

## Niveles de radiación solar ultravioleta en el campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, 2019

### Solar ultraviolet radiation levels at the university campus of the Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, 2019

### Níveis de radiação solar ultravioleta no campus universitário da Universidade Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, 2019

Nemesio Santamaría Baldera<sup>1</sup> 

#### RESUMEN

La ciudad de Bagua, se ubica en la parte norte del Perú situada en una plataforma natural a la orilla derecha del río Utcubamba; a 400 msnm, con temperatura promedio de 32 °C, lugar donde se encuentra ubicada la ciudad universitaria de la UNIFSLB.

Con el objetivo de medir la radiación UV se instaló una miniestación de marca RIKA Electronic Technology Co., Ltd, modelo RK900-05, en el campus de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, para el registro de los datos durante el periodo marzo-noviembre de 2019. Los datos fueron sometidos a un análisis estadístico que incluyó, promedios, desviación estándar y distribución de frecuencia entre otros.

Este trabajo nos muestra los valores de la radiación UV en la ciudad universitaria encontrándose una radiación oscilante, entre 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  a 7000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses marzo-abril, entre 4000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  a 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses mayo-julio, en el mes de agosto los valores de radiación que se registro es de 5000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  y mayor a 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , los valores más altos de la radiación UV se muestran en los meses setiembre-noviembre, alcanzando 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  y superando los 8000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , siendo estos los meses más calurosos del año en la ciudad de Bagua.

**Palabras claves:** radiación UV, población universitaria, ciudad de Bagua.

#### ABSTRACT

The city of Bagua is located in the northern part of Peru, on a natural platform on the right bank of the Utcubamba River, at 400 meters above sea level, with an average temperature of 32 °C, where the university city is located.

In order to measure UV radiation, a RIKA Electronic Technology Co., Ltd. mini-station, model RK900-05, was installed on the campus of the Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, to record data during the period March-November 2019. The data were subjected to a statistical analysis that included, averages, standard deviation and frequency distribution among others.

This work shows us the values of UV radiation in the university city finding a radiation ranging between 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  to 7000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  in the months March-April, between 4000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  to 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  in the months May-July, the highest values of UV radiation were recorded in the months of September-November, reaching 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  and exceeding 8000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , these being the hottest months of the year in the city of Bagua.

**Keywords:** UV radiation, university population, Bagua city.

<sup>1</sup>Docente de la Universidad Nacional Intercultural “Fabiola Salazar Leguía” de Bagua, Magister en Administración Educativa y Desarrollo Sostenible; nsantamaria@unibagua.edu.pe

## RESUMO

A cidade de Bagua está localizada na parte norte do Peru, numa plataforma natural na margem direita do rio Utcubamba, a 400 m acima do nível do mar, com uma temperatura média de 32 °C, onde se situa a cidade universitária da UNIFSLB.

A fim de medir a radiação UV, foi instalada no campus da Universidade Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua uma mini estação RIKA Electronic Technology Co., Ltd., modelo RK900-05, para registar dados durante o período Março-Novembro de 2019. Os dados foram submetidos a uma análise estatística que incluiu médias, desvio padrão e distribuição de frequência, entre outros.

Este trabalho mostra os valores da radiação UV na cidade universitária, encontrando uma radiação oscilante, entre 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  a 7000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  nos meses de Março-Abril, entre 4000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  a 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  nos meses de Maio-Julho, Os valores mais elevados de radiação UV são registados nos meses de Setembro-Novembro, atingindo 6000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  e excedendo 8000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , sendo estes os meses mais quentes do ano na cidade de Bagua

**Palavras-chave:** radiação UV, população universitária, cidade de Bagua.

## INTRODUCCIÓN

La energía que recibe mayormente la tierra es del sol, fuente natural que emite ondas electromagnéticas de gran alcance, entre ellas las que son mortales para todo tipo de especies y las que son beneficiosas para la preservación de la vida en nuestro planeta tierra. La radiación solar se distribuye desde la radiación infrarroja hasta la radiación ultravioleta, no toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las radiaciones ultravioletas de longitud de onda más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, mide la potencia por unidad de superficie que alcanza a la Tierra siendo su unidad  $W/m^2$ .

