

Setiembre 2023
vol. 09

**BOLETIN MENSUAL
VIGILANCIA DE LA
RADIACIÓN UV-B
EN CIUDADES DEL
PAIS**



Introducción

Nuestros ojos perciben sólo una parte de la radiación electromagnética emitida por el sol, la que está en el llamado espectro visible, entre las longitudes de onda entre 400 y 700 nm. Sin embargo, el sol emite energía dentro de una gran gama de longitudes de onda. Parte de esta radiación es la radiación ultravioleta o UV.

La radiación ultravioleta es una radiación electromagnética de longitud de onda más corta que la radiación visible, pero más larga que los rayos X. Aproximadamente el 5% de la energía del Sol se emite en forma de radiación ultravioleta. Ésta puede resultar nociva para los seres vivos, por lo que el control de estos niveles de radiación solar es muy importante de cara al desarrollo de actividades al aire libre.

En lo que se refiere a los seres humanos, la radiación ultravioleta es la causante del bronceado, pero en altas dosis pueden provocar también la aparición de patologías oculares y daños en la piel como envejecimiento prematuro, arrugas, quemaduras y cánceres de piel. De hecho, el bronceado, la producción de melanina, no es sino la reacción de defensa natural de nuestra piel contra los efectos nocivos de los UV.

En relación a lo explicado, dado los altos niveles en la intensidad de la radiación UV, en esta temporada, en la región tropical, especialmente en nuestro país, el SENAMHI viene realizando la Vigilancia de la radiación ultravioleta en diferentes ciudades de nuestro País con la finalidad de informar a la población sobre el comportamiento espacial y temporal de esta variable y puedan tomar las precauciones pertinentes, a fin de evitar impactos negativos en la salud.

Metodología de cálculo de índice de Radiación Ultravioleta

El índice de la radiación ultravioleta (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El SENAMHI viene realizando la medición de la radiación UV tipo B a través de la Dosis Eritématica Mínima por hora (MED/h), esta unidad de medición es utilizada por razones médicas ya que su valor representa la efectividad biológica de su acción para causar una quemadura en la piel humana. El IUV es adimensional y se define mediante la siguiente fórmula, propuesto por la Organización Meteorológica Mundial (2002):

$$IUV = MED/HR * 0.0583(W/m^2) * 40(m^2 /W)$$

Donde MED/HR es medida por el instrumento UV-Biometer. El valor 0.0583 se utiliza para convertir el MED/HR a irradiancia espectral solar, expresada en W/m².

TOMA EN CUENTA

CLASIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

UV-A, 320 - 400 nm. Menos nociva. Llega en mayor cantidad a la tierra. Casi todos los UV-A pasan por la capa de ozono, atraviesan la capa cornea, epidermis y llegan hasta la dermis

UV-B, 280 - 320 nm. Puede ser muy nociva. La capa de ozono absorbe la mayor parte del UV-B. Su deterioro aumenta la amenaza. Atraviesan la piel hasta la epidermis y también capa cornea

UV-C, 100 - 280 nm. Muy nociva debido a su gran energía. El oxígeno y el ozono de la estratosfera lo absorben. No llega a la superficie.

ESCALA DEL ÍNDICE IUV

VALOR DEL ÍNDICE UV				NIVEL DE RIESGO	
UV ÍNDICE 1	UV ÍNDICE 2			BAJA	
UV ÍNDICE 3	UV ÍNDICE 4	UV ÍNDICE 5	  	MODERADA	
UV ÍNDICE 6	UV ÍNDICE 7	   	ALTA		
UV ÍNDICE 8	UV ÍNDICE 9	UV ÍNDICE 10	    	MUY ALTA	
UV ÍNDICE 11 a más		    	EXTREMADAMENTE ALTA		

I.- RESULTADOS

1.1.- CONDICIONES GENERALES

Del monitoreo realizado durante el mes de setiembre 2023 en las diferentes ciudades de nuestro país, se observó que los Índices UV promedios mensuales, han tenido un comportamiento variable, pero con una cierta tendencia al ascenso. En nuestro litoral las condiciones de tiempo han sido por lo general buenas, especialmente en el sur, debido a que las anomalías de temperatura de agua de mar continúan siendo menores a las del centro y norte. Por otro lado, el régimen térmico del aire ha continuado registrando valores por encima de sus normales debido a las condiciones cálidas del océano, explícitamente en la región del Niño 1+2. Asimismo, en la región andina especialmente en el sur se registraron condiciones de buen tiempo con cielo entre nublado a despejado, debido a la formación de un sistema anticiclónico, en niveles medios de la atmósfera, que favoreció el ingreso de masas de aire ligeramente secos. En la región de la selva especialmente en el norte, se registraron vientos del noreste los cuales permitieron el ingreso de masas de aire con contenido de humedad originando precipitaciones localizadas.

Todos estos procesos mencionados incidieron en el comportamiento espacial y temporal de la radiación UV.

Se debe tener presente que climáticamente el mes de setiembre se caracteriza porque astronómicamente se da inicio a la estación de la primavera en el hemisferio sur, los cuales, en el transcurso de esta temporada, se evidencian incrementos paulatinos de la temperatura del aire a nivel nacional, asimismo se observa el inicio de la temporada de lluvias en la región andina y la disminución de lloviznas y neblinas en la región costera. Las condiciones atmosféricas empiezan a limitar la ocurrencia de friajes en la selva y heladas en la sierra.

Cabe mencionar que, en este periodo, el sistema denominado Alta de Bolivia paulatinamente va encontrando condiciones para su formación, el cual con el transcurrir de los meses se va extendiendo y movilizand o el área de acción.

En el presente año durante el mes de setiembre se observaron las siguientes condiciones: en toda la costa se mantiene el registro de anomalías positivas de temperatura mínima que oscilaron entre 1.0°C a mayores de 3.0°C, especialmente en la costa norte y central. Por ejemplo, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y Ancash las anomalías oscilaron entre 3.0°C y 4.0°C, dándonos a entender la continua influencia que tienen las condiciones cálidas del agua de mar en el comportamiento térmico del aire, los cuales,

.....

aunados al flujo de vientos del Pacífico, permitieron un mayor incremento en la sensación térmica de dichos departamentos. En la sierra norte el régimen térmico, por lo general fue variable, mayormente cercano a sus valores normales aunque en algunas localidades se registraron anomalías positivas del orden de 1.0°C a 3°C debido a la presencia de cobertura nubosa media y baja, mientras que en la sierra central y sur el comportamiento fue variable dado de que las anomalías registradas fueron en ciertas zonas cercanos a sus valores climáticos y en otras anomalías positivas y negativas alcanzando valores entre 1.0°C y 2.0°C así como entre -1.0°C y -2.0°C. En la región de la selva las condiciones de temperatura mínima, estuvieron por encima de sus valores climáticos, dándonos a entender la presencia del periodo cálido. Las anomalías positivas continuaron registrando valores entre 1.0°C a mayores de 3.0°C.

En lo concerniente a las temperaturas máximas, también registraron anomalías positivas en gran parte del país evidenciando nuevamente un escenario cálido.

Por ejemplo, en gran parte de la costa central y norte las anomalías positivas estuvieron oscilando, al igual que el mes pasado, entre 1.0°C a 4.0°C (por cuarto mes consecutivo), lo cual nos hace pensar en el gran efecto que tienen las anomalías positivas de temperatura de agua de mar en las condiciones térmicas de la zona, aunados a las condiciones locales. En la costa sur las anomalías positivas mayormente oscilaron entre 1.0°C y 3.0°C, pero hubo dos regiones donde las anomalías estuvieron entre 3.0°C y 4.0°C (en Arequipa y en Tacna). Tal como se ha explicado en un boletín anterior, en esta región, el rango de anomalías es menor debido a que el agua de mar es menos cálida que en el centro y norte del país. En la región andina las anomalías positivas de temperatura oscilaron mayormente entre 1.0°C a 4.0°C.

En la región de la selva las condiciones térmicas estuvieron por encima de sus valores climáticos, los cuales oscilaron entre 1.0°C a 3.0°C (parecido al mes de agosto).

Cabe mencionar que las condiciones térmicas aunadas a las de vapor de agua, especialmente en la zona norte del país, llegaron a tener una influencia en los niveles de radiación ultravioleta en el país.

En lo que respecta a las precipitaciones, el comportamiento fue el siguiente: en gran parte de la costa, se registraron condiciones normales, solo en el caso de Lima y Tacna se registraron anomalías positivas, entre 200% y 400%. Asimismo, en gran parte de la sierra norte se registraron anomalías negativas durante el mes, los cuales oscilaron entre -30% a -100% especialmente en los departamentos de Cajamarca, Piura, Lambayeque y La Libertad. Por otro lado,

