

**INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE LA
RADIACIÓN ULTRAVIOLETA,
EL ÍNDICE UV Y SU PRONÓSTICO**

**DOCUMENTO TÉCNICO DE RESPALDO A LA INFORMACIÓN EN LA PÁGINA
WEB DEL IDEAM**

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
Apoyo Técnico:
Uriel Dionicio Sepúlveda Plazas

CONTENIDO

1 RADIACIÓN SOLAR	1
1.1 Importancia de la radiación solar.....	1
1.2 Distribución espectral de la radiación solar.....	1
2 GENERALIDADES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	4
2.1 Tipos de radiación UV y sus efectos en la salud.....	5
2.1.1 Radiación UV-A.....	5
2.1.2 Radiación UV-B.....	5
2.1.3 Radiación UV-C.....	7
2.2 Factores que influyen en los niveles de radiación UV.....	8
2.3 Unidades de medida.....	9
2.4 Instrumentos de medida y red nacional de medición.....	10
2.5 Red nacional de solmáforos.....	11
3. VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	14
3.1 Distribución global de la radiación ultravioleta.....	14
3.2 Distribución espacial y temporal de la radiación ultravioleta en Colombia.....	16
3.2.1 Análisis promedio anual.....	16
3.2.2 Análisis espacio temporal a lo largo del año.....	16
3.3 Variabilidad del índice ultravioleta en algunas ciudades del país.....	18
4. ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUV)	25
4.1 Justificación.....	25
4.2 El índice ultravioleta (IUV).....	27
4.2.1 Antecedentes del Índice UV.....	27
4.2.2 Definición.....	28
4.2.3 Presentación y comunicación del Índice UV.....	30
4.3 Irradiancia eritemática y la dosis eritemática mínima.....	32
4.4 Pronóstico del índice ultravioleta (IUV) en el país.....	34
4.4.1 Antecedentes.....	35
4.4.2 Metodología.....	36
4.4.3 Descripción del modelo TUV.....	39
4.4.4 Aplicación del modelo TUV y pronóstico del Índice UV.....	40
5. RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	43
6. SEGUIMIENTO A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	47
6.1 Pronóstico del Índice UV para las principales ciudades del país.....	47
6.2 Dosis eritemática diaria global.....	50
6.3 Climatológica mensual de la radiación ultravioleta eritemal GLOBAL para el período 1979-2000.....	50

1. RADIACIÓN SOLAR

1.1 Importancia de la radiación solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima. La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrogeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar.

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento por la difusión, reflexión en las nubes y de absorción por las moléculas de gases (como el ozono y el vapor de agua) y por partículas en suspensión, la radiación solar alcanza la superficie terrestre oceánica y continental que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera.

Medir la radiación solar es importante para un amplio rango de aplicaciones, en las áreas de ingeniería, arquitectura, agricultura, ganadería, salud humana y meteorología, dentro de las cuales se destacan: su empleo como fuente alternativa de energía en la generación de electricidad y en el diseño y uso de sistemas de calentamiento de agua, el diseño de edificios e infraestructura, el monitoreo del crecimiento de plantas, la deshidratación de alimentos, implicaciones en la salud (ej. cáncer de piel o tratamientos curativos), el análisis de la evaporación e irrigación, su importante rol en los modelos de calidad del aire y de predicción del tiempo y el clima y muchas otras aplicaciones y usos que emplean la radiación solar como una de sus fuentes de energía.

La radiación solar nos proporciona efectos fisiológicos positivos tales como: estimular la síntesis de vitamina D, que previene el raquitismo y la osteoporosis; favorecer la circulación sanguínea; actúa en el tratamiento de algunas dermatosis y en algunos casos estimula la síntesis de los neurotransmisores cerebrales responsables del estado anímico.

1.2 Distribución espectral de la radiación solar

La energía solar llega en forma de radiación electromagnética o luz. La radiación electromagnética, son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse, por lo que estas ondas pueden atravesar el espacio interplanetario e interestelar y llegar a la Tierra desde el Sol y las estrellas. La longitud de onda (λ) y la frecuencia (μ) de las ondas electromagnéticas, relacionadas mediante la expresión

$\lambda \mu = C$ (donde C es la velocidad de la luz), son importantes para determinar su energía, su visibilidad, su poder de penetración y otras características. Independientemente de su frecuencia y longitud de onda, todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de $C = 299.792 \text{ km/s}$.

La radiación es emitida sobre un espectro de longitud de ondas, con una cantidad específica de energía para cada longitud de onda. La longitud de onda de la luz es tan corta que suele expresarse en nanómetros (nm), que equivalen a una milmillonésima de metro, o una millonésima de milímetro o en micrómetros (μm) que equivalen a una millonésima de metro.

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro en diferentes longitudes de onda, como se muestra en la figura 1, que se extiende desde longitudes de onda corta de billonésimas de metro (frecuencias muy altas), como los rayos gamma, hasta longitudes de onda larga de muchos kilómetros (frecuencias muy bajas) como las ondas de radio. El espectro electromagnético no tiene definidos límites superior ni inferior y la energía de una fracción diminuta de radiación, llamada fotón, es inversamente proporcional a su longitud de onda, **entonces a menor longitud de onda mayor contenido energético.**

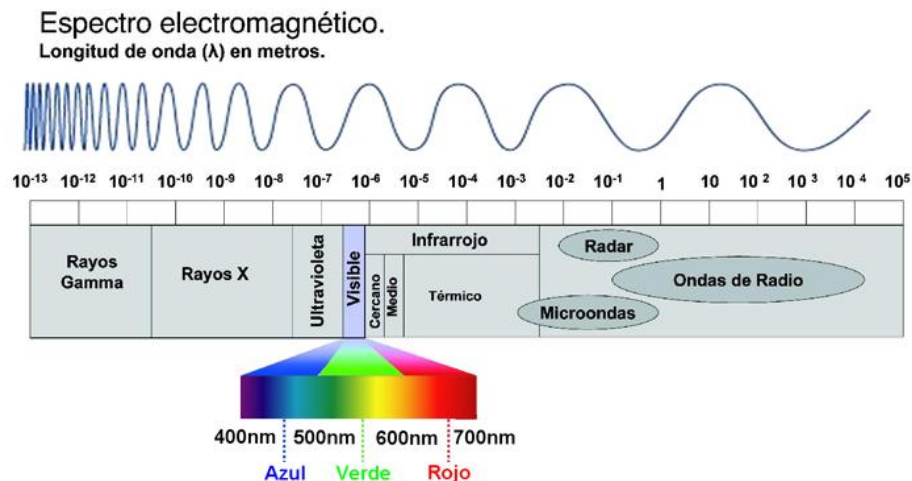


Figura 1. Espectro electromagnético de la radiación solar. (Fuente: publico.es).

El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta, principalmente en la banda del **ultravioleta, visible y el infrarrojo cercano**, con longitudes de onda entre 0,2 y 3,0 micrómetros (200 nm a 3.000 nm). Aproximadamente un 99% de la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra está contenida en la región entre 0,2 y 3,0 μm mientras que la mayor parte de la radiación terrestre de onda larga está contenida en la región entre 3,5 y 50 μm (Ver figura 2). Las ondas en el intervalo de 0,25 μm a 4,0 μm se denominan espectro de onda corta, para muchos propósitos como en aplicaciones de celdas solares y en el proceso de la fotosíntesis.

1. La región visible (entre $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$) corresponde a la radiación que puede percibir la sensibilidad del ojo humano e incluye los colores: violeta (420 nm),

azul (480 nm), verde (520 nm), amarillo (570 nm), naranja (600 nm) y rojo (700 nm). La luz de color violeta es más energética que la luz de color rojo, porque tiene una longitud de onda más pequeña. **La radiación con las longitudes de onda más corta que la correspondiente a la luz de color violeta es denominada radiación ultravioleta.** Los distintos colores de luz tienen en común el ser radiaciones electromagnéticas que se desplazan con la misma velocidad. Se diferencian en su frecuencia y longitud de onda. Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y el mismo color.

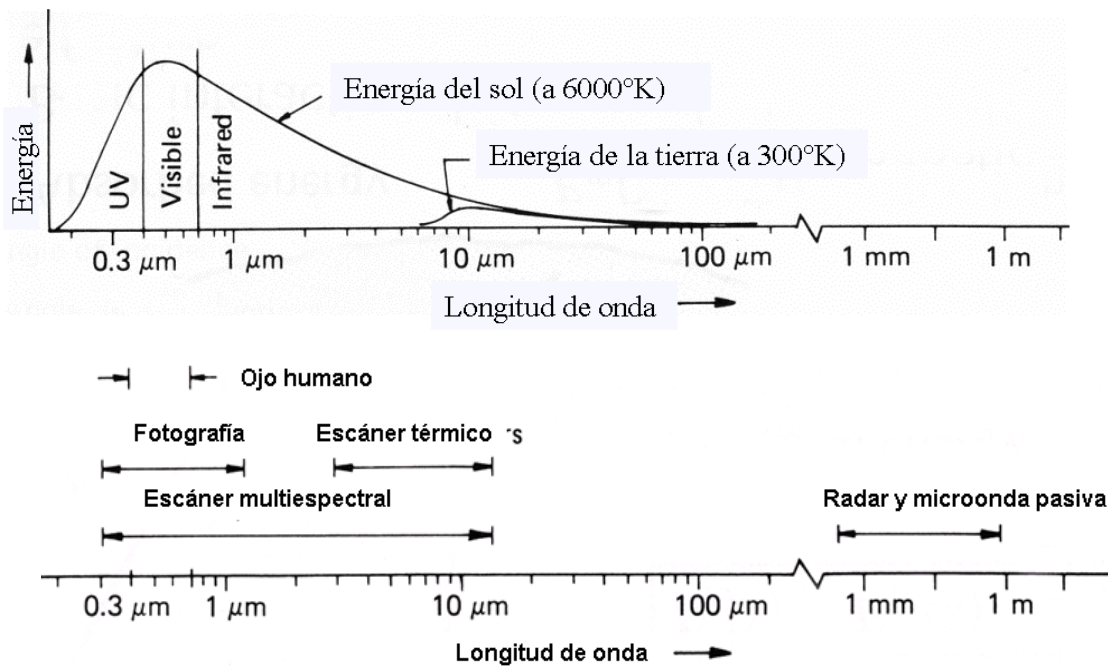


Figura 2. Energía radiada por el Sol y la tierra

2. La región del ultravioleta está entre los 100 y los 400 nanómetros.

3. La región del infrarrojo cercano está entre los 700 y los 4000 nanómetros.

A cada región le corresponde una fracción de la energía total incidente en la parte superior de la atmósfera (denominada radiación solar extraterrestre) distribuida así: 7,2% al ultravioleta; 47,2% al visible y 45,6% al infrarrojo cercano.

2. GENERALIDADES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

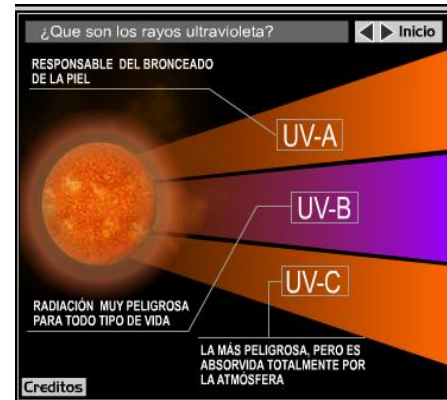
El Sol emite una gran cantidad de energía a la Tierra, de la cual sólo entre un 6% a 7% corresponde a la radiación ultravioleta (UV). Esta radiación ultravioleta (UV) es una forma de energía radiante invisible que cubre el rango de longitudes de onda entre los 100 y los 400 nanómetros y usualmente es clasificada en tres categorías (constituida por longitudes de onda ascendentes que van desde el UV-C, UV-B y UV-A) de acuerdo con la longitud de onda (mientras más corta sea la longitud de onda de la radiación UV, biológicamente es más dañina):

UV-A entre 320 y 400 nm

UV-B entre 280 y 320 nm

UV-C entre 100 y 280 nm

La radiación solar viaja a través de la atmósfera terrestre antes de llegar a la superficie y en este recorrido toda la radiación UV-C y el 90% de la UV-B es absorbida por gases como el ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, mientras que, la radiación UV-A es débilmente absorbida.



Debido a lo anterior, **la radiación UV que alcanza la superficie de la tierra está compuesta en gran parte por la radiación UV-A (95%) y en menor grado por la UV-B (5%).** La radiación UV que alcanza la troposfera es el motor de todos los procesos fotoquímicos en las capas bajas de la atmósfera de la Tierra. Los fotones en la longitud de onda UV tienen el potencial de romper moléculas bastante estables en fragmentos muy reactivos (fotólisis) y, por lo tanto, iniciar cadenas de reacción que de otra manera serían poco probables o incluso imposibles.

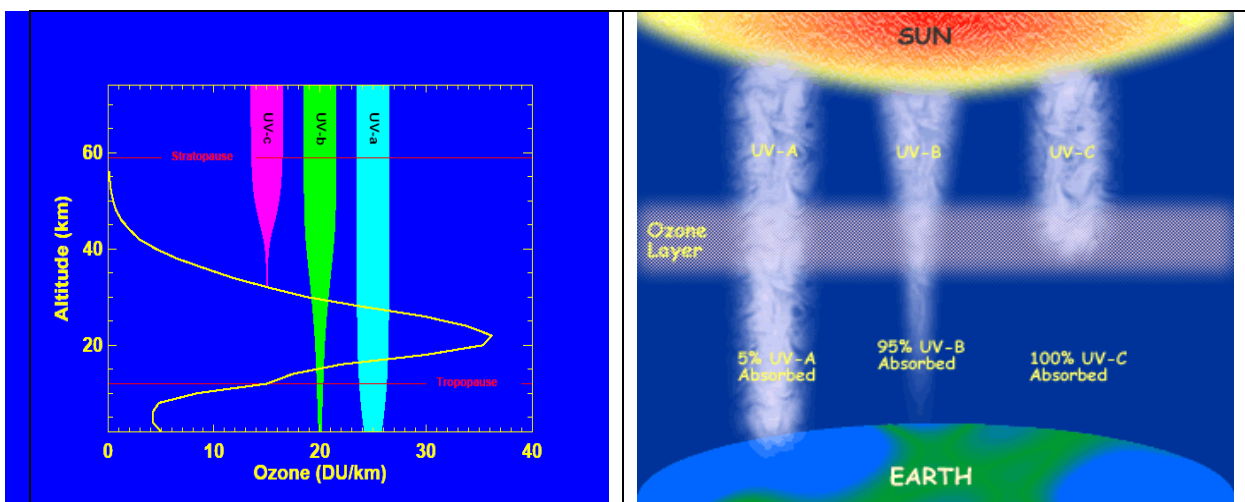


Figura 3. Absorción de la radiación UV en la atmósfera. Fuente (CCPO)

Las longitudes de onda más largas, la UV-A y UV-B se manifiestan en múltiples implicaciones sobre los procesos biológicos del planeta. En dosis apropiadas, estas longitudes de onda benefician ciertas funciones de los organismos vivos, pero en dosis excesivas y acumulativas sus consecuencias pueden ser muy perjudiciales.

2.1 Tipos de radiación UV y sus efectos en la salud

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. Las quemaduras solares son los 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 también reacciones oculares de tipo inflamatorio, como la queratitis actínica. Los efectos biológicos por la sobre exposición a la radiación UV, están asociados a graves daños en los sistemas vegetales por la alteración de las funciones clorofílicas y por ende disminución de las cosechas y el fitoplancton marino.

Existe una relación entre la energía de un fotón UV y las energías de ligadura de muchas moléculas químicas y biológicas, por ejemplo, la radiación UV de longitud de onda menor de 240 nm, rompe el enlace de la molécula de oxígeno (O₂) que posteriormente forma el ozono estratosférico; longitudes de onda cercanas a los 250 nm incrementan la absorción de UV por parte del ADN y otras moléculas intranucleares, es por esto que la radiación de 250 nm es usada como germicida (Caldwell, 1982).

2.1.1 Radiación UV-A

La radiación UV-A es la forma menos dañina de la radiación ultravioleta y es la que llega a la Tierra en mayores cantidades, pero presenta un menor peligro por ser menos energética **y además es responsable del bronceado de la piel**. Los rayos UV-A penetran en el tejido conectivo y son la causa fundamental de la inmunosupresión y causan lesiones crónicas inducidas por la luz, **como el envejecimiento prematuro de la piel y su oscurecimiento**. También son responsables de la formación de radicales libres y de reacciones tanto fototóxicas como fotoalérgicas (tales como las alergias solares denominadas fotodermatitis poliforme). Los radicales libres son compuestos químicos con electrones libres, que poseen una reactividad elevada y pueden dañar las células de la epidermis y la dermis. La radiación UV-A también puede dañar pinturas y plásticos que se encuentren a la intemperie.

2.1.2 Radiación UV-B

La Radiación UV-B llega a la Tierra muy atenuada por la capa de ozono y varía entre 280 y 320 nm. La radiación UV-B, que llega a la superficie de la Tierra es potencialmente dañina, ya que reduce el crecimiento de las plantas y la exposición humana prolongada a este tipo de radiación puede causar daños a la salud, tales como:

- Daños en la piel tan leves como una simple quemadura (eritema solar) o de tal gravedad como mutaciones en el ADN de las células cutáneas que pueden derivar en el cáncer de piel (Ver figura 4), el cual puede aparecer muchos años después de la exposición excesiva al Sol, ya que este tipo de radiación es absorbida por el ADN dérmico penetrando en las capas celulares más profundas de la epidermis. Cada año, se producen en el mundo entre 2 y 3 millones de casos de cáncer de piel no melánico y aproximadamente 132.000 casos de cáncer de piel melánico. Los cánceres de piel no melánicos se pueden extirpar y rara vez son mortales, pero los melanomas malignos contribuyen sustancialmente a la mortalidad en las poblaciones de piel clara. Este último tipo de cáncer está asociado a los lunares y es el tumor más letal de la piel porque posee una alta capacidad metastásica, es decir que estas células cancerígenas se pueden diseminar por otras partes del organismo. La radiación UV-B que es bastante energética puede causar daños celulares de carácter degenerativo, debido a que puede romper los enlaces de las moléculas del ADN, las cuales son portadoras moleculares de nuestro codificador genético.
- Reducción de la eficiencia del sistema inmunológico, aumentando el riesgo de infecciones y disminuyendo la eficacia de las vacunas, ya que, la radiación UV-B actúa como un agente inmunosupresor local, dañando a las células de Langerhans que son responsables de la presentación de antígenos en la epidermis; estas células de Langerhans reaccionan a la radiación UV emigrando de la epidermis.