La radiación ultravioleta está compuesta por un conjunto de radiaciones con longitudes de onda menores que la radiación visible (luz). La radiación ultravioleta se divide en tres categorías y dependen de la longitud de onda que poseen: UVA 320-400 nm, UVB 280-320 nm y UVC 100-280 nm. Se denomina radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 10 nm ( $10 \times 10^{-9}$  m) y los 400 nm ( $400 \times 10^{-9}$  m). La atmósfera del planeta tierra tiene la capacidad de absorber gran proporción de radiación UV solar y de diseminar los rayos a través de la radiación difusa. Las variaciones en la intensidad de los rayos UV dependen del ángulo cenital solar, el ozono atmosférico y la nubosidad, entre otros factores (OMS, 1994).

La radiación que emite el sol, parte de ella es fundamental para la vida en la tierra, la radiación UVA que alcanza el suelo tiene valores del orden de  $50 W/m^2$  al mediodía en verano, produciendo diversos efectos biológicos, como el bronceado y las cataratas oculares. Además, la radiación UVB, que produce la quemadura solar, alcanza el suelo con valores energéticos pequeños (inferiores en general a  $2 W/m^2$ ) pero de efectos biológicos importantes. Se atenúa parcialmente por la capa de ozono y la radiación UVC, muy perjudicial para los seres vivos, no alcanza nunca la superficie terrestre, se atenúa en la alta atmósfera gracias a la

capa de ozono (Lorente, 2010).

En el Perú, en diferentes departamentos de su territorio los niveles de radiación solar ultravioleta son elevados, ubicándose como uno de los países que es afectado por la radiación solar. Perú ocupa el primer lugar, con mayor cantidad de radiación solar a nivel mundial, esto responde a muchos factores por la cercanía del país a la zona ecuatorial, donde la radiación ultravioleta (UV) cae en forma perpendicular sobre el territorio, además sitúa a Bolivia como el segundo lugar con mayor radiación solar del mundo, seguido de Argentina y Chile (Acuña, 2017).

Según los trabajos realizados sobre la medición de la radiación ultravioleta en ciudades, los resultados demuestran que los valores están siempre variando y esto se debe a los diferentes factores climáticos y geográficos que existen en los lugares de estudio. K., Leslie et al. (2012), en su trabajo realizado registraron incrementos de la radiación UV en Sica Sica con respecto a Cota Cota, verificándose estas diferencias en el intervalo central del día de 11:00 a 14:00 en un porcentaje entre 4.6%-5.0% (mañana) y 4.9%-8.3% (tarde). Así mismo, Barahona & Martínez (2018), nos muestran en sus registros que la radiación solar promedio diario anual disponible en la Ciudad Universitaria de la UNAH es  $4.21 kWh/m^2$ , siendo similar a los resultados obtenidos, para la Región Central del país mediante el Proyecto SWERA que nos indica un valor entre 4.5 y  $5.0 kWh/m^2/día$ , y con  $4.869 kWh/m^2$  promedio diario, medidos con un piranómetro Eppley PSP en la UNAH en el período 1985-1990 y  $5.01 kWh/m^2$  en promedio diario para un período de 8 meses con un piranómetro Kip & Zonen CPM 6. También, Vázquez, M. A., & Vázquez, B. P. (2018), en su investigación realizado muestra los resultados obtenidos de la medición de la radiación ultravioleta en el periodo de estudio desde junio 1996 a junio de 1998, que los valores mínimos de la radiación tipo B ocurren en invierno, alcanzando un valor medio mensual de  $182 mW/m^2$  en junio, y los valores máximos se registran en el verano llegando alcanzar valor medio mensual de hasta  $1029 mW/m^2$  en enero. También Castanedo et al. (2013), en su trabajo menciona el lapso de mayor radiación fue de

mayo a julio. La intensidad promedio máxima fue 25.4 mW/cm<sup>2</sup> en mayo, y la mínima de 20 mW/cm<sup>2</sup> en enero. Así mismo, Mimbela (2016), afirma que existe una influencia horaria en el comportamiento del índice de radiación ultravioleta siendo las horas donde las personas debe tener un mayor cuidado y protección de la piel entre las 11:00 a.m. a 14:30 p.m. horas del día. También Mimbela y col (2017), en sus resultados obtenidos indican la influencia horaria y diaria sobre el desarrollo del nivel de radiación ultravioleta. En los sectores observados se determina que la hora de mayor impacto ocurre al medio día solar.

