

RADIACION SOLAR EN CIELO NUBLADO

Dra. Cecilia Cañarte Mantuano
Fundación Ecuatoriana de la Psoriasis

Desde principios de los años 70 se viene observando un incremento de casos de cáncer de piel, en especial en personas con piel clara. La Organización Mundial de la Salud (OMS) utiliza el término de "epidemia" para calificar el significativo incremento del número de nuevos casos en los últimos años, unas de las primeras causas de consulta dermatológica. Baste decir, que en los últimos diez años el cáncer de piel creció 8,3%, principalmente, por la exposición indiscriminada al sol. Hoy la radiación ultravioleta asoma como una amenaza real a la salud de las personas.

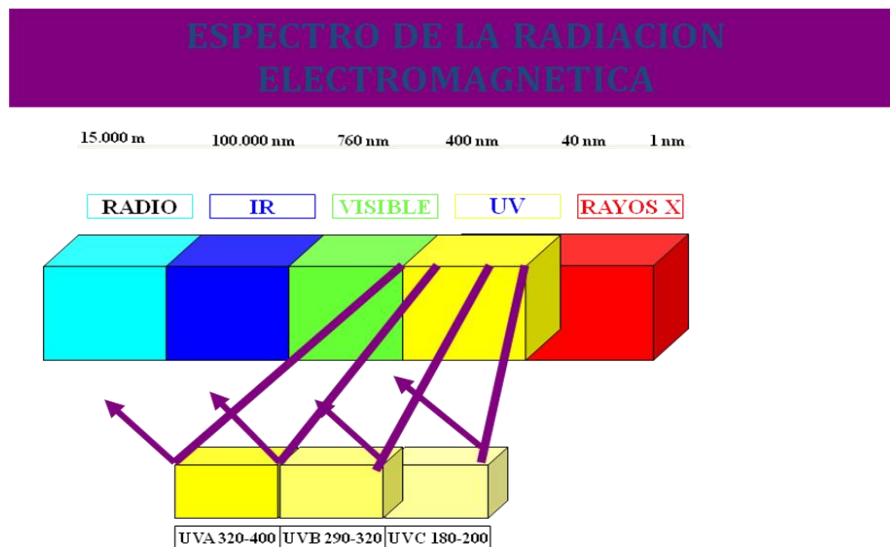
Esta nueva situación se debe, en gran parte, a un cambio en los hábitos relacionados con la exposición al sol, y en concreto a la radiación ultravioleta (RUV). En las últimas décadas una piel morena o "tostada" es socialmente considerada como sinónimo de salud y es, en general, mejor aceptada que una piel más blanca, pues forma parte del "estilo de vida" moderno.

Por otro lado, el lento pero continuo deterioro de la capa de ozono viene a agravar la situación ya que, como es ampliamente conocido, el ozono es absorbente de radiación UV. Estas dos circunstancias hacen, que las personas y el medioambiente nos encontremos hoy expuestos a niveles más altos de RUV. La sociedad es cada vez más sensible a los problemas medioambientales y a los daños que los mismos pueden causar sobre la salud y los ecosistemas, y en particular a los ocasionados por la RUV, reconociendo con claridad el daño a nivel cutáneo, en especial en pacientes que tienen un "riesgo laboral solar" porque trabajar mucho tiempo al aire libre, comparados con las que presentan quienes trabajan en lugares bajo cubierta.

Para la síntesis de la vitamina D, es fundamental la absorción de calcio en el intestino y para la prevención del raquitismo, es suficiente que reciban entre 10 y 15 minutos diarios de luz solar antes de las 10 y luego de las 16 horas.

