

Radiación Ultravioleta: Modelación de sus efectos biológicos en Concepción del Uruguay

Noir Jorge, Salvi Eugenia, Scelzi Aldana, Orcellet, Emiliana E.; Dupin, Mario E.; Mayoraz Diaz, Maximiliano; Ruhl, Gustavo G; Salum, Graciela M.

Autoras/es: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Entre Ríos. Lorenzo Sartorio 2160. Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina

Contacto: jorge.noir@uner.edu.ar

ARK: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s22504559/k57tqkwho>

Resumen

El presente estudio se basó en la medición en terreno de la radiación ultravioleta discriminada en la total UVA-B; UVA y UVB y la modelización de los efectos biológicos mediante el programa Smart, como así también la medición del albedo en diferentes superficies y lugares de la ciudad de Concepción del Uruguay.

Las mediciones arrojaron valores de radiación ultravioleta al mediodía solar que sobrepasan los 60w/m² para el período de finales de diciembre y principios de enero. Como contraparte en el mes de junio julio el valor máximo medido solo alcanzó un valor de 15w/m².

Las mediciones de la reflectividad o albedo de diferentes superficies determinaron para conocer cuánta irradiancia solar estaremos recibiendo por reflectividad, el mayor valor se obtuvo en un escalón de mármol y el menor en el pasto verde.

Se obtuvieron las irradiancias solares espectrales para todos los meses del año 2020 y además, se calcularon las irradiancias de efecto biológico espectrales para los efectos de vitamina D, cataratas, eritema y daño al ADN. Esto permitirá en próximas investigaciones combinar estos valores junto con el análisis estadístico de prevalencia de cada patología en Concepción del Uruguay y sus alrededores.

Palabras claves : Modelización - efectos biológicos- Radiación UV

Objetivos

Objetivo general:

- Determinar la radiación ultravioleta espectral y su relación con los efectos biológicos asociados

Objetivos específicos:

- Modelizar la RUV solar espectral con modelo matemático SMARTS.
- Modelizar y medir la RUV solar de cielo claro en su evolución diaria y anual.
- Modelizar de efectos biológicos (eritema, cataratas, cáncer de piel, vitamina D).
- Medir el albedo superficial en el rango UV en diferentes entornos de la ciudad (playa, plaza, universidad, campo).

Marco teórico

La radiación que el Sol emite abarca la totalidad de radiaciones del espectro electromagnético, entre las que se encuentra la radiación ultravioleta (RUV) cuya longitud de onda oscila entre 100 y 400 nm. La RUV, luego de atravesar la atmósfera, es atenuada por aerosoles (que son partículas sólidas y líquidas suspendidas en la atmósfera) y por la capa de ozono, llegando a la superficie terrestre el rango de 280 a 400 nm aproximadamente: radiación ultravioleta A, UVA, de 315 a 400 nm y radiación ultravioleta B, UVB, desde 280 hasta 314 nm.

La intensidad de la radiación que llega a la superficie terrestre varía además según otros factores, como: la elevación solar¹, la altitud, el albedo², el ozono atmosférico, las nubes el lugar y la época del año, siendo más intenso sobre la línea del ecuador y más leve en los polos (Blumthaler, 1990).

Los efectos de las radiaciones UVA y UVB son aditivos, y aunque la capacidad de producir eritema solar (caracterizado por el enrojecimiento de la piel provocado por la excesiva exposición al sol) y bronceado por UVB sea casi 1000 veces superior a UVA, la cantidad de radiación UVA que llega a la superficie terrestre es 15 veces superior a la UVB (Departamento de Fotobiología y organismos acuáticos, Universidad de Málaga 2012). Además, debe tenerse en cuenta el hecho no menor de que la radiación UVA penetra más en la piel humana que la radiación UVB (Polefka y colab., 2012).

1. El ángulo de elevación (usado indistintamente como ángulo de altitud) es la altura angular del sol en el cielo medido desde la horizontal

2. El albedo es el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma

Phototype	Sunburn and tanning history (defines the photo type)	UVB MED (mJ/cm ²)
I	Burns easily, never tans	15-30
II	Burns easily, tans minimally with difficulty	35-40
III	Burns moderately, tans moderately and uniformly	30-50
IV	Burns minimally, tans moderately and easily	40-60
V	Rarely burns, tans profusely	60-90
VI	Never burns, tans profusely	90-150

Tabla 1. Tabla adaptada de Attwa (2016) donde figura la dosis para cada fototipo.

La dosis efectiva de RUV para un período de exposición particular (J/m^2) se obtiene sumando la tasa de dosis sobre tal intervalo de tiempo. Un parámetro de suma importancia es el MED (por su sigla en inglés, minimum erythema dose) o DEM (por su sigla en español, dosis eritémica mínima) que implica la dosis o energía necesaria para generar el eritema solar. Según Fitzpatrick, el DEM depende de del fototipo (o tipo de piel) y puede verse en la Tabla 1 cómo varía según el tipo de piel basada en respuesta al sol (Attwa, 2016). Se supone que el fototipo más común en Latinoamérica y nuestra región es entre II y IV, es decir que la MED que produce eritema en nuestra región está entre 350 y 600 J/m^2 .

