

Evaluación del factor de protección solar requerido (SPF) y el tiempo de protección natural (IPN) de la piel

VILLASMIL SHEILA, *FERNÁNDEZ CORMARIE, CALDERÓN LAURA, MORILLO SOLBEY.

Grupo de Investigación Laboratorio de Análisis de Medicamentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes. Apartado postal 5101. Mérida-Venezuela.

**e-mail: cormarie@ula.ve*

RESUMEN

Las pieles se han clasificado en fototipos; de acuerdo a su mayor o menor resistencia frente a las radiaciones, que dependen a su vez de la pigmentación. Así, las pieles menos pigmentadas ó más blancas, se reconocen por ser más sensibles a la radiación, presentando mayor susceptibilidad a sufrir foto-daño, que va desde un eritema actínico y fotoenvejecimiento cutáneo hasta el cáncer de piel que es atribuido principalmente a los rayos UV presentes en la radiación solar. La capacidad fotoprotectora de la piel se mantiene durante algún tiempo, luego del cuál pueden comenzar a presentarse alteraciones, es por ello que se recomienda usar medidas fotoprotectoras externas, como son el uso de ropas manga larga, evitar exposiciones en horas pico y utilizar protectores ó pantallas solares de conocido índice de protección, identificado por números, siendo los mayores indicativos de una mayor fotoprotección. En nuestro estudio se determinó los índices ó tiempos de protección natural (IPN) y los factores de protección solar (SPF) requeridos por individuos con diferentes fototipos, específicamente el I (piel blanca, cabello rubio y tendencia a sufrir quemaduras), el II (piel ligeramente oscura, bronceado suave y tendencia a sufrir quemaduras) y el III (piel ligeramente morena, buen bronceado y raramente sufre quemaduras). Así, se realizaron mediciones en 58 sujetos voluntarios sanos, utilizando el equipo Sun Protection Diagnostic SP37[®], con diferentes tiempos y diferentes intensidades solares, tomando en consideración la altitud y la presencia ó no de reflexiones, condiciones que son proporcionadas por el equipo. Se obtuvieron diferencias significativas (test $P < 0,05$) en los índices de protección natural de todos los fototipos, al utilizar diferentes intensidades solares, a su vez el fototipo I presentó menor índice de protección natural en las distintas condiciones comparado con los fototipos II y III. Se encontró (test $P < 0,05$) que los SPF's requeridos por el

fototipo I son superiores a los requeridos por los demás, y que a medida que aumenta el tiempo de exposición también aumenta el SPF requerido por todos los fototipos, resultando $P < 0,05$.

ABSTRACT

The skins have been classified in phototypes according to their resistance in front of the radiations that depend in turn on the pigmentation. Thus, skins fewer pigmented or whiter are recognized to be more sensitive to the radiation, presenting bigger susceptibility to suffer picture-damage that goes from an actinic erythema and cutaneous skin photo aging to the skin cancer that is attributed mainly to the UV rays present in the solar radiation. The photoprotecting capacity of the skin stays during some time after which they can begin to present alterations, that is why is recommended the use of measured external photoprotectors as long sleeve clothes to avoid exhibitions in extreme exposure hours and to use protective or index acquaintance's of protection solar screens identified by numbers, being the adults indicative of a bigger photoprotection. In our study the indexes or times of natural protection (IPN) and the factors of solar protection (SPF) required by individuals with different phototypes were determined, specifically the I (white skin, blond hair and tendency to suffer burns), the II (lightly dark skin, soft suntan and tendency to suffer burns) and the III (tan lightly brown, good skin and it rarely suffers burns). Measurements in 58 healthy voluntary fellows were carried out using the team Sun Protection Diagnostic SP37[®], with different exposure times and different solar intensities, taking in consideration the altitude and the presence or not of reflections conditions that are provided by the team. Significant differences were obtained (test $P < 0,05$) in the indexes of natural protection of all the phototypes, when using different solar intensities, in turn the

phototype I presented smaller index of natural protection under the different conditions compared with the phototypes II and III. It was found that the SPF's required by the phototype I (test $P < 0,05$) is superior to those required by the other ones, and that as the time of exhibition increases the SPF required by the rest of the phototypes also increases, resulting $P < 0,05$.