El sol emite radiaciones electromagnéticas, y se clasifican según las longitudes de ondas; el 10% lo constituyen los RUV, 50% banda visible, y un 40% el espectro infrarrojo. Las RUV son responsables de las quemaduras solares, fotoenvejecimiento, fotodermatosis, y cáncer de piel, sobre todo porque la radiación es acumulativa e irreversible. También produce disminución del estado inmunológico y cataratas. Los rayos ultravioletas no tienen capacidad ionizante, pero pueden inducir mutaciones del ADN y generar especies reactivas de oxígenos altamente dañinas para los sistemas biológicos. Se dividen en:

- 1.- UVC:** longitudes de ondas < 280 nm, no llegan a la superficie terrestre, son absorbidas por la capa de ozono y el O₂. Se pueden generar artificialmente y se utilizan para destruir microorganismos. Provocan eritema que es visible a las 6 horas, pigmentación ligera, afecta a las conjuntivas y córneas en forma intensa.
- 2.- UVB:** entre 290 y 320 nm, llega 9% a la superficie terrestre, pueden ser producidas por lámparas de mercurio y arcos de xenón. Es filtrada en su mayor parte por láminas de cristal, pero atraviesa el agua y los cuarzos. Produce irritación en la córnea y la conjuntiva, eritema (quemadura solar), pigmentación a las 48-72 horas de la irradiación; altera ADN, ARN, proteínas y membranas celulares, y es 1000 a 10.000 veces más cancerígena que la UVA
- 3.- UVA:** entre 320 y 400 nm, llega 1% a la superficie terrestre, es emitida tanto por arcos de xenón y lámparas de mercurio como por tubos fluorescentes; en pequeñas dosis no produce efectos biológicos, en dosis altas eritema, pigmentación inmediata por oxidación de la melanina preformada, irrita la córnea y conjuntiva en grandes dosis cuando se administra con agentes fotosensibilizantes. Atraviesa las ventanas de cristal, por lo que pueden producir fotodermatosis.



Alrededor de 1/3 de la energía total de la radiación solar es atenuada durante su paso a través de la atmósfera por diferentes mecanismos, cada 1% de aumento de la radiación, aumenta 2-3 % de riesgo de cáncer de piel:

1.- Ozono (O₃): absorbe UVC y en menor medida UVB. Es generado y degradado constantemente en la estratósfera. Este equilibrio está amenazado por la actividad humana. Cambios constantes en la capa de ozono pueden generar aumento peligroso en la irradiancia de UVB. El cambio no es solo cuantitativo, sino también cualitativo, llegan a la superficie de la tierra rayos UVB de longitudes más cortas, o sea, más nocivos para los sistemas biológicos.

2.- Las partículas atmosféricas: polvo, bruma; dispersan, cambian la dirección de la radiación

3.- Polución/smog: producido por el tránsito vehicular y las plantas industriales. Se provocan reacciones químicas por absorción y además dispersión de los rayos UV. En consecuencia la radiación que llega a la superficie es menor

4.- Masa de aire: según el Angulo de incidencia al sol, la distancia a recorrer por la luz y su dispersión varían, a mayor ángulo al medio día, mayor radiación

5.- Superficie reflectoras: la nieve fresca refleja el 80% de la UVA incidente, algo menos UVB. La arena 17 %, el cemento 2%, la hierba 3%, el agua 5 %, reflejan en menor proporción.

6.- Nubes: son gotas de agua suspendidas en el aire. Atenúan por absorción y dispersión, pero en especial la banda infrarroja. Es por esto que en los días nublados, también pueden producirse quemaduras graves “resolana”

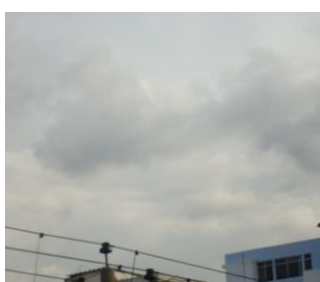
El efecto de incremento de radiación por nubosidad parcial tipo cúmulos está claramente documentado en regiones de bajo albedo superficial (Calbó et al., 2005), y se debe a la reflexión de radiación en los bordes muy blancos de las nubes que actúan como “espejos” intensificando la radiación en zonas próximas de la superficie terrestre. Sin embargo, las referencias son escasas en sitios de nieve permanente, con alto albedo (fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie). Durante la Campaña de Verano del año 2000 en Base Almirante Brown se realizaron mediciones de radiación solar total y ultravioleta en cielo nublado. En un trabajo previo (Luccini et al., 2003), se analizó el efecto de cielo completamente cubierto sobre la radiación solar, incluyendo casos con la presencia de lluvia o nevisca.