En la Fig. 1 se puede ver la distribución mundial de la dosis diaria eritémica [kJ/m^2] (corregida por nubes) para el 3 de junio de 2005, obtenida por el OMI (sigla en inglés de "Ozone Monitoring Instrument") a bordo del satélite Aura/EOS (Earth Observing System) de la NASA (Tanskanen, 2006).

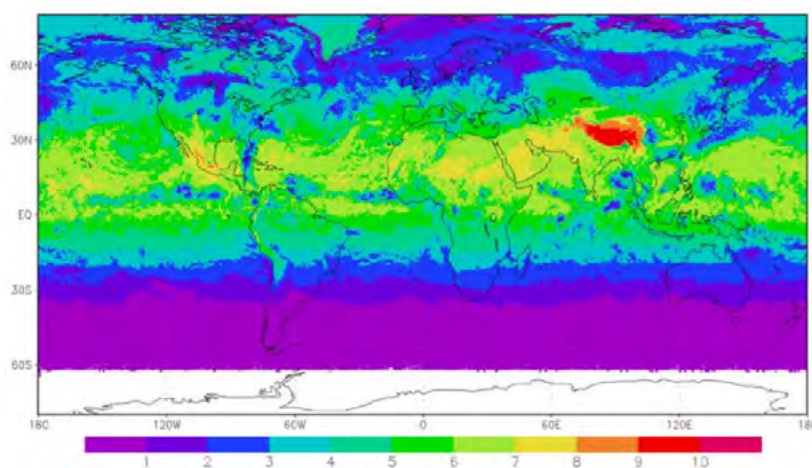


Figura 1. Imagen que muestra la distribución mundial de la dosis diaria eritémica [kJ/m^2] (Tanskanen, 2006).

Según la Fig. 1, la energía eritémica diaria en la zona de Concepción de Uruguay es alrededor de 1000 J. Es decir que, en Concepción del Uruguay y zona de influencia, existe un alto riesgo de generar eritema.

El índice Ultravioleta (IUV) fue creado por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Mundial de Meteorología, con la intención de brindar un indicador de riesgo solar. Este índice se calcula como el producto de la radiación solar eritémica (radiación en el rango UVB que genera eritema, en unidades de $[W/m^2]$) por 40 $[m^2/W]$. La radiación eritémica se puede calcular con el modelo de espectro de acción del eritema para la evaluación de los efectos dañinos de la RUV sobre la piel (McKinley AF, Diffey BL. 1987). La sobreexposición a la radiación UV es perjudicial para la salud a nivel mundial, pues posee una alta morbilidad (definir) siendo las principales patologías asociadas al Sol, las cataratas corticales, los melanomas cutáneos malignos y las quemaduras solares, aunque las estimaciones de estas últimas son muy inciertas debido a los escasos datos disponibles (OMS, 2006).

Paradójicamente, estas radiaciones en escasas cantidades pueden ser muy beneficiosas para la salud de los seres humanos, como por ejemplo para la síntesis cutánea de la vitamina D (Gilaberte y colab., 2011).

La vitamina D aumenta la salud musculo-esquelética y reduce la mortalidad asociada a problemas óseos en algunos grupos de población, especialmente en los ancianos y otros grupos de riesgo. Existen evidencias de que la vitamina D también influye en el desarrollo del cáncer, la enfermedad cardiovascular, los procesos autoinmunes y las infecciones. Por otro lado, distintos estudios epidemiológicos avalan un estado de deficiencia o insuficiencia de vitamina D en la población de casi todo el mundo. Ante todas estas evidencias surgen diferentes controversias, en parte relacionadas con las medidas de fotoprotección impulsadas para prevenir el cáncer cutáneo (Gilaberte y colab., 2011).

En lo que a cáncer de piel se refiere, se considera que la exposición crónica a radiación UV es uno de los factores carcinogénicos más importantes ya que inicia el evento mutagénico y promueve la progresión de células cancerosas (Polefka y colab., 2012). Ambos componentes (UVA y UVB) participan de diferente forma en la foto-carcinogénesis: la UVB provoca un daño directo pues es directamente absorbida por el ADN y la UVA un daño indirecto a través de la absorción de sus fotones por los cromóforos (IARC, 2006).

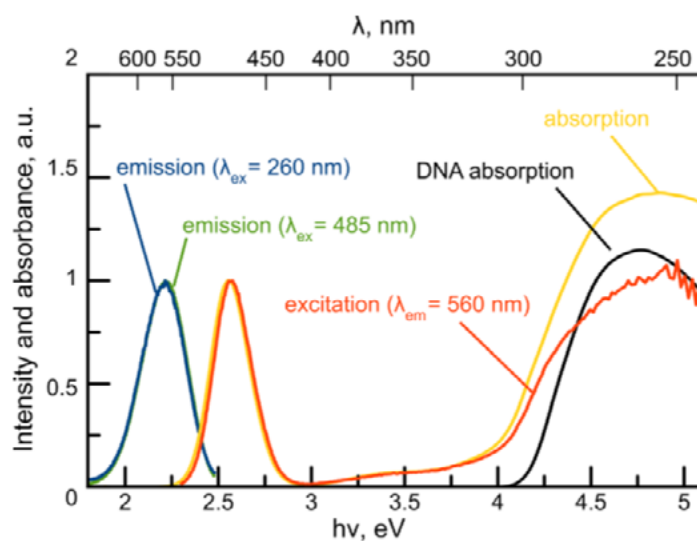


Figura 2. Gráfica De la absorción del ADN en cada longitud de onda (Volkov, 2017).

