

Determinación de factor de protección ultravioleta en telas producidas en el Ecuador

Determination of ultraviolet protection factor of fabrics produced in Ecuador

Determinação do fator de proteção ultravioleta em telas produzidas no Equador

Elizabeth Romero Feijóo¹, Gilda Zurita Salazar^{1,2}, María Cecilia Briones Cedeño^{1,2}, Enrique Úraga^{1,2}, Mauricio Cornejo³

¹ Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas, Guayaquil, Ecuador

² Hospital "Luis Vernaza", Centro Privado de Piel "Dr. Enrique Úraga", Guayaquil, Ecuador

³ Laboratorio de materiales, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

Objetivo: determinar el grado de protección a la radiación ultravioleta que ofrecen los tejidos fabricados y comercializados en el Ecuador. **Metodología:** estudio descriptivo que incluyó la utilización de dos métodos: in vitro e in vivo. Para el método in vitro se utilizó una muestra de 72 telas y un equipo denominado espectrofotómetro que emite radiación y mide la transmitancia a través del tejido. En el método in vivo se utilizó una muestra compuesta por 10 personas voluntarias. **Resultados:** se presentan resultados del factor de protección ultravioleta obtenidos en 72 tipos de telas de fabricación nacional e identificándolas según su grado de protección: excelente 40-50, 50+, muy buena 25-39, buena 15-24 y mala protección < 15. Este método fue parcialmente comparado con el método in vivo. Se obtuvieron como resultados mediante el método in vitro que del total de telas, el 43% exhiben una buena protección contra la radiación ultravioleta, con las siguientes características: colores oscuros, peso superior a 200g/m², y su composición fue de algodón, poliéster y lana; un 56% tienen una baja protección siendo de colores claros, peso inferior a 150g/m² y composición similar de algodón y poliéster. **Conclusión:** todas las telas que intervinieron en esta investigación tienen un grado de protección ya sea, bajo, bueno o excelente; lo importante es que la ropa sirva como medida de protección frente a los rayos solares.

Palabras clave: Espectrofotometría Ultravioleta. Rayos Ultravioleta. Piel. Eritema.

ABSTRACT

Objective: to determine the degree of UV protection offered by fabrics manufactured and marketed in Ecuador. **Methodology:** descriptive study which included the use of two methods: in vitro and in vivo. For the in vitro method a sample of 72 fabrics was used as well as a spectrophotometer which is a piece of equipment that emits radiation and measures transmittance through the fabric. For the in vivo method we used a sample of 10 volunteers. **Results:** we present results obtained on ultraviolet protection factor in 72 types of domestically produced fabrics and we labeled them according to their degree of protection: excellent 40-50, 50+, 25-39 good, 15-24 good and bad protection <15. This method was partially compared to the in vivo method. Results were obtained through the in vitro method: out of all the fabric 43% have a good protection against ultraviolet radiation. They possess the following characteristics: dark colors, weight exceeding 200g/m², and composition of cotton, polyester and wool; 56% have low UV protection. They have light colors, weight lower than 150g/m² and composition of cotton and polyester. **Conclusion:** all the fabrics in this research have a degree of protection either, low, good or excellent; albeit the important thing is that the clothes will serve as a protection against the sun.

keywords: Ultraviolet Spectrophotometry. Ultraviolet Rays. Skin. Erythema

RESUMO

Objetivo: determinar o grau de proteção à radiação que oferecem os tecidos produzidos e comercializados no Equador. **Metodologia:** estudo descritivo que incluiu a utilização de dois métodos: in vitro e in vivo. Para o método in vitro utilizou-se uma amostra de 72 telas e um equipo denominado espectrofotómetro que emite radiação e mede a transmitância através do tecido. No método in vivo, utilizou-se uma amostra composta de 10 pessoas voluntárias. **Resultados:** apresentam-se resultados do fator de proteção ultravioleta obtidos em 72 tipos de telas de produção nacional e se as identificando segundo seu grau de proteção: excelente: 40-50, 50+, muito boa 25-39, boa 15 – 24 e má-proteção <15. Este método foi parcialmente comparado com o método in vivo. Obtiveram-se os seguintes resultados mediante o método in vitro: do total de telas, o 43% tem uma boa proteção contra a radiação ultravioleta, tendo as seguintes características: cores escuras, peso superior a 200g/mt² e composição de algodão, poliéster e lã; um 56% tem uma baixa proteção sendo de cores claras, peso inferior a 150 g/mt² e composição similar de poliéster e lã. **Conclusão:** todas as telas que intervieram nesta pesquisa têm algum grau de proteção: baixo, bom ou excelente, o importante é que a roupa sirva como medida de proteção frente aos raios solares.