En Ecuador, especialmente en la ciudad de Quito, se vienen realizando mediciones diarias de la radiación solar desde hace 3 años con el equipo SOLAR LIGHT UV METER MODEL 3D, capaz de medir la radiación UV-A y UV-B del espectro. El contador muestra la intensidad de la radiación UV-B (también llamados SUV - Sunburning UV) en Erythemal dosis mínima por hora (MED / hr), además la medida clínica de las quemaduras de sol potencial. UV-A un detector de medidas de intensidad de luz en el rango entre 320 y 400 nm, que muestra la radiación UV-A irradiancia en milivatios por centímetro cuadrado. Las mediciones se realizan cada hora y desde hace varios meses con la presencia de nubosidades: estratos, cúmulos, cúmulonimbos. Comparando la cantidad de radiación que tenemos en días nublados con los valores de la radiación respecto de aquella que se hubiese registrado en el caso equivalente a cielo despejado.

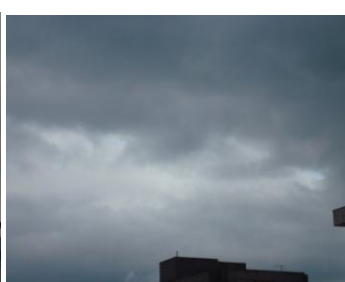
NUBOSIDADES DURANTE LAS MEDICIONES



Cúmulos



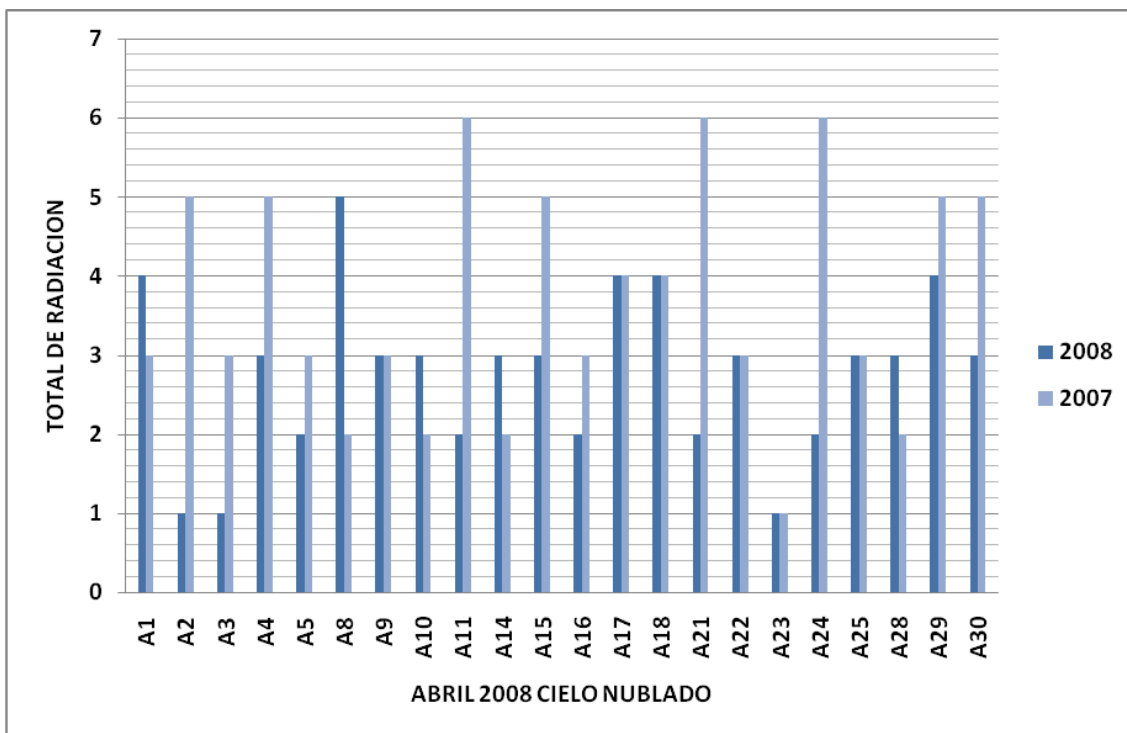
Estratos



Cúmulonimbos

El método de análisis permite cuantificar el efecto de la nubosidad parcial o total sobre los valores absolutos de irradiancia solar total y ultravioleta, el efecto relativo sobre ambos rangos. Tenemos además datos aislados de otras ciudades del Ecuador en cielo nublado. Los datos que se analizan se obtienen de las mediciones constantes, de la Campaña de Fotoeducación que realiza la FEPSO, y de la toma durante las caravanas médicas provinciales, realizadas este año. La medición de la capa de ozono, se realiza desde el Instituto de Física de Rosario-Argentina medido por el sensor TOMS/NASA. (Dr. Rubén Piacentini).

Durante el mes de abril y mayo de este año, el cielo de Quito presentó mas nubosidades que en otros meses y realizamos una comparación con datos obtenidos en los mismos meses en el 2007 pero en cielo despejado, los datos son muy parecidos y vemos que en ciertos días el paso de la radiación es igual o mayor en cielo nublado que en cielo despejado como mostramos en el siguiente gráfico (medio día solar), seguiremos realizando mediciones y comparando con otros años para tener datos completos, estos son solo preliminares.