Como puede verse en la Fig. 2, el pico de absorción del ADN está en 260 nm, es decir radiación en el rango UVB (Volkov y colab., 2017).

Como ejemplo de lo que sucede en la vista como efecto de la radiación solar, analizaremos la radiación solar UV que produce cataratas. Por ejemplo, Modenese y Gobba (2018) trabajaron en la revisión de referencias científicas de 15 estudios sobre riesgo de cataratas en personas que trabajaban en el exterior (riesgo ocupacional) y 12 mostraron una asociación positiva entre exposición solar y desarrollo de cataratas. En particular, trabajaremos con el espectro de acción presentado por Wang y colab. (2012).

Metodología

1. Modelización la RUV solar espectral

Para la modelización de la Radiación Ultravioleta (RUV) solar espectral se consideró al modelo SMARTS de Gueymard (1995) que realiza el cálculo en base a datos de entrada de tipo geográfico, solares, meteorológicos y atmosféricos.

En primera instancia, para la aplicación del modelado matemático fue necesaria la obtención de los datos satelitales que fueron descargados de diversas plataformas:

- los valores para los días estudiados de la columna de ozono y los aerosoles presentes en la atmósfera (para los días estudiados), y el Índice UV diario, se descargaron de la interface Giovanni-NASA (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov>).
- los valores del dióxido de carbono (CO₂) se obtuvieron de la página del observatorio de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos. <https://www.noaa.gov/>.
- los datos de albedo, humedad precipitación y temperatura se descargaron de la página web del proyecto POWER NASA <https://power.larc.nasa.gov/>.

Estos datos fueron descargados a lo largo de todo el año 2020 con una frecuencia de dos veces al mes, considerando todos los primeros y todos los 15 de cada mes, y obteniéndose 24 valores a lo largo del año.

Estos valores se utilizaron en la aplicación del modelo SMART (de Gueymard, 1995) a fin de poder establecer la irradiancia espectral para cada día determinado y poder, posteriormente, realizar el cruce con los espectros de acción de los efectos biológicos determinados para cada patología a estudiar.

Los resultados se obtienen en formato txt, por lo que éstos fueron transportados a un planilla de Excel para realizar la comparativa con los espectros ya establecidos para cada efecto biológicos

2. Medición de la RUV

Simultáneamente se realizó la medición diaria de la irradiación solar generada durante un año, discriminada en UV total, UVA y UVB. Estas mediciones se realizaron al mediodía solar de cada día juliano al momento del zenit (momento donde la distancia del sol y la superficie es la menor, por lo que es el momento donde se genera la mayor potencia de radiación diario).

Dado que el mediodía solar no es constante durante todo el año, fue necesario realizar la determinación de una manera práctica del momento exacto del mismo. Para ello se determinó un lugar que tuviera con una saliente paralela al suelo a fin de que al momento en que el sol proyecta una sombra perpendicular (establecida con una plomada), lo que implica que el sol se encontraba en el zenit.

Para las mediciones se utilizaron 4 medidores diferentes a saber (Figura 1):

- Medidor de UVA-B(UV total) marca Lutron modelo 340A,
- Medidor de Vitamina D3, Modelo 6.4 Vitamina D3,
- Medidor de UVA, marca Solar Meter, modelo 4.0 y
- Medidor de UVB, marca Solar meter, modelo 6.0.

Todos estos medidores fueron adquiridos a través del presente proyecto. Las mediciones se realizaron de forma diaria y los valores fueron registrados en una tabla confeccionada para tal fin. También se realizó una comparación de los valores medidos y los datos obtenidos de la comuna de ozono obtenidos de la interfaz Giovanni nasa.

Se llevaron a cabo además, las mediciones del albedo superficial en el rango UV total UVA y UVB, en diferentes entornos de la ciudad.

Estas mediciones se realizaron con el Medidor de UVA-B marca Lutron modelo 340.

Se realizaron mediciones en los solsticios y equinoccios del 2020, de forma horaria para establecer cómo se modifica la intensidad de la radiación solar en las diferentes épocas del año a diferentes horas del día, para lo cual fue necesario que el día esté totalmente despejado cada hora al momento de realizar la medición. A raíz de esto, las mediciones se pudieron realizar de la siguiente manera:

- a. Equinoccio de otoño el 21 de marzo 2020,
- b. Solsticio de invierno entre los días 21 y 22 junio 2020,
- c. Equinoccio de primavera 21 de septiembre 2020,
- d. Solsticio de verano el 21 de diciembre de 2020.