PALABRAS CLAVE

fototipo, melanina, intensidad solar, índice de protección solar

AGRADECIMIENTO

CDCHT por el financiamiento en el proyecto de investigación bajo el número FA-331-04-07-D.

INTRODUCCIÓN

El color de la piel tiene dos orígenes: la pigmentación (melanina y carotenos) y la vascularización (oxihemoglobina y hemoglobina reducida). La melanina es sintetizada por células específicas de la epidermis, los melanocitos. El color de los pigmentos melánicos es decir la pigmentación depende esencialmente de factores genéticos (Méliissopoulos y Levacher, 1998), (Derek y Cripps, 1981) .

Los melanocitos proceden de las crestas neurales del embrión y emigran a los tejidos del cuerpo, incluyendo las capas basales de la epidermis y bulbo del pelo. El número de melanocitos activos disminuye progresivamente con la edad, aproximadamente un 10% cada 10 años (Jeanmougin, 1998). Se diferencian de otras células del estrato basal por la posesión de procesos dendríticos por los cuáles transfieren pigmento a un grupo de queratinocitos, formando toda una "Unidad Epidérmica de Melanina" (UEM) (Rieger, 2000). La melanina es el pigmento responsable del color de la piel y del pelo, donde se distinguen dos tipos: la eumelanina de color marrón ó negra y la feomelanina de color amarillo ó rojo. Los dos tipos de pigmento difieren no sólo en su color sino también en su solubilidad y contenido de sulfuro. La biosíntesis de las melaninas ocurre en la unidad metabólica del melanocito, conocida como melanosoma. Esta síntesis comienza con la hidroxilación de la tirosina a dihidroxifenilalanina (DOPA) por intervención de la enzima tirosinasa. La dopa sufre una oxidación a dopaquinona, la cuál es convertida en 5,6-dihidroxiindol (DHI), que sufre polimerizaciones oxidativas hasta formar finalmente la eumelanina. La feomelanina es producida cuándo la dopaquinona recibe un grupo sulfhidrilo, produciéndose así la cisteinildopa, que se oxida y origina a las feomelaninas (Ortonne,

2002a), (Taylor, 2002), (Pathak, 1990).

La relación eumelanina-feomelanina, así como la cantidad de melanina presente en la epidermis determinan el color de la piel en los humanos (Derek y Cripps, 1981).

Los seres humanos presentan colores de piel muy variados blanco, amarillo, marrón y negro, tomando así en consideración la pigmentación de la piel y otras características fenotípicas, se encuentran diferentes razas y diferentes grupos étnicos como los blancos, asiáticos y negros ó afro americanos. Hoy en día está bien establecido que pieles con pigmentación más oscura son más resistentes a la radiación solar, que las pieles más blancas (Tadokoro et al., 2003), (Halder y Bridgeman, 1995), (Grujil, 1999).

Así, en la piel blanca los gránulos de melanina son más pequeños y más claros, mientras que en la piel oscura son más largos, más oscuros y además tienden a reunirse en el centro de la célula, formando una estructura igual a una gorra (Edwards et al., 1996). La cantidad de melanina presente en la piel clara es menor a la cantidad presente en la piel con pigmentación oscura.

La melanina juega un papel fundamental en la fotoprotección, absorbiendo un 90% los rayos UV que no son dispersados en la capa córnea. Sin embargo está fotoprotección va a depender del fototipo de piel. Cada individuo posee una capacidad individual de adaptación al sol, y este comportamiento puede ser establecido por la clasificación del fototipo en función de la aptitud de bronceado, de la aparición de la insolación, color de la piel y de los cabellos. Entre más bajo es el fototipo, menor es la adaptación a los rayos solares y más rápido aparece la insolación (Avril et al., 2002).

Los tipos de piel han sido clasificados de acuerdo a su capacidad de protección frente a la radiación solar. El concepto de tipo de piel fue introducido por Fitzpatrick y colaboradores en el año de 1975, quienes establecieron seis fototipos que van del fototipo I en individuos que fácilmente sufren quemaduras y nunca se broncean al fototipo VI en individuos que siempre se broncean (negro) y nunca se queman (Fitzpatrick, 1975), (Andreassi et al., 1999).