**2008 Medición en cielo nublado mes de abril, comparado con abril 2007 cielo despejado, en algunos días es igual la radiación en cielo nublado vs despejado, en otros es mayor en cielo nublado que despejado. Datos similares se repiten en Mayo 2008*

La cantidad de irradiancia bajo condiciones de nubosidad en Quito parcial tipo cúmulos, o total tipo cumulonimbos en un ambiente de altura como Quito, ha demostrado que se alcanzan incrementos extremos de radiación y que los mismos pueden permanecer durante extensos periodos de tiempo. Dado que altos porcentajes de nubosidad son muy frecuentes en esta ciudad, este fenómeno puede desempeñar un rol particularmente importante en el balance radiactivo y en la actividad biológica de la piel de los habitantes de ésta ciudad.

La radiación solar que llega al sistema tierra - atmósfera, se conoce como radiación de onda corta, por los valores de longitud de onda en los que se concentra el máximo de emisión de energía solar. Considerando, que al tope de la atmósfera llega un **100 %** de radiación solar, sólo un 25% llega directamente a la superficie de la Tierra y un 26% es dispersado por la atmósfera como radiación difusa hacia la superficie, esto hace que un **51 %** de radiación llegue a la superficie terrestre. Un **19 %** es absorbido por las nubes y gases atmosféricos. El otro **30 %** se pierde hacia el espacio, de esto la atmósfera dispersa un 6 %, las nubes reflejan un 20 % y el suelo refleja el otro 4 %. Entonces la radiación solar que llega a la atmósfera puede ser dispersada, reflejada o absorbida por sus componentes. Esto depende de la longitud de onda de la energía transmitida y del tamaño y naturaleza de la sustancia que modifica la radiación. Entonces podemos decir que si el 19% son absorbidas por las nubes o que el 20 % de la radiación solar es reflejada por las mismas, el 80% pasa a través de las nubes y llega a la superficie terrestre, sin embargo los últimos datos que tenemos de los meses de Mayo y Abril de este año, filtró el 90 % de la radiación en cielo cubierto.

La fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie, se llama **albedo**, por lo tanto el albedo planetario es en promedio de un 30 %. El albedo es variable de un lugar a otro y de un instante a otro, depende de la cobertura nubosa, naturaleza de la superficie, inclinación de los rayos solares, partículas en el aire, etc. Las nubes contribuyen con un alto porcentaje de albedo (~ **20 %**). Las nubes espesas apantallan la radiación UV pero no la absorben totalmente, por lo cual no se debe descuidar la protección los días nublados.