Palavras-chave: Espectrofotometria Ultravioleta. Raios Ultravioleta. Pele, Eritema.

Introducción

Hace más de 400 años que Copérnico declaró que el sol era el centro del universo. A lo largo de la historia, la especie humana ha tenido una relación especial con el sol. Desde Egipto hasta México se rendía culto al astro rey, era considerado el Dios que daba calor y permitía el crecimiento de los cultivos, de hecho no hay ningún aspecto del mundo en que vivimos que no esté influenciado por el sol desde la fotosíntesis hasta nuestro estado de ánimo por lo que no es de extrañar el papel central que juega el sol en la piel.¹

La exposición a mínimas dosis de sol es beneficiosa para el organismo, ya que contribuye al desarrollo de los huesos y la asimilación de vitamina D3,² pero una exposición prolongada provoca fotoenvejecimiento y cáncer de piel, causada por la radiación ultravioleta; y además, alteraciones oculares que afectan retina y córnea.³

En la actualidad se debe prestar atención especial a la protección de la piel debido a que la intensidad de la radiación ultravioleta (RUV) que llega a la superficie de la tierra es mucho mayor ahora, que hace años atrás, debido a la disminución de la capa de ozono,⁴ que es mayormente producido por la propia actividad humana a partir de la liberación en la atmósfera de compuestos que deterioran el ambiente, tales como refrigerantes o plaguicidas.⁵

Esta situación ha provocado que aumente la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra, particularmente cuando el sol se encuentra en el cenit y los rayos solares inciden verticalmente.⁶ Además los rayos solares son más fuertes en la línea ecuatorial o ecuador, donde el sol está más perpendicular a la superficie terrestre y los rayos ultravioleta tienen que viajar distancias más cortas a través de la atmósfera.^{5,7} A pesar de que desde hace años se viene hablando de la importancia de la protección de la piel contra la RUV mediante diversas formas, se sabe muy poco sobre el verdadero potencial que las telas ofrecen contra la radiación ultravioleta, y aún existe desconocimiento tanto en la población como en la industria textil. Aunque cada vez existe mayor concientización de la necesidad de protección de la piel frente a la radiación solar, generalmente se piensa en la protección cuando la piel no está cubierta por una prenda.⁸

Las prendas, en particular cuando se trata de tejidos ligeros, no ofrecen tanta protección solar como en general se cree; la piel puede no estar suficientemente protegida a pesar de estar cubierta con una prenda de vestir.⁹

La protección a la RUV del sol ofrecida por un tejido, depende de un gran número de variables entre las que mencionamos los diferentes tipos de fibras, clasificándolas según su origen en: naturales, de origen animal como la lana y seda, y de origen vegetal como algodón y lino; y de origen químico entre ellos artificiales como el rayón y sintéticas como nylon y poliéster,¹⁰ además el color del tejido y el peso son características importantes.¹¹ La combinación de fibras naturales como el algodón, lana y artificiales, produce fibras mixtas que ofrecen las mejores cualidades de ambas. Existe una variedad muy grande de géneros fabricados con fibras mixtas y cada uno de ellos se comporta de modo diferente¹².

Los textiles bloquean la radiación solar en mayor o menor grado dependiendo de algunas características, considerando su origen las fibras sintéticas son más bloqueadoras que las fibras de origen natural; la densidad de la trama o porosidad es importante, ya que a mayor densidad menor paso de la luz ultravioleta.¹³ También influye el color de la tela, colores oscuros protegen mejor que colores claros.¹⁴

Los efectos de la radiación ultravioleta en la piel son agudos como las quemaduras solares observando eritema, inflamación, prurito, ampollas, exfoliación y pigmentación.¹⁵

Otro efecto ocasionado por el sol es el fotoenvejecimiento caracterizado por incremento del grosor de la piel y la formación creciente de melanina provocando manchas hiperpigmentadas como lentigos, presencia de arrugas, lesiones del ADN, queratosis actínicas que son lesiones premalignas, que pueden llegar a originar carcinomas basocelulares, espinocelular y melanoma.¹⁶ Además la fotosensibilidad dando reactivación de algunas enfermedades de la piel como herpes, erupción polimorfo lumínica¹⁷ y problemas en la visión ocasionando alteraciones de retina y córnea.^{11,18}