La fotoprotección adquirida aumenta a medida que las exposiciones al sol son frecuentes, debido a un engrosamiento de la epidermis UVB-inducido y a la melanogenesis inducida por los UVB y UVA. Sin embargo las exposiciones prolongadas y repetidas van a gastar progresivamente la capacidad de adaptación al sol y aparecen los primeros daños nefastos a la piel. La fotoprotección natural es limitada (Jeanmougin, 2000).

La radiación ultravioleta presente en la luz solar ocasiona una gran cantidad de cambios patológicos en la piel, los cuáles van desde la insolación solar, eritema,

edema, hiperplasia, quemaduras solares, queratosis actínica, inmunosupresión (Goettsch et al., 1998), y el más importante que es el cáncer de piel, incluyendo el melanoma maligno (Matsumura y Ananthaswamy, 2004), (Ichichashi et al., 2003), (Ortonne, 2002b). Se ha establecido que las exposiciones crónicas a la luz solar, así como exposiciones intermitentes, pero, intensas aumentan la susceptibilidad de sufrir cáncer de piel, sobre todo en piel blanca (fototipos I y II) (Bastuji y Diepgen, 2002). Igualmente el hecho de sufrir quemaduras solares dolorosas durante la infancia, antes de los 18 años, incrementa notablemente el riesgo de sufrir cáncer de piel, es por esto que se han realizado en algunos países programas de educación dirigidos a las madres de recién nacidos sobre el cuidado de sus hijos durante la primera etapa de vida (Séller et al., 1999).

En la actualidad la mayoría de los países del mundo con alta incidencia de cáncer de piel han desarrollado campañas para informar al público y en especial a los niños sobre como foto-protegerse debido a que es precisamente en esta época de la vida cuando se desarrollan el mayor número de actividades al aire libre y la exposición solar es intensa (Melia et al., 2000), (Glanz et al., 2001), (Murphy, 2002).

Dentro de las medidas de fotoprotección recomendadas se incluyen: usar ropas de manga larga, sombreros, lentes de sol, evitar el sol durante las horas pico (10:00-14:00), buscar la sombra cuando se permanece al aire libre y usar protectores ó pantallas solares con SPF 15.

En especial en los climas tropicales y subtropicales se hace énfasis en la necesidad de usar protectores solares con SPF mayores de 15 y de 30 y sobre el uso adecuado de los mismos en cuanto a la cantidad, espesor, técnica de aplicación, frecuencia de reaplicación, etc. (Poon y Barnetson, 2002), (Diffey, 2001). Para su selección es importante tomar en cuenta ciertos factores, así tenemos: fototipo, tiempo de exposición, el lugar, la altitud y la presencia ó no de reflexiones solares.

El propósito del estudio es determinar el factor de protección solar adecuado (SPF) y el índice de protección natural de la piel (tiempo que se puede estar al sol sin protección), mediante el Sun Protection Diagnostic SP 37® (Courage+Khazaka). Tomando en consideración diversos factores influyentes en el momento de la exposición. Se estudio en voluntarios sanos de una población estudiantil universitaria.

MATERIALES Y MÉTODO

Equipo: Sun Protection Diagnostic SP 37® (Courage+Khazaka)

Este equipo está constituido por un medidor de melanina que emite radiaciones ultravioleta (280nm a

320nm). Posee dos escalas una para reflejar el factor de protección solar (SPF) y otra el índice de protección natural (IPN). Este equipo permite seleccionar el tiempo de exposición y las intensidades solares en las que se desea determinar las mediciones con una precisión de $\pm 5\%$. (a. www.courage-khazaka.de)

Muestra: Se estudiaron 58 jóvenes sanos (48 mujeres y 10 hombres), voluntarios universitarios adscritos a la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, provenientes de diferentes regiones del país.

A cada uno de los sujetos se le determinó el fototipo de acuerdo a la clasificación que indica el manual de operaciones del equipo Sun Protection Diagnostic SP 37® (cuadro 1), y haciendo énfasis especial en la tendencia al bronceado ó a sufrir quemaduras sin conseguir bronceado.

Las áreas de la piel escogidas para realizar las mediciones fueron las mejillas y los cuadrantes superiores izquierdo y derecho de la espalda, las mismas fueron lavadas y secadas previamente a la realización de las mediciones.