La energía solar para que llega a la tierra depende de diferentes factores ambientales y geográficos, estando en la superficie terrestre esta energía es aprovechada por todos los seres vivos desde los microorganismos, plantas, animales y el hombre. Según Lorente (2010), la radiación UV que alcanza el suelo viene determinada por coordenadas geográficas, variables atmosféricas como el ozono, la turbiedad, la nubosidad, el albedo (reflexión de la radiación por el suelo), la presión y la temperatura.

Las diferentes contaminaciones generadas por la humanidad influyen en los cambios de la radiación solar ultravioleta, alterando las diferentes variables del clima. La modificación de las variables climáticas debido al cambio climático influye e influirá en la radiación solar UV que alcanza el suelo. Además, el calentamiento global de las capas bajas de la atmósfera implica a su vez un enfriamiento de la estratosfera, cuanto más fría es la estratosfera genera una mayor destrucción de la capa de ozono, continuando el deterioro observado en la ozonfera (Lorente, 2010).

Las exposiciones de los ecosistemas a UV-B pueden alterarse por la presencia del cambio climático que influyen en los procesos terrestres que afectan a la eliminación del ozono, alterando también las sustancias acuáticas que absorben radiación UV-B, tales como materia orgánica disuelta en ella. La biogeoquímica global que son las interacciones entre el aumento de radiación UV-B como consecuencia de la eliminación del ozono, y los cambios ambientales que parale-

lamente suceden en el clima y el CO<sub>2</sub> (Lobato, 2010).

Bagua una ciudad que pertenece a la provincia de Bagua del departamento de Amazonas, que se encuentra ubicada en el valle del río Utcubamba, afluente del Marañón. Su geografía se basa en terrazas, llanuras y colinas de poca altitud y de pendientes suaves. Es la región de mejores suelos agrícolas por excelencia en casi todo el departamento de Amazonas. Sus mayores producciones las constituyen los cultivos de arroz, trigo, café, yuca, frijol y algodón. Su clima es muy cálido, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada.

En la ciudad de Bagua, los veranos son largos, muy caliente y los inviernos son cortos, caliente, secos y parcialmente nublados. Durante todo el año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 18 °C o sube a más de 37 °C y con una precipitación media acumulada anual de 674.0 mm. La energía solar que llega a la superficie en la ciudad de Bagua es una energía solar incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en áreas extensas, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta, donde la energía solar de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0,5 kilovatios-hora a 5,8 kilovatios-hora.

Bagua con temperaturas elevadas y con una radiación solar excelsa que incide sobre su superficie, se debe tener en cuenta los efectos que puede causar a la población, ya que el sol emite luz, calor y radiación solar. Las radiaciones solares incluyen tres componentes: los rayos ultravioletas, la luz visible y los rayos infrarrojos. Los rayos ultravioletas actúan principalmente sobre la piel, induciendo pigmentación, quemaduras y, en casos prolongados, lesiones del ácido desoxirribonucleico (ADN) que pueden promover neoplasias cutáneas (Cañarte, 2010).