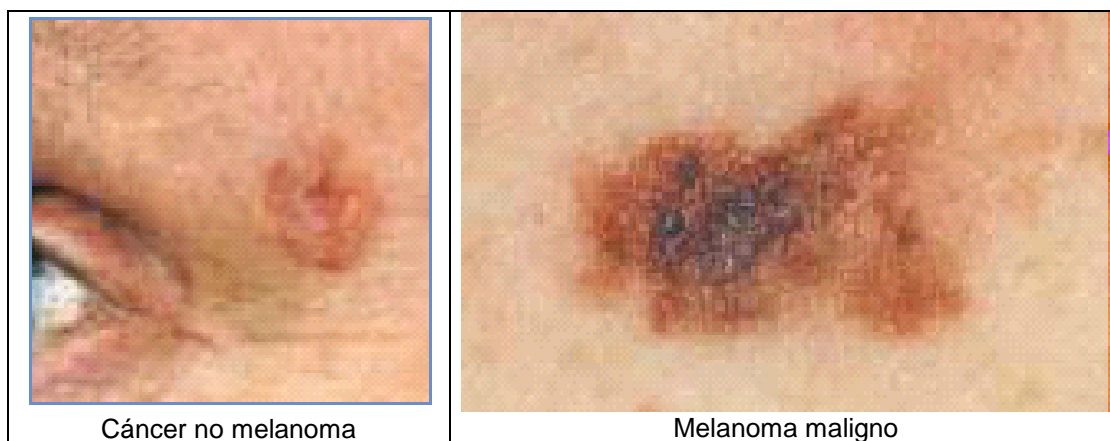


Figura 4. Efectos de la radiación UV sobre la salud
(Fuente: Global Solar, UV index. A practical guide. WHO, WMO, UNEP. 2002)

- Cataratas (producidas cuando el cristalino, el cual enfoca la luz hacia la retina, se nubla). Entre 12 y 15 millones de personas padecen de ceguera causada por cataratas. Según estimaciones de la OMS, hasta un 20% de estos casos de ceguera pueden haber sido **causados o haberse agravado por la exposición al Sol, especialmente en zonas cercanas al ecuador.**
- La exposición constante al Sol produce también pterigios (crecimiento de tejido fibroso sobre la córnea) y lesiones de retina con pérdida visual permanente.
- Genera rugosidades en la piel, manchas claras y oscuras (llamadas hipopigmentaciones o hiperpigmentaciones) y daños a otras formas de vida.
- Puede provocar daños en la piel y en los ojos de los animales, además de cambios en los procesos de producción de los vegetales, entre otros efectos.
- La radiación UV-B también produce daños a materiales y equipos que se encuentren a la intemperie.

Los ácidos nucleicos y aromáticos de las células, son los que más absorben este tipo de radiación. El desarrollo del eritema (quemadura de la piel ocasionada por la radiación solar), acelera el daño por fotocarcinogénesis (cáncer de piel).

Cualquier persona está expuesta a la radiación UV-B proveniente del Sol y como esta radiación es bastante energética puede causar daños celulares de carácter degenerativo, debido a que puede romper los enlaces de las moléculas del ácido desoxirribonucleico - ADN, las cuales son portadoras moleculares de nuestro codificador genético.

Por último, la radiación UV-B también produce daños a materiales y equipos que se encuentren a la intemperie.

2.1.3 Radiación UV-C

Los rayos UV-C son la forma más dañina de toda la gama de rayos ultravioleta porque es muy energética, pero esta radiación es absorbida por el oxígeno y el ozono en la estratosfera y nunca llega a la superficie terrestre.

A pesar de todos los efectos negativos que produce la radiación UV, cantidades pequeñas de radiación UV son beneficiosas para personas y esenciales en la síntesis dérmica de la vitamina D; la radiación UV también se utiliza, bajo supervisión médica, para tratar varias enfermedades como el raquitismo, la psoriasis y el eczema.

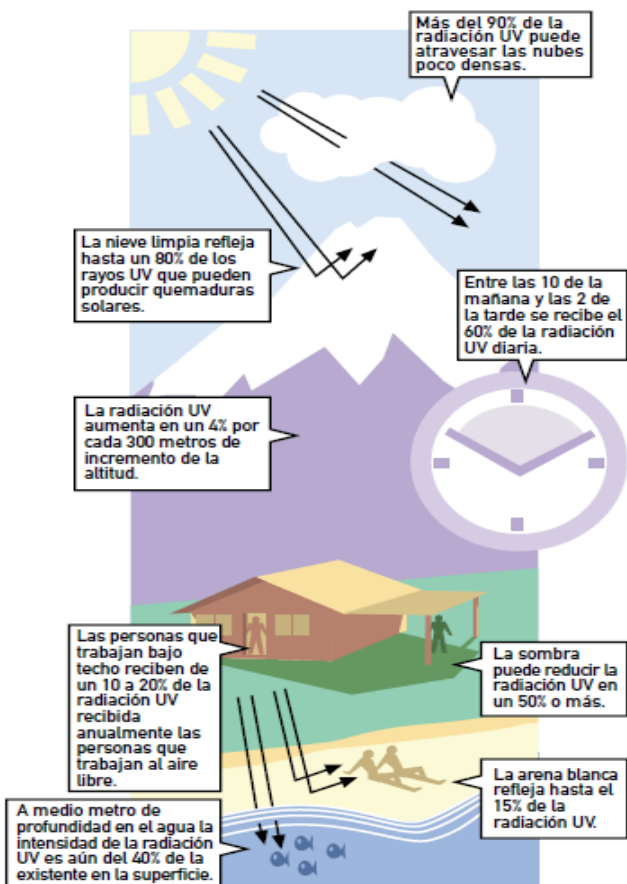
Finalmente, se considera que la conducta de las personas con respecto al Sol es la causa principal del aumento de las tasas de cáncer de piel en las últimas décadas. El incremento de las actividades al aire libre y los nuevos hábitos al tomar el Sol, ocasionan a menudo una excesiva exposición a la radiación UV. A muchas personas les parece normal tomar el Sol de forma intensa; por desgracia, incluso los niños, los adolescentes y sus padres consideran que el bronceado es un símbolo de belleza y buena salud.

2.2 Factores que influyen en los niveles de radiación UV

Los niveles de radiación UV en la superficie dependen de varios factores: posición del Sol, altitud, latitud, cubrimiento de las nubes, cantidad de ozono en la atmósfera y reflexión terrestre (ver Figura 5).

Los niveles de radiación UV varían durante el día y a lo largo del año; los mayores se registran en el día cuando el Sol se encuentra en su máxima elevación, esto es entre las 10 a.m. y las 2 p.m. (cerca del 60% de la radiación UV es recibida a estas horas), mientras que, cuando el ángulo del Sol está más cercano al horizonte llega menos radiación UV a la superficie de la Tierra debido a que atraviesa una mayor distancia en la atmósfera y encuentra más moléculas de ozono, dando lugar a una mayor absorción. En zonas diferentes a los trópicos los máximos niveles se presentan en los meses de verano alrededor del mediodía. En los trópicos, los mayores niveles de radiación en el tope de la atmósfera, se presentan a principios de año generalmente, durante el perihelio (cuando la Tierra está más cerca al Sol) y los más bajos a mitad del año durante el afelio (cuando la Tierra está más alejada del Sol).

La radiación UV varía de acuerdo con la ubicación geográfica; sobre la zona ecuatorial (como en Colombia) los rayos solares inciden más directamente que en las latitudes medias, por ello, la radiación UV resulta ser más intensa en esa área.



La altitud también determina la cantidad de radiación UV que se recibe, debido a que en zonas de alta montaña es más delgada la capa atmosférica que deben recorrer los rayos solares, de manera que a mayor altitud mayor radiación UV. En promedio, por cada 1000 metros de incremento de la altitud, la radiación UV aumenta entre un 10% a un 12%.

Las nubes pueden tener un impacto importante en la cantidad de radiación UV que recibe la superficie terrestre, generalmente las nubes densas bloquean más UV que una nube delgada.

Figura 5. Factores que influyen en los niveles de radiación UV. (Fuente: Global Solar, UV index. A practical guide. WHO, WMO, UNEP. 2002)

La cobertura nubosa afecta la cantidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre, ya que las gotas de agua y los cristales de hielo, actúan como excelentes difusores de radiación UV, mediante el fenómeno conocido como difusión Mie.

La contaminación trabaja en forma similar que las nubes, ya que la contaminación urbana reduce la cantidad de radiación UV que llega a la superficie de la Tierra.

El nivel de radiación UV que llega a la superficie de un lugar, está inversamente relacionado con la cantidad de ozono total en la atmósfera (especialmente en la región entre los 18 y los 40 km de altura, zona en la que se ubica la capa de ozono); a menor cantidad de ozono mayor radiación UV llega a la superficie. Por ello, las mayores cantidades de radiación UV se reciben en aquellas regiones en donde su contenido de ozono es menor. La zona con menor contenido de ozono total en el mundo es la tropical que comprende amplios sectores del norte y centro de Suramérica, el Atlántico tropical y el centro de África, donde se registran promedios por debajo de 240 UD. Colombia está incluida en esta zona, por lo tanto, está expuesta a altos niveles de radiación ultravioleta en superficie durante todo el año.

La radiación UV reflejada puede producir los mismos efectos que la que llega a la superficie. La nieve es la superficie que más refleja radiación UV, alcanzando hasta un 80%, mientras que el concreto refleja hasta un 12%, la arena seca de playa el 15% y el agua de mar el 25%.

2.3 Unidades de medida

Para algunas bandas espectrales, como la visible y la ultravioleta se utilizan las siguientes unidades, en particular:

- Radiación visible o radiación activa en fotosíntesis (PAR, por sus siglas en inglés): instantánea ($\mu\text{E}/\text{cm}^2\text{seg}$: donde E = Einsten) y la integrada ($\mu\text{Eh}/\text{cm}^2$).
- Radiación ultravioleta: instantánea ($\mu\text{W}/\text{cm}^2\text{nm}$) y la integrada ($\mu\text{Wh}/\text{cm}^2\text{nm}$), en cada longitud de onda medida.

Tabla 1. Conversiones útiles para radiación visible y ultravioleta

Unidad	Equivalencia
1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	0,01 W m^{-2}
1 klux	18 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
1 W m^{-2}	4.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
1 klux	4 W m^{-2}
1 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	1 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$
1 klux	18 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$
1 W m^{-2}	4,6 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$
1 W^*h	3,6 KJ

2.4 Instrumentos de medida y red nacional de medición

El IDEAM ha establecido una red nacional para la vigilancia y monitoreo de la radiación ultravioleta, con cinco estaciones convencionales de superficie en el país, ubicadas en: Riohacha, Bogotá, Pasto, Leticia y San Andrés. Los lugares fueron escogidos por su posición geográfica representativa, tomando en cuenta las variaciones latitudinales a lo largo del territorio nacional.

Estación	Latitud	Longitud	Altura
Riohacha	11° 32' N	72° 56' W	4 m
Bogotá	04° 42' N	74° 09' W	2546 m
Pasto	01° 11' N	77° 18' W	2580 m
Leticia	04° 33' S	69° 23' W	84 m
Isla de San Andrés	12° 35' N	81° 42' W	2 m

Cada estación cuenta con un espectrorradiómetro con cuatro rangos espectrales de medida de la radiación ultravioleta en las bandas UV-A, UV-B y la banda integral de la radiación activa en fotosíntesis (PAR, por sus siglas en inglés). El espectrorradiómetro utilizado es el ultravioleta Biospherical GUV-511 (ver Figura 6a), el cual cuenta con cinco canales de medida distribuidos así: UV-B (305 nm), UV-B (320 nm), UV-A (340 nm), UV-A (380 nm) y el rango entre 400 nm y 700 nm para la radiación visible o activa en fotosíntesis (PAR). Los instrumentos realizan medidas puntuales en fracciones de segundo para cada canal de medida y las integra en intervalos de un minuto; las medidas luego se almacenan en valores máximos, integrales horarios y totales diarios.

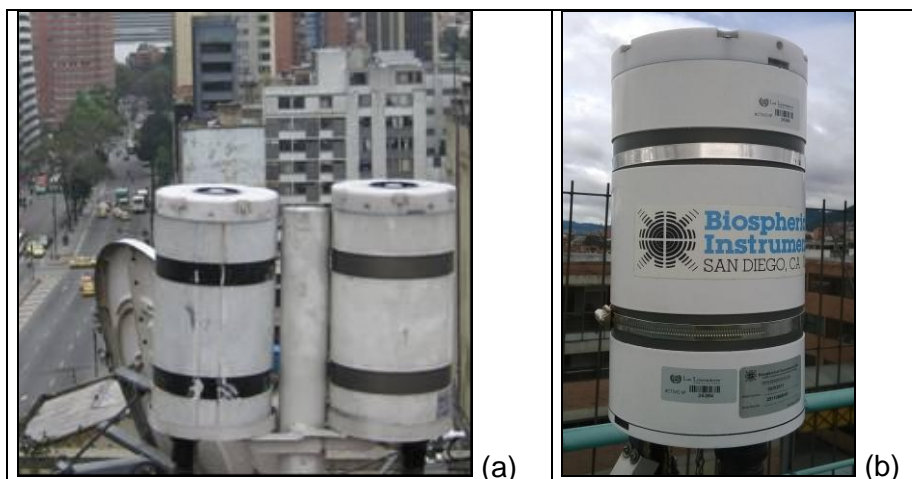


Figura 6. a) Dos de los Espectroradiómetros Biospherical GUV-511 utilizados por el IDEAM. b) Espectroradiómetro Biospherical GUV-2511 utilizado por la Fundación Universitaria Los Libertadores.

El espectroradiómetro físicamente consiste en un sensor de cinco canales a temperatura controlada, por medio de una interfase que también permite la comunicación con un computador personal. Este instrumento ha sido utilizado con éxito en todo el mundo bajo las más adversas condiciones climáticas, siendo

considerado como un sistema de punta en el monitoreo a largo plazo de la radiación ultravioleta y la radiación fotosintéticamente activa del espectro solar.

La mayoría de las estaciones fueron instaladas en el año 1998, como se observa en la siguiente tabla, pero en la actualidad solo están funcionando las de Leticia y la isla de San Andrés. Las otras estaciones, debido a diferentes circunstancias, han dejado de funcionar.

Tabla 2. Estaciones convencionales de radiación visible y ultravioleta

Estación	Inicia	Información hasta
Bogotá	1 de enero de 1998	2012
Riohacha	1 de agosto de 1998	9 de abril de 2001
Pasto	1 de enero de 1998	2003
Leticia	1 de marzo de 1998	Actualmente en funcionamiento
Isla de San Andrés	18 de noviembre de 1999	Actualmente en funcionamiento

El IDEAM también cuenta con 4 estaciones automáticas satelitales que miden radiación UVB, las cuales toman varias mediciones en el minuto, que posteriormente se agregan hasta el nivel horario y están ubicadas en:

Tabla 3. Estaciones automáticas satelitales de radiación ultravioleta

Nombre Estación	Municipio	Deprtamento
El Diablo (Nevado del Huila)		Entre Cauca y Huila
Nevado El Cocuy	Guican	Boyacá
Nevado El Tolima	Anzoategui	Tolima
Santa Isabel-Glacial	Santa Rosa de Cabal	Risaralda

Estas estaciones fueron instaladas en los años 2006 y 2007. La estación del Nevado Santa Isabel fue robada y dejó de funcionar.

El sensor UV en las estaciones satelitales es el UVB E 1.c de la empresa alemana ADOLF THIES GMBH & Co. KG.

2.5 Red nacional de solmáforos

Teniendo en cuenta que la función principal de la Capa de Ozono es servir de escudo para absorber los rayos ultravioleta (UV) del Sol, los cuales han sido relacionados con efectos perjudiciales sobre la salud de los seres humanos, durante el año 2012 la Unidad Técnica Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), con el acompañamiento del IDEAM y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), realizó una campaña nacional para difundir información concerniente a la capa de ozono y el índice UV (IUV) en Colombia.

En junio de 2012, la UTO, en cooperación con el IDEAM y el PNUD, instaló el primer solmáforo en la ciudad de Bogotá, en el recinto ferial CORFERIAS. Asimismo, durante el mes de septiembre, como parte de la celebración del Día

Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono, se instalaron cinco (5) solmáforos en las ciudades de Cartagena, Cali, Medellín, Pereira y Pasto. Estos cinco solmáforos cuentan con un sistema de transmisión de datos de radiación UV e índice de radiación (IUV), que se espera envíen la información de los solmaforos a la sede del IDEAM en Bogotá D.C, entidad que se encargará de su mantenimiento, calibración y de la publicación de los datos a través de la Web.

La Red Nacional de Solmáforos de Colombia está conformada inicialmente por los siete (7) solmáforos que se incluyen en la Tabla 4. Seis de estos solmáforos fueron adquiridos a través del PNUD, en el marco de la implementación del Protocolo de Montreal, mientras que el séptimo fue instalado y donado al IDEAM por la empresa Scandinavia Pharma, como parte de su campaña de responsabilidad social.

Tabla 4. Solmáforos instalados en Colombia

No.	CIUDAD	LUGAR	FECHA DE INSTALACIÓN
1	Bogotá D.C.	Plaza de Banderas de Corferias	Junio 08 de 2012
2	Bogotá D.C.	Estación Héroes de TransMilenio. (Donado por Scandinavia Pharma)	Octubre 18 de 2012
3	Cartagena de Indias	Muelle Turístico La Bodeguita	Septiembre 15 de 2012
4	Cali	Estación Universidad Metrocali	Septiembre 16 de 2012
5	Pereira	Plaza Cívica Ciudad Victoria	Septiembre 16 de 2012
6	Pasto	CAI Morasurco	Septiembre 24 de 2012
7	Medellín	Parque de los Pies Descalzos	Septiembre 28 de 2012

¿Para qué sirve el Solmáforo? El Solmáforo es un dispositivo que además de permitir la medición instantánea de la radiación ultravioleta (UV, entre 280 y 390 nm), empleando sensores ópticos, entrega el índice UV mediante el uso del código internacional de colores definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el PNUD y la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante. El código de colores en el solmáforo hace muy sencillo alertar a la gente sobre la peligrosidad de la radiación ultravioleta y sirve para concientizarlos sobre la exposición saludable al Sol. A partir de este código, se pueden dar recomendaciones a la población sobre las medidas de protección necesarias, tal como se muestra en la Tabla 5, las cuales, están impresas en el pedestal de los solmáforos instalados en el país (ver Figura 7).

De acuerdo con el código de colores, cuando el solmáforo está en verde el riesgo de la exposición al Sol para la salud humana es bajo, cuando se encuentra en amarillo el riesgo es moderado, el color naranja indica un riesgo alto y necesidad de usar elementos de protección, como protector solar, gafas y sombrero. Los colores rojo y morado indican una alta radiación UV y un alto riesgo en la salud cuando las personas se exponen por un periodo prolongado al Sol, por lo que se recomienda mantenerse a la sombra.