Las mediciones se llevaron a cabo siguiendo las instrucciones contenidas en el manual de operaciones del equipo. A cada individuo se le realizaron mediciones en los tiempos de 30, 60, 120 y 180 minutos de exposición y con intensidades solares de 4, 5, 6, 7 y 8 (tabla 1).

Los resultados obtenidos fueron analizados a través de medias y desviaciones típicas (estadísticas descriptivas) y para el análisis inferencial se empleo el Análisis de Varianza Unifactorial de Efectos Fijos (ANOVA), tomando como significativas las diferencias entre las medias, cuando $p < 0,05$.

Cuadro 1. Clasificación de los tipos de piel en base a su comportamiento frente al sol

FOTOTIPO	CARACTERISTICAS
I (tipo céltico)	piel blanca, cabello rubio, ojos verdes, muchas pecas, cabello rojizo, sin bronceado, con tendencia a sufrir quemaduras muy dolorosas fácilmente.
II (tipo caucásico blanco)	piel ligeramente oscura, sin pecas, cabello de rubio a castaño, ojos azules, verdes o grises, ligeramente bronceado, con tendencia a sufrir quemaduras dolorosas.
III (tipo mezclado)	piel ligeramente morena (trigueño), sin pecas, cabello marrón, ojos grises o marrones, buen bronceado, raramente sufre quemaduras.

Fuente: Manual de operaciones del equipo Sun Protección Diagnostic SP37® (Courage + Khazaka)

Tabla 1. Clasificación de los climas de acuerdo a la intensidad solar

INTENSIDAD SOLAR	CLIMAS	PAISES
4	*Continental primavera con reflexiones.	Europa central, Estados Unidos y Nueva Zelanda.
5	*continental en verano y subtropical en primavera sin reflexiones.	Europa central, Estados Unidos y Nueva Zelanda. Europa del Sur, Norte de África, Sur de Estados Unidos, Chile, Paraguay y Uruguay.
6	*continental en verano y subtropical en primavera con reflexiones. **continental en primavera sin reflexiones	Europa central, Estados Unidos y Nueva Zelanda. Europa del Sur, Norte de África, Sur de Estados Unidos, Chile, Paraguay y Uruguay.
7	* subtropical en verano con o sin reflexiones **Subtropical en primavera sin reflexiones.	Europa del Sur, Norte de África, Sur de Estados Unidos, Chile, Paraguay y Uruguay.
8	**subtropical en verano y en primavera con reflexiones. ***Tropical en verano y primavera.	África central, América Central, Brasil y el Caribe.

*por debajo de mil metros. **por encima de mil metros. ***en todas las condiciones.

Fuente: Manual de operaciones del equipo Sun Protección Diagnostic SP37® (Courage+Khazaka)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales de la muestra.

En el estudio realizado el 82,8% de los sujetos correspondían al sexo femenino. Se registro una edad promedio de 23,6552 +/- 3,7302 años. El 67,2% expreso que se expone diariamente 1 hora al sol. Se encontró un alto porcentaje de personas con conocimiento sobre los protectores solares 94,8%; igualmente un 91,4% indicó conocer las consecuencias de no usar protector solar, sin embargo sólo un 21,8% indicó usarlo diariamente, el 29,1% no lo usa nunca y el 49,1% lo usa sólo algunas veces. De los sujetos que usan protector solar el 60% indicó aplicárselo diez minutos antes de exponerse al sol y un 12,5% veinte minutos antes. El 85% no lo reaplica y un 7,5% lo hace cada dos horas. El fototipo I conformó el 27,6%, el fototipo 2 en 37,9% y el fototipo 3 en 34,5% de la muestra estudiada. (tabla 2).

Tabla 2. Resumen de las características descriptivas de una muestra de la población de la Facultad de Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes (ULA). Mérida-Venezuela 2004

Variable	Categorías	Número	Porcentaje
Sexo	Masculino	10	17,2%
	Femenino	48	82,8%
Fototipo	I	16	27,6%
	II	22	37,9%
	III	20	34,5%
Frecuencia de exposición al sol	Diariamente	51	87,9%
	Semanalmente	1	1,7%
	Mensualmente	4	6,9%
	Anualmente	2	3,4%

(ver continuación de la tabla)