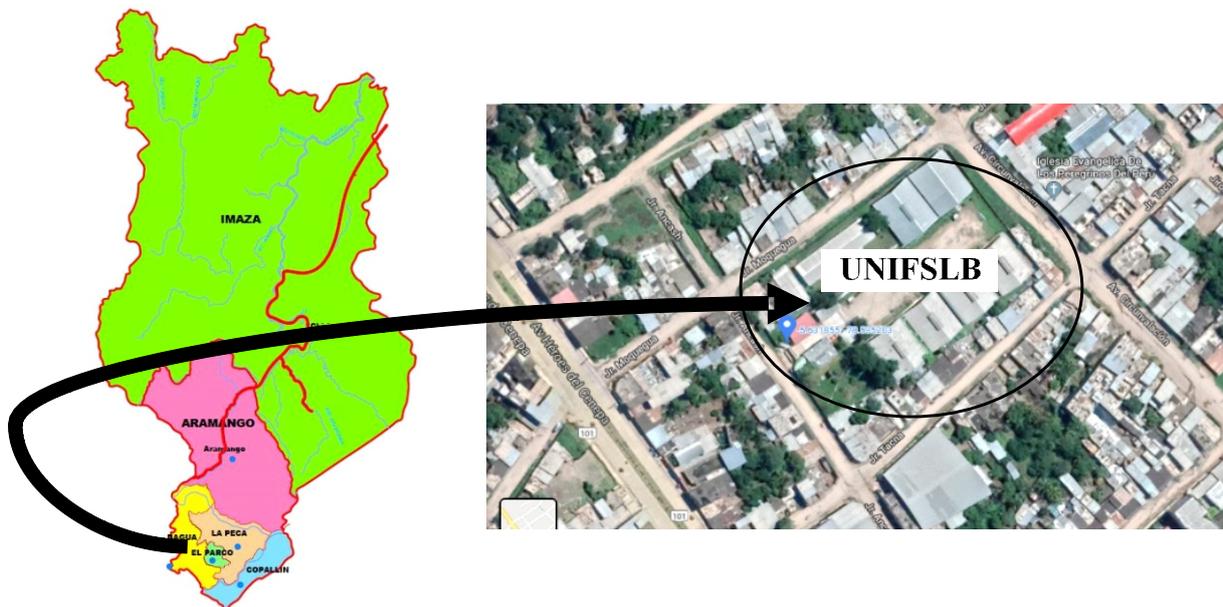
Exposición prolongada al ser humano de radiación

solar UV puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, ojos y el sistema inmunitario. Las quemaduras solares son efectos agudos más conocidos de la exposición excesiva a la radiación UV; a largo plazo, este daño acumulativo produce cambios a nivel celular en cada una de las diferentes capas de la piel, del tejido fibroso y de los vasos sanguíneos, que se puede traducir más tarde en el envejecimiento prematuro de la piel o en el peor de los casos en un cáncer, que se manifiesta con tumores, manchas, úlceras, lunares o masas. La radiación UV puede producir reacciones oculares de tipo inflamatorio, como la queratitis actínica. Los efectos biológicos a la exposición excesiva a la radiación UV, están asociados a graves daños en los sistemas vegetales por la alteración de las funciones clorofílicas que generan disminución de las cosechas como también en el fitoplancton marino. (Benavides, 2010).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación geográfica

El distrito de Bagua es uno de los seis que conforman la provincia de Bagua, se ubica en el departamento de Amazonas en el Norte del Perú. Limita por el Norte con el distrito de Aramango; por el Este, con los distritos de La Peca y El Parco; por el Sur, con el distrito de Copallín; y por el oeste con los distritos de Bagua Grande, el Milagro (Utcubamba), y la provincia de Jaén (Cajamarca). La ciudad de Bagua, capital de la provincia de Bagua, está situada en una plataforma natural levantada a la orilla derecha del río de Utcubamba; a 400 msnm con temperaturas promedio de 30 - 32 °C, Latitud: -5.63917, Longitud: -78.5317 y coordenadas 5° 38' 21" Sur, 78° 31' 54" Oeste. La ciudad universitaria se encuentra ubicada en el distrito de Bagua, lugar donde presenta días mayormente soleados durante todo el año, por lo tanto, la población y los recursos naturales están expuestos a la radiación solar, la medición de la energía solar que llega a la tierra, tiene una importancia fundamental a nivel mundial, debido al calentamiento global.



**Figura 1.** Ubicación geográfica donde se realizó el proyecto.

### Materiales

Para la toma de los datos de los niveles de radiación ultravioleta en el campus universitario de la universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de

Bagua se instaló d la miniestación meteorológica de marca Rika Electronic Technology Co., Ltd, modelo RK900-05.



**Figura 2.** Instalación y funcionamiento de la miniestación meteorológica

Para el registro de los datos de los niveles de radiación solar ultravioleta en la ciudad de Bagua se utilizó un datalogger marca RIKA



**Figura 3.** Datalogger marca RIKA

Los datos registrados por la miniestación meteorológica marca Rika, modelo RK900-05, sobre la radiación solar ultravioleta, se realizó entre los meses marzo – noviembre del 2019. Para el análisis de los datos de radiación solar ultravioleta registrados se utilizó los programas SPSS y Excel.