CAPA DE OZONO

Una de las protecciones que tenemos los seres que vivimos en este planeta es la llamada capa de ozono, ubicada entre los 10 y 35 Km de altitud aproximadamente, dentro de la capa de la atmósfera llamada estratosfera. Está constituida por el gas ozono responsable de la absorción de la mayoría de la radiación UV que irradia el sol (UV_C y parte de la UV_B). Este gas estratosférico absorbe la mayoría de la radiación UV que irradia el sol.

Diferentes actividades humanas han tenido un impacto negativo en la capa de ozono, determinando un adelgazamiento de la misma, conduciendo a que la atmósfera sea más permeable a los rayos nocivos del sol. La emisión de ciertos productos químicos como el cloro-fluoro-carbono (CFC's) presente en la utilización indiscriminada de aerosoles, anticongelantes y otros productos es la responsable de la destrucción del ozono,

provocando el adelgazamiento permanente de la capa en latitudes medias a altas y el episodio llamado “agujero de ozono” en las zonas polares durante la primavera.

Actualmente se observa que a partir de la disminución del espesor de la capa de ozono ha aumentado la radiación solar UV-B que llega a la tierra, impactando negativamente en la salud humana, la vida vegetal, la cadena alimenticia marina. Si bien los valores del ozono total de nuestro país indican que no se ha presentado el episodio “agujero de ozono” (reducción entre 20 y 60 %), en otras latitudes medias que incluyen a Uruguay, Chile, Argentina, la capa de ozono se ha reducido en porcentajes que, aunque leves (3 a 5 %), representan un cierto grado de riesgo.

Por ello, la radiación ultravioleta del Sol debe ser muy tomada en cuenta, no solo en época de “sol”, sino también cuando aparentemente estamos menos expuestos por la presencia de nubes, tal como estamos viendo con nuestras mediciones. Por eso como especialistas la recomendación debe ser un cuidado para todo el año, aunque se debe poner más atención a la radiación, los meses cuyo nombre incluyen la letra “r” (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril). Entonces si nos encontramos en lugares con cielo nublado, ya sea en la ciudad, las montañas y / o nevados, no solo por la disminución de la capa de ozono, debemos tomar en cuenta que la nieve actúa como un espejo y hace que recibamos mas radiación.

Si la radiación solar es alta en cielo nublado, debemos igualmente evitar la exposición al medio día, utilizar ropa compacta, sombrero de ala ancha, sombrillas y gafas para sol, es muy importante esto porque creemos que si “hay nubes”, “no hay radiación” y podemos exponernos todo el tiempo que sea, lamentablemente las condiciones de la capa de ozono han cambiado y en época actual estamos recibiendo mas radiación que antes en cielo con nubosidad, y por lo tanto corremos también riesgo de padecer de una enfermedad desencadenada o agravada por la exposición solar como si la recibiéramos de cielo despejado.

En la transmisión de la radiación debemos también tomar en cuenta que existen factores geográficos y ambientales que modifican la intensidad de la radiación ultravioleta y por lo tanto pueden modificar la cantidad de la misma que llega a la tierra y por consiguiente a nuestra Piel:

. **Hora Solar:** Es mayor al medio día, entre las 12 y 15 horas (dependerá de la hora solar de la región, En Ecuador es 12:45), pero si el cielo se encuentra nublado, solo disminuye en un 10 % su transmisión.