Existen dos métodos para determinar el factor de protección ultravioleta de las telas: el método in

vivo y el método in vitro. En el método in vivo se requiere de un gran número de personas para ser sometidas a diferentes ensayos aplicándoles diferentes dosis de energía utilizando una fuente artificial de UVB, hasta obtener el eritema, por lo que es subjetivo y sujeto a valores diferentes para cada individuo debido a que depende del fototipo de piel.¹⁹

Mientras que el método in vitro es el más utilizado, por ser más exacto ya que se utilizan equipos que determinan la transmitancia espectral difusa en el rango de longitudes de onda de la radiación ultravioleta, deduciéndose el factor de protección a partir de ella. El factor de protección de un tejido determinado in vitro se denomina como Factor de Protección Ultravioleta (FPU).^{20,21}

En este estudio se logró obtener el grado de protección a la RUV de todo el universo que son 72 telas que corresponden a las seis industrias textiles del Ecuador mediante el método in vitro; y, para verificar la eficacia de este método, se realizaron ensayos mediante el método in vivo con personas voluntarias utilizando la radiación UVB en 17 tejidos obtenidos de todo el universo de telas considerando los resultados del método in vitro.

Metodología

Estudio de investigación descriptivo y analítico. Para su desarrollo se contactaron a 6 diferentes fábricas de telas del país, quienes brindaron aleatoriamente diferentes muestras de sus telas, las cuales estaban etiquetadas indicando las características de cada una de ellas: composición del tejido, peso y color, y fueron clasificadas de acuerdo al origen del tejido como: de fibra natural que incluye el algodón, lino, seda y lana; tejidos sintéticos como nylon y poliéster y, artificiales como el rayón.

Muestra/Selección de los participantes

Área de estudio: Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ciencias Químicas de la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), donde se realizó el método in vitro y el Centro de Piel Dr. Enrique Úruga (EUP) para el ensayo in vivo.

Universo: telas de fabricación nacional.

Muestra: en método in vitro se usaron 72 telas de diferente composición, peso y color que corresponden a 6 fábricas nacionales. En el método in vivo

se utilizaron 17 muestras de telas escogidas considerando el FPU obtenido mediante el método in vitro en 10 personas voluntarias sin considerar sexo. De las 10 personas siete fueron de fototipo IV y 3 de fototipo III, según la clasificación de Fitz Patrick para ser expuestos a una fuente artificial de UVB y medir la dosis de eritema mínimo (DEM) sin protección es decir directamente sobre la piel de la espalda y luego medir la DEM con los tejidos escogidos aplicados sobre la espalda del voluntario.

Técnica de recolección de datos

La observación directa fue la técnica utilizada al momento de realizar esta investigación, puesto que la transmisión de la RUV a través del tejido se realizó utilizando un espectrofotómetro, equipo que se encuentra en el laboratorio de materiales de la ESPOL. Para descartar errores de medición de la transmitancia de los tejidos a estudiar y contar con datos confiables se realizaron cinco mediciones, en cinco diferentes sitios de la muestra textil y se obtuvo su valor promedio. Además de la medida de la transmisión a través del tejido, en el cálculo del FPU se consideró otros factores como la irradiancia espectral solar, que fueron tomados los datos de la ciudad de Quito, y el espectro de acción eritemal, considerando a los datos de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).

Procesamiento de datos

Una vez calculado el FPU de las telas fueron identificados según el grado de protección que ofrecen de la siguiente manera: 40-50,50+ (excelente), 25-39 (muy buena), 15-24 (buena) y <15 (baja) protección de acuerdo al rango establecido. Con la finalidad de realizar un análisis de las ventajas y desventajas del método in vitro, se efectuó una comparación con el método in vivo con personas voluntarias, utilizando 17 telas de diferente FPU, aplicando radiación ultravioleta con un equipo que emite radiación UVB (tabla 1).

Los resultados obtenidos mediante el método in vitro, determinan que los tejidos que ofrecen mayor protección contra la radiación ultravioleta tienen las siguientes características: telas compuestas de algodón de color oscuro y con un peso medio de 293g/m², y telas compuestas de poliéster de color oscuro y con un peso medio de 242.5g/m² (tabla 2 y 3).