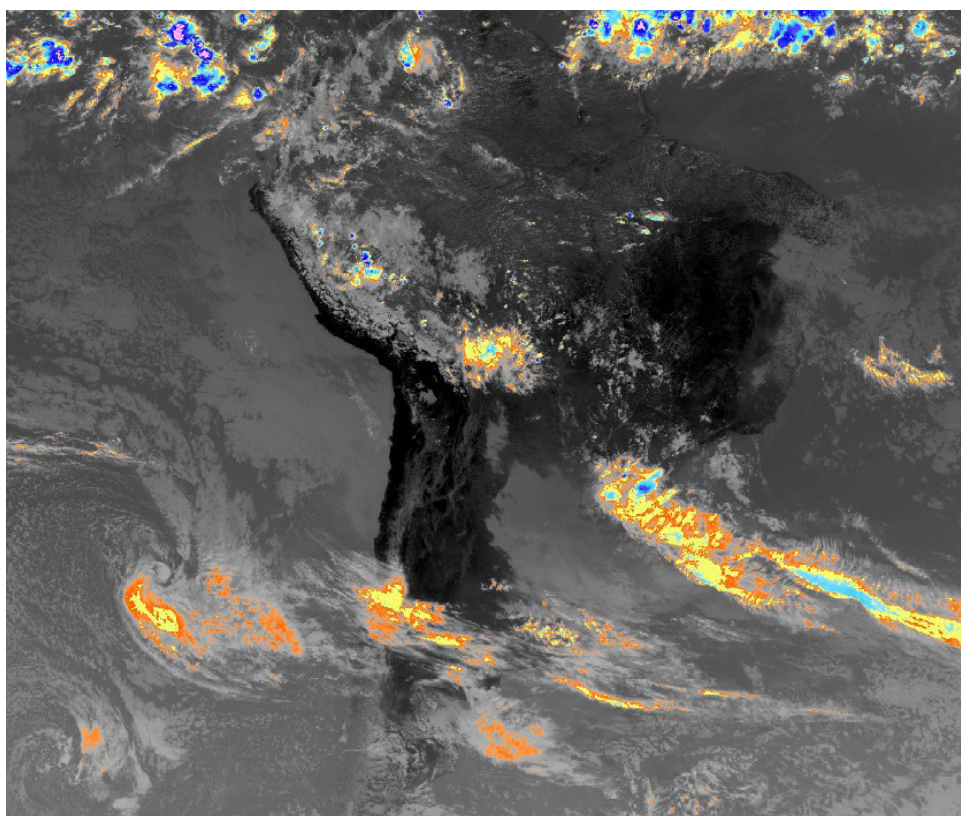
ocurrieron algunas precipitaciones originadas por vientos del este y noreste como producto de una vaguada al oeste de nuestro país, en niveles altos. Estas precipitaciones fueron esporádicas, lo cual no permitió contrarrestar la deficiencia de lluvias del mes. En la sierra sur el comportamiento fue parecido al norte con deficiencias de hasta -100%. En gran parte de la sierra central se registraron anomalías positivas del orden de 15% a 800%.

En la región de la selva, mayormente en el norte se registraron anomalías negativas de hasta -100%, mientras que la selva central y sur, entre normal a ligeramente superiores.

Un ejemplo típico de las condiciones meteorológicas predominantes, especialmente en la tercera semana del mes de setiembre lo demuestra la imagen satelital del GOES 16 Canal 13 del día 19 a las 12:00 horas locales, tal como se aprecia en la Figura 1, donde se observó cobertura nubosa en la región norte y central del país generando algunas precipitaciones esporádicas. En la región sur del país se observó, por lo general, escasa nubosidad generando buen tiempo con una moderada profundidad óptica. Dichas condiciones afectaron la intensidad de la radiación ultravioleta en las regiones mencionadas.

FIGURA N° 1

Imagen que muestra cobertura nubosa en la región norte del país, así como cielo despejado en el sur



1.2.- RADIACIÓN EN ONDA LARGA

Por otro lado, el elemento considerado en la distribución espacial y temporal de la radiación ultravioleta es la radiación en onda larga (ROL) que durante el mes de setiembre (Figura 2), según la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), ha registrado condiciones secas en todo el país (debe señalarse que el análisis se centra en el periodo del 01 al 15 de setiembre dado de que no se tuvo información de todo el mes). Si bien es cierto que en superficie se han registrado precipitaciones aisladas, incluso por encima de sus valores normales, sin embargo, el modelo de la NOAA no lo refleja así, posiblemente por la baja resolución del modelo. En cambio, para otras regiones del país, el modelo responde bien a la escasez de lluvia, tanto así que coincide con las anomalías positivas de ROL en la región andina norte y sur, con valores de 15 w/m^2 a 20 w/m^2 (más seco que el mes pasado). Solo en el departamento de Madre de Dios y Puno los valores de ROL consideran que se encuentra cercano a sus valores normales.

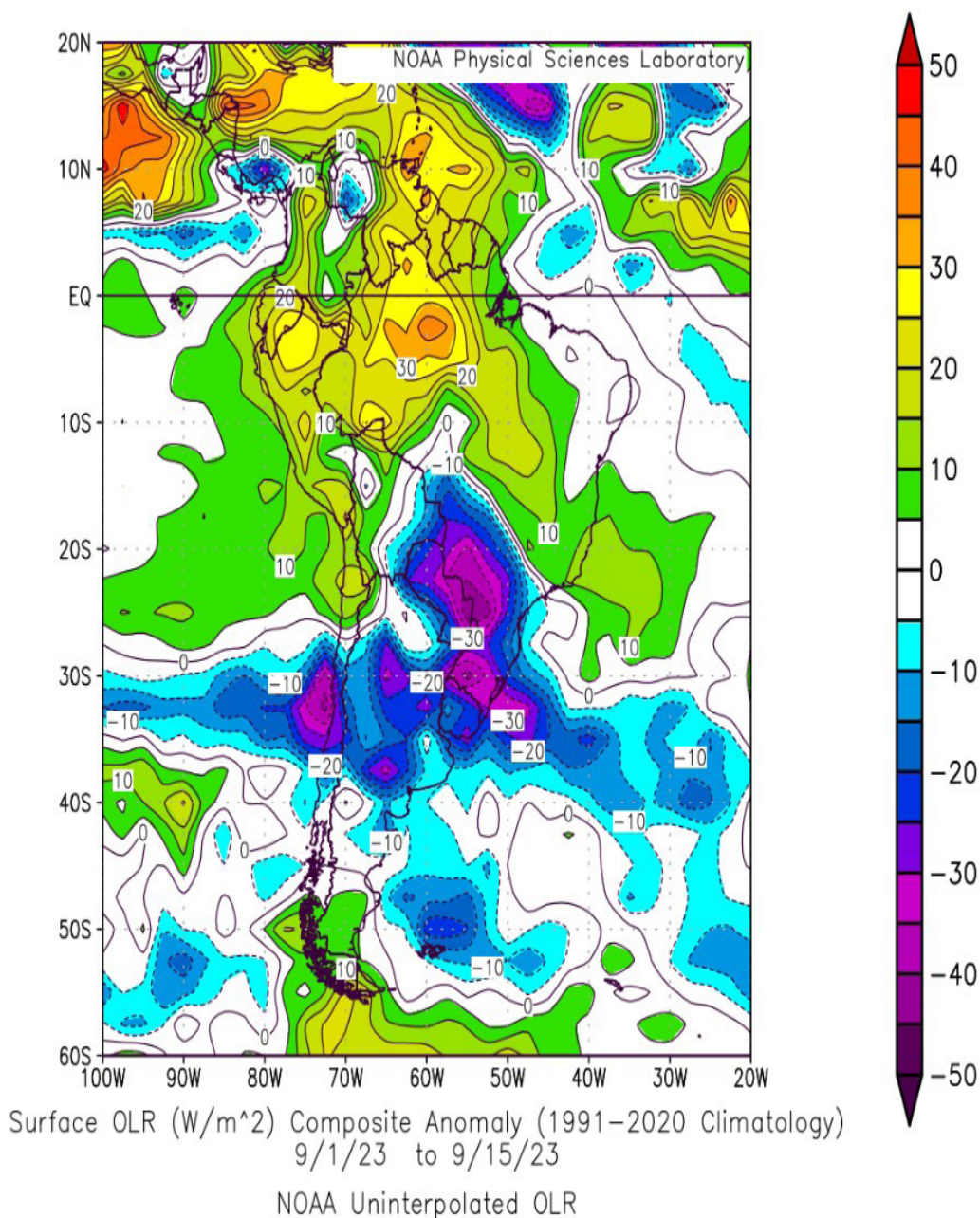
De acuerdo al modelo, en la selva norte las condiciones son de deficiencia extrema, permitiendo saber que las escasas precipitaciones registradas durante el mes, han sido insuficientes.

Las condiciones secas se replican en la zona norte de América del Sur como Ecuador y Colombia, mientras que en Venezuela (parte oeste) se registraron anomalías negativas del orden de -15 w/m^2 . En la región norte y central de Brasil los valores de ROL oscilaron entre 5 w/m^2 a 40 w/m^2 , mientras que en la región sur entre -5 w/m^2 y -45 w/m^2 (precipitaciones intensas). Asimismo, en la región central de Chile, Argentina, en todo Paraguay y todo Uruguay las anomalías de ROL oscilaron entre -5 w/m^2 y -45 w/m^2 , debido a ingresos de sistemas frontales. En el sur de Chile y Argentina, se registraron anomalías positivas del orden de 5 w/m^2 a 20 w/m^2 . En el lado oeste de Bolivia las deficiencias de lluvias oscilaron entre 5 w/m^2 a 15 w/m^2 . En latitudes medias entre 25°S y 55°S y longitudes 100°W y 20°W , las anomalías fueron negativas del orden de 5 w/m^2 a 35 w/m^2 . Finalmente, en el Atlántico Norte, los valores de ROL fueron bastante variables con anomalías positivas y negativas. Estos resultados permiten resumir que la atmósfera se encuentra en continua sequedad sobre América del Sur debido a la época de estiaje aunados al periodo cálido de El Niño costero.

Según esta información, se han observado condiciones que permitieron que los niveles de radiación ultravioleta promedios mensuales hayan registrado un comportamiento al ascenso, debido a la escasez de aerosoles atmosféricos como producto de la época de estiaje. Algunas regiones o localidades, más bien, mantuvieron valores similares al mes pasado y en otras menores. Las condiciones de tiempo, especialmente en la región sur del país han sido mayormente con cielo entre nublado a despejado.