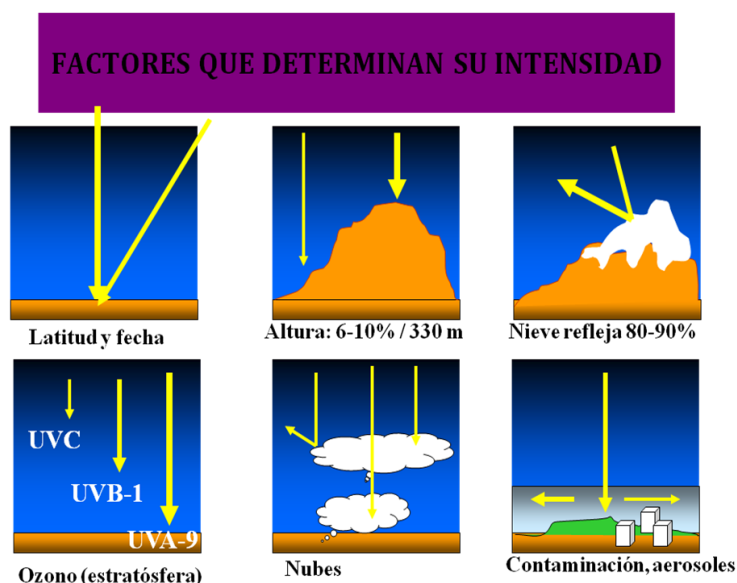
. **Altitud:** Quito por ser una ciudad que se encuentra a 2.800 m sobre el nivel del mar, tiene más riesgo de radiación que en la playa, con un aumento de las quemaduras solares en un 5-10 %. Cada 330 m aumenta la radiación 6-10%

. **Latitud geográfica:** En mayor por estar en el centro del mundo, por ende en días nublados disminuirá en poca cantidad, tomando en cuenta que la mayor parte del año, muchas ciudades del Ecuador pasan con cielo cubierto de nubes. Pero hoy observamos aumento con nubosidad.

. **Angulo de incidencia de los rayos solares sobre la Piel:** Al estar cubierto de nubes, nos descuidamos de otras medidas de prevención a parte del filtro solar, pensando en que los rayos son menos fuertes, por lo que recibimos radiación directa en el rostro, especialmente nariz y labio superior. De hecho en los meses de vacaciones encontramos patologías de piel desencadenadas por el sol, en estos lugares.

. **Estado atmosférico:** La contaminación del aire nos protege de la radiación solar, pero a un precio muy alto, pues simultáneamente se va deteriorando la capa de ozono y a la larga, por lo que hoy en día sigue disminuyendo y por mas contaminación o por mas nubes que tengamos en la atmósfera, siguen filtrando rayos solares más dañinos. El ozono troposférico y las partículas que sustentan el aire pueden bloquear los UVR. En cielos plenamente cubiertos de nubes hay disminución de la irradiación UV de la superficie, pero el efecto de nubes aisladas o dispersas puede incrementar los niveles de UV localizados si está presente la luz del sol por efecto de la dispersión.

. **Superficies reflectantes:** aun si esta nublado, la radiación se refleja en la nieve, superficies de aguas planas, y en menor medida, la arena, la hierba y las superficies de agua onduladas pueden llevar a aumentos muy grandes de exposición.



REACCIONES DE LA PIEL NORMAL A LA EXPOSICION SOLAR

A.- TEMPRANAS:

- Eritema-inflamación (quemadura)
- Hiperplasia epidérmica
- Síntesis de Vitamina D
- Bronceado (inmediato, diferido)
- Alteraciones inmunitarias
- Fotooicólisis

B.- TARDIAS:

- Fotoenvejecimiento
- Pseudoporfiria
- Fotocarcinogénesis

El cáncer de piel es uno de los tumores cuya incidencia ha aumentado más en los últimos años a nivel mundial. En nuestro país, al igual que se observa en el resto de países, los tumores de piel más frecuentes son los llamados no melanocíticos: basocelular y espinocelular, cuya letalidad es muy baja y son curables en un 95%. El melanoma maligno sin embargo, aunque menos común, es mucho más mortal, y es el que mayor incremento en la incidencia ha experimentado.

Como especialistas en piel, tenemos la obligación de fomentar hábitos de vida saludables, entre los que debería ocupar un lugar importante el mostrar una conducta adecuada a la hora de tomar el sol. Recordemos que la fotoprotección es incluida por la OMS en su ya famoso decálogo contra el cáncer. La prevención primaria de los efectos de las radiaciones solares consiste en evitar la exposición solar, conducta prácticamente imposible de promocionar por lo alejada que se encuentra de las demandas sociales de un buen bronceado. Se hace por tanto necesario, cada vez más, el fomentar conductas adecuadas para tomar el sol, y educar a las personas en el concepto del “bronceado inteligente”, o cuidados aún en días nublados, o “tome el sol con salud”

