intervalos, otoño 7,57 IUUV, invierno 8,19 IUUV, primavera 8,26 IUUV y verano IUUV 7,45 (2018) y otoño 7,74 IUUV, invierno 7,95 IUUV, primavera 8,10 IUUV y verano 7,81 IUUV (2019) con lo cual se demuestra según el protocolo de categoría de exposición de la OMS muy poca variación.
- El índice de radiación solar ultravioleta UV y la temperatura °C en diferentes meses y estaciones de los años 2018 y 2019 muestra una relación proporcionalmente directa.

Agradecimiento

Agradezco de manera especial a mis familiares y amigos por su apoyo incondicional y a los docentes de la Universidad Nacional de Huancavelica de la Escuela de Ingeniería Ambiental y Sanitaria y al Laboratorio Central.

Referencias

1. Abril, L. M., Azogue, F. G., Chancusig, K. G., Suárez, R. E., & León, M. Á. (2019). Obtención y comparación del índice de la radiación solar en el barrio "San Felipe" de la ciudad de Latacunga en el año 2019. *Revista Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas*, 3(1), 1–10. Retrieved from <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/ciya/article/view/252/188>
2. Acuña, S. (2018). Radiación Ultravioleta en Arequipa 2016 - 2017 (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5778>
3. Alfaro, L., Llacza, A., & Sánchez, O. (2016). Pronóstico con Cobertura Nacional del Índice de Radiación Solar Ultravioleta. Retrieved from https://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/meteo_2016_pro_cob_nac_ind_rad_sol_ult.pdf
4. Barreto, O. (2017). Determinación de la irradiación solar, como potencia incidente por unidad de superficie, y los rayos ultravioletas UV - A y UV - B en Pucallpa Perú 2016. *Unidad de Investigación*, 1–21.
5. Benavides, H. (2010). Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice uv y su pronóstico. In Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (Vol. 0). Retrieved from

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

- <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022454/NotatecnicaIUVPaginaWEBfinal.pdf>
6. Cáceres, M. P. (2019). Estudio sobre la Exposición a Radiación Ultravioleta de Origen Solar en Pescadores de Caletas, en la Región de Valparaíso (Universidad Técnica Federico Santa María). Retrieved from <https://hdl.handle.net/11673/48318>
 7. Cañarte, K. (2010). Radiación Ultravioleta y su efecto en la salud. In *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular*. <https://doi.org/10.19052/sv.1520>
 8. Cendros, J., & Durante, C. (2013). La Radiación Ultravioleta en Maracaibo - Venezuela. *Revista Electrónica Facultad de Ingeniería UVM*, 7(1), 860–871. Retrieved from <http://revistav.uvm.edu.ve/articulos/a8l4sk3.articulo3vol7num2.pdf>
 9. Chambi, V. (2018). Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7602>
 10. Dedios, N. J. (2016). Radiación Ultravioleta. Análisis de su Comportamiento Estacional en Diferentes Sectores de la Región Piura. Costa Norte del Perú. *Ingenierías USBMed*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.21500/20275846.2020>
 11. EPA. (2001). El Sol, la Radiación Ultravioleta y Usted. Guía SunWise para la Exposición al Sol. Retrieved from Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos website: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/sunuvu_spanish.pdf
 12. Garcia, F., Rodríguez, A., Justo, T., & Calderón, J. (2013). Variación del Índice Ultravioleta en Lambayeque periodo 2008 - 2013. *Revistas Unprg*, 1–5. Retrieved from <http://revistas.unprg.edu.pe/openjournal/index.php/MATHEMA/article/view/470>
 13. Gómez, S. (2017). Niveles de Radiación Ultravioleta (UV) en la ciudad de Ayacucho periodo 2006 - 2011 e Incidencia de Cáncer de Piel en la Población (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga). Retrieved from http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3430/TESIS_Q499_Gom.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 14. Huaraya, F. (2018). Caracterización y Modelización de la Radiación Ultravioleta Solar Aplicado en Upina, Puno - 2014. (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from

Comportamiento del índice de radiación solar ultravioleta (UV) en los periodos 2018 – 2019, en la ciudad de Huancavelica

- http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7841/Huaraya_Gutierrez_Faustino.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Huillca, M., Taípe, C., & Saavedra, M. (2017). Índice Ultravioleta en la Ciudad de Puno para Cielos Claros. 19, 1–8. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.280>
 16. Mayhua, F. (2019). Estudio comparativo y modelación de la radiación global y ultravioleta en la Ciudad de Arequipa (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9109>
 17. Miranda, G. (2018). Cuantificación y Caracterización de la Radiación Ultravioleta - b en la Ciudad de Tacna, Periodo:2012- 2014 (Universidad Nacional Jorge Basadre Ghohmann - Tacna). <https://doi.org/10.1192/bjp.112.483.211-a>
 18. Organización Mundial de la Salud. (2003). Índice UV Solar Mundial (Vol. 29). Retrieved from <https://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>
 19. Sanclemente, G., & Hernández, G. (2010). Altos índices de radiación ultravioleta en Medellín y en una localidad del oriente antioqueño (Colombia). *Iatreia*, 23(2), 1–8. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-07932010000200003&script=sci_abstract&tlng=pt
 20. Sosa, A. (2019). Prácticas de Medidas Preventivas Contra los Efectos de los Rayos Ultravioleta en los Agricultores de la Empresa Acelim del Perú – Piura febrero 2019. 1–106. Retrieved from <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1710/CSS-SOS-ARA-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 21. Vidaurre, T., Abugattas, J., Santos, C., Manrique, J., & Regalado, R. (2016). Documento técnico: Manual de Prevención de Cáncer de Piel Inducido por la Exposición Prolongada a la Radiación Ultravioleta (RUV). Antofagasta.
 22. Zegarra, A. I. (2019). Determinación del nivel de riesgo y medidas preventivas por exposición a radiación solar para gestores de ventas en Ecobesa – Arequipa 2018 (Universidad Tecnológica del Perú). Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/1941>