FIGURA N° 2

Anomalías de Radiación en Onda Larga



1.3.- CONCENTRACIÓN DE OZONO ATMOSFÉRICO

El comportamiento de la concentración de ozono también influyó en la variabilidad espacial y temporal de la radiación ultravioleta en el país. Se debe tener presente que el ozono atmosférico permite el amortiguamiento del ingreso de la radiación ultravioleta a la superficie terrestre motivo por el cual su estudio es importante para determinar los lugares con posibles

.....

incrementos o disminuciones en su intensidad. Claro está que la variabilidad de la radiación ultravioleta también está supeditada a otras variables como las atmosféricas y astronómicas. Para obtener valores de ozono se tienen que realizar mediciones desde tierra o también desde satélites. Los equipos denominados Espectrofotómetros Dobson son considerados los primeros equipos de medición del ozono y se encuentran distribuidos a nivel mundial. Asimismo, los satélites como el Aura y Suomi proveen información de ozono, para lo cual cuentan con sensores especializados.

Durante el mes de setiembre el comportamiento del ozono atmosférico sobre nuestro país ha oscilado mayormente entre 275.0 UD y 277.5 UD (mucho mayor al mes pasado), especialmente en la ciudad de Lima (costa), mientras que en la región andina central tales concentraciones oscilaron entre 260.0 UD y 262.5 UD. Este incremento, con respecto al mes pasado, se debe mayormente a la mayor actividad en cuanto a las reacciones fotoquímicas por efecto de la mayor intensidad de la radiación solar ultravioleta propios de la estación astronómica de primavera. Por otro lado, se debe mencionar que los procesos físicos que ocurren en la atmósfera continúan siendo influenciados por el calentamiento del mar sobre el Pacífico ecuatorial y que a través de ondas se llegan a alterar, modificando parte de la circulación atmosférica en niveles altos.

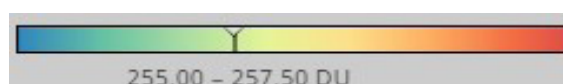
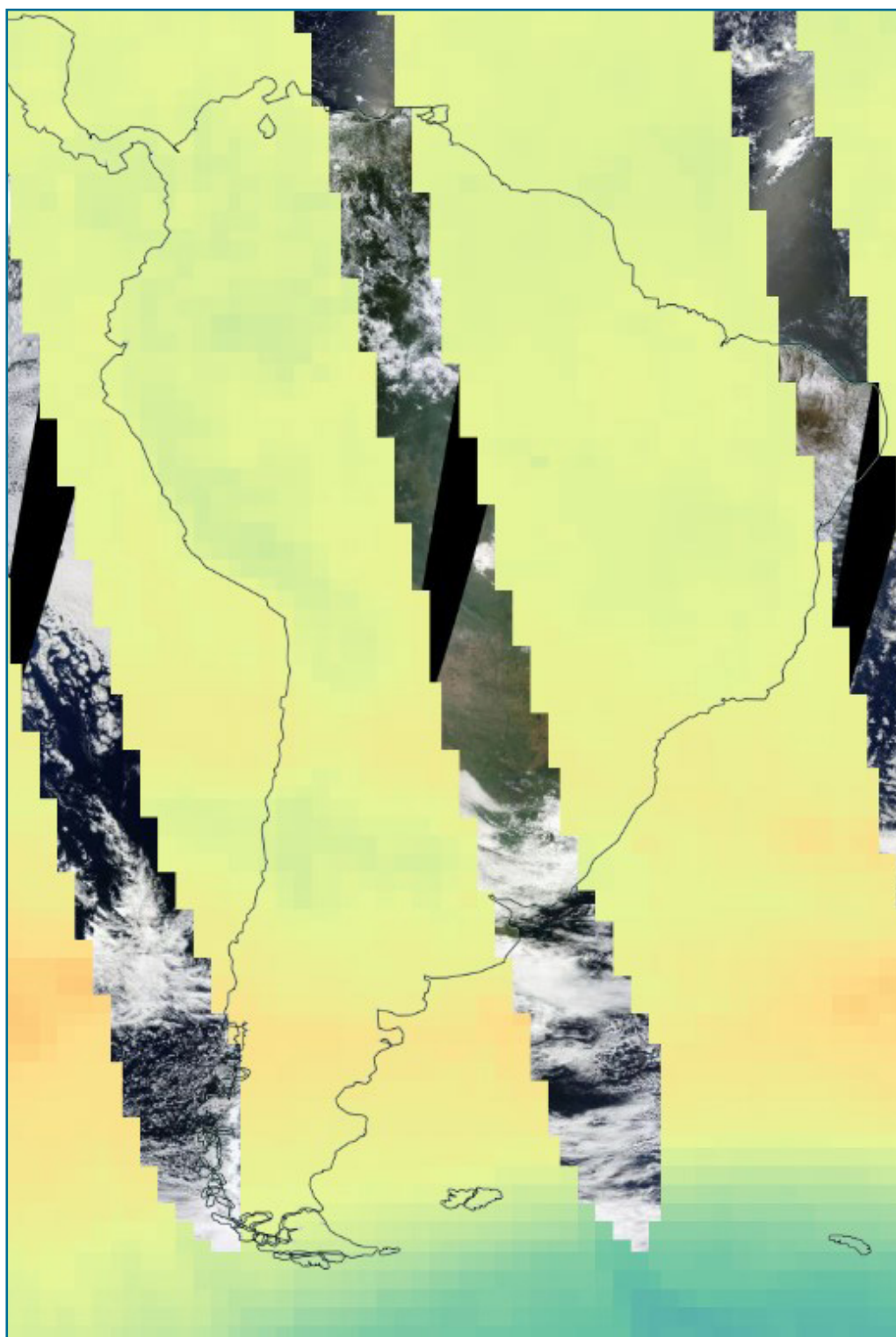
A lo largo de toda la Cordillera de los Andes de América del Sur, las concentraciones de ozono atmosférico son menores debido a la menor masa atmosférica (regiones con color azul o celeste). Las regiones un poco claras de color amarillo representan zonas con mayor concentración de ozono. La circulación Brewer- Dobson juega un papel muy importante en la distribución espacial y temporal de las concentraciones de ozono en latitudes medias y altas.

Cabe mencionar que las concentraciones de ozono en esta época del año, tienden a incrementarse debido a aspectos de circulación de los vientos, así como a la estacionalidad.

En la figura 3 se muestra un día típico del mes de setiembre mostrando concentraciones de ozono atmosférico sobre Sudamérica (día 23 de setiembre). Imagen obtenida del Aura (OMI). Concentraciones altas en latitudes bajas (regiones de color amarillo y a veces anaranjado), mientras que en latitudes medias las concentraciones son mucho mayores.

FIGURA N° 3

Concentración de Ozono Atmosférico Sudamérica (OMI)



1.4.- ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUV)

IUV PROVENIENTE DEL CAMS

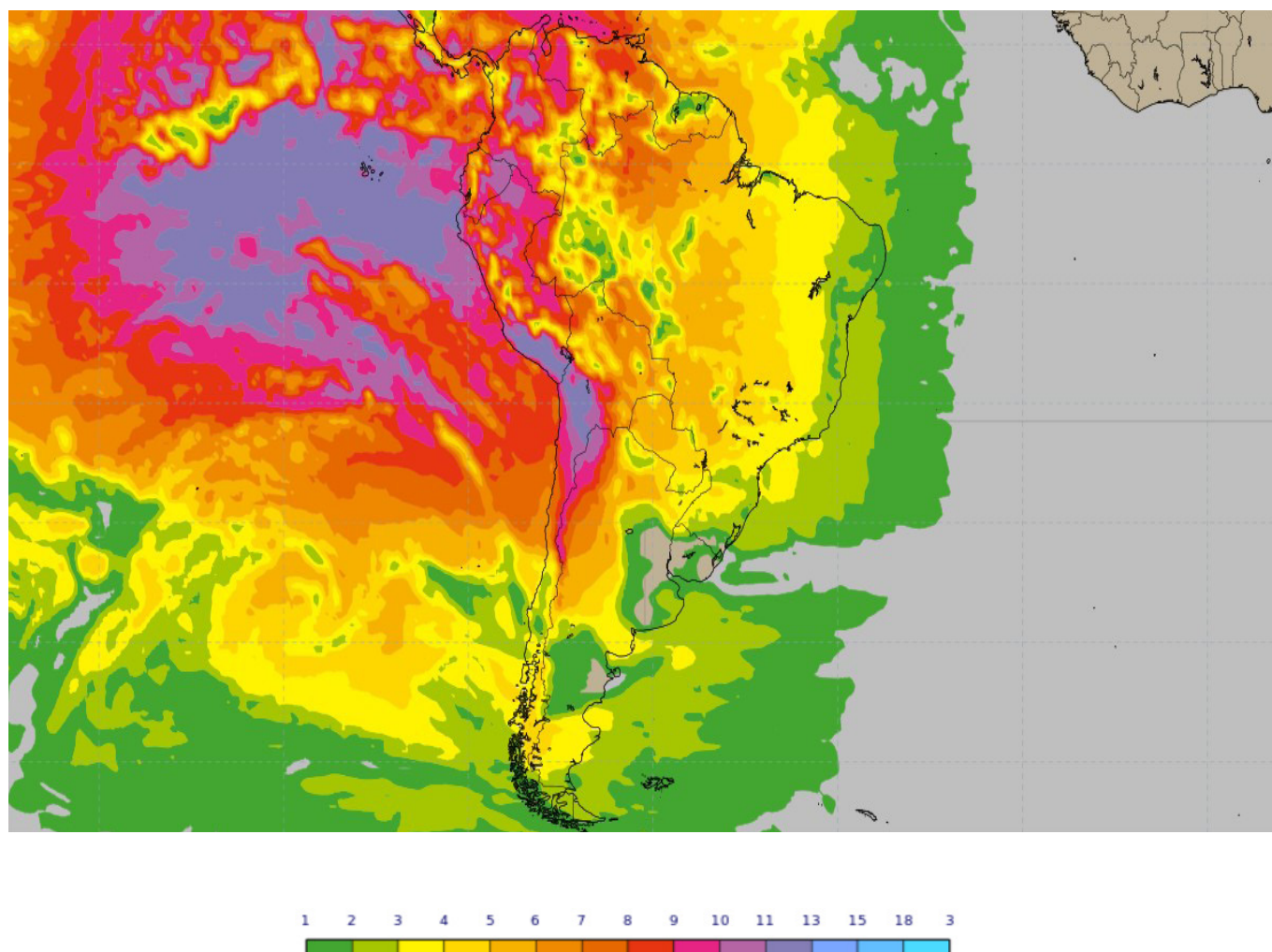
En la figura 4, se muestra la distribución de la radiación ultravioleta característico del mes de setiembre, en América del Sur, expresados en IUV proporcionados por CAMS para el día 20 de setiembre a las 13:00 horas locales. Para el caso de nuestro país se observan niveles entre Moderado a Extremadamente Alto (IUV de 4 a 13) mayormente en la sierra sur debido a la época de estiaje (baja concentración de aerosoles). En la costa norte los IUV oscilaron entre 5 y 10 considerados como Moderado a Muy Alto debido a la presencia aún de cobertura nubosa, así como a las precipitaciones por efecto de circulaciones regionales. En la costa central, debido a la presencia de cobertura nubosa mayormente baja, los IUV oscilaron entre 4 y 8 considerados entre Moderado a Muy Alto. En la costa sur, los niveles de radiación ultravioleta oscilaron entre 5 y 11. En lo concerniente a la región andina, debido a la época seca, la radiación ultravioleta tuvo un comportamiento variable, pero más por cuestiones meteorológicas. En la sierra norte se registraron algunas precipitaciones aisladas por efectos básicamente regionales en la atmósfera media de la tropósfera, los cuales permitieron que disminuya ligeramente la intensidad de la radiación en los días en que ocurrieron las lluvias. La cantidad de aerosoles presentes en la región norte del país, fue determinante para el registro de esos niveles donde la profundidad óptica estuvo oscilando entre 0.10 a 0.25 considerados como atmósfera moderadamente limpia. Los niveles de radiación ultravioleta en la región andina norte del país estuvieron oscilando entre 4 y 9 de IUV. En cambio, en la región sur, dada la persistencia de las condiciones de buen tiempo, durante gran parte del mes, las concentraciones de aerosoles fueron bajos con valores menores a 0.15 pero el factor que permitió una disminución, como siempre en esta época, fue la astronómica aunado a la presencia de un sistema anticiclónico en el lado oeste de nuestro país que permitió el ingreso de masas de aire seco (parecido a lo ocurrido en el mes anterior). Los valores de IUV oscilaron entre 8 y 14 considerados como Muy Alto a Extremadamente Alto.