Tabla 5. Categoría de exposición y medidas de protección recomendadas de acuerdo al IUV

Categoría de exposición	Índice UV	Protección recomendada	Factor de protección solar (FPS) recomendado	
			Piel clara	Piel oscura
BAJA	< 2,9	No necesita protección. Puede permanecer en el exterior sin riesgo.	15	8
MODERADA	3,0 A 5,9	Necesita protección: manténgase a la sombra, use camisa, sombrero, crema de protección solar y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 30 minutos) expuesto a los rayos solares.	25	15
ALTA	6,0 A 7,9	Necesita protección: manténgase a la sombra entre las 9 a.m. y las 3 p.m., use sombrilla, camisa, sombrero, crema de protección solar y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 20 minutos) expuesto a los rayos solares.	30	25
MUY ALTA	8,0 A 10,9	Necesita protección extra: Evite salir entre las 10 a.m. y las 2 p.m.; busque la sombra; son imprescindibles camisa de manga larga, sombrero, crema de protección solar; use sombrilla y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 15 minutos) expuesto a los rayos solares.	50+	30
EXTREMADAMENTE ALTA	Mayor a 11	Necesita protección extra: Evite salir entre las 10 a.m. y las 2 p.m.; son imprescindibles camisa de manga larga, sombrero, crema de protección solar; use sombrilla y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 10 minutos) expuesto a los rayos solares; busque la sombra.	50+	50+

Elaborado a partir de las siguientes fuentes: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003 y tutiempo.net para el FPS.



Figura 7. Solmáforos instalados en Bogotá-Corferias (izquierda) y Cartagena (derecha). (Fuente: IDEAM).

3. VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

3.1 DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La radiación UV varía de acuerdo con la ubicación geográfica; sobre la zona ecuatorial, como es el caso de Colombia, los rayos solares caen más directamente que en las latitudes medias y la radiación UV resulta ser más intensa en esa área.

Otro factor que influye en los valores de radiación UV en superficie es la cantidad de ozono en la atmósfera, ya que una reducción en esta implicará un aumento en la radiación que alcanza la superficie terrestre. Las zonas con menor contenido del ozono total a nivel mundial, están concentradas específicamente en el sector oriental de la cuenca del Pacífico Tropical y en amplios sectores del norte y centro de Suramérica, el Atlántico tropical y el centro de África, donde se registran valores por debajo de 240 Unidades Dobson (UD, Unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en toda la columna atmosférica). **Debido a lo anterior, estas zonas están expuestas a altos niveles de radiación en superficie durante todo el año.**

En la Figura 8 se muestra el máximo valor del índice (IUV) a nivel global, para cielos despejados de un día en particular (en este caso es el pronóstico del IUV para el 28 de octubre de 2006), el cual se puede presentar hacia el mediodía. Se observa que una de las zonas con valores más altos del índice es la parte central de Suramérica y la zona norte y occidental de Colombia, donde están ubicadas las regiones Andina, Pacífica y Caribe. Los valores en estas regiones de Colombia, alcanzan los valores más extremos y peligrosos de la escala, superiores a 14.5.

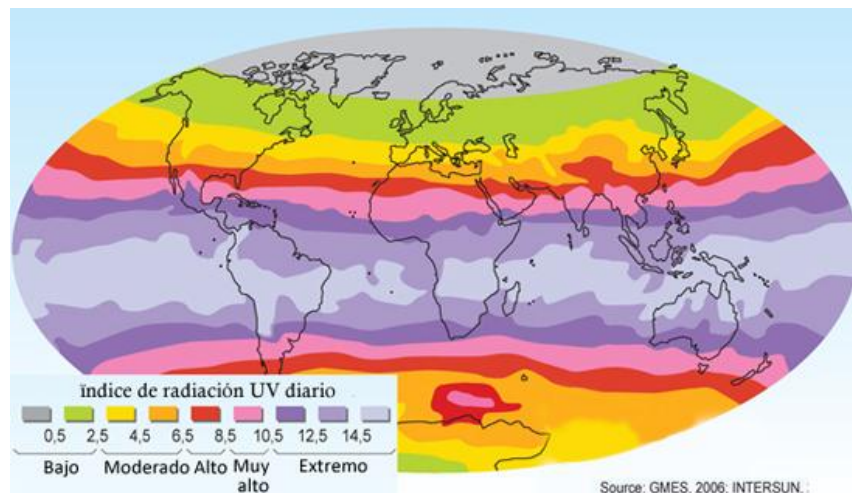


Figura 8. Máximo valor diario del índice UV (IUV) para cielos despejados.
(Fuente: GMES, 2006, INTERSUN, Emmanuelle Bournay, UNEP/GRID-Arenda)

El índice UV (IUV) es una medición sencilla de la intensidad de la radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra. Se ha desarrollado como un indicador que asocia la intensidad de la radiación solar ultravioleta (principalmente la UV-B) incidente sobre la superficie de la Tierra, con posibles daños en la piel humana y es una medida de orientación dirigida a promover en la población una exposición saludable al Sol, ya que ésta es necesaria para diversos procesos biológicos del organismo humano.

Los índices UV indican la intensidad de la radiación UV-B en una escala del 1 al 11+ (entre más alto sea el índice, más peligrosa la exposición a la radiación UV). De acuerdo con la Figura 9, en la cual se presenta el máximo valor diario pronosticado del índice UV a nivel global, teniendo en cuenta el cubrimiento de las nubes (a) y para cielos despejados (b), en ambos casos en los trópicos se pueden encontrar valores extremos del IUV, del orden de 14,5 o superiores.

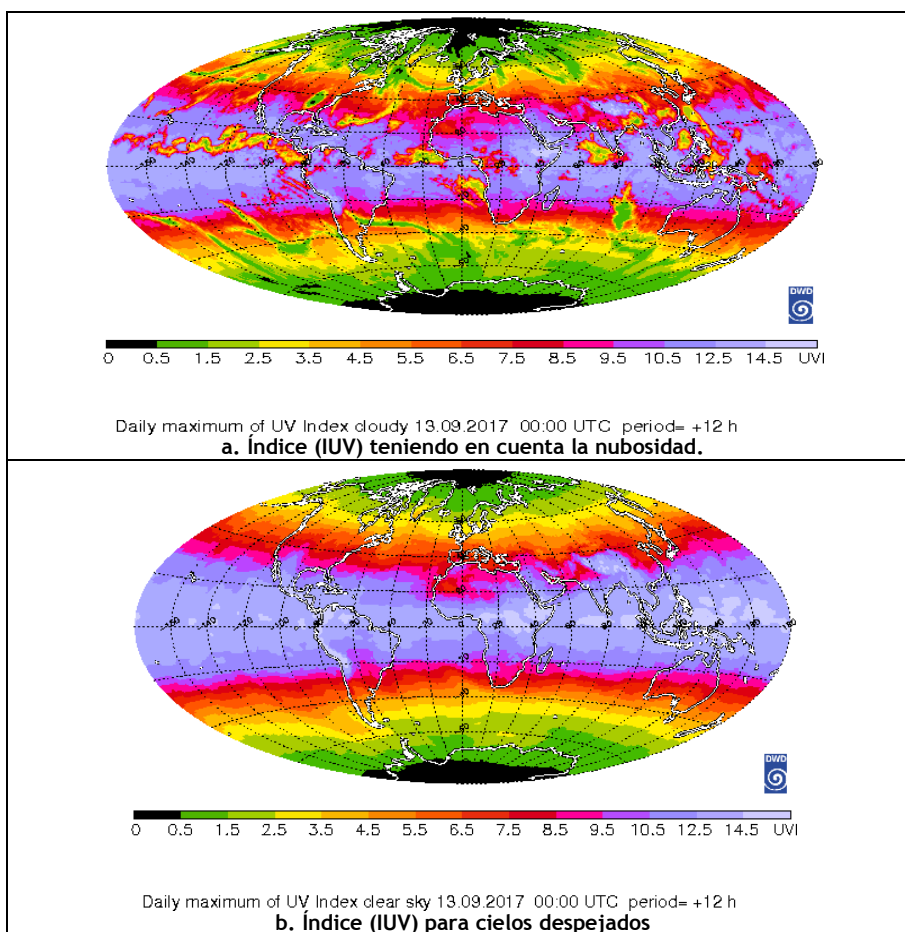


Figura 9. Pronóstico del IUV para el 13 de septiembre de 2017 con nubosidad y para cielos despejados. (Fuente: Deutscher Wetterdienst)

Estos mapas de pronóstico del índice IUV realizados por el instituto alemán Deutscher Wetterdienst, muestran que la disminución del índice por el cubrimiento de las nubes no es tan alta, sobretodo en sectores de cordillera del país.

3.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN COLOMBIA

La intensidad de la radiación ultravioleta en el territorio nacional, se presenta en los mapas de la figura 11 a nivel mensual y en el mapa de la figura 10 a nivel anual y en ellos se muestran los promedios mensuales del máximo valor diario del índice ultravioleta (IUV), que se puede presentar hacia el mediodía, con cielos despejados.

Para la elaboración de los mapas se utilizó el modelo matemático que expresa la atenuación de la radiación solar en términos de los efectos de absorción y dispersión de los componentes atmosféricos, a través de la ley de Lambert-Beer. El modelamiento se realizó en las bandas espectrales 305, 320 y 340 nanómetros, sobre la superficie terrestre.

3.2.1 Análisis promedio anual

En el mapa anual, se observa que el comportamiento espacial de la radiación ultravioleta en el país depende en un alto porcentaje del comportamiento que presente en la atmósfera el ozono total, el cual permite que llegue mayor o menor cantidad de radiación ultravioleta a la superficie del territorio nacional. Se presentan las menores intensidades del IUV en gran parte de la región Caribe y el norte de las regiones Pacífica y Orinoquia, con valores del IUV entre 7 y 8, catalogados como una exposición muy alta y peligrosa, de acuerdo con las especificaciones internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Los valores más altos del IUV se registran en amplios sectores de la región Andina, especialmente en zonas de montaña de Antioquia, santanderes, Boyacá, Cundinamarca, Eje Cafetero, Tolima, Huila, Valle del Cauca, Cauca, Nariño y Chocó, además en el piedemonte Llanero, con valores del IUV entre 11 y 13, catalogados como una exposición extremadamente alta y peligrosa.

3.2.2 Análisis espacio temporal a lo largo del año

El comportamiento a lo largo del año de la radiación ultravioleta sobre el territorio colombiano, depende en un buen porcentaje del movimiento aparente del Sol en su paso por el país, cuya posición latitudinal geográfica se encuentra entre más o menos 4 grados sur en el Amazonas y 12 grados norte en la Guajira. Esta posición define los resultados presentados en los mapas así:

- **Durante todo el año el país está expuesto a altos valores de radiación ultravioleta, los cuales están catalogados como de riesgo, por lo que se sugiere seguir [las recomendaciones para la exposición saludable al Sol](#).**

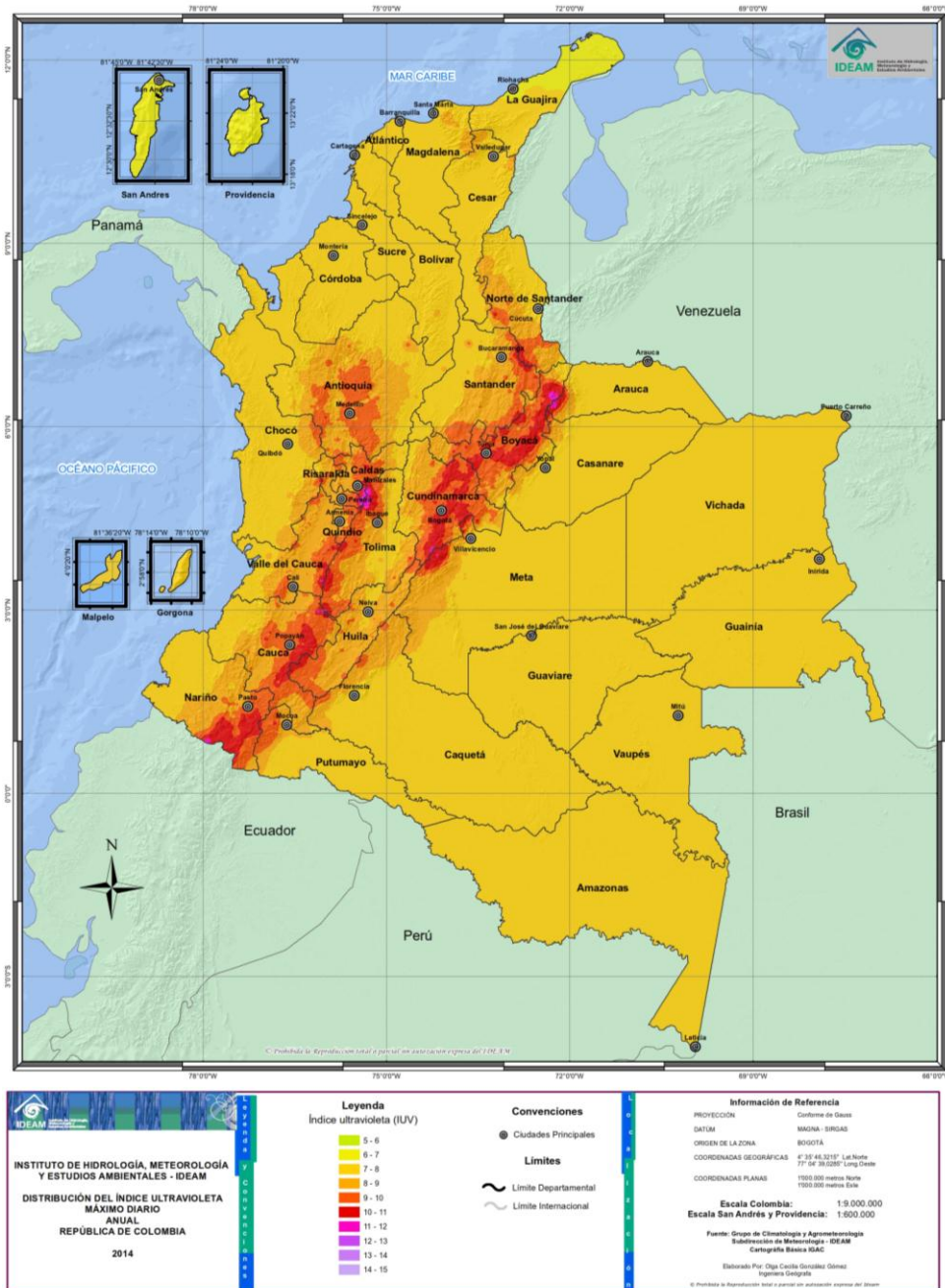


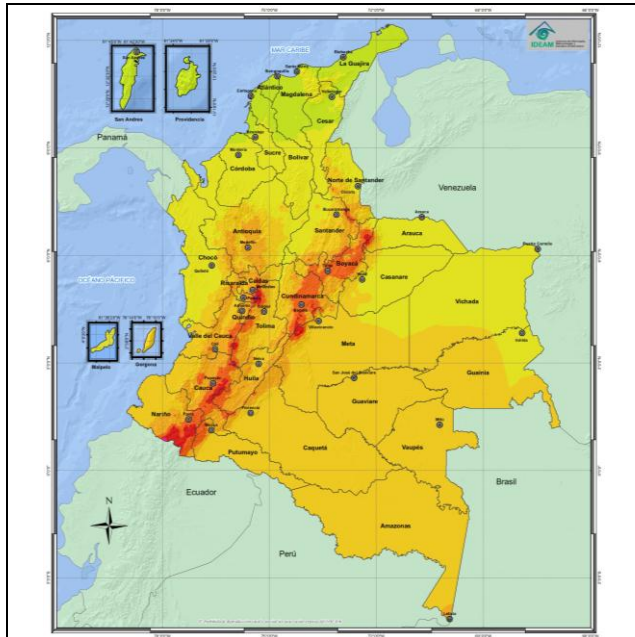
Figura 10. Distribución media anual del máximo valor diario del índice ultravioleta. (Fuente: IDEAM)

- En el año se presentan dos periodos con mayor incidencia de radiación ultravioleta en el país, uno alrededor de marzo y el otro alrededor de octubre, en razón de que en estos meses el Sol alcanza las mayores alturas sobre el horizonte geográfico y por esto los rayos solares también alcanzan mayor perpendicularidad sobre el territorio colombiano. Los mapas reflejan esta situación, se observa que a partir de febrero va aumentando la radiación ultravioleta y en marzo alcanza el mayor valor, después disminuye progresivamente hasta julio y en agosto se vuelve a incrementar hasta octubre,

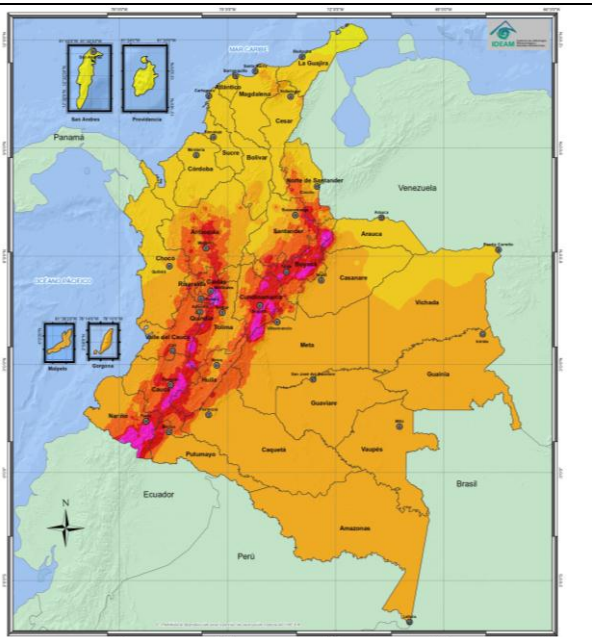
para finalmente disminuir hasta enero, siguiendo el movimiento aparente del Sol, variable conocida como declinación solar y los puntos de referencia para el seguimiento de esta, son los paralelos que delimitan la zona intertropical, entre el trópico de capricornio en el hemisferio sur y el trópico de cáncer en el hemisferio norte. Es así que el 21 y 22 de diciembre (en el Solsticio de invierno) el Sol se encuentra sobre el trópico de capricornio, por eso la radiación ultravioleta en Colombia es baja ya que la distancia cenital de posición del Sol es mayor y por lo tanto disminuye la perpendicularidad de los rayos solares sobre el territorio colombiano; a continuación inicia su movimiento aparente hacia el norte y en el equinoccio de primavera (el 21 de marzo) el Sol se encuentra perpendicularmente sobre el eje del ecuador terrestre, aumentando la incidencia de la radiación ultravioleta sobre el país, la cual, vuelve a disminuir hasta el 21 de junio (en el Solsticio de verano) cuando el Sol se encuentra sobre el trópico de Cáncer, posteriormente vuelve a incrementarse la perpendicularidad sobre el eje del ecuador alrededor del 21 de septiembre y finalmente vuelve a disminuir hasta el 21 de diciembre y así sucesivamente.