Tabla 1. Clasificación de la ropa según índice de FPU

Rango FPU	Grado de protección	Transmisión RUV efectiva (%)
Menos de 15	Baja	
15-24	Buena	6.7 a 4.2
25-39	Muy buena	4.1 a 2.6
40-50, 50+	Excelente	≤ 2.5

Etiquetado y clasificación de los tejidos en función de su factor de protección a la radiación ultravioleta. Clasificación vigente en Australia y Nueva Zelanda (AS/NZ) 1996.

Tabla 2. Telas de alta protección según aplicación de método in vitro/in vivo

#	Tipo de tela	FPU método in vitro	FPU método in vivo Dosis de energía
1	Francelana verona lana 90%, nylon 10%	62.50	4000mj
2	Pinto jersey 100%, algodón azul morado	17.70	4000mj
3	Pinto rib acanalada fucsia	6.38	4000mj
4	Lycra algodón 92%, algodón 8% lycra	82.14	4000mj
5	Sintofil gabardina torino 65%, poliéster 35% algodón	150	4000mj
6	Khakis algodón 100%	150	4000mj
7	Sintofil bermuda 70540 100% algodón	36.90	4000mj
8	La coste toscana 65% pes, 35% algodón	16.28	4000mj
9	Sintofil delta 100% poliéster	17.36	4000mj
10	Pinto lycra 40 den morado comp 91% algodón 9% spandex	125	4000mj

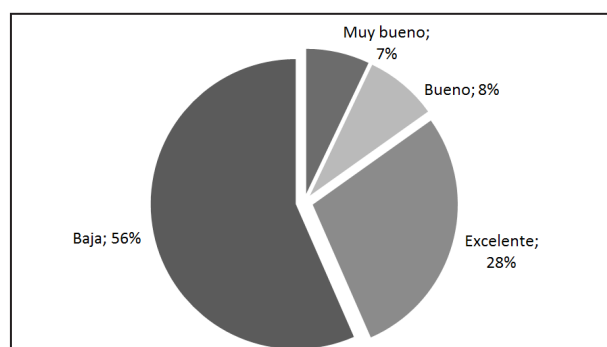
Tabla 3. Telas de baja protección según el método in vitro/in vivo

#	Tipo de tela	FPU de las telas in vitro	FPU de las telas in vivo Dosis de energía
1	Jersey toscana 35%, algodón 65% pes.	2.55	2000mj
2	Sintofil forro del bolsillo 40250 80% poliéster, 20% algodón	0.69	1500mj
3	TEXTIL ECUADOR tela color crema	1.04	1000mj
4	TEXTIL ECUADOR tela color café claro	1.22	1200mj
5	TEXTIL ECUADOR tela color café oscuro	3.7	1500mj
6	TEXTIL ECUADOR tela color rosado	1.0	1000mj

Los tejidos que ofrecen una excelente protección representan el 27% de las telas y el 58% tienen una baja protección. Esto se valoró a través de la transmitancia del tejido. Lo que nos advierte que un alto porcentaje de los tejidos que utilizamos para la fabricación de prendas de vestir no brinda suficiente protección contra la radiación ultravioleta sin considerar el acabado de la prenda. Se identifica que el peso inferior a 200g/m², tienen una mayor porosidad y menor espesor.

A fin de comprender de manera general qué telas son las que mejor protegen, se tomaron las muestras previamente analizadas y se las consolidó para de esta manera clasificarlas según su nivel de protección y en base a eso poder determinar las características que inciden en ese resultado.

De esta forma se obtuvo que del total de prendas analizadas (72), el 56% obtuvo una clasificación "Baja" y el 28% tuvo una calificación "Excelente" (figura 1).

**Figura 1. Clasificación de telas según su nivel de protección**

Discusión

Los resultados obtenidos mediante el método in vitro determinan que los tejidos que ofrecen mayor protección contra la radiación ultravioleta tienen las siguientes características: telas compuestas de algodón de color oscuro y con un peso medio de 293g/m², y telas compuestas de poliéster de color oscuro y con un peso medio de 242.5g/m².

Los tejidos que ofrecen una excelente protección representan el 27% de las telas y el 56% tienen una baja protección. Esto se valoró a través de la transmitancia del tejido. Lo que nos advierte que un alto porcentaje de los tejidos que utilizamos para la fabricación de prendas de vestir no brinda suficiente protección contra la radiación ultravioleta sin considerar el acabado de la prenda.