Se sabe que el 80% del total del daño de la piel, que las personas reciben a lo largo de su vida se debe a la exposición solar antes de los 18 años, por tanto, cuanto más temprano se empiecen las medidas protectoras, mayores posibilidades de evitar trastornos en la piel al crecer, porque la piel es más sensible a la radiación solar y por otro porque los niños y jóvenes pasan más tiempo al aire libre. Cuanto más pequeño el niño, más fina es su piel y más sensible a los efectos del sol. Los niños menores de seis meses son muy delicados y se debe evitar exponerlos directamente a la luz solar tanto como sea posible. Es importante que los niños jueguen y disfruten del aire libre a la sombra.

En el melanoma la exposición muy intensa e intermitente (insolaciones de verano) sería más riesgoso que la exposición acumulativa y crónica. Este riesgo sería mucho más importante cuando la exposición se produce en la infancia o la adolescencia antes de los 20 años. Sin embargo, para el basocelular y el espinocelular aparentemente sería un riesgo totalmente contrario, y las personas que se exponen crónicamente serían las más susceptibles.



La FUNDACION ECUATORIANA DE LA PSORIASIS trabaja mucho en el área de Fotobiología, realizando múltiples investigaciones y campañas para prevención y detección del cáncer de piel en los ecuatorianos, en especial en poblaciones de riesgo y tenemos algunos resultados durante los últimos 2 años:

AÑO	MUESTRA	ACTIVID.	BASOCE	ESPINOCE	MELAN	Q. ACTIN
2005	100 (Manta)	pescadores	1	1		1
2006	150 (Quito)	deportistas	1	1		
2006	80 (Quito)	albañiles	2	2		1
2006	2980 (Quito-cons)	General	26	11	2	150
2006	20 (Manta)	albañiles	1			1
2007	60 (Jaramijo)	pescadores	1			1
2007	200 (San Mateo)	pescadores	1			3
2007	260 (Los Esteros)	pescadores	2			4
2007	4003(Quito- cons)	General	16	7	2	80
2008	120 (Quito)	Par. Metrop	1			