## RESULTADOS

Los datos registrados de la radiación UV medidas en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Inter-

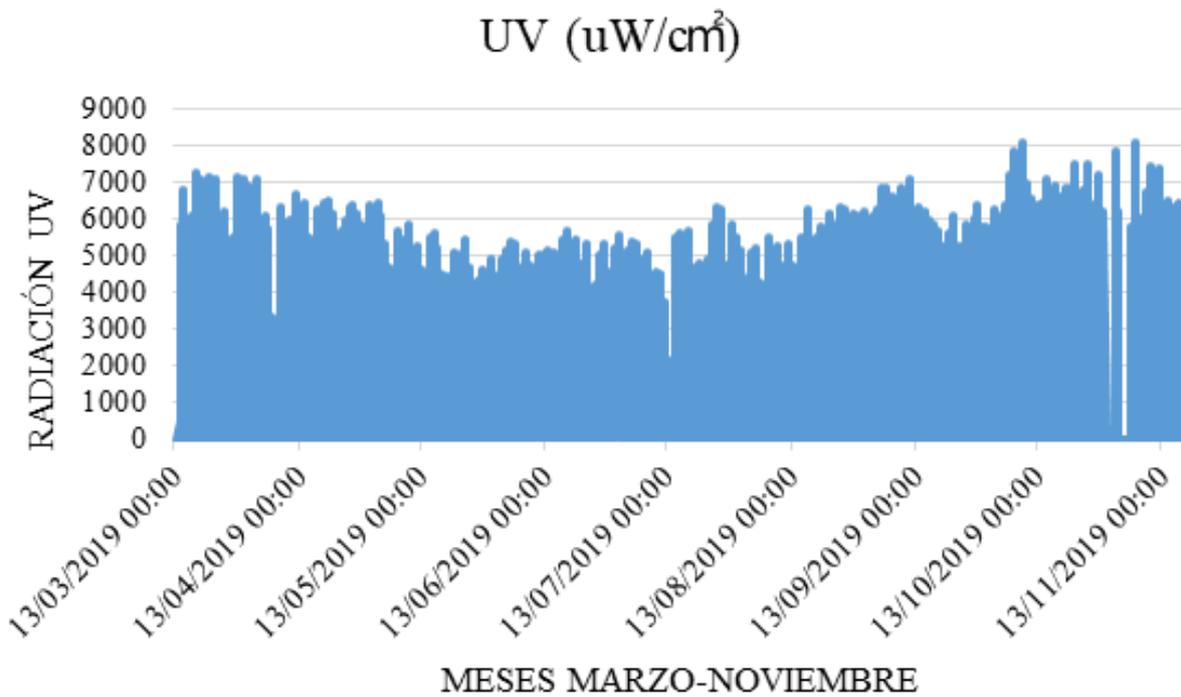
cultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua fueron registrados por la miniestación meteorológica, marca Rika Electronic Technology Co., Ltd, modelo RK900-05, registrándose los datos durante los meses marzo-noviembre del 2019.

La figura 4 muestra la cantidad de radiación solar ultravioleta en  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ , que incide en la superficie del campus universitario de la ciudad de Bagua, registrado desde el alba hasta el ocaso, durante el periodo marzo-noviembre del 2019, teniendo en cuenta días soleados, nublados, combinados y con lluvia.

Según la figura 4, se puede observar los valores registrados de la radiación UV en el campus de la UNIFSLB, en el periodo marzo- abril la radiación su valor a llegado a oscilar entre  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $7000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ , en el periodo mayo-julio la radiación UV oscila entre  $4000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ , en el mes de agosto los valores de radiación que se registro es de  $5000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y mayor a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ , los valores más altos de la radiación UV se muestran en los meses setiembre-noviembre, alcanzando  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y superando los  $8000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ , siendo esto los meses más calurosos que se presentan durante el año en la ciudad de Bagua. La evolución mensual de la radiación UV en la ciudad universitaria de la UNIFSLB se visualiza en la figura 4. Bagua presenta niveles de radiación ultravioleta altos durante todo el año lo cual representa una alerta a fin de informar a la población sobre los daños que genera a la salud humana, la vida de los animales y las plantas.

Presentando picos mayores a  $6000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  de incidencia de radiación ultravioleta en la superficie del campus de la universidad por periodos cortos de tiempo en diferentes meses del año. Los niveles de radiación solar ultravioleta más elevados que inciden en la superficie del campus universitario, se da entre las 11:00 am hasta las 2:00 pm a lo largo del día con un rango de  $5000 (\mu\text{W}/\text{cm}^2)$  hasta  $6000 (\mu\text{W}/\text{cm}^2)$ , mayormente en días soleados.