Variable	Categorías	Número	Porcentaje
Frecuencia tiempo de exposición al sol.	Una hora	39	67,2%
	Dos horas	8	13,8%
	Tres horas	5	8,6%
	Más de tres horas	2	3,4%
	Menos de una hora	4	6,9%
Conocimiento sobre los protectores solares	Si	55	94,8%
	No	3	5,2%
Utilización de los protectores solares	Si	12	21,8%
	No	16	29,1%
	Algunas veces	27	49,1%
Tiempo de aplicación antes de la exposición solar	Diez minutos	24	60%
	Quince minutos	7	17,5%
	Veinte minutos	5	12,5%
	Otro	4	10%
Frecuencia de aplicación	Una sola vez	34	85%
	Cada dos horas	3	7,5%
	Otro	3	7,5%
Conocimiento sobre consecuencias de no usar protector solar	Si	53	91,4%
	No	5	8,6%

El IPN promedio varía poco dentro de cada nivel de intensidad solar, al ir aumentando el tiempo de exposición. Se observan diferencias en los IPN promedios, según las intensidades solares registrándose mayores promedios de IPN en los niveles inferiores de intensidad solar y los menores promedios de IPN correspondieron a los niveles 6, 7 y 8 (tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los índices de protección natural a los 30, 60, 120 y 180 minutos, según las intensidades solares 4, 5, 6, 7 y 8, de la muestra de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA Mérida- Venezuela 2004

Intensidad Solar	Tiempo	IPN Promedio	Desviación Típica	Valor Mínimo	Valor Máximo	N
4	30	23,3793	8,9459	10	39	58
	60	23,5345	9,0867	9	39	58
	120	23,5517	9,1271	1	39	58
	180	23,7414	9,2159	1	39	58
5	30	13,8276	5,0127	5	23	58
	60	13,7759	4,9843	5	23	58
	120	13,9483	4,9397	5	23	58
	180	14,1034	5,1048	5	24	58
6	30	2,8621	2,9167	1	14	58
	60	2,8103	2,7749	1	14	58
	120	2,8448	2,9248	1	14	58
	180	2,8621	2,9762	1	14	58
7	30	2,0172	0,7834	1	3	58
	60	2,0345	0,7715	1	3	58
	120	2,0172	0,7834	1	3	58
	180	2,0172	0,7834	1	3	58
8	30	2,0345	0,7715	1	3	58
	60	2,0172	0,7834	1	3	58
	120	2,0172	0,7834	1	3	58
	180	2,0172	0,7834	1	3	58

En la tabla 4 se observa que, los promedios de SPF requeridos se incrementan al ir aumentando el tiempo de exposición, para todas las intensidades solares. Se observa que para los niveles de intensidad solar 6,7 y 8 se registran los mayores valores de SPF promedio requeridos, lo cuál se correlaciona con los IPN promedios, ya que donde existen mayores promedios de IPN, se registran menores promedios de SPF requerido.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los factores de protección solar requeridos a los 30, 60, 120 y 180 minutos, según las intensidades solares 4, 5, 6, 7 y 8, de la muestra de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida-Venezuela 2004.

Intensidad Solar	Tiempo	SPF Promedio	Desviación Típica	Valor Mínimo	Valor Máximo	N
4	30	2,0345	0,2626	2	4	58
	60	3,3793	1,5082	2	8	58
	120	6,5172	2,7925	2	12	58
	180	9,6207	3,6794	6	18	58
5	30	2,5862	0,9183	2	4	58
	60	5,1034	1,8796	2	10	58
	120	10,4483	4,3374	6	22	58
	180	15,2414	6,3004	8	36	58
6	30	13,5517	8,3523	2	36	58
	60	31,7241	16,4816	4	60	58
	120	50,1379	15,4232	10	60	58
	180	55,5862	12,9439	14	60	58
7	30	13,8276	7,0615	8	36	58
	60	32,8966	14,2862	16	60	58
	120	53,4828	9,4223	30	60	58
	180	59,8621	0,7362	56	60	58
8	30	13,3448	7,1514	8	36	58
	60	33,7931	14,6620	16	60	58
	120	53,7586	8,7305	36	60	58
	180	59,7931	0,8936	56	60	58

Se puede apreciar en la tabla 5, que al variar el tiempo de exposición el índice de protección natural (IPN) promedio muestra poca variación según los fototipos, pero hay diferencias en los promedios de IPN según los distintos niveles de intensidad solar, notándose promedios de IPN similares en las intensidades solares 6, 7 y 8 que se diferencian marcadamente de los IPN encontrados en las intensidades solares 4 y 5.