Estos datos nos reflejan que seguimos en aumento los casos cada día, por lo debemos tomar más en serio lo que sucede con nuestra población y la radiación solar, como lo están haciendo muchos otros países del mundo, fomentando FOTOEDUCACION en la población para cielo despejado y nublado. Seguiremos sumando datos cada vez, para obtener cifras de poblaciones mayores. Debemos recomendar un protector solar adecuado dependiendo de cada piel, lugar geográfico donde realiza sus actividades al aire libre, aún en cielo nublado, de las horas y periodos del año, utilizar, gafas, sombrero de ala ancha, ropa adecuada y estar bajo sombra. Por estudios se recomienda usar productos con Factor de Protección Solar (FPS) mas de 25 en nuestra población, aplicarla en forma uniforme en las zonas expuestas y reaplicarla si fuera necesario a las 2-3 horas si permanece al aire libre . Las personas de piel clara, las que han padecido cáncer de piel, quienes tengan pecas y o lunares, deben extremar cuidados aún en cielo nublado. Quienes tengan actividad laboral al aire libre deben extremar sus cuidados diariamente. Siempre hay que recordar que la sombra “resolana” también quema.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Iglesias-Díez: Tratado de dermatología, II edición; McGraw-Hill-Interamericana, 2004, Madrid-España
- 2.- VI Simposio Argentino y III Latinoamericano sobre investigaciones antárticas - Dirección Nacional del Antártico / Instituto Antártico Argentino - 10 al 14 de Septiembre de 2007
- 3.- Luccini E., Efectos del incremento de irradiación solar por nubes dispersas en el ambiente de Bahía Paraíso, Península Antártica; Instituto de Física de Rosario – CONICET, 2003, Rosario-Argentina
- 4.- Ceballos J.C., Bottino M., Righini R., Radiación solar en Argentina estimada por satélite: Algunas características espaciales y temporales: Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – DSA; Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticas – CPTEC; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – Brasil; División Física, Departamento de Ciencias Básicas; Universidad Nacional de Luján – Argentina
- 5.- Dra. Cecilia Cañarte M. Datos de Fundación Ecuatoriana de la psoriasis. Quito 2008
- 6.- Mota E., Campillo M., Serrano S., El sol y los filtros solares, Medifam; Vol. 13, N.3; Madrid; 2003)
- 7.- Stengel F., Gatti C., Larralder M., Santisteban M., Monografía, Fotoeducación, 2006, Argentina
- 8.- Serra E., Tribó M., Acción de los ultravioleta en la piel. Actualidades Dermatológicas 331. Monografía); (Drolet B., Connor M., Cremas solares y prevención del cáncer cutáneo inducido por la radiación ultravioleta., Joint Veterans Affairs Wadsworth-UCLA Dermatology Training Program, Department of Medicine., University of California, Los Angeles, California., J Dermatol Surg Oncol, 1992; 18: 571-76
- 9.- Carreño V., Redondas A., Cuevas E., Diaz J., Validación del modelo de predicción del Índice Ultravioleta del Instituto Nacional de Meteorología., Observatorio Atmosférico de Izaña, Instituto Nacional de Meteorología, 38071 S/C de Tenerife, Dpto. de Física Básica. Universidad de La Laguna. Buenos Aires y Santiago de Chile
- 10.- Pathak M., Fitzpatrick T., Preventive Treatment of Sunburn, Dermatoheliosis, and Skin Cancer with Sun-Protective Agents. En Fitzpatrick TB, Eisen AZ, Wolff K, Freedberg IM, Austen KF. Dermatology in General Medicine. 4ª ed. McGraw-Hill, 1993. p. 1689-719.
11. Ribera Pibernat M, Paradelo García C. El sol y la piel: fotoprotección y filtros solares. Medicina Integral 1997; 30: 64-71.
12. Austoker J. Cancer Prevention in Primary Care: Melanoma: prevention and early diagnosis. BMJ 1994; 308: 1682-6.
13. Gilchrest BA, Eller MS, Geller AC, Yaar M. The pathogenesis of melanoma induced by ultraviolet radiation. N Eng J Med 1999; 340: 1341-8.
14. Wulf HC, Stender MI, Lock-Andersen J. Sunscreens used at the beach do not protect against erythema: a new definition of SPF is proposed. Photodermatol Photoimmunol Photomed 1997; 13: 129-32.
15. Rosso S, Zanetti R, Martínez C, Tormo MJ, Schraub S, Sancho-Garmier H, et al. The multicentre south European study “Hellos” II: Different sun exposure patterns in the etiology of basal cell and squamous cell carcinomas of the skin. Br J Cancer 1996; 73: 1147-54.
- 16.. Diffey BL. People do not apply enough sunscreen for protection. BMJ 1996; 313: 942.
17. DiGuseppi C. Cribado del cáncer de piel, incluyendo consejo para prevenirlo. En: Brotons Cuixart C. U.S. Preventive Services Task Force. Guía de Medicina Clínica Preventiva. Edición española. Medical Trends, SL 1998; 105-14.
- 18.- Echer E., Schuch N., Makita K., Okano S., Observations of broadband solar UV-A irradiance at Santa Maria, Brazil, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Sao Jose dos campos, SP, Brazil., Geofísica Internacional (2004), Vol. 43; Num1, pp. 53-59
- 19.- Delgado V, L., Monografía, Índice Ultravioleta, departamento de Física de la Universidad de Antofagasta, 2003, Chile
- 20.- Martínez M. A., Modelo empírico para la estimación de la irradiancia solar ultravioleta, memoria para la obtención del título en Física en la Universidad de Extremadura, Bajadoz , Abril 2007
- 21.- Mendoza I, Piedra D., Modelo de Radiación Solar Directa para la ciudad de Bogotá a partir de datos experimentales, Revista Colombiana de Física, Vol. 38, Num 4, 2006

Dra. Cecilia Cañarte Mantuano

cecy_canarte@hotmail.com – c.canarte@fepso.org.ec