La figura 4 nos muestra la potencia de radiación por unidad de superficie, presentando valores altos mayo-

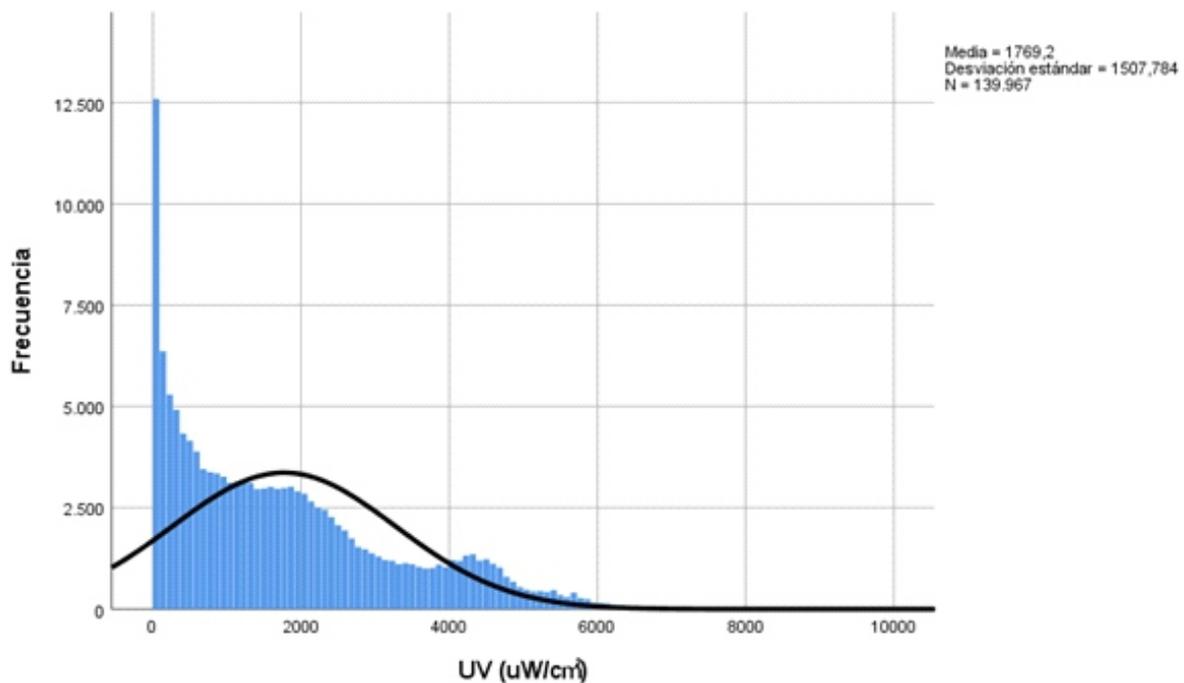


**Figura 4.** Niveles de radiación solar UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), entre marzo – noviembre

res a  $8000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , en los meses más calurosos del año. Lo que pone de manifiesto que esta es una zona geográfica del Perú donde los índices de radiación solar son elevados.

superficie del campus de la universidad en la ciudad de Bagua, de todos los datos registrados en los meses marzo-noviembre 2019, los valores más elevados de la radiación UV que oscila entre  $4000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  durante casi todos los meses del año se registran entre las 11:00 am hasta las 2:00 pm aproximada-

La figura 5, nos muestra la variabilidad de los valores de la radiación solar ultravioleta que incide sobre la



**Figura 5.** Histograma de frecuencia de los niveles de radiación UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )

mente. Los valores registrados de radiación UV mayores a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a más son mínimos y estos valores de radiación ultravioleta se registraron en días bastante soleados.

**Tabla 1.** Análisis estadístico de radiación UV

Análisis estadístico	UV ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
N° validos	139967
N° perdidos	0
Media	1769,20
Mediana	1436,00
Desv. Desviación	1507,784
Rango	8104
Mínimo	0
Máximo	8105

La radiación ultravioleta es en promedio de  $1769,20 (\mu\text{W}/\text{cm}^2)$  con un mínimo de 0 y un máximo de  $8105 (\mu\text{W}/\text{cm}^2)$ , con una desviación estándar respecto al promedio de  $1507,784 (\mu\text{W}/\text{cm}^2)$ .