Debido a que el día 14 de diciembre de 2020 tuvo lugar un eclipse total de sol, donde la Luna lo cubrió completamente durante poco más de dos minutos, resultó significativo realizar mediciones de la disminución de la intensidad de la radiación solar durante el evento, si bien el fenómeno se apreció totalmente en algunos sectores de las provincias de Neuquén y Rio Negro. Para esto, se confeccionó una tabla para volcar los datos obtenidos con una fracción mínima de tiempo de 5 minutos de intervalo de medición, en los momentos donde el eclipse fue mayor; posteriormente se compararon las mediciones de ese día con las registrada el día anterior en hora pico.

Dado la extensión de plazos en función de la pandemia por COVID 19 se decidió generar un mapa de riesgo de la República Argentina en función de las intensidades de radiación solar y los tiempos de exposición según diferentes fototipos de piel, para el período de 18 de diciembre de 2001 a 22 de enero de 2021, descargadas de la interface Giovanni donde se registraron los mayores valores.

Obtenidas las dos imágenes raster (una para cada período temporal) con un tamaño de píxel (resolución espacial) de 1° de latitud x 1° de longitud. A fin de delimitar de un modo suavizado las regiones geográficas que abarca cada unidad o rango del IUV, se realizó una interpolación geográfica con resolución aproximada de 0,1° x 0,1° sobre dichos datos originales mediante el algoritmo IDW, a través del software de uso libre QGIS. En el paso siguiente se realizó la vectorización del raster, categorizando cada píxel de acuerdo a los rangos del Índice UV. Para informar sobre el IUV solar deben usarse colores específicos, los cuales no tienen una base científica, sino que constituyen un medio para hacer más atractiva la información. El código de colores utilizado facilita la visualización de la variación entre zonas geográficas con niveles altos y bajos de radiación UV y define un color básico para cada categoría (OMS, 2002).

Se aplicó a cada rango determinado el color correspondiente. Para valores numéricos entre 0 y 11 se utilizó la clasificación correspondiente al código de colores oficiales de la OMS. Para valores de IUV superiores a 11, se utilizó un degradé de tonos que se van aclarando en tanto el IUV aumenta, sobre la misma base del color violeta que define el valor Extremo (11+) en el código original, hasta el color blanco que se alcanzaría para IUV superiores a 29. Luego, se asignó a cada valor y color del índice UV el tiempo máximo de exposición sin protección de acuerdo a los diferentes fototipos de piel determinados por Fitzpatrick (1975). Por último, se confeccionaron los mapas con todos sus componentes a través del administrador de composiciones de QGIS.

3.1- Modelización de la irradiancia biológica

Al momento del cálculo de irradiancia biológicas efectivas, se utilizaron espectros de acción que modelizan la respuesta de la piel y la vista, a un determinado efecto en función de la longitud de onda de la radiación incidente.

Para el presente proyecto se analizaron:

- Cáncer de piel
- Daño al ADN
- Cataratas
- Eritema
- vitamina D

Entonces, con las irradiancias mensuales y los espectros de acción se pudo determinar la irradiancia biológica efectiva espectral de los efectos solares antes enumerados para Concepción del Uruguay. Luego, integrando en longitud de onda, se obtuvo la evolución anual de la irradiancia biológica efectiva para Concepción del Uruguay de los efectos mencionados.

4. Medir el albedo superficial en el rango UV

Para la determinación se ubicó al sensor hacia arriba a una altura de 1 metro de la superficie a determinar y posteriormente se volteó el sensor hacia abajo. Finalmente, se calculó el valor del albedo expresado en porcentaje.

Las superficies en las que se determinó el albedo fueron:

1. En diferentes sectores de la plaza principal que eran: Laja de piedra, escalones de mármol y otro de cerámica color oscuro, en la calle se midió el albedo del asfalto color negro
2. En el sector de la periferia de la ciudad se midió el valor generado por el canto rodado y también gramilla verde. En el sector de la playa se determinó el albedo sobre el agua del río, como también arena de la playa, ambas mediciones fueron realizadas en el balneario Itapé

Síntesis de resultados y conclusiones.

Sobre la medición en terreno.

La medición en terreno de la irradiancia solar durante un año (2020), se realizó con una medición compuesta UVA, UVB (UV total) y también discriminando individualmente cada una de las dos componentes UVA y UVB, midiéndose al mediodía solar de cada día juliano al momento del zenit.

Se le incorporó además el Índice UV, descargado de la interfaz Giovanni, a fin de poder establecer un estimativo del índice en función de las mediciones con los instrumentos que poseen como unidad de medición W/m^2 . En la Tabla 1(Anexo) se muestran los datos obtenidos.

En la Figura 3 se observa la gráfica con la evolución anual de los valores diarios de la irradiancia UVA, UVB y UV total a lo largo del 2020 para la ciudad de Concepción del Uruguay.