3.3 VARIABILIDAD DEL ÍNDICE ULTRAVIOLETA EN ALGUNAS CIUDADES DEL PAÍS

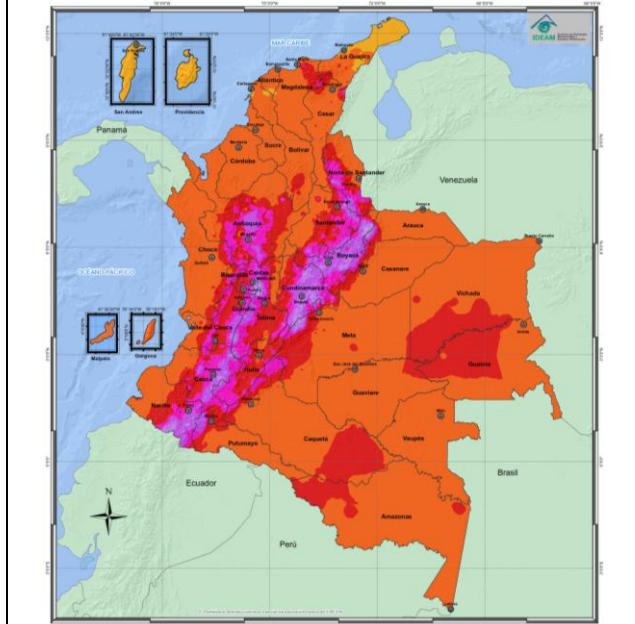
Teniendo en cuenta la información de los espectrorradiómetros Biospherical GUV-511 utilizados por el IDEAM, en la Figura 12 se presenta el comportamiento del promedio mensual del índice UV, obtenido a partir del máximo promedio horario durante el día, en las ciudades de Bogotá, Pasto y San Andrés. En el caso de Bogotá, se puede observar un comportamiento bimodal, en el que los valores más altos se presentan entre enero y marzo, con valores del IUV entre 9 y 10 y en agosto y septiembre, con valores entre 8 y 9. En Pasto los valores más altos están entre diciembre y febrero y en abril, con valores del IUV cercanos a 9, mientras que durante el resto del año los valores son cercanos a 8. Para el caso de la isla de San Andrés, los valores más altos se dan entre febrero y mayo, con valores del IUV alrededor de 8 y los más bajos están en noviembre y diciembre con valores del IUV cercanos a 6. En estos comportamientos influyen factores como: la cantidad de ozono total en la atmósfera del país, la inclinación del eje de rotación de la Tierra (posición del Sol y latitud), la altitud y el cubrimiento de las nubes, entre las principales.



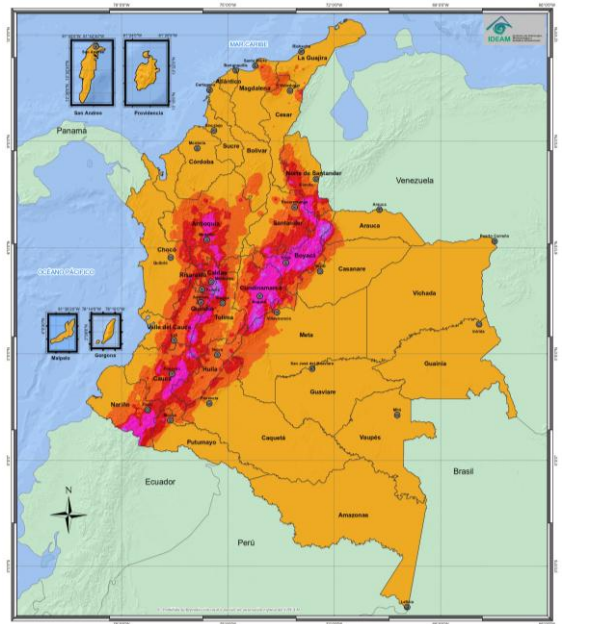
Enero



Febrero



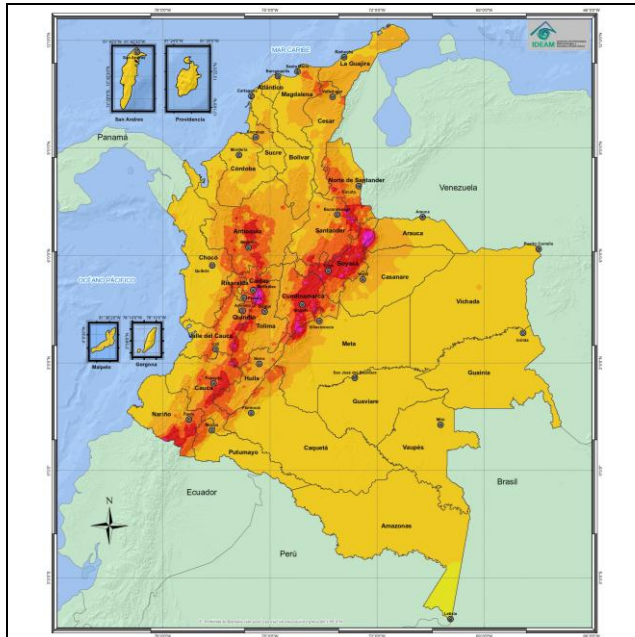
Marzo



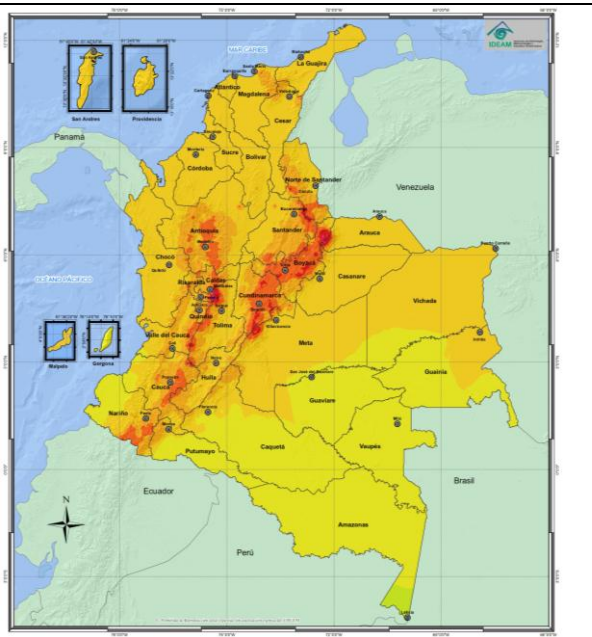
Abril

Leyenda
Índice ultravioleta (IUV)

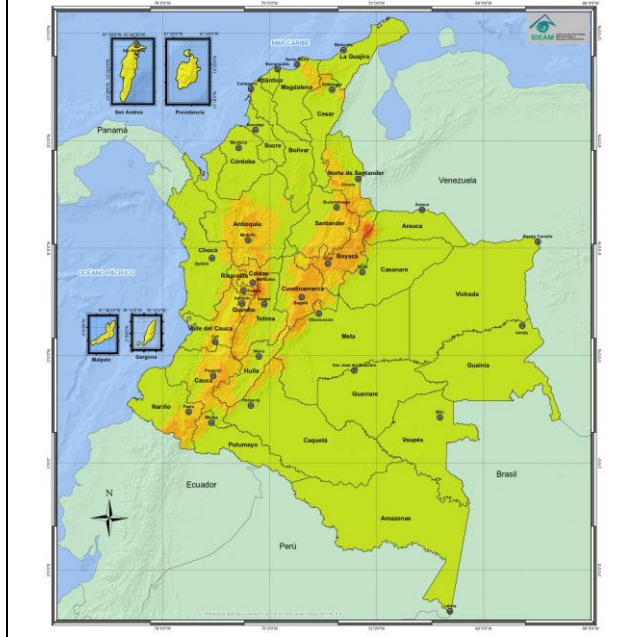
- 5 - 6
- 6 - 7
- 7 - 8
- 8 - 9
- 9 - 10
- 10 - 11
- 11 - 12
- 12 - 13
- 13 - 14
- 14 - 15



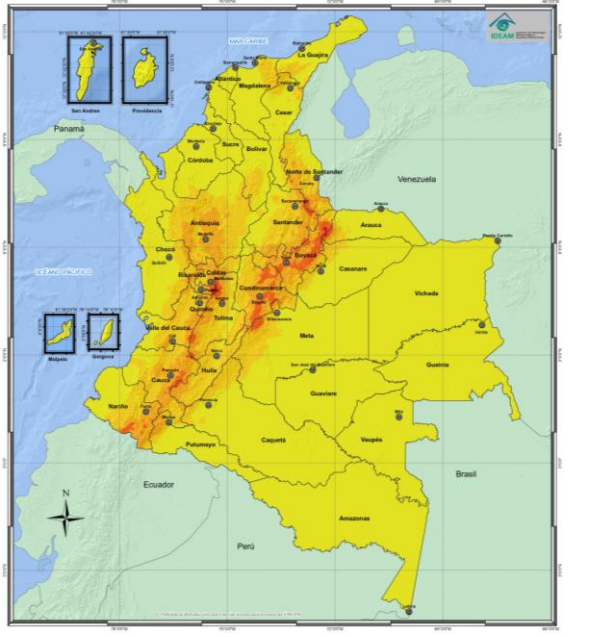
Mayo



Junio



Julio



Agosto

Legenda
Índice ultravioleta (IUV)

- 5 - 6
- 6 - 7
- 7 - 8
- 8 - 9
- 9 - 10
- 10 - 11
- 11 - 12
- 12 - 13
- 13 - 14
- 14 - 15

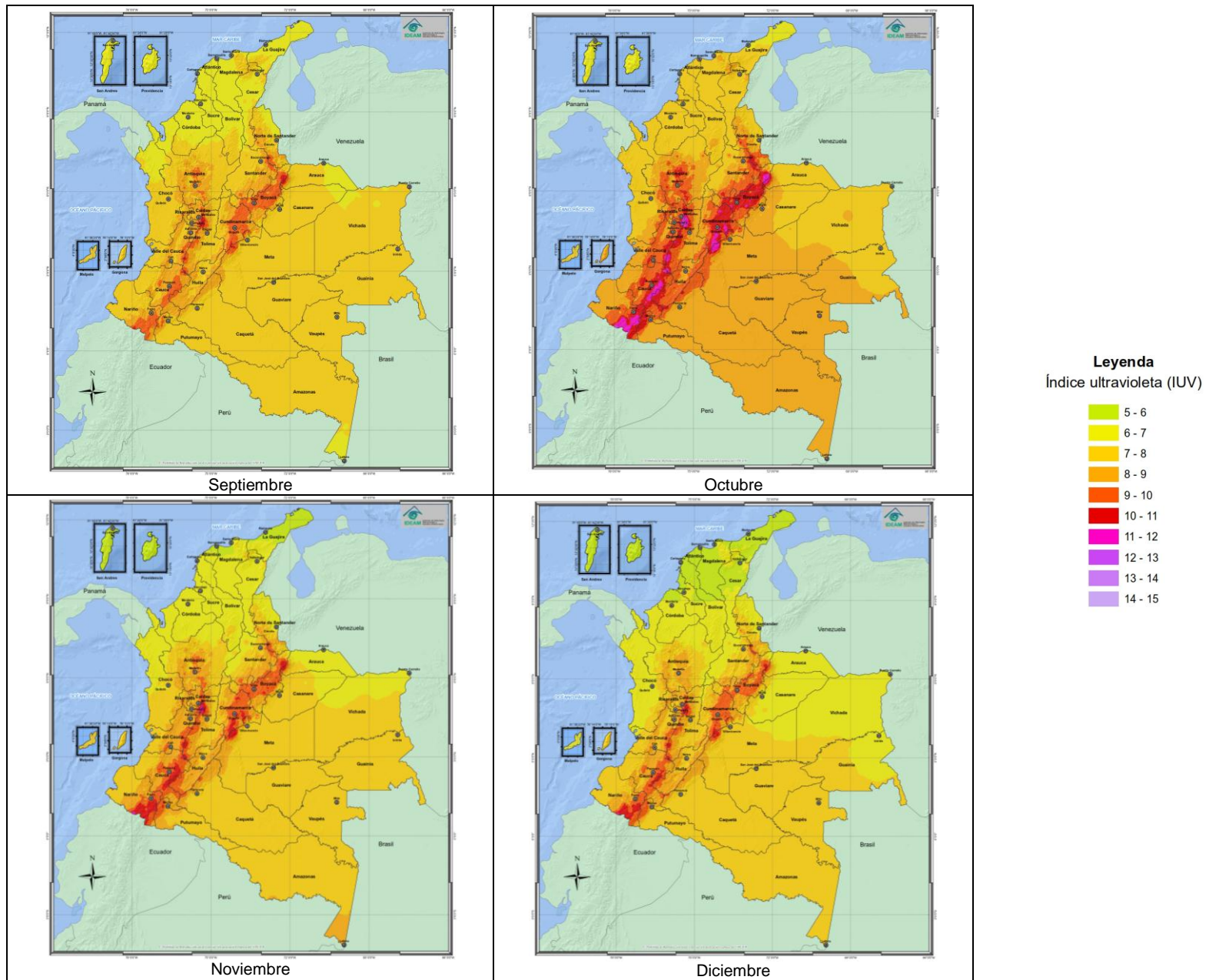


Figura 11. Distribución media mensual del máximo valor diario del índice ultravioleta. (Fuente: IDEAM)

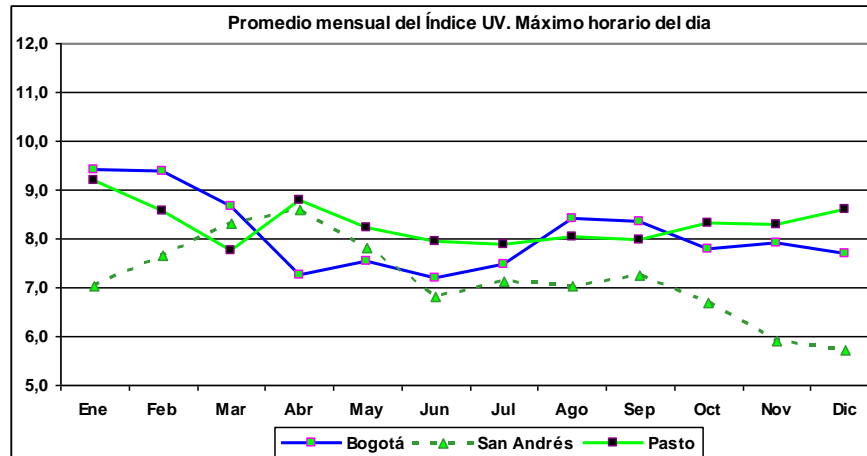


Figura 12. Promedio mensual del índice UV, obtenido del máximo promedio horario en el día en las ciudades de Bogotá, San Andrés y Pasto. (Fuente: IDEAM).

a. Variabilidad estacional de la radiación UV-B en la estación Eldorado

En la figura 13 se presenta el comportamiento del promedio mensual de la radiación UV-B integrada en el día en la estación Eldorado para los canales 305nm, 320nm y el promedio integrado para todo el rango de la radiación UV-B obtenido a partir de estos dos canales. Se observa que los menores promedios de radiación UV-B se dan entre abril y junio y entre septiembre y diciembre y los meses de mayor promedio son enero, febrero y marzo. Hacia los meses de julio y agosto también se presentan valores de radiación levemente por encima del promedio.

b. Variabilidad estacional de la radiación UV-B en la estación Eldorado

El comportamiento del promedio mensual de la radiación UV-A integrada en el día, en la estación Eldorado para los canales 340nm y 380nm, se presenta en la figura 14, así como, el promedio integrado para todo el rango de la radiación UV-A obtenido a partir de estos dos canales. Se observa que los menores promedios de radiación UV-A, también se dan entre abril y junio y los meses de mayor promedio son enero, febrero, julio y agosto (meses que hacen parte de las dos temporadas secas en el centro del país).

Teniendo en cuenta los anteriores comportamientos de la radiación integrada diaria UV-B y UV-A, se tratará de estimar cual es el porcentaje de estos dos componentes de la radiación ultravioleta con respecto a la radiación global acumulada diaria incidente en la ciudad de Bogotá, tomando como ejemplo el mes de enero:

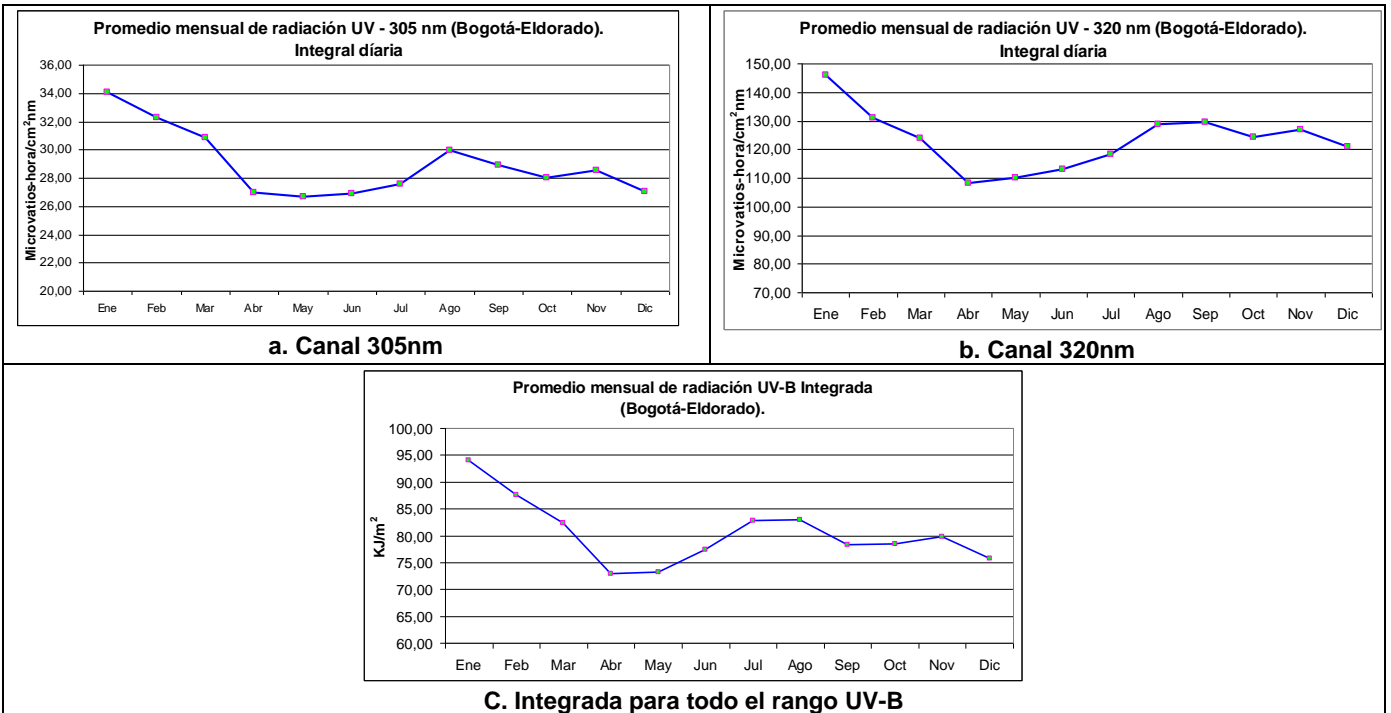


Figura 13. Promedio mensual de la radiación UV-B integrada día en el canal 305nm, 320nm y la integrada para el rango UV-B en Eldorado. (Fuente: IDEAM).