En la selva norte, se presentaron condiciones de cielo cubierto con algunas precipitaciones, donde los IUV oscilaron entre 3 y 8 considerados entre Moderado y Alto. En la selva central y sur, mas bien, hubo deficiencias de lluvia.

Por otro lado, se debe mencionar que, dada la variabilidad de las condiciones meteorológicas en casi todo el país (con mayor incidencia en la región norte y andina sur), los niveles de radiación UV han estado afectados a dicho comportamiento, así como al astronómico. En gran parte de las regiones se incrementaron, mientras que en otras se mantuvieron similares al mes anterior.

FIGURA N° 4

Mapa de IUV en América del Sur (20 setiembre 2023 Hora: 13:00 Local)



IUV PROVENIENTE DE MEDICIONES EN SUPERFICIE

Costa

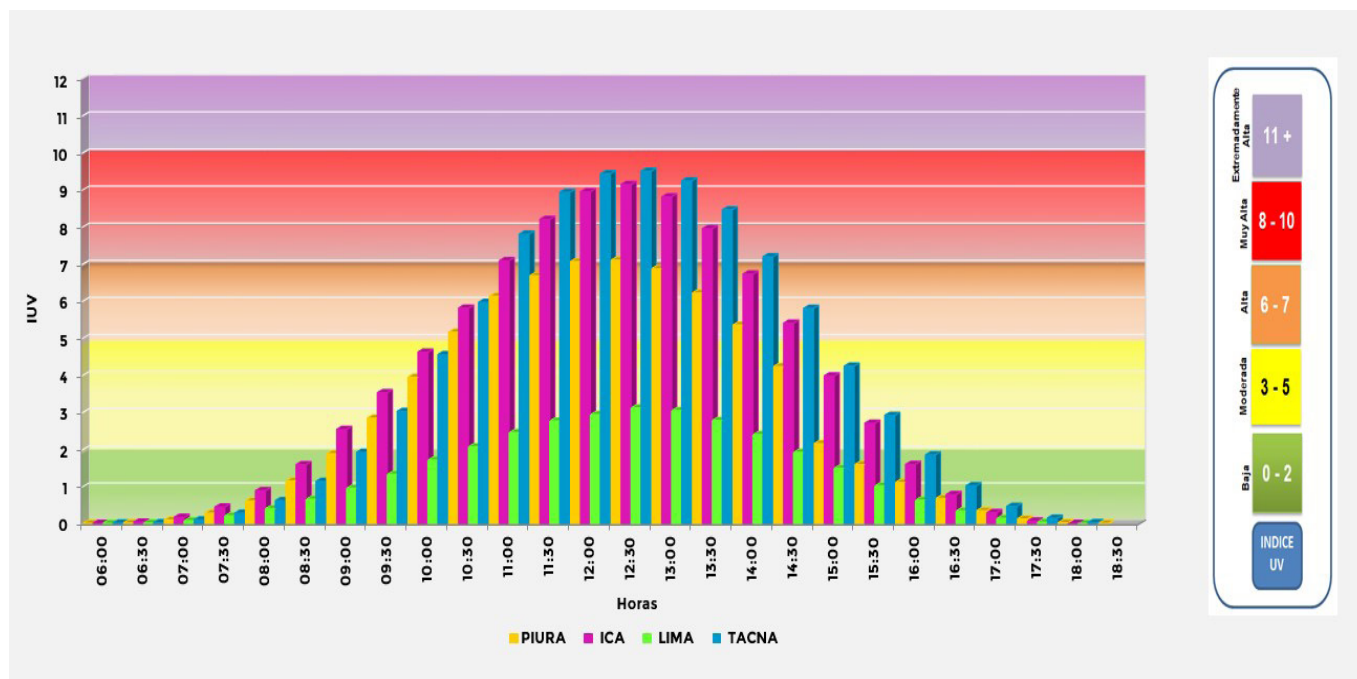
En la ciudad de Lima (Jesús María) el IUV mensual fue de 3, inferior al mes de agosto, considerado como un nivel de riesgo para la salud como Moderado, mientras que el valor máximo fue de 6. Los valores de IUV en el mes oscilaron entre 2 y 6 (valores inferior y superior, menor y mayor al mes pasado). Figura 5.

Por otro lado, en la ciudad de Tacna el IUV promedio mensual fue de 10 considerado como Muy Alto, mientras que los valores máximos de IUV oscilaron entre 6 y 12.

En la región norte de nuestro país como la ciudad de Piura, el IUV promedio del mes, fue de 7 considerado como Alto. Los valores máximos de IUV oscilaron entre 4 y 9.

FIGURA N° 5

Indice promedio de radiación ultravioleta en el mes de setiembre de 2023 para las ciudades de Piura, Ica, Lima y Tacna (Costa)



Cabe mencionar que, en la costa norte, las condiciones meteorológicas continuaron con presencia de cobertura nubosa media a baja, durante gran parte del mes donde se registraron precipitaciones, incluso por encima de sus valores normales como consecuencia de circulaciones regionales, así como la presencia de vientos del este y noreste en niveles medios de la tropósfera, los cuales causaron cierta inestabilidad atmosférica, permitiendo la ocurrencia de precipitaciones. La temperatura del agua de mar por encima de sus valores normales también juega un rol importante para la ocurrencia de las mismas debido al gran poder evaporante de la atmósfera. La temperatura del aire continúa por encima de su normal producto del sobrecalentamiento (hasta 3°C). Los vientos de superficie trasladan el vapor cálido hacia las costas permitiendo que la sensación térmica se incremente sustancialmente. A pesar de esta situación, los niveles de radiación ultravioleta registraron un ligero incremento apoyados por la gran cobertura nubosa presente.

Cabe resaltar que setiembre es un mes donde aún se tienen características típicas de invierno sabiendo que a partir de la tercera semana se inicia la estación astronómica de primavera, razón por la cual los sistemas

atmosféricos tienden a reacomodarse en forma paulatina para dar paso a condiciones propias de la estación que se inicia. La formación de neblinas es característica aún en esta temporada. Los sistemas que generan las lluvias en todo el país, especialmente la Alta de Bolivia, se irá formando en el hemisferio sur. Las concentraciones de ozono atmosférico, en este mes, presentaron una tendencia al ascenso permitiendo que la radiación ultravioleta sea mayor y en algunos casos similares al mes pasado.

En la costa central, la cobertura nubosa presente en el mes de setiembre, al igual que el mes pasado, fue de textura mayormente gruesa, debido a condiciones de cielo cubierto con ocurrencia de algunas precipitaciones tipo lloviznas especialmente en horas de la mañana y tarde-noche. En las primeras horas del día se han venido registrando con mayor continuidad nubes bajas tipo stratos, con presencia de neblinas en el litoral costero. Hacia mediodía las condiciones de tiempo fueron cambiando para dar paso a condiciones de cielo nublado, cubierto e incluso despejado por momentos, permitiendo que los niveles de radiación UV promedio mensual sea menor al mes de agosto, mientras que los valores máximos han sido superiores debido a las condiciones cálidas de nuestro litoral.