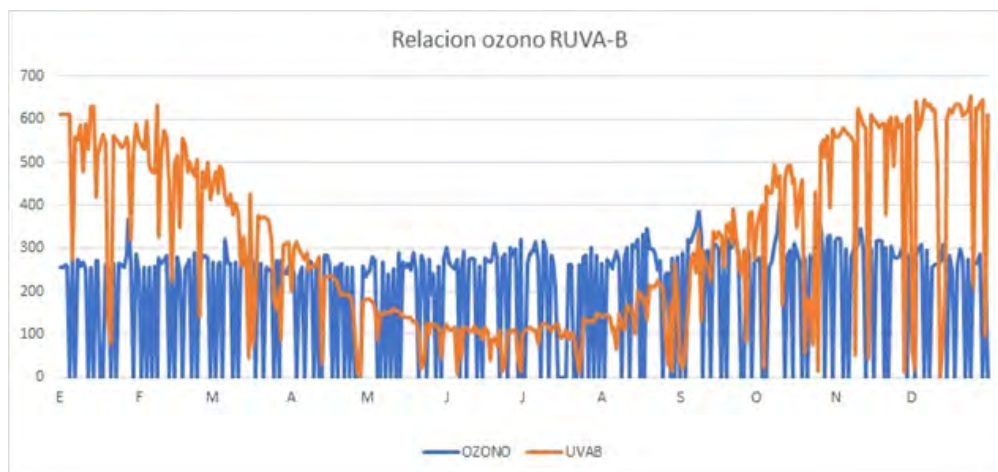
Figura 3: medición anual de la radiación global en Concepción del Uruguay



Se aprecia en el gráfico que los momentos de mayor intensidad de radiación solar en la ciudad se registran desde finales de noviembre, diciembre y enero llegando a valores superiores de $60 W/m^2$.

Se observa en la Figura 4, la evolución anual del espesor de la capa de ozono (color anaranjado) durante el año 2020: el mismo se mantuvo en un régimen mayormente constante, presentado momentos de mayor espesor, expresado en unidades Dobson entre los meses de septiembre y noviembre, contrapuesto con el suceso donde se genera anualmente el debilitamiento de la capa de ozono en la zona antártica (Agujero de Ozono).

Figura 4: relación UV y nivel de la columna de Ozono para Concepción de Uruguay

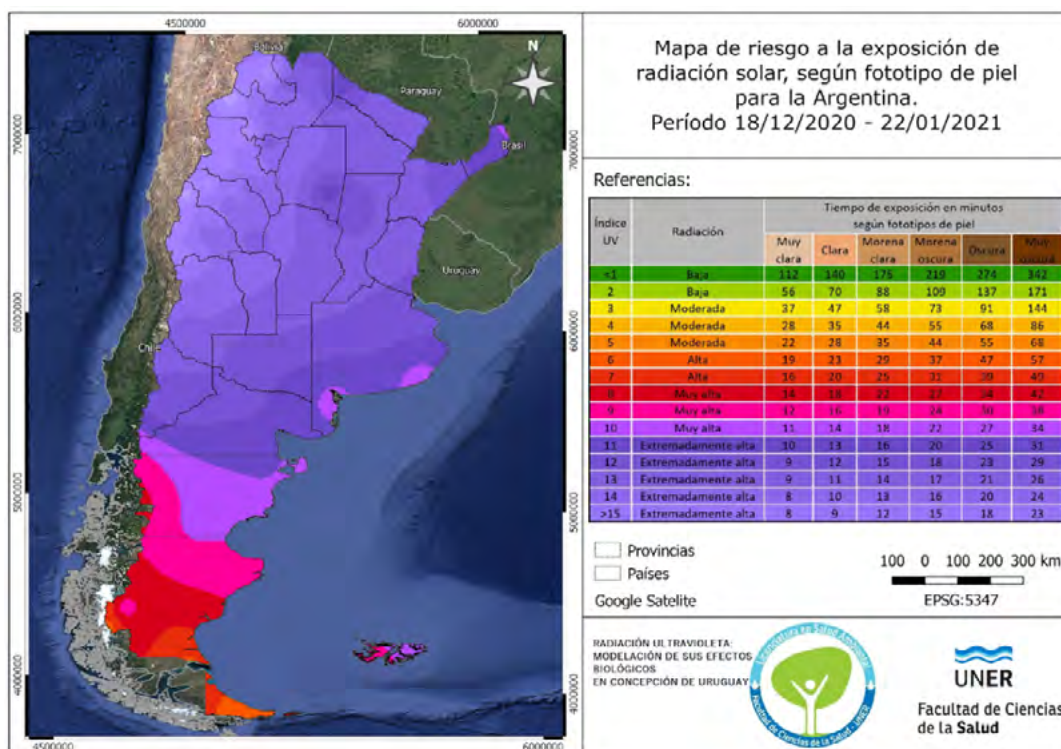


Se aprecia en el gráfico que los momentos de mayor intensidad de radiación solar en la ciudad se registran desde finales de noviembre, diciembre y enero llegando a valores superiores de 60 W/m^2 .

Mapa de riesgo a la exposición solar.

La generación de un mapa de riesgo de la república Argentina (Figura 5) en función de las intensidades de radiación solar y los tiempos de exposición según lo fototipos de piel para el período de 18 de diciembre de 2001 a 22 de enero de 2021, evidenció que en varias provincias del país, el valor de IUV supera ampliamente el valor de 11 (establecido como extremo por la OMS), siendo el valor de 8 minutos el tiempo máximo que personas con piel clara (Fototipo I) pueden estar expuestas a la radiación solar al mediodía sin protección antes de que comience el eritema de piel.