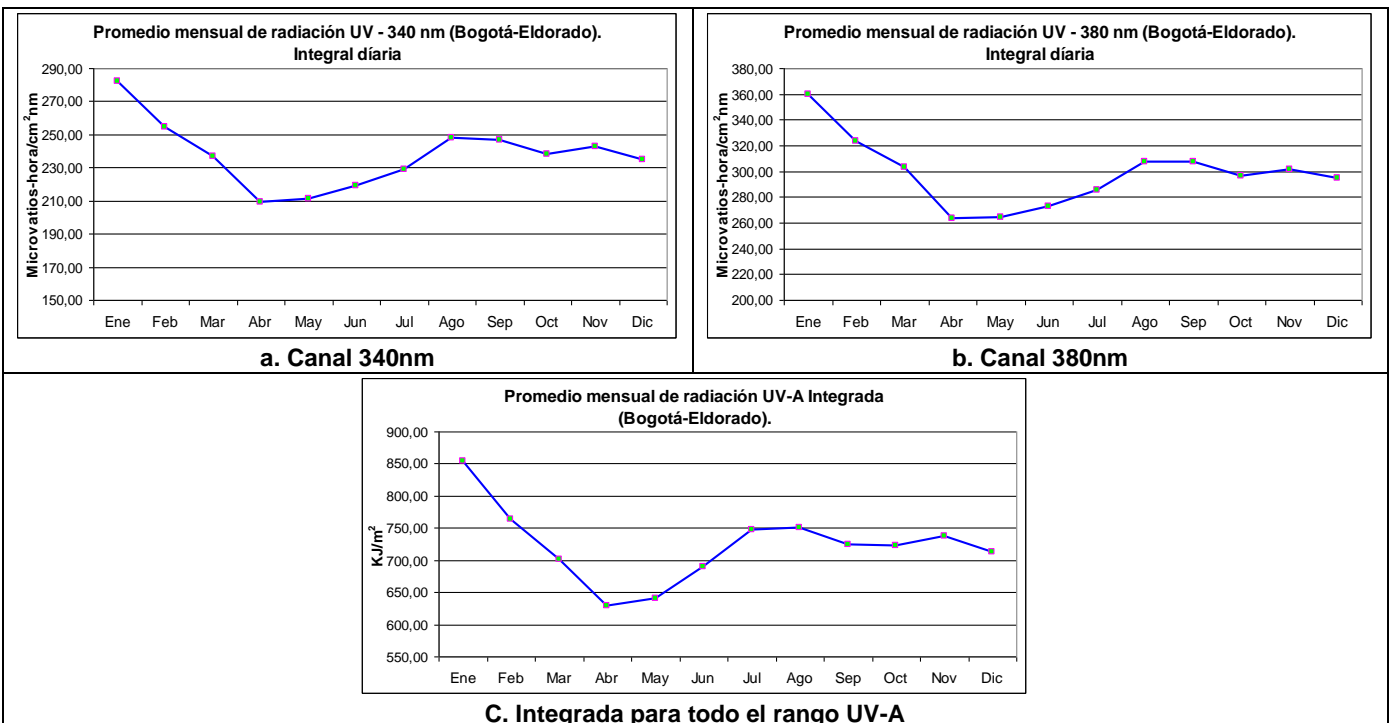


Figura 14. Promedio mensual de la radiación UV-A integrada día en el canal 340nm, 380nm y la integrada para el rango UV-A en Eldorado. (Fuente: IDEAM).

De acuerdo a los datos de radiación global de la estación Aeropuerto Eldorado, para el periodo 1981 a 2006, el promedio de la radiación global acumulada diaria en enero es de 4681,9 w/m² que equivale a 16855 Kj/m².

La suma de la UV-B integrada y la UV-A integrada es igual a: 95 +860 = 955 KJ/m²

Esto equivale a que la radiación UV (A+B) es el 5,7% de la radiación global incidente.

Si se tiene en cuenta que la teoría dice que entre el 0,5% y el 1,0% de la radiación global es radiación UV-C, se confirma lo que también dice la teoría, de que entre el 6% al 7% de la radiación global corresponde a la radiación ultravioleta.

c. Variabilidad estacional del Índice ultravioleta en la estación Eldorado

En la figura 15(a) se presenta el comportamiento del promedio mensual del máximo horario durante el día del índice UV, en la estación Eldorado, donde se puede observar que se presenta un comportamiento bimodal en el que los valores más altos se presentan entre enero y marzo y en agosto y septiembre. Por otro lado, en la figura 15(b) se presenta el comportamiento del promedio mensual del máximo instantáneo durante el día del índice UV, observando que se presentan dos máximos, uno en febrero y otro en agosto.

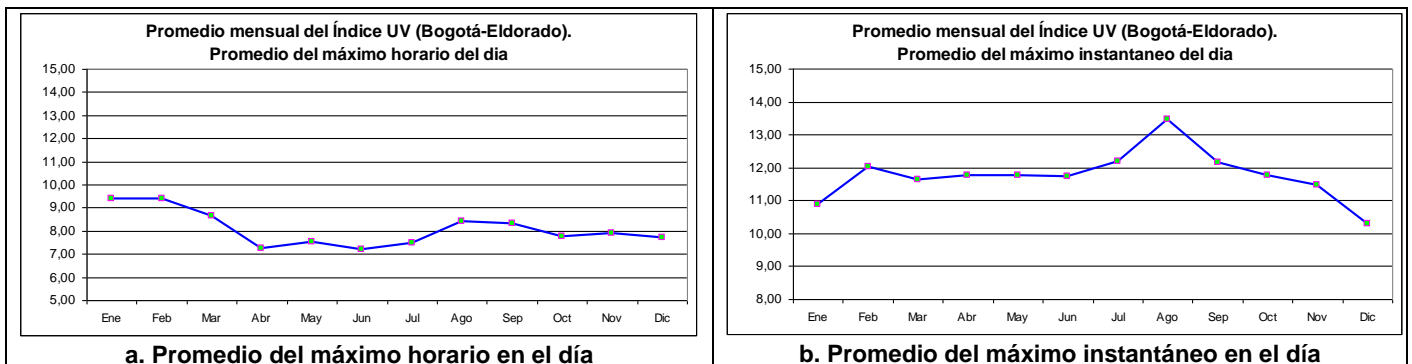


Figura 15. Promedio mensual del índice UV en Eldorado. (Fuente: IDEAM).

4. INDICE ULTRAVIOLETA (IUV)

4.1 JUSTIFICACIÓN

En su afán por contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana, el IDEAM promueve el desarrollo de iniciativas como el índice UV.

En las últimas décadas, se ha encontrado una marcada incidencia del cáncer de piel, problema que está fuertemente relacionado con la excesiva exposición a la radiación ultravioleta proveniente del Sol. Este incremento también puede estar relacionado con el uso de fuentes artificiales de radiación UV, como las cámaras solares. Según [la Liga Colombiana contra el Cáncer](#), el número de casos nuevos de melanoma en Colombia ha venido aumentando levemente en los últimos 40 años (en el país, el cáncer de piel es el más frecuente: 30 a 40 personas de cada 100.000 lo padecen). Con respecto a este tema, según la OMS, entre el 50% y 90% de casos de cáncer de piel son causados por rayos UV. **La ubicación geográfica sobre los trópicos y las grandes altitudes sobre la cordillera de los Andes, incrementan el riesgo debido a la exposición a la radiación ultravioleta.** Estos factores, unidos a la falta de estudios epidemiológicos acerca de la incidencia de la radiación ultravioleta sobre las personas, además del estilo de vida y las condiciones de trabajo, muchas veces al aire libre, así como algunos comportamientos de las personas (que perciben en el bronceado un símbolo de atracción y buena salud) **y la falta de un informe diario sobre los efectos a prevenir**, hacen que gran parte de la población colombiana sea aún más susceptible de contraer cáncer en la piel.

La mayor parte de la exposición a la radiación UV-B a lo largo de toda la vida tiene lugar en la infancia, cuando el riesgo de quemadura solar es más elevado. Aunque el 80% del riesgo de desarrollar cáncer de piel se adquiere antes de los 20 años de edad, no existe la cultura de protegerse del Sol, sobre todo en la infancia. **Por consiguiente, para la OMS la protección de los niños frente a la radiación UV es muy importante.**

Además es un hecho conocido, que a partir de la década de los 80, la capa de ozono presenta un progresivo deterioro que se acentúa desde el Ecuador hacia los polos (**aclarando que en los trópicos el agotamiento en la capa de ozono es casi nulo**), incrementando aún más los riesgos ocasionados por la exposición a las longitudes de onda más cortas del espectro UV, principalmente de los rayos UV-B. Debido a esta situación, los efectos perjudiciales de la radiación ultravioleta, se han convertido en un asunto importante debido a la proliferación de enfermedades como el cáncer eritemático y las cataratas, razón por la cual, diferentes naciones y organizaciones a nivel mundial, han desarrollado mecanismos tendientes a mitigar los efectos relacionados con este asunto. De esta manera, como parte del Programa de Radiación y Ozono desarrollado por la Subdirección de Meteorología del IDEAM, se vienen realizando mediciones de la concentración de ozono a nivel troposférico y

estratosférico a través de ozonosondeos realizados en la ciudad de Bogotá y el seguimiento del ozono total en todo el país, mediante datos de satélites de la NASA, los cuales son analizados y dados a conocer al público en general, a través de la página Web del Instituto. El IDEAM también ha establecido una red nacional para la vigilancia y monitoreo de la radiación ultravioleta, con cinco estaciones convencionales de superficie en el país, ubicadas en: Riohacha, Bogotá, Pasto, Leticia y San Andrés.

Teniendo en cuenta lo anterior, **se necesitan urgentemente programas de protección solar para dar a conocer mejor los peligros para la salud de la radiación UV y para lograr cambios de los estilos de vida que frenen la tendencia al aumento continuo de los casos de cáncer de piel.** Además de sus ventajas para la salud, los programas educativos eficaces pueden favorecer las economías de los países, reduciendo la carga financiera que suponen para los sistemas de atención de salud los tratamientos del cáncer de piel y de las cataratas. En todo el mundo se gastan miles de millones de dólares en el tratamiento de estas enfermedades, que en muchas ocasiones se podían haber prevenido o retrasado.

Se han promovido entonces, diferentes medidas para atenuar los efectos debidos a la radiación ultravioleta, sobre los seres humanos. **Las alternativas utilizadas incluyen desde campañas educativas para el disfrute saludable del Sol, hasta la publicación del índice ultravioleta y el desarrollo e implementación de metodologías para su pronóstico.** El índice UV debe constituir un componente importante de un enfoque de salud pública integrado y a largo plazo para la protección solar **(OMS, 2003).**

La publicación del índice UV, así como el pronóstico del mismo, se constituye en una herramienta importante para proveer información pública sobre el riesgo de la exposición excesiva a la radiación ultravioleta en Colombia. El índice UV ha sido promovido por entes internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorología Mundial (OMM) y la Comisión Internacional para la Protección de la energía no ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés). Desde su primera publicación en 1995, se han realizado varias reuniones internacionales de expertos (Les Diablerets, 1994; Baltimore, 1996; Les Diablerets, 1997; Munich, 2000, entre otras) con el fin de armonizar la forma de comunicar el índice UV y mejorar su uso como instrumento educativo para advertir a las personas de la necesidad de adoptar medidas de protección solar. El IDEAM como representante en Colombia de la OMM, tiene la responsabilidad de implementar este índice y publicarlo.

4.2 EL ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUV)



4.2.1 Antecedentes del Índice UV

Los efectos biológicos de la radiación solar, dependen fuertemente de la longitud de onda de la radiación. En 1932, el Comité Internacional de Lumière, presentó una división para la zona del espectro de radiación ultravioleta, distinguiendo tres regiones: A, B, C, que corresponden a los efectos biológicos que pueden generar, a partir de los cuales se ha desarrollado el índice UV.

Fue en 1992 cuando Canadá empezó a desarrollar pronósticos de radiación UV y creó el término índice UV, ("UV Index"). El pronóstico de radiación ultravioleta UV en superficie es realmente el resultado de pronósticos separados de la columna total de ozono, nubes, eventualmente aerosoles y datos como la posición geográfica del lugar y la época del año.

Poco tiempo después, varias naciones empezaron a pronosticar la radiación UV para el día siguiente. Se tiene como ejemplo, el Servicio Nacional de Meteorología de Estados Unidos, que realiza una predicción diaria desde 1994 a través de un cálculo que integra cinco tipos de datos para obtener la cantidad de radiación que actúa sobre la superficie de 1m² durante el mediodía solar en 58 de los núcleos de población más grandes de Estados Unidos. Esta simple predicción numérica es clasificada por la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) en cinco "niveles o categorías de exposición" con las medidas de protección recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para cada nivel.

Paralelamente, la OMM en su "Meeting of Experts" en, 1994, y 1997 no solamente **redefinió el término Índice UV, sino que además creó estándares para su pronóstico.** Tiempo después en el 2001, la OMS estandarizó las características de los mensajes dirigidos al público en general, promocionando la "**toma saludable del Sol**", a través de categorías de exposición y otros aspectos relacionados con el índice UV. Actualmente, pocos países han adoptado estos nuevos estándares.

En la actualidad existen diferentes programas para hacer extensivo el uso de los índices UV alrededor del mundo. El programa INTERSUN (de la OMS) promueve el uso armonizado del IUV y sugiere a los gobiernos implementar esta herramienta educativa en sus programas promotores de salud. **También promueve canales de divulgación como los medios masivos de comunicación, el turismo y la industria para publicitar el pronóstico del Índice UV y promover los mensajes de protección solar.**

El índice UV fue desarrollado a través de esfuerzos internacionales realizados entre la OMS en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorología Mundial (OMM), la Comisión Internacional para la Protección de Radiación No-Ionizante (ICNIRP, por sus siglas

en inglés) y la Oficina Federal Alemana para Protección de la Radiación (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS). Se desarrolló entonces una guía con el propósito de ser usada por autoridades nacionales y locales, además de organizaciones no gubernamentales activas en el área de la prevención del cáncer de piel, como también de las oficinas meteorológicas y los medios involucrados con el reporte del I-UV. La publicación puede servir como punto de partida para el desarrollo e implementación de una aproximación integrada a la protección del Sol y de la prevención del cáncer relacionado con el Sol.

El índice maneja una escala de 1 a 11+ (valores por encima de 11 que pueden llegar hasta valores de 20), sin embargo, se ha demostrado que en muchas zonas de Sudamérica el valor máximo de radiación UV fijado es sobrepasado en forma permanente, especialmente en zonas altas (ver figura 16 en la cual se presenta como se incrementa el IUUV con la altura).

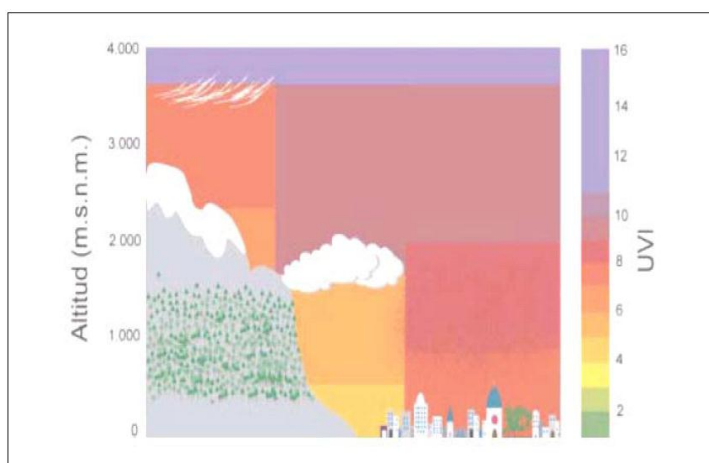


Figura 16. Variación del IUUV con la altitud. Fuente: *Grandes problemas ambientales*. Joaquín Luceno

En el 2004 los comités encargados, en su mayoría científicos europeos, establecieron que los valores máximos que se podían recibir en el planeta eran de 16. Sin embargo, en Chile, se manejan índices muy cercanos a 20, mientras que mediciones del satélite, en la ciudad de El Cuzco y La Paz en verano registran los índices más elevados, llegando a 25 o más. En Mauna Loa, Hawai, 19.53° N a una altitud de 3400 msnm se midieron valores documentados como los mayores del planeta (índices de UV cercanos a 18, Bodahine et al., 1997). Los científicos latinoamericanos insisten entonces en la necesidad de desarrollar un consenso para aceptar una escala de medición internacional única.

4.2.2 Definición

El índice UV (IUUV) es usado como un indicador que asocia la intensidad de la radiación solar ultravioleta (UV-B) incidente sobre la superficie de la tierra, con posibles daños en la piel humana. Este índice permite evitar los riesgos de afectación

de las personas, según el tipo de piel, previa clasificación por un dermatólogo y es una medida de orientación dirigida a promover en la población una exposición saludable al Sol, ya que ésta es necesaria para diversos procesos biológicos del organismo humano. Este indicador alcanza los niveles más altos alrededor del medio día y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares.

Los índices UV indican la intensidad de la radiación UV-B en una escala del 1 al 11+, (encontrándose valores particulares entre 18 a 20, generados especialmente en los trópicos, a grandes altitudes), con las categorías de exposición que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Categoría de exposición a la radiación ultravioleta

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003

La piel humana se puede dividir en 6 tipos, de acuerdo a su sensibilidad a la radiación ultravioleta (Tabla 5). Teniendo en cuenta que, más del 90% de los cánceres de piel no melánicos se producen en los fototipos I y II, los mensajes de protección básicos asociados con el IUV deben dirigirse a las personas de piel clara más propensas a las quemaduras (OMS, 2003).

Tabla 5. Clasificación de tipos de piel.