Por otro lado, en la costa sur las condiciones meteorológicas fueron mejores al mes pasado, con cielo mayormente despejado hacia el mediodía, en algunos momentos se registraron nubosidades medias tipo altostratos y altocúmulos. Los niveles de radiación ultravioleta máximo, fueron mayores al mes de agosto, con niveles de riesgo entre Alto y Extremadamente Alto.

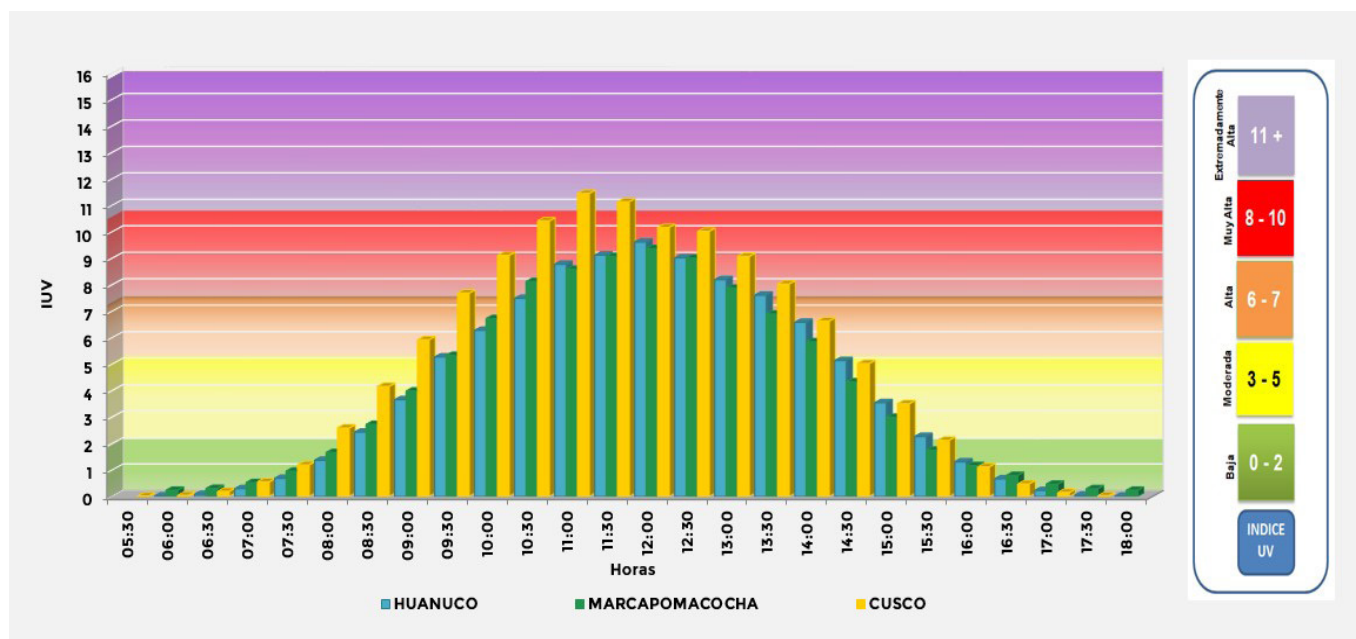
Sierra

En las ciudades de la sierra el comportamiento temporal y espacial fue el siguiente en el distrito de Marcapomacocha, Provincia de Yauli, departamento de Junín, se registró un IUV promedio mensual de 9 considerado como Muy Alto, mientras que los valores diarios oscilaron entre 7 y 13 (Alto a Extremadamente Alto). En este mes el IUV máximo se llegó a incrementar debido a presencia de algunos días con buenas condiciones meteorológicas, así como a la baja profundidad óptica de la atmósfera. A nivel mensual más bien, disminuyó debido a la ocurrencia de precipitaciones propios de la temporada.

En la ciudad de Cusco el IUV promedio mensual fue de 11 considerado como Extremadamente Alto, mientras que el valor máximo fue de 15. Los IUV oscilaron entre 10 y 15 durante el mes. El comportamiento radiativo tuvo una ligera tendencia al aumento en cuanto a los valores máximos. Las condiciones de buen tiempo han ido disminuyendo debido al periodo de lluvias los cuales incidieron en el comportamiento temporal de esta variable.

FIGURA N° 6

Índice promedio de radiación ultravioleta en el mes de setiembre 2023 para algunas regiones de la sierra.



Selva

El comportamiento de la radiación ultravioleta en estas regiones continúa supeditado a condiciones regionales, así como a los locales de masas de aire relativamente húmedos. En ese sentido, se registraron vientos del este y noreste transportando humedad moderada hacia la selva norte del país permitiendo la ocurrencia de precipitaciones hasta por encima de sus valores normales. Por otro lado, tanto en la selva central como sur, se registró una deficiencia de lluvias como producto de la presencia de flujos de aire del oeste en niveles medios de la atmósfera, los cuales inhibieron la ocurrencia de precipitaciones en dichas regiones. A pesar de ello, los valores de radiación ultravioleta oscilaron entre 5 y 10 considerados entre Moderado a Muy Alto.

Cabe mencionar, que las mayores precipitaciones se registran en estas regiones dadas las condiciones meteorológicas propias de la temporada, así como la presencia de gran cantidad de vapor de agua producto de la evapotranspiración de los bosques.

Es preciso señalar que el poder de reflectancia es bajo dada la gran cobertura vegetal existente lo cual permite absorber gran parte de la radiación en onda corta.

Asimismo, debemos seguir mencionando, que la variable meteorológica que influye grandemente en los niveles de radiación ultravioleta es la cobertura nubosa, el cual se ha mantenido en la región norte del país debido a sistemas

de circulación regional asociados por momentos al evento cálido que se viene presentando en nuestras costas, denominado El Niño Costero. En la región sur, continuaron registrando condiciones de sequedad en la atmósfera permitiendo que la radiación UV ingrese en forma directa a la superficie terrestre.

La dinámica de la atmósfera en niveles altos y medios producidos por la interacción océano-atmósfera ha continuado su impacto especialmente en los departamentos de Tumbes, Piura, La Libertad y Cajamarca. Estos procesos afectaron grandemente la intensidad de la radiación ultravioleta.

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN LIMA METROPOLITANA

OZONO ATMOSFÉRICO

En la figura 7 se puede apreciar el comportamiento temporal del ozono atmosférico sobre Lima Centro (OMI) durante el mes de setiembre. Las concentraciones oscilaron entre 275.0 UD a 277.5 UD mayormente, con un promedio mensual de 280.5 UD, lo cual guarda relación con el mapa de ozono obtenido a través de la plataforma OMI donde las concentraciones de Lima estuvieron dentro del intervalo medido con el satélite. Cabe mencionar que durante el mes de setiembre normalmente se registran cada vez mayores reacciones fotoquímicas, debido al inicio de la estación de primavera, lo que hace que las concentraciones de ozono a nivel de la tropósfera también se incrementen.

Durante el mes de setiembre la tendencia del ozono atmosférico fue a un incremento con valores máximos entre 330 UD y 350 UD, tal como se ve en la figura (Lima ciudad). En la región andina, la tendencia fue también a un ligero incremento con respecto al mes pasado (sigue el comportamiento climático), con valores entre 260 UD y 262.5 UD. Las mediciones realizadas en superficie, así como los obtenidos por el satélite a veces no coinciden grandemente, en unos aumenta y en otros disminuye, pudiendo atribuirse a la forma de medición de los instrumentos, así como a procesos físicos que ocurren en la atmósfera.

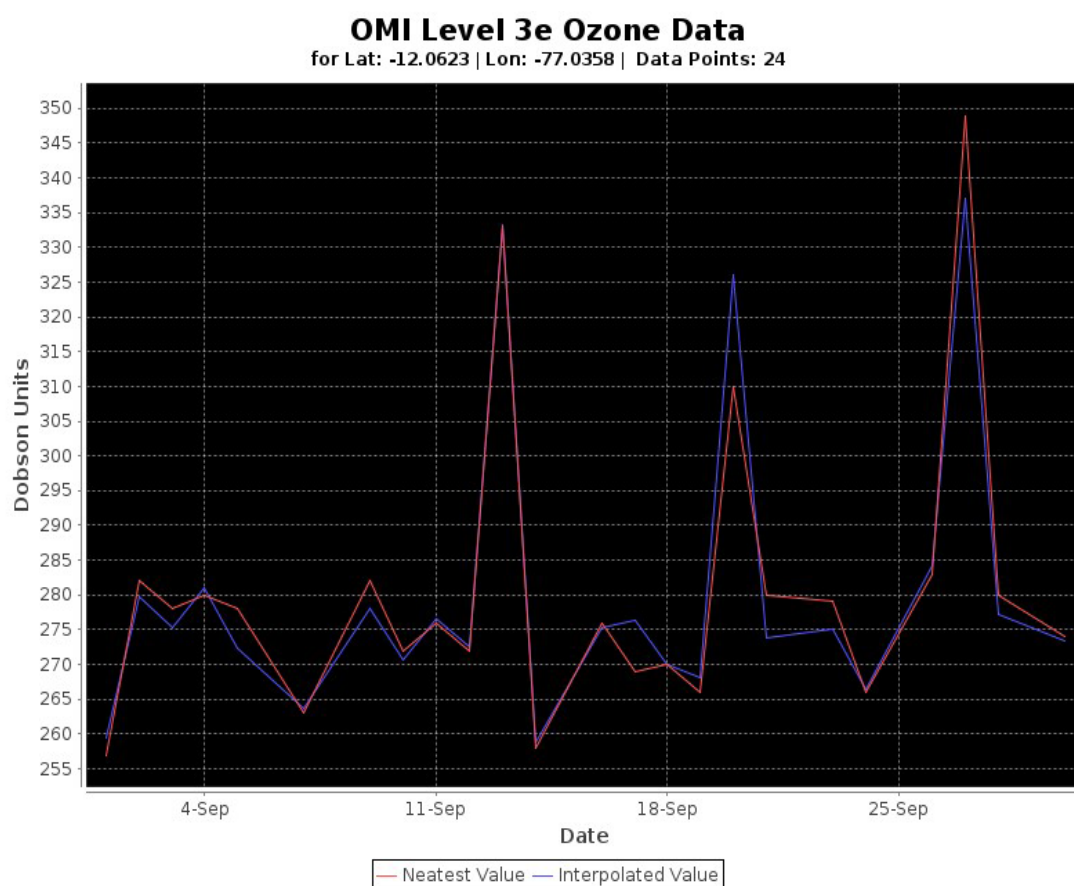
Cabe mencionar que existen factores que intervienen en el comportamiento de la radiación ultravioleta, uno de ellos es el ozono atmosférico, debido a su gran poder absorbente especialmente en longitudes de onda menores a 330 nm (nanómetros).