Los promedios de IPN en los niveles de intensidad solar 6, 7 y 8 son menores en todos los fototipos, mientras que en las intensidades solares 4 y 5 estos promedios son superiores.

Los sujetos clasificados como fototipo I presentan menor tolerancia a las radiaciones, lo cuál se demuestra mediante el tiempo de protección natural que ha sido inferior en comparación con los fototipos II y III, para

todos los tiempos y todas las intensidades solares.

Se observa que para los diferentes niveles de intensidad solar, el grado de resistencia a las radiaciones aumenta con la pigmentación de la piel, siendo el fototipo III > fototipo II > fototipo I. Esto se corresponde con observaciones señaladas por otros autores, como Tadokoro et al.(2003) y Edwards et al.(1996), donde la pigmentación de la piel esta directamente relacionada con la resistencia a la radiación.

Tabla 5. Tabla Resumen de los estadísticos descriptivos del Índice de Protección Natural Promedio, según Fototipo e Intensidad Solar. Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida-Venezuela 2004

Fototipo	Tiempo de Exposición (min)	Intensidad Solar 4	Intensidad Solar 5	Intensidad Solar 6	Intensidad Solar 7	Intensidad Solar 8
I	30	12,68 min	7,81 min.	1 min.	1 min.	1 min.
	60	12,75 min	7,87 min.	1 min.	1 min.	1 min.
	120	12,75 min	8,313 min.	1 min.	1 min.	1 min.
	180	12,81 min	8,81 min.	1 min.	1 min.	1 min.
II	30	21,77 min	12,95 min.	2,50 min.	1,95 min.	2 min.
	60	21,68 min	12,81 min.	2,50 min.	2 min.	1,95 min.
	120	21,68 min	12,95 min.	2,45 min.	1,95 min.	1,95 min.
	180	21,81 min.	12,95 min.	2,45 min.	1,95 min.	1,95 min.
III	30	33,70 min.	19,60 min.	4,75 min.	2,90 min.	2,90 min.
	60	34,20 min.	19,55 min.	4,60 min.	2,90 min.	2,90 min.
	120	34,25 min.	19,55 min.	4,75 min.	2,90 min.	2,90 min.
	180	34,60 min.	19,60 min.	4,80 min.	2,90 min.	2,90 min.

Los resultados del Análisis de Varianza (tabla 6), revelan que las diferencias observadas en los promedios de IPN de la muestra son estadísticamente significativas, es decir, que las diferencias en los promedios de IPN en todos los niveles de Intensidad Solar y al variar los tiempos de exposición son producto del fototipo del individuo ($p < 0,05$).

Tabla 6. Tabla Resumen del Análisis de Varianza Unifactorial para la diferencial de medias del Índice de Protección Natural según el Fototipo, Tiempo de Exposición e Intensidad Solar.

Intensidad Solar	Tiempo de exposición	Prueba F	Significación Estadística
4	30	202,464	0,000**
	60	233,983	0,000**
	120	225,795	0,000**
	180	243,913	0,000**
5	30	203,930	0,000**
	60	198,945	0,000**
	120	136,415	0,000**
	180	73,561	0,000**
6	30	10,036	0,000**
	60	10,184	0,000**
	120	10,039	0,000**
	180	9,960	0,000**

(ver continuación de la tabla)

Intensidad Solar	Tiempo de exposición	Prueba F	Significación Estadística
7	30	321,750	0,000**
	60	490,891	0,000**
	120	321,750	0,000**
	180	321,750	0,000**
8	30	490,891	0,000**
	60	321,750	0,000**
	120	321,750	0,000**
	180	321,750	0,000**

En las tablas 7,8,9 y 10, se aprecia que el fototipo I tiene un promedio de SPF superior con respecto a los fototipos II y III. Esto sugiere que las personas catalogadas como fototipo I requieren un mayor nivel de protección en todos los niveles de intensidad solar.

Por otra parte a medida que aumenta el tiempo de exposición, los promedios de SPF de los sujetos clasificados como fototipo I, se diferencian marcadamente en relación al resto de los fototipos estudiados.