Fototipo de piel	Color de piel	Sensibilidad a la radiación	Descripción
I	Piel Blanca con muchas pecas, rubios (deficiente en melanina)	Muy sensible	Siempre se quema con facilidad tras la exposición al Sol, la quemadura puede ser intensa. Raramente se broncea.
II	Piel Blanca ojos azules (deficiente en melanina)	Muy Sensible	Habitualmente se quema tras la exposición al Sol. Puede llegar a broncearse pero mínimamente.
III	Piel Blanca con mínima tonalidad marrón. Caucásicos (con melanina suficiente)	Sensible	Algunas veces se quema tras la exposición al Sol, habitualmente se broncea de manera gradual y uniforme, (café claro).
IV	Piel de tono marrón más o menos intenso. Mediterráneos (con melanina suficiente)	Moderadamente sensible	Raramente se quema tras la exposición al Sol, siempre se broncea bien. (café moderado).
V	Piel de tono marrón intenso. Asiáticos, Negros de tonalidad poco intensa, Oriente Medio, Sudamérica (con protección melanica)	Mínimamente sensible	Rara vez se quema. Se broncea intensamente (café oscuro).
VI	Café oscuro o negro (con protección melanica)	Insensible o mínimamente sensible	Nunca se quema. Se broncea intensamente (café oscuro o negro).

Adaptado del documento: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003

Los niños, particularmente sensibles a la radiación UV, requieren una protección especial. Aunque las personas de piel oscura tienen menor incidencia de cáncer de piel, también son sensibles a los efectos nocivos de la radiación UV, **especialmente a los que afectan los ojos y el sistema inmunológico.**

4.2.3 Presentación y comunicación del Índice UV

El IUV debe dirigirse especialmente a los grupos de población vulnerables y con exposición alta, como los niños y los turistas y debe servir para informar a la población sobre los diversos efectos de la radiación UV sobre la salud, como las **quemaduras solares, el cáncer y el envejecimiento de la piel o las alteraciones oculares y del sistema inmunitario. Se debe destacar que los efectos adversos para la salud debidos a la exposición de la radiación UV son acumulativos y que la exposición en la vida diaria puede ser tan importante como la que se produce durante las vacaciones en climas soleados.**

Al comunicar el IUV, se pone el máximo énfasis en la intensidad máxima de la radiación UV en un día determinado, ya sea como categoría de exposición, el valor o intervalo de valores del IUV o ambos, que se produce durante el periodo de cuatro horas en torno al mediodía solar.

Una de las formas de hacer público el índice-UV es a través de la presentación de informes en las noticias y los boletines del pronóstico del tiempo, mejorando el entendimiento del concepto por parte de las personas. El programa INTERSUN de la OMS ha desarrollado un paquete de gráficas estandarizadas que incluyen el logo I-UV, un color internacional para diferentes valores del I-UV y la escogencia de gráficas listas para el reporte del I-UV y del mensaje de protección (ver figura 17).

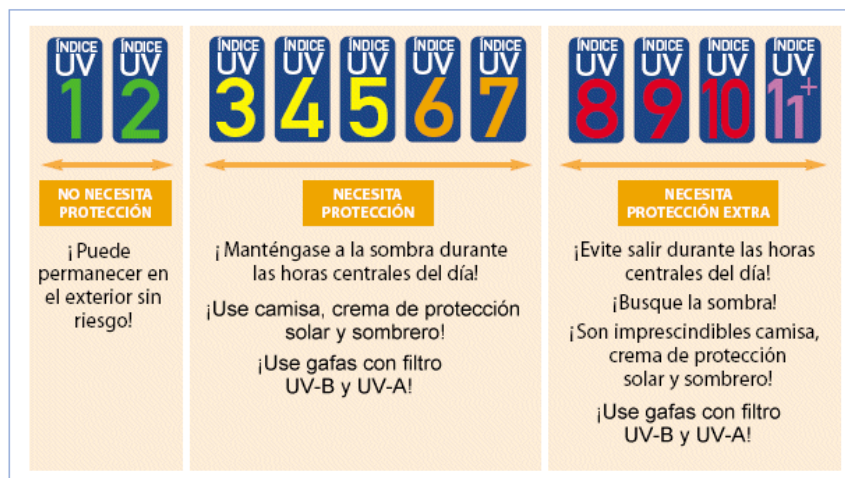


Figura 17. Sistema de protección solar con mensajes sencillos y fáciles de recordar (Programa INTERSUN)

La presentación gráfica normalizada del IUV fomenta la coherencia en la información sobre el índice en las noticias y los reportes del tiempo y sirve para mejorar la comprensión por parte de la población. La existencia de materiales elaborados previamente (graficas y mensajes) para informar sobre el índice, facilita su adopción por los medios de comunicación.

El conjunto de pictogramas puede descargarse del sitio de Internet del Proyecto Internacional de la OMS sobre Radiación UV (<http://www.who.int/uv/>), Intersun, donde se encuentran los códigos de colores para los diferentes valores del IUV (ver figura 18), pictogramas de información sobre el IUV (ver figura 19) y los pictogramas de protección solar (ver tabla 6). En esta tabla también se puede apreciar el factor de protección solar indicado para cada rango del índice UV.

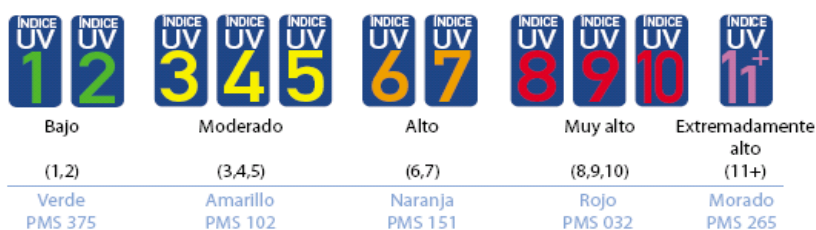


Figura 18. Código internacional de colores (Programa INTERSUN)



Figura 19. Pictogramas relativos al índice UV. (Programa INTERSUN)

Tabla 6. Protección solar recomendada.

Índice UV	Protección recomendada	Factor de protección solar (FPS) indicado	
		Piel clara	Piel oscura
<	Ninguna	15	8
-		Se puede usar un FPS de 25 para un índice entre 3 y 5 y de 30 para un índice de 6 y 7.	Se puede usar un FPS de 15 para un índice entre 3 y 5 y de 25 para un índice de 6 y 7.
+		50+	Se puede usar un FPS de 30 para un índice entre 8 y 10 y de 50+ para un índice superior a 11.

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003 y tutiempo.net para el FPS

En el marco de la presentación del IUV, también pueden utilizarse recomendaciones adicionales para corregir falsas creencias habituales sobre la radiación UV y sus efectos sobre la salud humana, tal como se muestra en la tabla 7.

Por último, **no se recomienda informar de los tiempos de exposición sin riesgo de quemadura**, ya que la población tiende a interpretar que existe un tiempo de exposición seguro al Sol sin protección. En consecuencia, cuando se relacionan los valores del IUV con “tiempos de exposición sin riesgo de quemarse” o con “tiempos de bronceado seguro” se transmite un mensaje equivocado a la población. El IUV no debe dar a entender que puede prolongarse la exposición.

Tabla 7. Peligros de la radiación UV. Mitos y realidades.

FALSO	VERDADERO
El bronceado es saludable.	El bronceado es una forma de defensa del organismo contra daños adicionales por la radiación UV.
El bronceado te protege del sol.	Un bronceado intenso en personas de piel clara sólo ofrece una protección escasa, equivalente a un FPS de alrededor de 4.
En días nublados no te quemas.	Hasta el 80% de la radiación UV solar puede atravesar una nubosidad poco densa. La neblina de la atmósfera puede incluso aumentar la exposición a la radiación UV.
Estando en el agua no te quemas.	El agua proporciona una protección mínima contra la radiación UV y los reflejos del agua pueden aumentar la exposición.
Durante el invierno, la radiación UV no es peligrosa.	La radiación UV es generalmente menor durante los meses de invierno, pero la reflexión en la nieve puede duplicar la exposición total, especialmente a altitudes elevadas. Sea particularmente precavido a comienzos de la primavera, cuando las temperaturas son bajas pero los rayos del sol son más fuertes de lo que se podría esperar.
Las cremas protectoras permiten tomar el sol mucho más tiempo.	Las cremas de protección solar no deben utilizarse para aumentar el tiempo de exposición al sol, sino para aumentar la protección cuando la exposición es inevitable. La protección que proporcionan depende en gran medida de si se aplican correctamente.
Si realizas descansos periódicos al tomar el sol no te quemas.	La exposición a la radiación UV se acumula a lo largo del día.
Si uno no siente el calor de los rayos del sol no se quemará.	Las quemaduras solares se deben a la exposición a rayos UV imperceptibles. El efecto térmico se debe a la radiación infrarroja del sol y no a la radiación UV.

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003

4.3 IRRADIANCIA ERITEMÁTICA Y LA DOSIS ERITEMÁTICA MINIMA

La influencia de la radiación UV sobre la piel se cuantifica por medio de la DEM/hora (Dosis Eritemática Mínima por hora), la cual, es la dosis (potencia/área) efectiva mínima de radiación UV que produce enrojecimiento en la piel humana (eritema) tipo II. La sensibilidad de la piel a la radiación UV para producir un eritema es función de la longitud de onda. Como convención internacional, para reportar la radiación solar ultravioleta a la población, se usan los índices UV.

Se manejan dos términos: la irradiancia eritemática y la DEM

- **La irradiancia eritemática** se determina como la magnitud de radiación (UVB y UVA) instantánea en unidades de potencia por unidad de superficie. Dado que los efectos producidos por la radiación ultravioleta se manifiestan con posterioridad a la exposición y tienen un efecto acumulativo, hay que introducir el tiempo de exposición.

- Para ello se define la **Dosis Eritématica Mínima (DEM)**, definida como la mínima irradiación (radiación instantánea) necesaria para producir un eritema o enrojecimiento de la piel, tras un determinado tiempo de exposición a la radiación. Esto depende del tipo de piel, de la intensidad de la radiación y del tiempo de exposición. La sensibilidad de la piel a la radiación UV para producir el eritema es función de la longitud de onda; a pesar de que el enrojecimiento se produce antes en personas con escasa pigmentación en la piel, que en otras con pigmentación más oscura (o sea, depende del fototipo de piel del individuo), se toma como unidad de referencia individuos con piel blanca ligeramente pigmentada (piel tipo II), ya que la piel morena ofrece mayor protección, por tener mayor contenido de melanina. Para este fototipo (II), la DEM tiene un valor de:

$$1 \text{ DEM} = 20\text{mJ/cm}^2 = 200\text{J/m}^2$$

Basados en estudios, se encuentra la relación entre las unidades radiométricas y los DEM/hora de la siguiente forma:

$$1 \text{ DEM/hora} = 5.83 \mu\text{W/cm}^2$$

La piel humana ha mostrado ser más sensible a la parte del espectro UV, que tiene una mayor variabilidad debida a los cambios de ozono (UV-B) y menor sensibilidad a la parte del espectro UV (UV-A) en el que varía menos con los cambios de ozono. El espectro de acción eritemática busca replicar la respuesta promedio de la piel humana a la radiación UV. El tiempo de tolerancia a la exposición por radiación solar, depende de cuánta melanina hay en la piel, además de otros factores genéticos.

La influencia de la radiación en este intervalo está modulada por el coeficiente denominado coeficiente de acción eritemática que fue establecido por McKinley Diffey en 1987. Este coeficiente espectral caracteriza el efecto de eritema, el cual es máximo hacia los 300 nm y va decreciendo a medida que aumenta la longitud de onda (ver figura 20). Así, el poder eritemático total de la radiación se define mediante la integral de irradiancia espectral total ponderada por el coeficiente de acción eritemática. La curva de acción eritemática es una curva de efectos biológicos, por lo que la magnitud representada no tiene unidades físicas. Se ha tomado como unidad de efectividad el valor correspondiente a 300 nm ya que es la zona donde se registra el máximo poder eritemático de la radiación ultravioleta.

Específicamente, el Índice UV fue definido como la escala integrada de radiaciones espectrales entre 290 y 400 nm medido por el espectro de acción eritemática inducido de la Commission Internationale de l'Eclairage-CIE (McKinlay y Diffey, 1987). La Figura 20 muestra el espectro típico de radiaciones en la escala de 290 a 400 nm que corresponde al modelo propuesto por el CIE.

La variación de las radiaciones es pequeña en la parte espectral del UV-A (320 – 400 nm), mientras que en la parte UV-B (280-320 nm) existe una variación mayor en las longitudes de onda. Cabe recordar que a los 300 nm es el punto donde se registra el

mayor poder eritemático de la radiación UV. El pico puede variar entre 300 y 310 nm para diferentes condiciones de ozono y ángulos zenitales solares (AZS). De esta manera, a medida que el ozono total disminuye y el Ángulo Zenital Solar decrece, el pico se moverá a longitudes de onda más cortas.

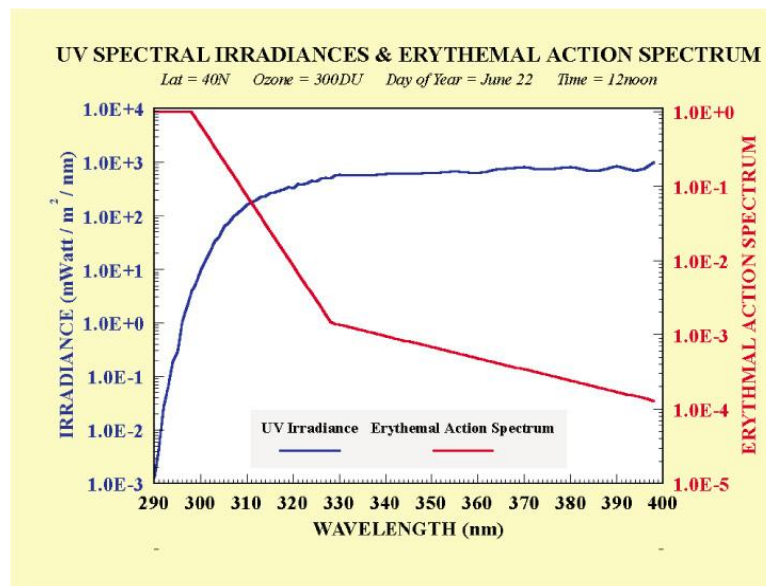


Figure 20. Radiaciones Espectrales medidas por la acción del espectro CIE. Integrando estas radiaciones se obtiene la tasa de dosis eritemática (Craig,2003).

El índice UV, surgió al constatar que la dosis de eritema, al acumularse durante una hora en un metro cuadrado de piel humana, varía entre 0 y 1500 Joules. De este resultado experimental, se acordó internacionalmente asignarle el número 1 al rango entre 0 y 99 Joule/m²/hora, 2 al rango entre 100 y 199 Joule/m²/hora y así sucesivamente hasta llegar al índice 15 que corresponde al tope de la escala.

Tabla 8. Relación entre la categoría de exposición y la dosis de eritema

Índice UV	Dosis de eritema J/m ² /hora	Categoría
1 - 2	0 -199	Baja
3 - 5	200-499	Moderada
6 - 7	500-699	Alta
8 - 10	700-999	Muy alta
11 - 15	1000-1500	Extremadamente alta

4.4 PRONOSTICO DEL ÍNDICE ULTRAVIOLETA (IUUV) EN EL PAÍS

Debido a las variaciones en las cantidades de ozono y a las variaciones estacionales y climáticas, el país recibe distintas cantidades de radiación UV en distintos momentos.

Cabe resaltar que el ozono total en la atmósfera varía a lo largo del año sobre el país y el mes de enero se caracteriza por presentar los valores más bajos, en el rango de 230 a 245 Unidades Dobson (U.D. unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en toda la columna atmosférica); a partir de febrero se presenta un aumento gradual del ozono total sobre el territorio nacional hasta el mes de agosto que es cuando se presentan los máximos valores durante el año, en el rango de 270 a 285 UD. A partir de septiembre empieza nuevamente la disminución del ozono total hasta el mínimo que se presenta en enero (para mayor información ver la página: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento-al-ozono>).

4.4.1 Antecedentes

El pronóstico de radiación ultravioleta UV en superficie es realmente el resultado de:

- **Pronósticos separados de la columna total de ozono y nubes.**
- **Un modelo radiativo para la estimación de la radiación UV que llega a superficie**
- **Datos como la posición geográfica del lugar y la época del año.**
- **(Eventualmente aerosoles, gases contaminantes y la observación de la radiación UV en la superficie terrestre).**

En 1992 Canadá empezó a desarrollar pronósticos de radiación UV y creó el término índice UV, ("UV Index"). Poco tiempo después, varias naciones empezaron a pronosticar la radiación UV para el día siguiente. Se tiene como ejemplo, el Servicio Nacional de Meteorología (National Weather Service, NWS) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por su sigla en inglés) de Estados Unidos, que realizan una predicción diaria desde 1994 del índice UV, que ofrece un pronóstico de los niveles de radiación UV para el día siguiente, en una escala de 1 a 11+, a fin de que las personas puedan determinar las conductas adecuadas para protegerse del Sol, a través de un cálculo que integra cinco tipos de datos para obtener la cantidad de radiación que actúa sobre la superficie de 1m² durante el mediodía solar. Esta simple predicción numérica es clasificada por la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) en cinco "niveles de exposición" con las medidas de protección recomendadas por la OMS para cada nivel.

Paralelamente, la OMM en su "Meeting of Experts" en, 1994, y 1997 no solamente redefinió el término Índice UV, sino que además creó estándares para su pronóstico.

En Estados Unidos el índice UV se calcula mediante el pronóstico de los niveles de ozono, un modelo numérico que relaciona los niveles de ozono con la incidencia UV en la superficie terrestre (nivel de radiación entrante), el pronóstico de la nubosidad y la altitud de las ciudades en las que se realiza el pronóstico. Otros países emplean además la medición de la radiación en la superficie terrestre.

Por otro lado, varios países en Latinoamérica (Chile, Argentina, Costa Rica, Panamá, entre otros) también utilizan procedimientos similares al que se aplica en EE.UU y debido a sus buenos resultados es el que se piensa implementar en Colombia.

4.4.2 Metodología

En resumen, la metodología se basa en el pronóstico de la cantidad de ozono total y su incorporación a un modelo radiativo para estimar la cantidad de radiación UV en superficie que se traduce a la escala del indicador UV.

El cálculo comienza con el pronóstico de los niveles de ozono de los días siguientes en distintos lugares del país, por medio del modelo GFS (Global Forecasting System, desarrollado por el National Centers for Environmental Prediction –NCEP- de la NOAA) de alta resolución (25km x 25km). Estos datos se expresan en Unidades Dobson (U.D. unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en toda la columna atmosférica).