Para que en un lugar exista mayor o menor concentración de ozono interviene también la circulación atmosférica tanto a nivel de alta tropósfera como de

baja estratósfera. En algunas ocasiones se pueden registrar intrusiones de ozono a la tropósfera por estos procesos lo cual permitiría su incremento afectando los niveles de radiación ultravioleta.

FIGURA N° 7

Ozono atmosférico sobre Lima Centro



NUBOSIDAD

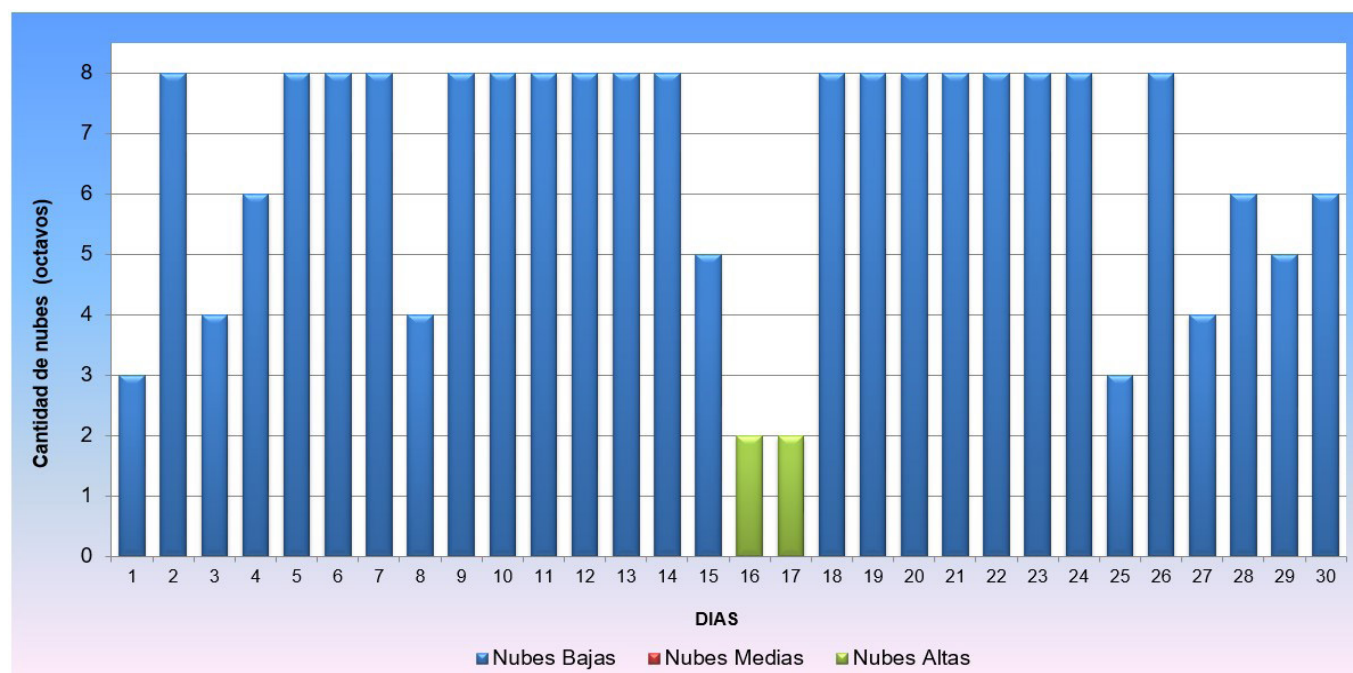
Conocer la variabilidad de la radiación ultravioleta en el tiempo es importante y para ello se necesita saber el comportamiento de la cobertura nubosa para determinar con exactitud su valor. Es por ello que en la figura 8 se muestra lo mencionado para el mes de setiembre en Lima Centro, donde se observa una predominancia de cobertura nubosa baja hacia el mediodía, durante gran parte del mes. La nubosidad, propia de la estación meteorológica Campo de Marte, fue del tipo stratos de textura media a gruesa principalmente en horas de la mañana y tarde con ocurrencia de precipitaciones tipo lloviznas. Asimismo, se registraron dos (02) días con cielo despejado y diez (10) con cielo parcialmente nublado a cubierto. Asimismo, se registraron dieciocho (18) días con cielo cubierto. Estas condiciones de tiempo asociados aún a la escasa subsidencia, favorecieron, por lo general, a un ligero incremento de la

radiación ultravioleta, especialmente en los valores máximos de IUV.

Cabe mencionar, que en un mismo día se pueden registrar los tres tipos de nubosidad, dependiendo obviamente de las condiciones meteorológicas del lugar.

La radiación ultravioleta está bastante relacionada con la cantidad, tipo y textura de la nubosidad. En cielo despejado la radiación ultravioleta se incrementa, mientras que, en cielo cubierto con nubosidad baja, disminuye (amortigua el paso de la radiación UV). En el presente mes, en parte de los distritos, los promedios mensuales de IUV registraron un ligero aumento (Lima centro), mientras que en otros se mantuvieron similares y en algunos, menores.

FIGURA N° 8
Nubosidad sobre Lima Centro



COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA RADIACION UV EN DISTRITOS DE LIMA

A continuación, se analizará el comportamiento de la radiación UV en algunos distritos de la ciudad de Lima: Figura 7.

Lima Norte: El promedio del IUV del mes fue de 4 considerado como Moderado (barras de color amarillo) y se dio a las 12:30 horas debido a condiciones de

humedad entre moderadas altas (entre 53% a 80%). Los IUV máximos oscilaron entre 2 y 9 considerados como niveles de riesgo para la salud entre Baja y Muy Alta.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 85% a 100%, considerados altos. La concentración de humedad con respecto al mes pasado ha continuado registrando un ligero incremento lo cual estaría relacionado por el fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur, lo cual permitió el ingreso de masas de aire frías y su consecuencia con la ocurrencia de precipitaciones ligeras tipo lloviznas. La tendencia es que estos valores empiecen a disminuir durante el mes de octubre, debido al inicio de la estación de primavera.

Durante un 73% de días del mes los niveles de radiación ultravioleta estuvieron por encima de 3 considerados como niveles de riesgo Moderado a Muy Alto.

Lima Centro: El promedio IUV del mes fue de 3 considerado como Moderado (barras de color verde) y se dio a las 12:30 horas debido a condiciones de humedad relativamente altas (entre 64% a 86%). Los IUV máximos oscilaron entre 2 y 6 considerados entre Bajo y Alto.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 85% y 100% considerados altos. La tendencia es más bien a la disminución por efecto del mayor calentamiento de la atmósfera por razones netamente astronómicas aunados en cierta manera con el periodo cálido que se viene registrando en nuestras costas.

Durante el 63% de días del mes, los niveles de radiación UV estuvieron por encima de 3 considerados como niveles de riesgo Moderado a Alto.

Lima Este: El promedio del IUV del mes fue de 4 considerado como Moderado (barras de color morado) y se dio a las 12:00 horas debido a condiciones de humedad relativamente altas (entre 60% a 85%). Los IUV máximos oscilaron entre 1 y 7 considerados entre Bajo y Alto.

En las primeras horas del día la humedad relativa osciló entre 88% y 100% considerados altos. La tendencia es más bien a la disminución por los motivos ya antes expuestos.

Durante el 67% de días del mes, los niveles de radiación UV estuvieron por encima de 3 considerados como niveles de riesgo Moderado a Alto.