También se aprecia que a medida que aumenta el tiempo de exposición, van aumentando los promedios de SPF para todos los fototipos en todos los niveles de intensidad solar.

La tendencia que se observa en todos los promedios de SPF es contraria a la tendencia de los promedios del IPN registrados en la muestra, lo cual concuerda con el hecho de que mientras menor sea el índice de protección natural mayor será el SPF requerido.

De acuerdo a los resultados del ANOVA la mayoría de las mediciones realizadas revelan que las variaciones encontradas en los promedios de SPF pueden atribuirse a las características propias de cada fototipo, a excepción de las mediciones obtenidas para 30 minutos, con una intensidad solar de 4, donde los resultados de los SPF son muy similares para todos los fototipos, igualmente ocurre con las mediciones realizadas con una intensidad solar de seis, siete y ocho y para 180 minutos de exposición donde no se obtuvieron resultados significativos, probablemente debidos a que la exactitud del equipo tiene como nivel mínimo de SPF 2 y como nivel máximo 60.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las mediciones del factor de protección solar requerido promedio, según fototipo en intensidad solar a los 30 minutos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida- Venezuela 2004.

FOTOTIPO	INTENSIDADES SOLARES				
	4	5	6	7	8
I	2,12	3,87	24	23	23
II	2	2,18	11	11,54	10,81
III	2	2	8	9	8,4
SIGNIFICACIÓN	0,273	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las mediciones del factor de protección solar requerido promedio, según fototipo e intensidad solar a los 60 minutos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida-Venezuela 2004.

FOTOTIPO	INTENSIDADES SOLARES				
	4	5	6	7	8
I	5,12	7,37	54,37	54,37	55
II	3,18	4,72	28,09	28,18	30,09
III	2,20	3,70	17,60	20,90	20,90
SIGNIFICACIÓN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las mediciones del factor de protección solar requerido promedio, según fototipo e intensidad solar a los 120 minutos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida-Venezuela 2004.

FOTOTIPO	INTENSIDADES SOLARES				
	4	5	6	7	8
I	10,37	15,87	60	60	60
II	6	10,18	55,09	59,45	58,90
III	4	6,40	36,8	41,70	43,10
SIGNIFICACIÓN	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las mediciones del factor de protección solar requerido promedio, según fototipo e intensidad solar a los 180 minutos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA. Mérida-Venezuela 2004.

FOTOTIPO	INTENSIDADES SOLARES				
	4	5	6	7	8
I	14,87	23,25	60	60	60
II	8,90	14,45	56,63	60	60
III	6,20	9,70	50,90	59,6	59,40
SIGNIFICACIÓN	0,000	0,000	0,097	0,145	0,049

CONCLUSIONES

Se evidencia que el fototipo de los individuos está directamente relacionado con la capacidad fotoprotectora (natural) de la piel, así los sujetos clasificados como fototipo I son mucho más sensibles a la radiación que los fototipos II y III, resultando ser el grupo con el mayor SPF requerido, para los diferentes tiempos e intensidades solares.

A medida que el índice de protección natural aumenta el factor de protección solar requerido para todos los fototipos disminuye, es decir, que mientras mayor sea el tiempo que la piel pueda permanecer expuesta a la radiación solar sin sufrir lesiones, menor será el factor de protección solar requerido artificialmente.

Durante la exposición solar los diversos factores (regiones geográficas con diferente clima, altitud, con ó sin reflexiones y por ende con mayor ó menor intensidad solar, de acuerdo a la tabla 1), se deben tomar en cuenta para la selección y uso de protectores solares con diferentes SPF acordes para cada fototipo, esto permite concluir que es muy importante poder conocer con precisión el índice de protección natural y el SPF requerido para cada fototipo, en cada región geográfica, a fin de evitar la aparición de alteraciones debidas a la radiación solar ó la sub-utilización de los protectores ó pantallas solares.

Se evidencia una sub-utilización de los protectores solares, a pesar de que se tiene conocimiento de los mismos y de los efectos adversos de las radiaciones solares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Andreassi L., Flori M., and Rubegni P. 1999. *Sun and Skin Role of phototype and skin colour*. Adv Exp Med Biol. 455:469-475.