Figura 5: mapa de riesgo a la exposición solar según fototipo de piel



Medición del albedo

Las mediciones realizadas del albedo superficial en el rango UV total, en diferentes entornos de la ciudad (río, arena, asfalto, laja de piedra, pasto, canto rodado, cerámica marrón) se puede observar que el mayor albedo está dado en la superficie del escalón de mármol color blanco que se encuentra en la escalera del monolito de la plaza Ramírez, seguida por la piedra laja que se encuentra también en el escalón, por su parte es el pasto el que más radiación absorbe (ver figura 6).

Figura 6: albedo reflejado por diferentes superficies



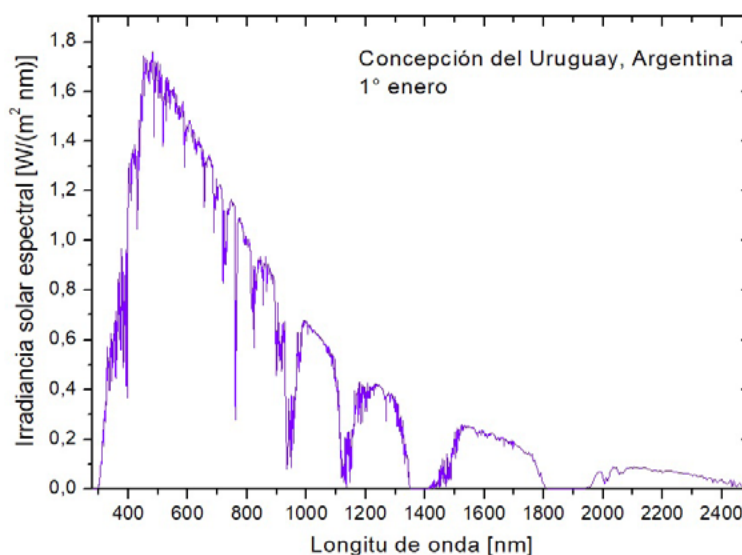
Irradiancias biológicas:

Al momento del cálculo de irradiancias biológicas efectivas, se aplicó la metodología explicada antes y se obtuvieron:

- las irradiancias solares espectrales mensuales para Concepción del Uruguay;
- las irradiancias biológicas efectivas espectrales mensuales para Concepción del Uruguay;
- las irradiancias biológicas efectivas mensuales para Concepción del Uruguay.

En la Figura 6 se presenta un ejemplo de la irradiancia solar espectral para el mes de enero 2022.

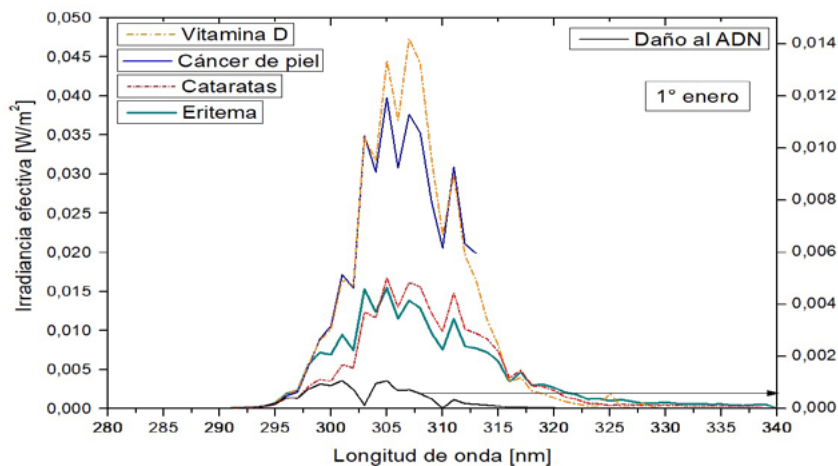
Figura 6: Irradiancia espectral Enero



Irradiancia solar espectral para el mes de enero 2022 para la ciudad de Concepción del Uruguay, para condición de cielo claro, modelizada con el modelo SMARTS.