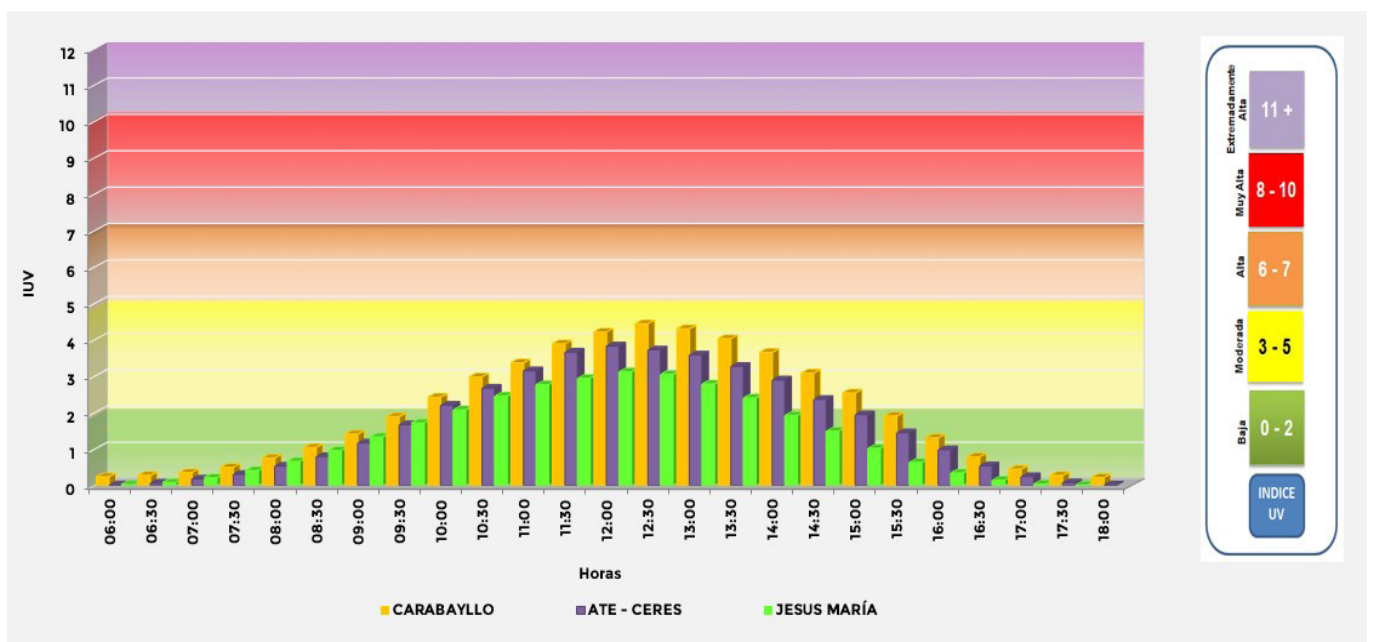
Se debe tener en cuenta que, en la estación de primavera, la humedad atmosférica empieza a disminuir debido a diferentes factores meteorológicos como los vientos, la presión atmosférica y vientos del norte, pero la influencia de las anomalías positivas de temperatura de agua de mar podría afectar

este comportamiento. Por otro lado, el Anticiclón del Pacífico Sur tiende a afianzarse en la posición meridional, así como a incrementarse, permitiendo la inicialización de los procesos de subsidencia lo cual permitiría el incremento de la temperatura y ocurrencia de lluvias, en las regiones que son influenciadas por estos sistemas. A nivel de costa estaría permitiendo un mayor aumento en la intensidad de la radiación ultravioleta.

Los microclimas de algunos distritos intervienen en las condiciones de tiempo con respecto a otras, por eso la disminución de la humedad. Se suma a este efecto, las condiciones cálidas de viento provenientes del Pacífico.

En el mes siguiente dicha humedad debe presentar una tendencia a la disminución con respecto a lo registrado en el mes de setiembre (cambio de estación).

FIGURA N° 9
Indice promedio de radiación ultravioleta en el mes de setiembre 2023 para distritos de la ciudad de Lima



II.- TENDENCIA DE LOS ÍNDICES IUV PARA EL MES DE OCTUBRE 2023

A Nivel Nacional

Se debe tener presente que climáticamente el mes de octubre se caracteriza porque es un periodo de transición hacia el verano, donde se configuran los sistemas atmosféricos que influyen en la ocurrencia de lluvias en la región andina, así como la Alta de Bolivia en niveles altos de la atmósfera (10 – 12 km). Este sistema se posiciona e intensifica al norte de Bolivia, incentivando flujos de viento de este a oeste que desplazan la humedad de la región amazónica hacia la sierra e incluso propician condiciones para la ocurrencia de lluvias en la costa. En niveles próximos a la superficie, la incursión de vientos del norte, aunque aún no se establece como un patrón persistente, condiciona la frecuencia de días soleados en la costa central y sur. Cabe resaltar que, durante este periodo, continúan los aumentos de temperatura en el país.

En ese sentido, las proyecciones que determinan esas características aunadas aún a los efectos de la interacción océano-atmósfera, son las siguientes:

Para el caso de la costa central, los índices IUV promedios mensuales presentarán condiciones con tendencia al ascenso, debido a condiciones de inicio de la primavera austral, así como a la permanencia de condiciones cálidas por efecto del Fenómeno de El Niño Costero. Se registrarán días donde las condiciones serán de buen tiempo, especialmente en horas cercanas al mediodía, dado las anomalías positivas de la temperatura del aire los cuales oscilarán entre 1°C y 3°C en toda la costa. La presencia de neblinas continuará siendo característica en este mes, así como cobertura nubosa baja del tipo stratos, con ocurrencia de algunas precipitaciones tipo lloviznas o garúas, generalmente en las primeras o últimas horas del día. La cantidad de aerosoles, así como la profundidad óptica de la atmósfera se mantendrá similar al mes pasado, en algunos momentos se registrarán concentraciones altas y en otros bajos, por lo mismo que es un mes donde aún se presentarán condiciones de invierno. La concentración de vapor de agua en la atmósfera, tendrá una ligera tendencia a la disminución a pesar de que aún se registren anomalías positivas de temperatura de agua de mar. Las concentraciones de ozono atmosférico se mantendrán algo similares al mes de setiembre, pero con una ligera tendencia a la disminución por lo que los niveles de radiación ultravioleta presentarán un ligero incremento. La temperatura del aire, debido a las consideraciones mencionadas anteriormente, seguirán registrando valores por encima de sus normales permitiendo que se presenten algunos días con buenas condiciones de tiempo.

En el mes de octubre los IUV en la costa central registrarán valores entre 4 y 9 como promedios mensuales. Los valores máximos de IUV oscilarán entre 4

y 11 considerados como niveles de riesgo para la salud de las personas entre Moderado a Extremadamente Alto. Cabe mencionar que estos valores se registrarán mayormente en horas cercanas al mediodía local, o sea entre las 11 am y 1:30 pm.

La costa sur continuará presentando mejores condiciones con respecto a la costa central debido a que si bien está afecto a anomalías positivas del agua de mar, pero hay que señalar que son menores a los de la costa norte y central. El sistema denominado Anticiclón del Pacífico Sur incidirá en las condiciones meteorológicas de la región dado de que aún seguirá registrando valores altos ocasionando el ingreso de altas migratorias por el lado central de Chile. En la costa sur (Arequipa, Moquegua y Tacna), la frecuencia de días con brillo solar, se mantendrá debido al régimen térmico del agua de mar y a los vientos del oeste en la tropósfera media los cuales serán cálidos y secos. Las condiciones en la costa sur serán similares al mes pasado.

En el caso de la costa norte, el comportamiento será el siguiente: se registrarán condiciones de cielo nublado a despejado con nubosidad media y en algunos momentos alta, debido a circulaciones regionales, así como a la interacción océano-atmósfera con ocurrencia de precipitaciones bastante aisladas, especialmente en las partes altas. A pesar de la ocurrencia de estos procesos los niveles de radiación ultravioleta se estarán incrementando especialmente hacia el mediodía en gran parte de la región.

Debido a lo mencionado, los valores promedios mensuales del índice UV en toda la costa norte y sur, estarán oscilando entre 8 y 10 respectivamente, superiores al mes pasado, considerados como niveles de riesgo Muy Alto. La intensidad de la radiación solar empezará a incrementarse paulatinamente debido a factores astronómicos como meteorológicos. Como octubre por lo general es un mes cálido, ahora con las condiciones del Fenómeno El Niño Costero, más bien logrará un mayor incremento, ello permitirá que los procesos meteorológicos sean dinámicos.

En el caso de ciudades de la sierra los índices UV, presentarán también una tendencia al ascenso, debido a factores astronómicos, meteorológicos y ambientales. Aún seguirán registrándose días con cielo cubierto a nublado con tendencia a presentar cielos despejados, especialmente en el centro y sur, pero con menor frecuencia dado el inicio del periodo de lluvias. En párrafos anteriores se ha mencionado que el sobrecalentamiento del agua de mar continuará relacionado con la ocurrencia de algunas precipitaciones especialmente en la sierra norte, por otro lado, las condiciones secas en el sur debido al ingreso de masas de aire del oeste en la tropósfera media continuarán persistiendo. Estas condiciones estarán relacionadas con el registro de un incremento en los niveles de radiación ultravioleta.

En la sierra norte, las condiciones atmosféricas permitirán registrar precipitaciones en forma esporádica, debido a sistemas atmosféricos regionales y locales aunados al sobrecalentamiento del agua de mar. Cabe mencionar que los sistemas atmosféricos que fueran desplazados hacia el hemisferio norte poco a poco se van trasladando hacia el hemisferio sur debido a la estacionalidad. La aparición de la Alta de Bolivia permitirá registrar algunas precipitaciones en la región. El régimen térmico continuará también con ese comportamiento debido a factores océano-atmosféricos y astronómicos. Cabe mencionar que en el mes de octubre las concentraciones de ozono se mantendrán algo similares al mes anterior, pero con una tendencia a la disminución por efectos netamente climáticos. En base a lo mencionado, los niveles de radiación ultravioleta tendrán una tendencia al incremento a pesar de tener condiciones meteorológicas variables, dado el cambio de estación. Habrá días en donde probablemente disminuyan, por factores netamente locales, pero la tendencia es a mantener valores superiores. A estas condiciones, también llega a sumar las concentraciones de aerosoles donde la profundidad óptica continuará siendo moderada y en algunos casos, alta debido al aumento en la concentración de humedad atmosférica.