A continuación se recurre a un modelo radiativo (**en nuestro caso, utilizaremos el modelo TUV, Versión 5.3.1**) para determinar la cantidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre con una longitud de onda entre 280 y 400 nm (que representa el espectro total de longitud de onda UV y la máxima irradiancia efectiva durante el día) para producir un índice de dosis eritematogena, teniendo en cuenta la hora del día (mediodía solar), el día del año, la altitud (en superficie, la radiación UV experimenta un aumento de alrededor del 10% por cada kilómetro que nos elevemos sobre el nivel del mar) y el cubrimiento de las nubes (**inicialmente se asumirán cielos despejados**). Si el cielo está despejado, es posible que el 100% de la radiación UV solar llegue a la superficie terrestre, proporción que baja al 89% cuando el cielo está parcialmente nublado, al 73% con el cielo prácticamente cubierto y al 31% con el cielo completamente cubierto. Esta radiación representa el efecto total que tendrá la radiación UV sobre la piel en un día determinado.

El cálculo del índice UV no contempla los efectos de las variaciones del reflejo según la superficie (arena, agua, nieve, etc.), los agentes contaminantes de la atmósfera o la bruma.

En las siguientes páginas de Internet se reporta el pronóstico del índice UV para diferentes ciudades del país:

1. tutiempo.net

<https://www.tutiempo.net/>

En el buscador de la parte superior, se introduce el nombre de la ciudad (ejm. Bogotá) y después se selecciona el botón “Detallado” de fondo verde. Se presenta el pronóstico del índice ultravioleta máximo y la cantidad de ozono total **en las principales ciudades de Colombia** para el día de hoy y los próximos cinco días. También se reporta la hora de salida y puesta de Sol. Los datos del índice UV son

válidos en el supuesto de **cielo despejado y de acuerdo al seguimiento que se ha hecho estos son muy acertados (aunque a veces está un poco por encima).**

2. weather.com

<http://www.woespana.es/weather/maps/forecastmaps?LANG=es&CONT=samk®ION=0016&LAND=CO&LEVEL=4&R=300>

Se presenta un mapa con el pronóstico del índice ultravioleta máximo **para 18 puntos de Colombia** para el día presente y opciones para consultar el índice para los próximos cuatro y ocho días. Los datos del índice UV son válidos en el supuesto de **cielo despejado.**

Específicamente en la siguiente página, se presenta el índice UV para la ciudad de Bogotá: <http://www.woespana.es/Colombia/Bogota/IndiceUV.htm> . **De acuerdo al seguimiento que se ha hecho en esta página para la ciudad, los valores del IUV siempre permanecen en 8, 9 y 10 y no varían mucho, cuando es sabido que en la ciudad es normal de que se presenten valores por encima de 11.**

3. Clima.msn

<http://clima.msn.com/region.aspx?wealocations=Colombia>

En el buscador se introduce el nombre de la ciudad y se presentan las condiciones actuales y para los próximos cuatro días (temperatura máxima y mínima y el pronóstico del tiempo). Al seleccionar el botón “DETALLES” se presenta para cada día el pronóstico del índice ultravioleta. Los datos del índice UV son válidos en el supuesto de **cielo despejado.**

Específicamente en la siguiente página, se presenta el índice UV para Bogotá y **de acuerdo al seguimiento que se ha hecho estos son muy acertados:**

<http://clima.msn.com/hourly.aspx?wealocations=wc:COXX0004&q=Bogot%c3%a1%2c+COL+forecast:hourly>

4.

Deutscher Wetterdienst



https://kunden.dwd.de/uvi_de/index.jsp

En esta página alemana se presenta el pronóstico diario del índice UV para todos los países del mundo para el día actual y el siguiente, a través de mapas a nivel global con el pronóstico del índice UV con nubosidad y con cielos despejados, tal como se presenta en la figura 21.

En las siguientes páginas de Internet se reporta el pronóstico del índice UV para diferentes países:

En Chile

http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/otros_pronosticos/indice_radiacion_uv/informacion_general.xhtml

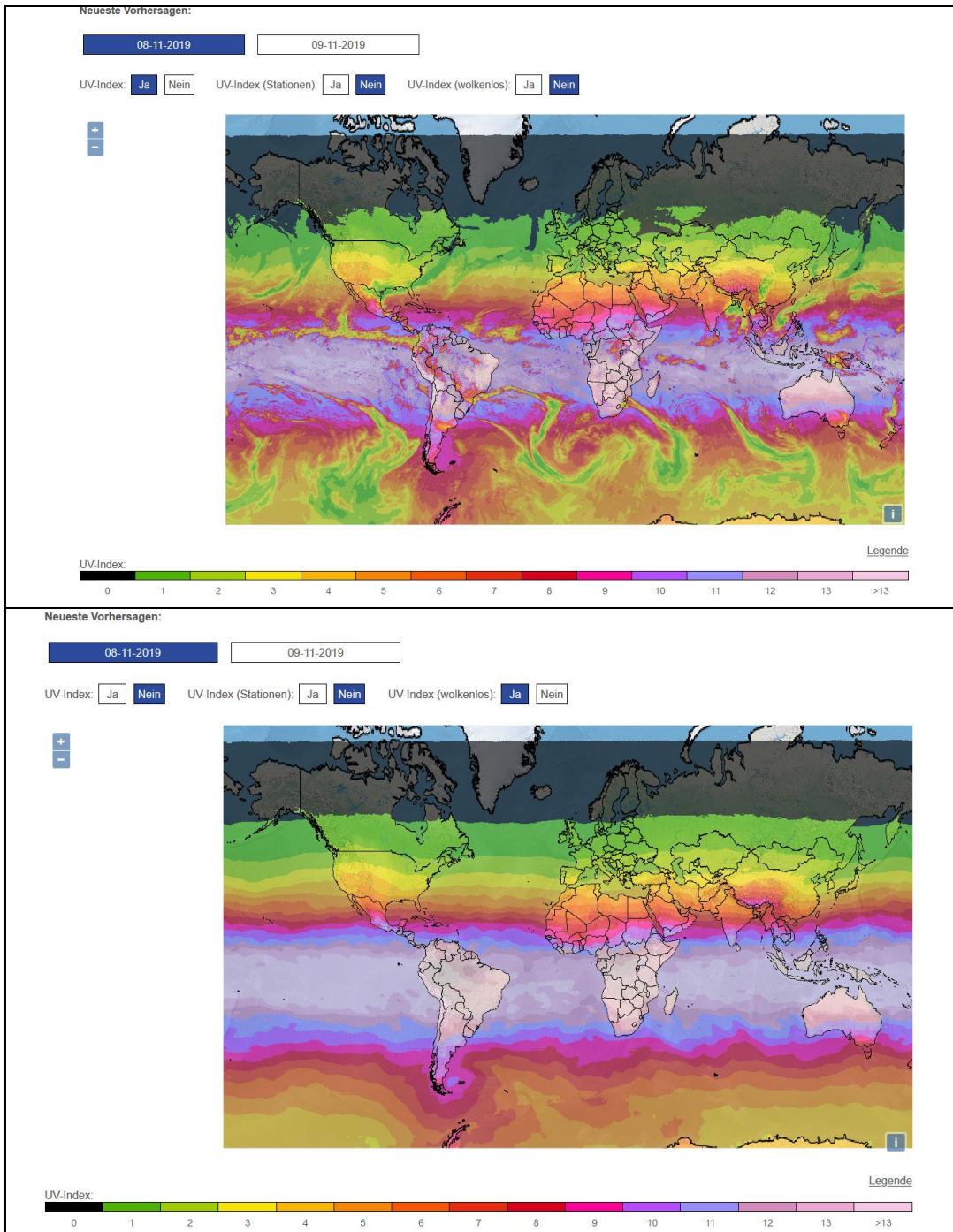


Figura 21. Pronóstico del índice UV con nubosidad y con cielos despejados para el 8 de noviembre de 2019.

En esta dirección se presenta una explicación sobre la radiación ultravioleta y el índice UV y se resume la metodología para su pronóstico. En la siguiente dirección se presenta el valor máximo medido del IUV para los últimos 10 días en diferentes sitios del país (en 25 puntos), así como el máximo valor medido del día anterior (y la hora) y el máximo valor pronosticado para el día de mañana:

http://www.meteochile.cl/PortalDMC-web/otros_pronosticos/radiacion_uv.xhtml

En Estados Unidos

<http://www.epa.gov/sunwise/es/calcula.html>

En esta dirección se presenta un resumen de la metodología para pronosticar el índice UV y el valor pronosticado del índice para diferentes sitios del país, así como las recomendaciones de protección según el IUV.

4.4.3 Descripción del modelo TUV

Para los pronósticos del índice UV se utiliza el modelo de Transferencia Radiativa TUV, versión 5.3.1 (Tropospheric Ultraviolet and Visible Radiation Model) desarrollado por el Dr. Sasha Madronich en la División de Química Atmosférica del Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (National Center for Atmospheric Research NCAR, EE.UU.) en Boulder, Colorado. Este modelo calcula la radiación solar de onda corta en la atmósfera de la Tierra y permite evaluar las contribuciones relativas de los componentes atmosféricos y pronosticar el Índice UV en condiciones de cielo despejado y en condiciones de cielo nublado.

El modelo TUV permite realizar cálculos en el rango de longitudes de onda entre 100 nm y 1000 nm para el cálculo de: irradiancias espectrales y la integrada, el flujo espectral, el factor de amplificación de radiación (RAF), coeficientes de tasa de fotólisis y la irradiancia efectiva biológicamente (dosis eritemática).

El modelo TUV permite, además:

- El cálculo de un importante número de variables, entre las cuales se destacan las contribuciones de la radiación directa y difusa.
- La posibilidad de realizar simulaciones en las cuales se pueden variar las longitudes de onda y la altitud.
- Evaluar la dependencia de la temperatura y la presión, absorción de ozono y de dióxido de sulfuro y el efecto de scattering debido al cambio de densidad del aire.
- Permite incorporar, si se cuenta con información meteorológica, el efecto de la nubosidad sobre las dosis eritemáticas que se miden a nivel del suelo sobre un lugar geográfico específico.
- Considerar el efecto de los aerosoles (contribuciones de Rayleigh y de Mie) sobre la radiación solar ultravioleta que se recibe a nivel del suelo.

La distribución angular de la intensidad (o radiancia) en este modelo está representada por una función simple que permite expresar la ecuación íntegro-diferencial de transferencia radiativa en términos matemáticamente resolubles, utilizando el esquema delta-Eddington para su resolución. El código en el cual está escrito el programa es Fortran-77.

El mayor cambio realizado al modelo TUV en la versión 5.3.1, está basada en una actualización al modelo de radiación UV reflejada, el cual se encuentra enfocado en una optimización de algoritmos para obtener la reflexión de la radiación UV y así poder calcular de forma asertiva el índice ultravioleta.

El modelo trabaja con el perfil de temperaturas del aire estándar de Estados Unidos obtenido en 1976. En caso de contar con perfiles de similar rango de validez más recientes, es posible incorporarlos en el programa.

El modelo TUV considera la curvatura de la tierra, variable importante cuando el Sol se encuentra cerca del atardecer o del amanecer.

En este modelo se utiliza la aproximación del método two-stream y los parámetros que se correlacionan con el Índice UV son: el valor máximo promedio de la irradiancia durante el mediodía local, el día juliano (el día del año), la fracción de nubosidad durante el mediodía local (para nuestro caso se asumirá cielo despejado), el valor pronosticado de la columna de ozono, la declinación solar, la latitud, longitud y la altitud del sitio al cual se va aplicar el modelo.

El TUV puede incluir la atenuación producida por aerosoles y capas estratificadas de nubes de diferentes espesores ópticos. El modelo TUV está disponible en la siguiente dirección: <https://www2.acom.ucar.edu/modeling/tropospheric-ultraviolet-and-visible-tuv-radiation-model>

4.4.4. Aplicación del modelo TUV y pronóstico del Índice UV

El modelo TUV y la metodología descrita a continuación, ha sido validada y ajustada en la ciudad de Bogotá entre el 21 y el 27 de enero del 2002 (periodo en el cual predominaron cielos despejados), incorporando datos de ozono **medidos** por el sensor TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer - Espectrómetro para el trazado de mapas de Ozono Total), portado en el satélite Earth Probe de la NASA (el cual fue operativo hasta el 2005), generando el pronóstico del máximo valor del IUV para las horas alrededor del medio día y para cielos despejados.

Inicialmente se abre el ejecutable del programa TUV que se llama Run_tuv que se encuentra en la carpeta: TUV 5.3.1\tuv5.3.1.exe\tuv5.3.1.exe. También se puede correr pulsando la aplicación tuv en la carpeta: TUV 5.3.1\tuv5.3.1.exe\tuv5.3.1.exe.\tuv.

Después de abierta la ventana del programa se pulsa Enter para continuar y se escoge la opción uno (1). Se escribe el nombre del archivo de entrada: defin1 (a este se le modifican los parámetros de entrada y se convierte en usrinp) u otro creado con diferente nombre.

El archivo de salida por defecto es usrout, pero se puede cambiar el nombre.

A continuación, se pueden modificar los valores que por defecto trae el modelo para cada variable, digitando el nombre de la variable (en minúscula) y pulsando <enter>, después se coloca el nuevo valor de la variable y se pulsa <enter>. Los valores que se modificaron para las diferentes variables en el modelo son los siguientes:

nstr = -2 (número de pantallas para transferencia radiativa).
 lat = 4.7 (valor con decimales, donde el norte es positivo y sur negativo).
 lon = -74.1 (valor con decimales, donde el oriente es positivo y occidente negativo).
 tmzone = -5 (tiempo zonal)
 iyear = 2002 (año)
 imonth = 1 (mes)
 iday = 22 (día)
 zstart = 2.547 (elevación de la superficie en km sobre el nivel del mar)
 zstop = 80.0 (altura del tope de la atmósfera en km sobre el nivel del mar)
 nz = 78 (número de niveles igualmente espaciados en la atmósfera)
 wstart = 280 (longitud de onda inferior del primer intervalo. Debe ser mayor a 100 nm).
 wstop = 400 (longitud de onda superior del último intervalo. Debe ser menor a 1000 nm).
 nwint = 120 (número de intervalos de longitud de onda igualmente espaciados entre wstart y wstop).
 tstart = 6.0 (hora inicial, no puede ser menor a cero).
 tstop = 18.0 (hora final no puede ser menor a cero).
 nt = 13 (número de rangos horarios).
 o3col = 260.1 (ozono total en la columna atmosférica para el día en cuestión)
 so2col = 0.0 (dióxido de azufre en la columna atmosférica)
 no2col = 0.0 (dióxido de nitrógeno en la columna atmosférica)
 Alsurf = 0.20 (albedo de superficie con valores entre 0 y 1). Para este caso se asume el valor del albedo como fracción (no como porcentaje) y se toma el valor de 0.20, correspondiente a suelo con vegetación (tipo prado), de acuerdo a las opciones de tipo de suelo de la tabla 9.

Tabla 9. Albedos típicos para diferentes tipos de suelos

Tipo de suelo	Albedos (% de luz reflejada)
Nieve reciente	86
Nubes muy brillantes	78
Nubes (promedio)	50
Arena seca	40
Promedio de la Tierra	30
Desiertos terrestres	21
Suelo con vegetación (tipo prado)	20
Suelo terrestre sin vegetación	18
Bosques (promedio)	8
Ceniza volcánica	7
Océanos	5 a 10

taucl = 0.0 (nubosidad) Para nuestro caso asumimos cielo despejado.
 zbase = 4.0 (Altitud en km sobre el nivel del mar de la base de las nubes).
 ztop = 5.0 (Altitud en km sobre el nivel del mar del tope de las nubes).
 tauer = 0.235 (valor por defecto de la profundidad óptica vertical de los aerosoles en 550nm).
 ssaer = 0.99 (valor por defecto del albedo de dispersión de los aerosoles).

zout = 2.550 (Altitud en km sobre el nivel del mar para la cual se desea la corrida). Si los valores se estiman en superficie entonces zout=zstart
nms = 7 (número de funciones espectrales seleccionadas para la salida, en otras palabras, habilita los productos).

Después de cambiar los datos de las variables en el programa, tal como se presentan en la figura 22, se presiona <enter> para continuar y el programa preguntará si se salvan las modificaciones o no. Se escoge la opción 1 para salvar el archivo de entrada, siendo usrinp el nombre del archivo por defecto y después se presiona <enter>. Se puede escribir un nombre nuevo para el archivo de entrada cuando se estén realizando las modificaciones.

```

TUV inputs:
=====
inpfil =      usrinp      outfile =      usrout      nstr =          -2
lat =         4.700      lon =         -74.100      tmzone =        -5.0
iyear =        2002      imonth =          1      iday =          25
zstart =       2.547      zstop =       80.000      nz =            78
wstart =      280.000      wstop =      400.000      nwint =         120
tstart =       6.000      tstop =       18.000      nt =            13
lzenit =          F      alsurf =       0.200      psurf =        -999.0
o3col =      267.500      so2col =       0.000      no2col =         0.000
taucld =       0.000      zbase =       4.000      ztop =          5.000
tauaer =       0.235      ssaaer =       0.990      alpha =         1.000
dirsun =       1.000      difdn =       1.000      difup =         0.000
zout =         2.550      zaird =      -9.990E+02      ztemp =        -999.000
lirrad =          T      laflux =          F      lmmech =         F
lrates =          T      isfix =          0      nms =            7
ljvals =          F      ijfix =          0      nmj =            0
iwfix =          0      itfix =          0      izfix =            0
=====

```

Figura 22. Valores modificados de los parámetros en el archivo de entrada del TUV.

Finalmente, el programa pregunta si se desean realizar más cálculos, escogiendo la opción NO, presionando <enter> y enseguida el programa se cierra. Posteriormente se pueden consultar los resultados en el archivo de salida, el cual se generará en la carpeta que se ubica UN NIVEL SOBRE la carpeta que contiene el ejecutable.

Los resultados obtenidos de la aplicación del modelo en enero de 2002 para la ciudad de Bogotá, fueron:

Fecha	Columna de ozono (UD*)	Índice UV medido **	Índice UV pronosticado Versión 4.4	Índice UV pronosticado Versión 5.3.1
22 de enero	260.1	12.8	Taucld = 0.0 → 13.5 Taucld = 0.5 → 13.2 Taucld = 1.0 → 12.8	Taucld = 0.0 → 13.2
23 de enero	258.9	14.9	13.6	13.4
24 de enero	No hay dato	14.9	-----	-----
25 de enero	267.5	13.8	13.2	12.9
26 de enero	254.9	14.1	14.1	13.8
27 de enero	264.1	12.2	13.5	13.2
28 de enero	258.2	14.8	14.0	13.7

* UD: Unidad Dobson: unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en toda la columna atmosférica

** Valor instantáneo máximo del día, obtenido del sensor GUV-511, instalado por el IDEAM en el Aeropuerto Eldorado.

En la tabla anterior se presenta, para el 22 de enero de 2002, el pronóstico del índice con tres valores de nubosidad diferentes, donde el valor de 0.0 corresponde a cielos despejados y el valor de 1.0 corresponde a cielos totalmente cubiertos. Se observa que el cálculo del índice no varía tanto (como se esperaba) para los diferentes valores de nubosidad en la versión anterior del modelo (la 4.4), pero en la nueva versión, con cielos despejados y para el mismo día, el valor pronosticado (13.2) se acerca más al valor medido. En general, los resultados de la nueva versión del modelo se ajustan ligeramente más y no genera valores tan altos como en la versión anterior.