Los resultados indican que el método más eficaz para obtener el factor de protección de los tejidos es el método in vitro, por ser más económico, objetivo y práctico debido a que para obtener el FPU nos valemos de equipos especiales como el espectrofotómetro; contrario del método in vivo que es subjetivo porque debemos provocar el eritema el mismo que puede ser de mayor o menor intensidad sin ser valorado por ninguna escala sino únicamente al ojo clínico, considerando también los posibles efectos secundarios como quemaduras en diferentes grados y manchas posinflamatorias lo que es una limitante para las personas que se someten al estudio.

Este estudio se realizó con tejidos secos, limpios, nuevos; en consecuencia, no se ha considerado telas húmedas, desgastadas o estiradas; estas características alteran el FPU. Siendo necesario para nuevos estudios realizar ensayos con tejidos en diferentes estados de humedad y estirado.

Otra limitante de nuestro estudio es la falta de fibras puras, debido a que la mayoría de textiles analizados son mezclas, considerando para el análisis al tipo de fibra predominante.

Cabe recalcar que se analizó tejidos exclusivamente destinados para la fabricación de prendas de vestir, e independiente del tipo de prenda final, es decir, camisa, pantalón, etc.

Referencias bibliográficas

- Mulero M. Efecto de la radiación ultravioleta sobre los procesos de estrés oxidativo e inmunodepresión cutánea. Efecto protector de los filtros solares. Facultad de Medicina Universidad Rovira I Virgili. 2004; 2-3.
- Saravanan D. UV protection textile materials. *Autex Research Journal*. 2007 Mar; 7(1): 53-9.
- Ranjan B. UV Radiation Protective Clothing. *The Open Textile Journal*. 2010; 3:14-9.
- Hoffmann K, Laperre J, Avermaete A, Altmeyer P, Gambichler T. Defined UV Protection by Apparel Textiles. *Arch dermatol*. 2001 Aug; 137:1-4.
- Moncada J. La radiación ultravioleta y la piel del deportista, 2003 Jun 10; 27(2): 165-7.
- Loayza M. Rayos ultravioletas provenientes del sol: efectos y precauciones. *Ecomundo*. 2007 Mar. 1-4.
- Mireles H. Fotoprotección sistémica con antioxidantes: Efecto de la terapia oral con tocoferol y ácido ascórbico sobre la dosis de eritema mínimo. Universidad de Colima. 2000 Ene 19.45-57.
- Ivester A, León J. Enciclopedia de salud y de seguridad en el trabajo: Industrias textiles y de la confección. 2005 May 20-70
- Riva A. Que es el UPF en un tejido. *Revista química textil*. 1999; 144:72-8.
- Zemelman V. Radiación ultravioleta, epidemiología del cáncer cutáneo y factores de riesgo. 2007: 239-41.
- González M, Vernhes Marioly, Sánchez A, La radiación ultravioleta, su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. 2009, 18(2): 69-75.
- López J. Aplicación de las radiaciones ultravioletas e infrarrojas en documentoscopia. 2010. 25-9.
- Cabrera C, López M. Efectos de la radiación ultravioleta en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de la piel. 2006; 29(7): 291-297.
- Morales JA, Graus S, Jiménez J. Sun burn: photoprotection and treatment. 2006; 47 (2): 119-135.
- Gilaberte Y, Coscojuela C. *Actas Dermosifiliograficas. Fotoproteccion*. 2003; 94(5):271-293.
- Abarca JF, Casiccia CC, Zamorano FD. Increase in sunburns and photosensitivity disorders at the edge of the Antarctic ozone hole, Southern Chile, 1986-2000. *J Am Acad Dermatol* 2002; 46: 193-9.
- Lim Hw, Naylor M, Hönigsmann H, Gilchrist BA, Cooper K, Morison W, Deleo VA, Scherschun L. American Academy of Dermatology Consensus Conference on UVA protection of sunscreens: summary and recommendations. *J Am Acad Dermatol* 2001 Mar; 44(3):505-8.
- Bernerd F, Vioux C, Asselineau D. Evaluation of the protective effect of sunscreens on human skin reconstructed in vitro exposed to UVB or UVA irradiation. *Photochem Photobiol* 2003; 71:314-20.
- Akaydin M. Research of UV permeability properties of basic weft knitted structures. *Scientific Research and Essays*. 2010 Aug 18; 5(16): 2169-77.
- Murphy GM. Sunblocs: mechanism of action. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2009; 15: 34-6.
- Briggs J. Protección solar mediante la vestimenta. *American Academy of Dermatology*. 2010: 1-2.