Para el caso específico de la sierra central, las condiciones serán variables dado de que se registrarán días mayormente nublados y cubiertos. En algunos momentos, debido a circulaciones de viento provenientes del este, se pueden registrar algunas precipitaciones. Se debe conocer que nuestro país, ya ingresó al periodo lluvioso por lo que se espera la ocurrencia de la misma, por lo menos en esta parte de nuestro territorio. Estos procesos, obviamente, afectarán la incidencia en los niveles de radiación ultravioleta.

En la sierra sur, las condiciones meteorológicas continuarán siendo diferentes a las del centro y norte dado de que por el momento continuará registrando días despejados debido a los flujos del oeste, en algunos momentos se registrarán algunas precipitaciones tanto sólidas como líquidas. La profundidad óptica será entre bajo y moderado debido a la menor transparencia de la atmósfera, permitiendo registrar radiación solar en forma casi directa.

De acuerdo a estas tendencias, en toda la región andina, los índices UV oscilarán entre 9 y 13 como promedios mensuales, considerados como un nivel de riesgo entre Muy Alto a Extremadamente Alto para la salud de las personas. Los valores máximos tranquilamente podrán llegar hasta 15 de IUV.

En la región de la selva las condiciones meteorológicas y ambientales continuarán obedeciendo a sistemas sinópticos propios de la región, como por ejemplo la aparición de la Alta de Bolivia. Continuarán registrándose precipitaciones producto de circulaciones regionales, así como de convectivos generados por algunas masas de aire provenientes de la región amazónica. Estos procesos en conjunto, continuarán incidiendo en la variabilidad espacial

y temporal de la radiación ultravioleta. Los IUV oscilarán entre 6 y 10 como valores promedios del mes considerados como niveles de riesgo entre Alto y Muy Alto. Los valores máximos de IUV, tranquilamente pueden superar el nivel de riesgo de Extremadamente Alto (IUV>10).

A nivel de Lima Metropolitana

Para el caso de los distritos de la ciudad de Lima se registrarán IUV entre 5 y 9 como valores promedios, considerados como niveles de riesgo entre Moderado y Muy Alto para la salud de las personas. Los valores máximos de radiación ultravioleta continuarán registrándose en los distritos del este y oeste con valores de IUV entre 7 y 9, mientras que niveles un poco menores en los distritos del centro, sur y norte (IUV entre 6 y 8, debido a condiciones atmosféricas y geográficas muy particulares. Se debe mencionar que la ciudad de Lima tiene una variedad de microclimas lo que hace que las distintas localidades presenten condiciones meteorológicas, mayormente, diferentes, permitiendo que la radiación ultravioleta también varíe. Las condiciones cálidas frente a nuestras costas continuarán incidiendo en la variabilidad de los sistemas atmosféricos de la ciudad de Lima ocasionando la ocurrencia de días con cielo cubierto a nublado y despejado.

III.-CONCLUSIONES

1. Del monitoreo realizado en el mes de setiembre, se concluye que la intensidad de la radiación ultravioleta en la región andina, fue variable. En algunos lugares se incrementó, en otros fue similar al mes anterior y en algunos menores. Estas variabilidades se presentaron debido a que en la región central del país se registraron precipitaciones con profundidad óptica alta, en la región sur generalmente deficiencias de lluvias al igual que en la región norte, con profundidad óptica baja a moderada. Las deficiencias generaron un incremento de la radiación UV mientras que en las zonas de ocurrencia de lluvias una disminución de la radiación UV. La principal causa de todo este proceso lo generó el cambio en la circulación de la atmósfera en niveles medios y altos.
2. Las concentraciones de ozono sobre nuestro país incidieron en los niveles de radiación ultravioleta tanto en la costa como en la sierra y selva. Sobre la costa central el ozono osciló entre 275.0 UD y 277.5 UD registrando valores de IUV entre moderado a muy alto, mientras que en la región andina las concentraciones de ozono oscilaron entre 260.0 UD y 262.5 UD con valores de IUV entre alto a extremadamente alto. Finalmente, en la selva el ozono osciló entre 270,0 UD y 272.5 UD con valores de IUV entre alto a muy alto.
3. En el caso de la selva central y sur, la profundidad óptica ha sido entre

.....

baja a moderada debido a la sequedad de la atmósfera por efecto de la invasión de masas de aire cálidas y secas no permitiendo la ocurrencia de precipitaciones al igual que en las regiones de la sierra. En la selva norte ocurrió todo lo contrario, se registraron vientos del este y noreste permitiendo la ocurrencia de precipitaciones los cuales disminuyeron la intensidad de la radiación ultravioleta.

4. En la costa central, los índices UV fueron variables con respecto al mes pasado. En Lima el promedio mensual fue menor mientras que en Ica fue superior. Esta variabilidad se debió al clima de cada lugar, en Lima las condiciones fueron más de cielo nublado a cubierto, mientras que en Ica las condiciones meteorológicas fueron mejores (buen tiempo). Las anomalías de la temperatura de agua de mar, así como de otros factores ambientales, también intervinieron en estos resultados.
5. En la costa norte se registraron algunos días con condiciones de cielo cubierto con cobertura nubosa baja tipo stratos con ocurrencias de precipitaciones especialmente en los departamentos de Tumbes, partes altas de Piura y La Libertad debido a la invasión de masas de aire con alto contenido de vapor provenientes del este. A pesar de ello, la radiación ultravioleta en dichas regiones ha presentado un comportamiento con una ligera tendencia al ascenso.
6. La costa sur por lo general ha presentado buenas condiciones de tiempo hacia el mediodía, debido a que las anomalías de temperatura de agua de mar (-1.0°C a -2.0°C) no han sido tan intensas como en la costa norte (-3.0°C a -4.0°C). Debido a estas condiciones y otras, se ha continuado registrando un aumento de la radiación ultravioleta.
7. En los distritos de la ciudad de Lima, la radiación ultravioleta continúa estando sujeta a condiciones meteorológicas propias de cada localidad. A esto se suma la influencia del Fenómeno de El Niño Costero lo cual hace que la distribución de la radiación ultravioleta sea variable espacialmente. La zona este y oeste de la ciudad de Lima presentan por lo general mejores condiciones de tiempo mientras que la zona sur, norte y central, las condiciones son bastante variables. Con estos resultados se da a entender la variabilidad de microclimas en la ciudad capital. La tendencia de la radiación ultravioleta para el siguiente mes, es a seguir incrementándose.

IV.-RECOMENDACIONES

Se recomienda a la población (especialmente de las regiones altoandinas) considerar las siguientes medidas para reducir la probabilidad de sufrir quemaduras, daños oculares y enfermedades ocasionadas por exposición permanente:

1. Es importante el uso de protectores solares en las horas de máxima insolación; Se debe de cubrir todo el cuerpo incluso las orejas, dorso de las manos y empeine
2. Es recomendable el uso de sombreros, gorros y lentes de sol cuyos cristales absorban la radiación UV-B.
3. Minimizar la exposición al sol en hora de máxima radiación (de 10:00 a 15:00 hora local).
4. Se debe proteger a los niños evitando su exposición excesiva al sol.
5. Los bebés menores de seis meses NO deben usar protectores solares... por el simple motivo que NO DEBEN exponerse al sol.
6. No confiar en que la sombra es garantía de protección. La arena, el agua, la nieve y el cemento reflejan los rayos UV.
7. Los protectores se degradan con el tiempo y pierden eficacia, por eso no se deben utilizar aquellos que sean de temporadas anteriores.
8. Los filtros deben tener protección contra la radiación ultravioleta A y B, la primera produce el enrojecimiento de la piel, la segunda el tostado que está asociado con el envejecimiento y el cáncer.
9. Se deben utilizar anteojos oscuros ya que los ojos también sufren ante la exposición prolongada al sol.
10. Los productos fotoprotectores no reemplazan a los hábitos sanos frente al sol, son un complemento.
11. Es recomendable que los policías de tránsito, profesores de educación física, ambulantes, turistas y público en general, tomen ciertas precauciones en cuanto a la exposición directa a los rayos solares por mucho tiempo.
12. Si la sombra es corta, el riesgo es alto: busque sombra ya.

-
13. No deje de protegerse por el hecho de haberse bronceado.

V.-BENEFICIOS

1. Los rayos UV-A disminuyen la presión de la sangre, estimula la circulación de la sangre.
2. Mejoran la arteriosclerosis y los electrocardiogramas.
3. Constituyen un tratamiento eficaz contra la psoriasis.
4. Ayudan a perder peso.
5. Es importante para la vida y es fuente de vitamina D, gracias a la cual se mejora la aportación de calcio a los huesos.
6. El sol debe tomarse de forma habitual para facilitar la formación de una correcta masa ósea.

V.-PELIGROS

1. Insolación, que es una deshidratación con fiebre causada por los rayos infrarrojos.
2. Quemadura solar, producida por los rayos UVB.
3. Envejecimiento de la piel, producido por casi todos los rayos.
4. Lucitis o dermatitis de la piel producidas por el sol (Urticaria y otros exantemas).
5. Cáncer de piel



Dirección de Meteorología y evaluación Ambiental Atmosférica:

Ing. Jhojan Rojas Quincho jprojas@senamhi.gob.pe

Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico:

Ing. Jhojan Rojas Quincho jprojas@senamhi.gob.pe

Análisis y Redacción:

Ing. Orlando Ccora Tuya occora@senamhi.gob.pe

Tco. Rosalinda Aguirre Almeyda

Suscríbete para recibir la edición digital al enlace:

<https://forms.gle/i9ihhWPu7TyTbSyGA>

Próxima actualización: 15 de noviembre de 2023



**Servicio Nacional de Meteorología e
Hidrología del Perú - SENAMHI**

Jr. Cahuide 785, Jesús María
Lima 11 - Perú

Central telefónica: [51 1] 614-1414

Subdirección de Evaluación del Ambiente

Atmosférico: [51 1] 470-2867 anexo 444