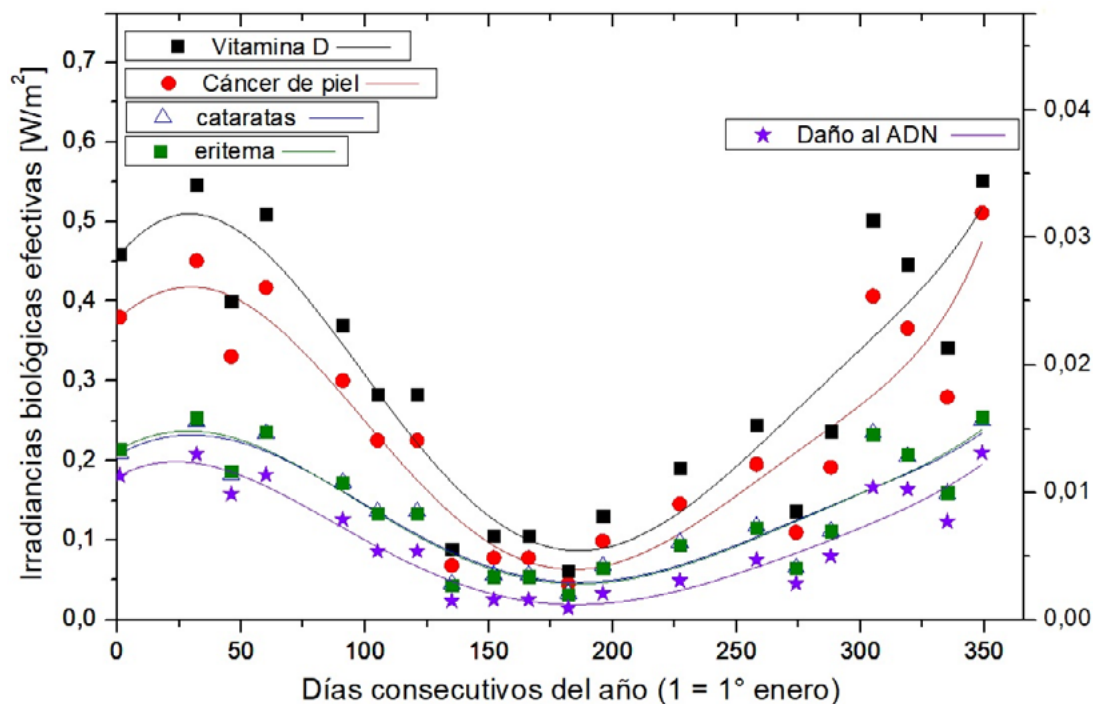
La Figura 7 muestra un ejemplo de las irradiancias biológicas efectivas espectrales modelizadas para cada efecto para el mes de enero de 2022.

Figura 7: irradiancias biológicas



Irradiancia biológicas efectivas espectrales para cada efecto para el mes de enero 2022 para la ciudad de Concepción del Uruguay, para días de cielo claro, modelizadas con el modelo SMARTS.

Figura 8: Grafica de las irradiancia biológicas modeladas para la ciudad



Irradiancias biológicas efectivas para cada efecto modelizadas para Concepción del Uruguay para el año 2022, para días de cielo claro.

Finalmente, en la Figura 8 se observa la evolución anual en 2022 de las irradiancias biológicas efectivas modelizadas para cada efecto. Esto se obtuvo luego de integrar en longitud de onda cada irradiancia espectral biológica efectiva y posteriormente realizar una interpolación con una función polinómica de grado seis.

Conclusión

En la ciudad de Concepción del Uruguay las mediciones en campo relacionadas a radiaciones UV total (UVA-UVB), llegan hasta valores mayores a 60 W/m^2 para el mes de diciembre en días de cielo claro al mediodía solar, llegando a valores pico de hasta $65,5 \text{ W/m}^2$. En los primeros días de enero permanecen los mismos valores de diciembre, y luego el promedio comienza a descender hasta la mitad de febrero con valores que promedian los 55 W/m^2 .

En épocas de invierno, durante los meses de junio, julio y agosto no sobrepasa el valor de 15 W/m^2 , comenzando levemente a ascender durante la segunda quincena de agosto.

En cuanto a la medición específica del día del eclipse se observó que a pesar de que es día estuvo totalmente despejado, al momento de mayor evolución del eclipse, el valor de radiación llegó a $18,8 \text{ W/m}^2$, a la hora 13:30, registrándose días anteriores y posteriores un promedio de $62,4 \text{ W/m}^2$ al mismo horario, determinándose entonces una disminución de la radiación en el período en que sucedió el eclipse.

El valor horario registrado para los equinoccios y solsticios arrojaron el valor máximo diario se registró diferentes rangos, en marzo de 12hs a 13hs al igual que en junio y septiembre, mientras que para diciembre el mayor valor de dio en el rango de las 13hs a las 14hs.

La generación del mapa de riesgo para el periodo comprendido entre el día 18 de diciembre y 22 de enero de 2020 muestra que no es uniforme el nivel de UV en la totalidad del país observándose que sobre la cordillera en las provincias de Catamarca, San Juan, Mendoza y La Rioja, el valor del índice UV supera los el valor de 14, lo que representa un máximo de exposición de 9 minutos sin protección al mediodía solar, en personas con fototipo II de piel.

Se realizaron mediciones de la reflectividad o albedo del suelo, considerando diferentes tipos de suelo. Esta determinación tiene como objetivo el análisis de cuánta componente de irradiancia solar estaremos recibiendo por reflectividad del suelo, que en una escala macro dará el albedo de la ciudad.

En este proyecto se obtuvieron las irradiancias solares espectrales para todos los meses del año 2020 y además, se calcularon las irradiancias de efecto biológico espectrales para los efectos de vitamina D, cataratas, eritema y daño al ADN. Posteriormente, se obtuvo la evolución anual de cada una de las irradiancias efectivas de efecto biológico para días de cielo claro en Concepción del Uruguay, observando que se cumple con el fenómeno de valores máximos en días de verano y mínimos en invierno. Esto permitirá en próximas investigaciones combinar estos valores junto con el análisis estadístico de prevalencia de cada patología en Concepción del Uruguay y sus alrededores.