5. RECOMENDACIONES BÁSICAS DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (EXPOSICIÓN SALUDABLE AL SOL)

La exposición saludable a la radiación solar nos proporciona efectos fisiológicos positivos: estimular la síntesis de vitamina D, esta previene el raquitismo y la osteoporosis; favorecer la circulación sanguínea; actúa en el tratamiento de algunas dermatosis y en algunos casos estimula la síntesis de los neurotransmisores cerebrales responsables del estado anímico. Sin embargo, la sobreexposición a la radiación solar puede generar implicaciones en la salud (por ejemplo, el cáncer de piel).

Es de resaltar, que la región con menor contenido de ozono total a nivel global es la zona tropical que comprende amplios sectores del norte y centro de Suramérica, el Atlántico tropical y el centro de África, donde se registran promedios por debajo de 240 UD. Estas zonas, donde está incluida Colombia, están expuestas a los más altos niveles de radiación ultravioleta (UV) en superficie a nivel mundial durante todo el año. Por lo anterior se recomienda:

- ✚ **La exposición al Sol sin protección es nociva, ya que produce manchas en la piel, envejecimiento, problemas oculares y aumenta el riesgo de desarrollar cáncer en la piel. ¡Protéjase!**
- ✚ **Los efectos adversos para la salud debidos a la exposición de la radiación UV son acumulativos y la exposición en la vida diaria puede ser tan importante como la que se produce durante las vacaciones en climas soleados.**
- ✚ **Evite la exposición directa al Sol entre las 9 de la mañana y las 4 de la tarde.** Cerca del 80% de la radiación UV se recibe en este periodo de tiempo.
- ✚ **Incremente el tiempo de estadía bajo la sombra.** Esta es una de las principales defensas contra la radiación solar. **Use también sombrilla como una importante medida de protección.**
- ✚ Evite las sobredosis de radiación UV. La quemadura solar es una señal de que su piel ha recibido, literalmente, una sobredosis de radiación UV.
- ✚ **Use ropa protectora cuando se expone al Sol**, es decir, camisa de manga larga y sombreros de ala ancha para proteger los ojos, la cara, las orejas, el cuello y la nuca. Además, cuidar cejas, párpados y labios, ya que son propensos a mancharse; estas manchas son de difícil manejo, la mayoría irreversibles, incluso con tratamiento especializado. Los pies y las manos, deben estar cubiertos y protegidos.
- ✚ No toda la ropa ofrece la protección adecuada contra la radiación UV. La industria textil ya produce telas con los códigos de Factor de Protección a la Radiación Ultravioleta y cuyo uso ha sido recomendado por la Fundación Mundial para el Cáncer de Piel. Los materiales como el algodón ofrecen una protección no mayor a 10, mientras que los filtros solares son de factor 15 o más.
- ✚ Protéjase los ojos con lentes oscuros que tengan protector UV y un diseño envolvente o con paneles laterales.

- ✚ No compre gafas en la calle. En lo posible adquiera aquellas que se ajusten a las especificaciones dadas por los especialistas. Acuda a sitios seguros y confiables.
- ✚ Los labios también son susceptibles al daño por exposición solar. El Sol puede ocasionarles resequedad, grietas y hasta heridas que sangran. Protéjalos con productos que contengan filtro solar.
- ✚ Si va a nadar utilice gafas especiales que tengan filtro UVB y UVA.
- ✚ Use protectores solares de amplio espectro en la piel con un factor de protección solar FPS desde 30, cuantas veces lo necesite, pero no caiga en el error de considerarlos tan seguros que le permitan incrementar la exposición al Sol. Tenga en cuenta que, si bien los protectores solares no previenen el cáncer, sí cuidan la piel de lesiones que con el tiempo pueden ser cancerígenas.
- ✚ El factor de protección solar (FPS, que señala el tiempo que puede estar una persona expuesta sin quemarse y varía dependiendo del tipo de piel) recomendado para las pieles más claras oscila entre 30 y 50, que filtra entre el 96% y el 98% de la radiación UVB; busque además que lo protejan de la radiación UVA. Esta última se representa mediante el uso de cruces en la etiqueta (tres es la máxima protección) o aparece expresada en las palabras: alta y muy alta. Por último, de acuerdo con sus necesidades y actividades, confirme si son resistentes al agua y al sudor, si lo requiere.
- ✚ Aunque existen bloqueadores cuyos FPS llegan hasta 100, tenga en cuenta que esta no es una protección absoluta y debe reaplicarse cuantas veces sea necesario.
- ✚ Use protectores solares 30 minutos antes de la exposición solar y reaplique cada 2 a 4 horas. Por ejemplo, cada 2 horas en actividad física o en la playa, aunque diga que es a prueba de agua.
- ✚ **Se debe evitar hacer ejercicio o exponerse al Sol durante el mediodía, porque así se utilicen las medidas descritas, habrá un grado de exposición inevitable.**
- ✚ Aunque el cielo esté nublado puede quemarse. Las quemaduras y el cáncer de piel se deben al componente UV de los rayos del Sol y la radiación UV puede atravesar las nubes. Por lo anterior, se debe aplicar el protector solar sin importar si el día está nublado o no, o el tipo de actividad (deporte, trabajo, turismo). Hasta el 80% de la radiación UV puede atravesar una nubosidad poco densa.
- ✚ Evite las cámaras solares. Los rayos ultravioletas de estas cabinas fueron declarados cancerígenos por el Centro Internacional de Investigación sobre el cáncer, una agencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- ✚ Los bronceadores no protegen; por el contrario, tienen un FPS muy bajo y sensibilizan más la piel a la acción de los rayos UV. Si su intención es oscurecer la piel, expóngase al Sol durante varios días, por cortos periodos de tiempo, sin excederse y siempre utilizando protector solar. El bronceado es una forma de defensa del organismo contra los daños de la radiación UV.
- ✚ El consumo de determinados medicamentos, así como el uso de perfumes y desodorantes, puede sensibilizar la piel y ocasionar quemaduras graves al exponerse al Sol. Consulte a su médico.
- ✚ El daño causado por la sobreexposición solar es de carácter acumulativo y sus efectos pueden verse en cualquier momento de la edad adulta. Aunque las personas de piel clara sean más sensibles a la radiación UV (sobre todo si tienen

muchos lunares, así como quienes tienen antecedentes familiares de cáncer en la piel), todas las personas deben protegerse de los rayos solares, incluso las personas de raza negra cuya piel tiene una defensa natural superior pero no suficiente para evitar los problemas futuros debidos a la radiación. Las personas de piel oscura son sensibles a los efectos nocivos de la radiación UV, **especialmente a los que afectan los ojos y el sistema inmunológico**

- ✚ La exposición prolongada al Sol durante la infancia aumenta el riesgo de sufrir cáncer de piel, posteriormente, además puede ocasionar daños oculares graves. La piel de los infantes es muy delicada y suele quemarse rápidamente. Estas quemaduras, de manera repetida, son un factor de riesgo para el cáncer de piel ya que los problemas aparecen entre veinte y cuarenta años más tarde. Los niños requieren cuidados extra y aunque la protección es responsabilidad de los adultos, cuanto más temprano aprenden a cuidarse, más fácil incorporarán conductas saludables. Protéjase y dé ejemplo.
- ✚ Los niños menores de un año nunca deben exponerse directamente al Sol. Se deben proteger con gorros y ropa ligera de algodón.
- ✚ **La mayor parte de la exposición a la radiación UV a lo largo de toda su vida, habrá ocurrido antes de los 18 años. Proteja a sus hijos; tendrán una piel más sana y de aspecto más joven toda la vida.** Si no se ha realizado una adecuada protección, después de los 20 años comienza a notarse el envejecimiento, ya que paulatinamente hay disminución en la producción de colágeno y elastina, recambio celular y eliminación de células muertas. En ese momento van apareciendo signos como arrugas finas, piel delgada y otros cambios que hacen que la piel se torne flácida.
- ✚ Después de tomar el Sol dúchese y aplíquese una crema humectante.
- ✚ Si después de tomar el Sol su piel luce roja considérese insolado aun cuando no sienta dolor. Esa tonalidad (eritema) obedece a una respuesta inflamatoria a la irritación causada por los rayos UV, lo que quiere decir que ya hay un daño al tejido expuesto y que requiere aliviar. Sin embargo, su efecto se hace acumulativo a nivel de las estructuras internas de las capas de la piel. En este caso, suspenda por varios días la exposición al Sol y aplíquese sustancias hidratantes como geles de aloe vera, consuma mucha agua, la piel debe hidratarse también desde adentro. Evite el uso de ropa u otros productos que generen molestia, ya que la piel se encuentra lastimada y requiere tiempo para recuperarse.
- ✚ Si su piel además de roja, arde y duele, no se automedique. Consulte con un médico, ya que puede tratarse de una quemadura con mayor nivel de gravedad.
- ✚ Recuerde que, aunque no sienta el calor del Sol, sus rayos pueden dañar la piel y los ojos. Los daños los produce la radiación UV, que ni se ve ni se siente, así que no se deje engañar por las temperaturas suaves.
- ✚ Se aconseja consumir alimentos con un alto contenido de antioxidantes, como las frutas y vegetales frescos, especialmente verdes y oscuros como la espinaca y los amarillos. Así mismo, se recomienda un generoso consumo de agua.
- ✚ También es importante incrementar la ingesta de carotenos (que se encuentran en alimentos de coloración anaranjada o rojiza) y de aceites esenciales omega 3 (en pescados y frutos secos).

- ✚ Es erróneo pensar que estando dentro del agua de la piscina o del mar la piel no se va a quemar. El agua proporciona una protección mínima contra la radiación UV y los reflejos del agua pueden aumentar la exposición (la arena seca de la playa refleja cerca del 15% de la radiación UV, mientras que el agua de mar o piscina el 25%). A medio metro de profundidad en el agua, la intensidad de la radiación UV es aún del 40% de la existente en superficie.
- ✚ A las autoridades locales se les recomienda incrementar la siembra de árboles en las ciudades y municipios, para aumentar la posibilidad de generar sombra a las personas expuestas al Sol. También se recomienda que los estudiantes (de jardines, escuelas, colegios y universidades) no realicen actividades físicas y culturales al aire libre, ojalá estas se hagan en sitios cubiertos como coliseos, polideportivos, entre otros. Si es inevitable realizar actividades al aire libre, se debe prohibir que estas se realicen entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde y que los estudiantes pongan en práctica las recomendaciones mencionadas.

6. SEGUIMIENTO A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

En esta sección se describe la forma en que se deben presentar los productos de seguimiento a la radiación ultravioleta en la página Web del IDEAM.

6.1 PRONÓSTICO DEL ÍNDICE UV

Al pulsar el icono o texto [Pronóstico del Índice UV para las principales ciudades del país](#) se desplegaría una página como la siguiente:

PRONOSTICO DEL ÍNDICE UV PARA LAS PRINCIPALES CIUDADES DE COLOMBIA

CIUDAD	DEPARTAMENTO
REGION CARIBE	
Apartadó	ANTIOQUIA
Barranquilla	ATLÁNTICO
Cartagena	BOLIVAR
Montería	CORDOBA
Providencia	SAN ANDRÉS
Riohacha	GUAJIRA
San Andrés	SAN ANDRÉS
Santa Marta	MAGDALENA
Sincelejo	SUCRE
Valledupar	CESAR
REGION ANDINA	
Armenia	QUINDÍO
Barrancabermeja	SANTANDER
Bogotá	CUNDINAMARCA
Bucaramanga	SANTANDER
Cali	VALLE DEL CAUCA
Cúcuta	NORTE DE SANTANDER
Ibagué	TOLIMA
Ipiales	NARIÑO
Manizales	CALDAS
Medellín	ANTIOQUIA
Neiva	HUILA
Pasto	NARIÑO
Pereira	RISARALDA
Popayán	CAUCA
Rionegro	ANTIOQUIA

REGION PACIFICA	
Buenaventura	VALLE DEL CAUCA
Quibdó	CHOCÓ
ORINOQUIA Y AMAZONIA	
Arauca	ARAUCA
Florencia	CAQUETÁ
Leticia	AMAZONAS
Mitú	VAUPÉS
Mocoa	PUTUMAYO
Puerto Carreño	VICHADA
Puerto Inirida	GUAINÍA
San José del Guaviare	GUAVIARE
Villavicencio	META
Yopal	CASANARE




Al seleccionar una ciudad se presentaría una página como la siguiente:

¿Qué es el índice UV?

El índice UV (IUUV) es usado como un indicador que asocia la intensidad de la radiación solar ultravioleta incidente sobre la superficie de la tierra, con posibles daños en la piel humana. Este índice permite evitar los riesgos de afectación de las personas y es una medida de orientación dirigida a promover en la población conductas adecuadas, así como una exposición saludable al Sol, ya que ésta es necesaria para diversos procesos biológicos del organismo humano.

Pronóstico del índice ultravioleta máximo y la columna de ozono para [Bogotá](#).

Datos del índice UV, válidos en el supuesto de **cielo despejado**. Este indicador alcanza los niveles más altos alrededor del mediodía (entre las 10 a.m y las 2 p.m) y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares.

Fecha	Columna de ozono (UD*)	Índice UV pronosticado	Símbolo	Recomendaciones	Factor de protección solar (FPS) recomendado	
					Piel clara	Piel oscura
10 de febrero	230.1	11.8		Necesita protección extra: Evite salir entre las 10 a.m. y las 2 p.m.; son imprescindibles camisa de manga larga, sombrero, crema de protección solar; use sombrilla y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 10 minutos) expuesto a los rayos solares; busque la sombra.	50+	50+
11 de febrero	238.9	8.9		Necesita protección extra: Evite salir entre las 10 a.m. y las 2 p.m.; busque la sombra; son imprescindibles camisa de manga larga, sombrero, crema de protección solar; use sombrilla y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 15 minutos) expuesto a los rayos solares.	50+	30
12 de febrero	245.0	6.8		Necesita protección: manténgase a la sombra entre las 9 a.m. y las 3 p.m., use sombrilla, camisa, sombrero, crema de	30	25

				protección solar y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 20 minutos) expuesto a los rayos solares.		
13 de febrero	252.5	1.8		No necesita protección. Puede permanecer en el exterior sin riesgo.	15	8
14 de febrero	243.9	5.9		Necesita protección: manténgase a la sombra, use camisa, sombrero, crema de protección solar y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 30 minutos) expuesto a los rayos solares.	25	15
15 de febrero	244.1	7.4		Necesita protección: manténgase a la sombra entre las 9 a.m. y las 3 p.m., use sombrilla, camisa, sombrero, crema de protección solar y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 20 minutos) expuesto a los rayos solares.	30	25
16 de febrero	239.2	8.3		Necesita protección extra: Evite salir entre las 10 a.m. y las 2 p.m.; busque la sombra; son imprescindibles camisa de manga larga, sombrero, crema de protección solar; use sombrilla y gafas con filtro solar. Evite permanecer tiempos prolongados (más de 15 minutos) expuesto a los rayos solares.	50+	30

* UD: Unidad Dobson: unidad de medida para determinar la cantidad de ozono en toda la columna atmosférica. Una UD corresponde a una concentración atmosférica media, de aproximadamente, una parte por billón en volumen (1 ppbv).

** Los tiempos de exposición que se presentan están asociados al fototipo de piel II (piel blanca).

Rangos

Los índices UV indican la intensidad de la radiación ultravioleta en una escala del 1 al 11+, (encontrándose valores entre 18 a 20, generados especialmente en los trópicos, a grandes altitudes), con las siguientes categorías de exposición:

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
BAJA	< 2
MODERADA	3 A 5
ALTA	6 A 7
MUY ALTA	8 A 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Fuente: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003

La piel humana se puede dividir en 6 tipos, de acuerdo a su sensibilidad a la radiación ultravioleta. Teniendo en cuenta que, más del 90% de los cánceres de piel no melánicos se producen en los fototipos I y II, los mensajes de protección básicos asociados con el IUV se dirigen a las personas de piel clara.

Fototipo de piel	Color de piel	Sensibilidad a la radiación	Descripción
I	Piel Blanca con muchas pecas, rubios (deficiente en melanina)	Muy sensible	Siempre se quema con facilidad tras la exposición al Sol, la quemadura puede ser intensa. Raramente se broncea.
II	Piel Blanca ojos azules (deficiente en melanina)	Muy Sensible	Habitualmente se quema tras la exposición al Sol. Puede llegar a broncearse pero mínimamente.

III	Piel Blanca con mínima tonalidad marrón. Caucásicos (con melanina suficiente)	Sensible	Algunas veces se quema tras la exposición al Sol, habitualmente se broncea de manera gradual y uniforme, (café claro).
IV	Piel de tono marrón más o menos intenso. Mediterráneos (con melanina suficiente)	Moderadamente sensible	Raramente se quema tras la exposición al Sol, siempre se broncea bien. (café moderado).
V	Piel de tono marrón intenso. Asiáticos, Negros de tonalidad poco intensa, Oriente Medio, Sudamérica (con protección melanica)	Mínimamente sensible	Rara vez se quema. Se broncea intensamente (café oscuro).
VI	Café oscuro o negro (con protección melanica)	Insensible o mínimamente sensible	Nunca se quema. Se broncea intensamente (café oscuro o negro).

Adaptado del documento: Índice UV solar, Guía práctica. OMS, OMM, PNUMA y el ICNIRP. 2003

Los niños, particularmente sensibles a la radiación UV, requieren una protección especial. Aunque las personas de piel oscura tienen menor incidencia de cáncer de piel, también son sensibles a los efectos nocivos de la radiación UV, **especialmente a los que afectan los ojos y el sistema inmunológico.**

[Recomendaciones básicas de protección contra la radiación ultravioleta \(exposición saludable al Sol\)](#)

6.2 DOSIS ERITEMÁTICA DIARIA GLOBAL

Irradiación UVB superficial y dosis eritemática diaria a nivel global a partir del sensor OMI (satélite AURA) de la NASA

https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/OMUVBd_003/summary?keywords=erythemal

6.3 CLIMATOLÓGICA MENSUAL DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA ERITEMAL GLOBAL PARA EL PERÍODO 1979-2000

Distribución climatológica mensual de la radiación ultravioleta eritemal total diaria (enrojecimiento de la piel) en superficie, para el período 1979-2000, calculada con el modelo TUV utilizando para el ozono total los datos del sensor TOMS (portado en los satélites Nimbus-7, Meteor-3 y Earth Probe) Espectrómetro de mapeo).

https://www2.acom.ucar.edu/sites/default/files/modeling/TUV-79-00_eryall_daily.gif