Hay que tomar en cuenta que en el cálculo estadístico no se discrimina las horas donde no se percibe radiación solar.

## DISCUSIÓN

La radiación solar ultravioleta es una parte de la energía radiante total procedente del Sol, el cual la emite en todas direcciones, gran parte de esta energía incide en la superficie terrestre, que hoy en día el exceso de esta energía es un problema que se hace más común para los seres vivos, la exposición prolongada a este tipo de energía está generando daño a la salud, agricultura, medio ambiente, etc.

Según el análisis de la data registrada de los niveles de radiación UV a través de la miniestación meteorológica instalada en el campus de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, se pueden observar que los niveles de radiación que inciden en la superficie terrestre de la ciudad de Bagua son elevados por periodos prolongados durante los diferentes meses del año 2019, según la figura 4, además esto se debe a que el Perú tiene una cercanía a la zona ecuatorial donde la radiación ultravioleta cae en forma perpendicular sobre el territorio y además depende

también de diferentes factores geográficos y ambientales que posee la ciudad de Bagua, afirmándose que la variación de la radiación solar global es influenciada en mayor o menor medida por la ubicación, geografía, datos astronómicos, físicos y parámetros meteorológicos (Cañada, 1988). También, para estimar la radiación solar global es preciso las condiciones ambientales como las temperaturas, presión, velocidad del viento, etc. (Zhang, 2014) citado por (Quispe, 2018).

Los niveles más altos de radiación UV que presentan los días en la ciudad universitaria de la ciudad de Bagua, se encuentran entre el intervalo de tiempo de las horas del día, entre las 11:00 am hasta las 2:00 pm y que en algunos días se prolonga hasta más de las 3:00 pm, teniendo coincidencia con los resultados de Leslie et al. (2012) y Mimbela (2016), además los índices de radiación a llegando a un valor aproximado de 15, considerado extremadamente alto, estos resultados tienen coincidencia con (Huilca et al. 2017) que obtiene valores IUV máximos superiores a 12, que es extremadamente alto según la escala de la OMS. En la ciudad de Bagua la radiación ultravioleta que llega a la superficie es elevada y es variable durante el día, además Algaba (2010) indica que la intensidad de la radiación UV que llega al suelo varía a lo largo del día y tiene el valor más alto al medio día y en ausencia de nubes.

El registro de los datos muestra que la radiación ultravioleta en la ciudad universitaria de la ciudad de Bagua es cambiante en los diferentes meses del año, llegando a oscilar entre  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $7000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses marzo-abril, entre  $4000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses mayo-julio, de  $5000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y mayor a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en el mes de agosto, alcanzando los  $7000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y superando los  $8000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses setiembre-noviembre, siendo esto los meses más calurosos del año en la ciudad de Bagua, estos valores varían en diferentes meses del año, así como las obtenidas por, Barahona & Martínez (2018) y Vázquez & Vázquez (2018).

La ciudad de Bagua registra valores elevados de radiación ultravioleta que incide de forma directa en la

población estudiantil, el cual se debe tener presente estos valores, porque según estudios realizados la exposición por tiempos prolongados genera efectos negativos a la salud humana, animales y vegetación, en el ser humano, una exposición prolongada a la radiación solar UV puede producir efectos agudos y crónicos en la salud de la piel, los ojos y el sistema inmunitario, confirmado por la OMS – OMM, el índice de radiación ultravioleta se asocia a una categoría de exposición y no hace mención a niveles de riesgo, si bien ambos están relacionados, el SENAMHI ha venido explicando constantemente que riesgo no es lo mismo que peligro, El riesgo es la probabilidad de que ocurra un efecto negativo, pero ser afectados además de la existencia del peligro debemos estar expuestos a ese peligro, justamente el UVI mide la irradiancia solar eritemática a la que estaríamos expuestos, es decir el UVI es una categoría de exposición asociada al tipo de piel (Alfaro, Llacza y Sánchez, 2016).

### CONCLUSIONES

El estudio permitió registrar datos de los niveles de radiación ultravioleta en el campus universitario de la UNIFSLB en los meses marzo-noviembre, obteniéndose que la radiación es variable en los diferentes meses del año en la ciudad de Bagua.