Indicadores de producción

Publicaciones sin referato

Noir Jorge, Salvi Eugenia, Scelzi Aldana, VIII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental, SETAC, 7 al 11 de marzo de 2022 Mar del Plata, Argentina <https://setacargentina.setac.org/wp-content/uploads/2022/05/Libro-de-Resumen-VIII-Congreso-Argentino-SETAC-2022.pdf>

Presentaciones a Congresos Nacionales

Noir Jorge, expositor Feria regional de salud, Jornadas investigaciones para la salud, 2021 www.youtube.com/@fcsuneroficial

Aldana Scelzi, becaria expositora, Feria regional de salud, Jornadas investigaciones para la salud, 2021 www.youtube.com/@fcsuneroficial

Salvi, Eugenia, Expositora, VIII Congreso Argentino de la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental, SETAC, 7 al 11 de marzo de 2022 Mar del Plata, Argentina Noir Jorge expositor "II Jornadas de Investigaciones para la Salud: la Facultad de Ciencias de la Salud Investiga" 2022

Salvi, Eugenia D.; Noir, Jorge O.; Reymundo, Federico M., Análisis espacial de la distribución de la radiación solar UV: caso de estudio para la Argentina durante una única temporada de verano. Jornadas INEXA, 2 y 3 de noviembre 2022 https://inexa.uner.edu.ar/wp-content/uploads/2022/10/SALVI_39261811-1.pdf

Presentaciones a Congresos Internacionales

Scelzi Aldana, Salvi Eugenia, Profesor guía: Jorge Noir; AUGM CHILE, 2021

Desarrollo tecnológico transferido

Solmáforo: Construido a solicitud del área de salud ambiental de la municipalidad de Concepción del Uruguay, instalado en la reserva de usos múltiples Isla del Puerto, el dispositivo electrónico que mide la radiación solar expresada en índice UV, el cual representa su intensidad en función

de una escala de colores verde amarillo naranja rojo, violeta, donde cada color establece un tiempo mínimo de exposición sin protección solar antes de que se genere eritema de piel (para el fototipo de piel más común III)

Notas de divulgación:

- 1-<https://www.elonce.com/haciendo-comunidad/concepcinn-del-uruguay-colocarna-un-quotsolmnaforoquot-para-medir-rayos-uv.htm>
- 2-<https://www.analisisdigital.com.ar/locales/2020/11/26/concepcion-del-uruguay-colocara-solmaforos-en-distintas-playas-de-la-ciudad>
- 3-<https://laciudadrevista.com/municipio-altos-niveles-altos-de-radiacion-ultravioleta-en-nuestra-region/>

Bibliografía

Polefka, T.G., Meyer, T.A., Agin, P.P., & Bianchini, R.J., 2012. Effects of Solar Radiation on the Skin. Journal of Cosmetic Dermatology, 11, 134-143.

- IARC, 2006. Exposure to Artificial UV Radiation and Skin Cancer – IARC Working Group Reports Volume 1 – World Health Organization International and Agency for Research On Cancer – 2006
- Modenese, A. y Gobba, F., 2018. Cataract frequency and subtypes involved in workers assessed for their solar radiation exposure: a systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2018; 96: 779–788
- Tanskanen, A., Krotkov, N.A., Herman, J.R., and Arola, A., 2006. Surface Ultraviolet Irradiance From OMI. *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, 44(5).
- Volkov, I.L., Reveguk, Z.V., Serdobintsev, P.Y., Ramazanov, R.R., and Kononov, A.I., 2017. DNA as UV light-harvesting antenna. *Nucleic Acids Research*. 46(7), 3543–3551.
- Attwa, E., 2016. Review of narrowband ultraviolet B radiation in vitiligo. *World J Dermatol*, 5(2): 93-108
- Wang F. , Gao Q. , Hu L. , Gao N. , Ge T. , Yu J. , Liu Y., Risk of Eye Damage from the Wavelength-Dependent Biologically Effective UVB Spectrum Irradiances. *PLOS One*, 7(12), e52259.

PID10086 Denominación del Proyecto

Radiación ultravioleta: modelación de sus efectos biológicos en Concepción de Uruguay

Director

Jorge Omar NOIR

Codirectora

Emiliana Elisabet ORCELLET

Unidad de Ejecución

Universidad Nacional de Entre Ríos

Dependencia

Facultad de Ciencias de la Salud

Contacto

jorge.noir@uner.edu.ar

Cátedra/s, área o disciplina científica

Saneamiento ambiental

Integrantes del proyecto

Docentes UNER: Dupin, Mario E.; Mayoraz Diaz, Maximiliano; Ruhl, Gustavo G. Becarios de formación vinculados al PID: Scelzi, Aldana E.; Suarez Oscar; Estudiantes de grado: Rodríguez, Esteban M.; Lopez, Valentina F.; Lescano, Luciano; Frades Mateo; Bonvicino Roció; Klein, María E; Acevedo Eliana S. Colaboradora: Graciela M. Salum (Universidad Yachay Tech, Ecuador Área de biomédica - Universidad UTEC/Uruguay)

Fechas de iniciación y de finalización efectivas

15/08/2019 y 07/07/2022.

Aprobación del Informe Final por Resolución C.S. N° 368/22 (25-11-2022)