Avril, M.F. Brodin, B. Dreno P. et al. 2002. Bénéfices, Risques et Prévention. Soleil et Peaux. Ediciones Masson, Paris. p26-34

Bastuji S., Diepgen T. 2002. *Cutaneous malignant melanoma, sun exposure, and sunscreen use: epidemiological evidence*. Br J Dermatol. 146 (Suppl. 61): 24-30.

Derek J., Cripps J. 1981. *Natural and Artificial Photoprotection*. The J. of Invest Dermatol. 76 (5):154-157.

Diffey B. 2001. *Sunscreen isnt enough*. J Photochem Photobiol B. 64 (2-3):105-108.

Edwards C., Gaskell S., Pearse A., and Marks R. 1996. *Melanin content and distribution in the surface corneocyte with skin phototypes*. Br J Dermatol. 135: 263-267.

Fitzpatrick T. 1975. *Sol y piel*. J Med Esthet. 2: 33-35.

Geller A., Sayers L., Howard K., et al. 1999. *The new moms project: educating mothers about sun protection in newborn nurseries*. Pediatric Dermatol. 16 (3):198-200.

Glanz K., Maddock J., Lew R., et al. 2001. *A randomized trial of the Hawaii sun smart programs impact on outdoor recreation staff*. Am Acad Dermatol. 44 (6):973-978.

Goettsch W., Hurks H., Garssen J., et al. 1998. *Comparative immunotoxicology of ultraviolet B exposure I. Effects of in vitro and in situ ultraviolet B exposure on the functional activity and morphology of*

langerhans cells in the skin of different species. Br J Dermatol. 139: 230-238.

Grujil F. 1999. *Skin cancer and solar UV radiation*. European J of Cancer. 35 (14): 2003-2009.

Halder R., Bridgeman S. 1995. *Skin cancer in African Americans*. Cancer. 75: 667-673.

Ichichashi M., Ueda M., Budiyanto A., et al. 2003. *UV-induced skin damage*. Toxicol. 189 (1-2): 21-39.

Jeanmougin M. 1998. *Le soleil et la peaux. La Photoprotection solaire*. Les actualités pharmaceutiques. (254): 39-47.

Jeanmougin M. 2000. *Peau et soleil*. Encycl. Med Chir, Paris, Elsevier, Cosmétique et dermatologie esthétique 50-060-A-10. p 8.

Matsumura Y, Ananthaswamy H. 2004. *Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin*. Toxicology and Applied Pharmacology. 195 (3):298-299.

Melia J., Pendry L., Eiser J., et al. 2000. *Evaluation of primary preventions initiatives for skin cancer: a review from UK perspective*. Br J Dermatol. 143:701-708.

Mèlissopoulos A., Levacher C. 1998. *L'Épiderme. La Peau Structure et physiologie*. Lavoisier TEC DOC. p 13-22

Murphy G. 2002. *Photoprotection: public campaigns in Ireland and the UK*. Br J Dermatol. 146 (Suppl. 61):31-33.

Ortonne J-P. 2002. *Photoprotective properties of skin melanin*. Br J Dermatol. 146 (Suppl. 61): 7-10.

Ortonne J. 2002. *From actinic Keratosis to squamous cell carcinoma*. Br. J. Dermatol. 146 (Suppl. 61):20-23.

Pathak M. 1990. *Intrinsic Photoprotection in human skin*. Sunscreens, development, evaluation and regulatory aspects. Editado por Marcel Dekker. New York. USA. P. 74-80.

Poon T., Barnetson R. 2002. *The importance of using broad spectrum SPF 30+ sunscreens in tropical and sub tropical climates*. Photodermatol Photoimmunol Photomed. 18:175-178.

Rieger M. (Comp.). 2000. *Skin .Harry's Cosmeticology*. (8va. Ed) Chemical Publishing, Co., Inc. New York-New York. p 3-39.

Tadokoro T., Kobayashi N., Zmudzka B., et al. 2003. *UV-induced DNA damage and melanin content in human skin differing in racial/ethnic origin*. The Faseb Journal. 17 (9): 1177-1188.

Taylor S. 2002. *Skin color: Biology, structure, function, and implications for dermatologic disease*. J American Academy of Dermatology. 46 (2): s44-s61.

(a) www.courage-khazaka.de En línea Consulta 18 de Enero 2004