Los niveles de radiación ultravioleta en la ciudad universitaria de la UNIFSLB que se registró en los diferentes meses oscilan entre  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $7000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses marzo-abril, entre  $4000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses mayo-julio, registro entre  $5000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y mayor a  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en el mes de agosto y alcanzando  $6000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  y superando los  $8000 \mu\text{W}/\text{m}^2$  en los meses setiembre-noviembre, meses más calurosos del año en la ciudad de Bagua.

El análisis de los datos registrados sobre la radiación ultravioleta en la ciudad universitaria de Bagua, nos indica que la energía solar que llega a la superficie con mayor intensidad en los días soleados sin presencia de nubes, días soleados con presencia de nubes y días nublados se da entre el rango de periodo de tiempo del día de 11:00 am hasta las 2:00 pm aproximadamente,

confirmándose que la ciudad de Bagua por su ubicación geográfica es de gran actividad solar y alta radiación durante periodos prolongados durante el año, siendo de alto riesgo para las personas expuestas a dicha radiación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, S. (2017). “radiación ultravioleta en Arequipa 2016 - 2017”. Perú - Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5778>
- Alfaro, L.; Llacza, A. y Sánchez O. (2016). Pronóstico con cobertura nacional del índice de radiación solar ultravioleta. NOTA TÉCNICA N° 002 - 2016 SENAMHI.
- Algaba, I. (2010). Protección ultravioleta proporcionada por los textiles: estudio de la influencia de las variables más significativas y aplicación de productos específicos para su mejora. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6493/03IMaj03de11.pdf?sequence=>
- Barahona, M. A. F., & Martínez, W. L. (2018). Estudio preliminar del potencial solar en el campus ciudad universitaria de la UNAH. *Revista Ciencia y Tecnología*, (23), 129-142. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i23.6865>
- Benavides, H. (2010). Información técnica sobre la radiación ultravioleta, el índice UV y su pronóstico. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM*. Bogotá.
- Cañarte, K. 2010. Radiación Ultravioleta y su efecto en la salud. *Ciencia UNEMI*.
- Castanedo-Cázares, J. P., Torres-Álvarez, B., Ehnis-Pérez, A., & Alba-Barba, I. (2013). Niveles de radiación UV ambiental para dosificar el PUVA-sol en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(3),

- 264-269.
- Huilca Arbieto, M., William Taipe, C., & Saavedra, M. (2017). Índice Ultravioleta en la ciudad de Puno para cielos claros. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(2), 211-218. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.280>
- Leslie, G., Fanola, Guzmán Z., Decker, Peñaloza M., Marcelo, & Zaratti, Francesco. (2012). medidas de radiación ultra violeta solar en el municipio de Sica Sica. *Revista Boliviana de Física*, 21(21), 1-5.
- Lobato, C. V. (2010). La radiación solar: efectos sobre el medio ambiente. In *La radiación solar [Recurso electrónico]: efectos en la salud y el medio ambiente* (pp. 109-120). Universidad Internacional de Andalucía.
- Lorente, J. 2010. La radiación solar. Curso de fotoprotección. Departamento de Astronomía y Meteorología Universidad de Barcelona.
- Mimbela, N. J. D. (2016). Radiación ultravioleta. Análisis de su comportamiento estacional en diferentes sectores de la región Piura. Costa Norte del Perú. *Ingenierías USBMed*, 7(1), 2 - 6 - 3 - 0 . <https://doi.org/10.21500/20275846.2020>
- Mimbela, N. J. D., Rubio, L. R., Jiménez, J. C., & Domínguez, Y. V. (2017). Aplicación de Dispositivos Móviles en la Medición de los Niveles de Radiación Ultravioleta y su Validación en el Distrito de Chulucanas Región Piura Perú. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 49-55. <https://doi.org/10.21500/20275846.1841>
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (1994). Programa internacional de seguridad química, criterios de salud ambiental. Radiación ultravioleta. Ginebra: Organización Mundial de la salud.
- Quispe L. 2018. Determinación y análisis espacio temporal de la radiación solar global en el Altiplano de Puno. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9634>
- Vázquez, M. A., & Vázquez, B. P. (2018). Radiación total de UVB en San Lorenzo, Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 23(1), 83 - 90 . <https://doi.org/10.32480/rscp.2018-23-1.83-90>