

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE FOTOPROTECCIÓN DE UNA CREMA PROTECTORA SOLAR APLICADA A FORMULACIONES NO COMERCIALES

Suárez, H.¹; Acosta, D.²; Cadena, C.³

¹Universidad Nacional de Salta (UNSa)

²Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI)

³Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO, UNSa - CONICET), Av. Bolivia 5150 C.P.4400 - Salta
Tel. 0387-4255579 e-mail: galossuarezh@gmail.com

Recibido:13-8-12; Aceptado:28-9-12.

RESUMEN.- La exposición indiscriminada a la radiación solar ultravioleta conduce a la generación de diversas patologías agudas y crónicas. Su mayor carga de morbilidad se debe a cataratas corticales, melanomas cutáneos malignos y quemaduras solares. En función que el Ministerio de Salud de la Nación provee y coordina acciones de prevención, protección y educación ante los riesgos de la sobre exposición al sol, existe una variada cantidad de cremas protectoras en proceso de estudio y caracterización. En este trabajo se analiza la capacidad fotoprotectora de una pantalla solar no comercial a través de la determinación de su índice UPF y fotoestabilidad, por el método de transmitancia y espectroscopía FTIR. Se caracterizó la pantalla solar como *muy buen protector* inicialmente, aunque su *pobre fotoestabilidad* hace que ese rótulo cambie a *buen protector* en un período inferior a dos horas. Se constató que también presenta protección UVA contra el fotoenvejecimiento prematuro.

Palabras claves: Fotoprotección, factor de protección solar, fotoestabilidad, radiación UV, UPF.

ANALYSIS OF THE PHOTOPROTECTION ABILITY OF A CREAM APPLIED SOLAR PROTECTOR TO NON COMMERCIAL FORMULATIONS

ABSTRACT.- The indiscriminate exhibition to the solar radiation leads to the generation of diverse sharp and chronic pathologies, for action of the ultraviolet radiation (UVR). The biggest morbidity load caused by the UVR is due to the cortical waterfalls, the wicked cutaneous melanoma and the solar burns. The Ministry of Health of the Argentine Nation is the responsible one of to provide and to coordinate actions of prevention, protection and education of the community in the face of the risks of the envelope exhibition in the sun. In this work the capacity photo protective of a solar screen is analyzed provided the population by the Ministry of Public Health of the Salta Province. The analysis methodology is based on the determination of the index UPF and the photo stability of the same one. This characterization is carried out in vitro, starting from the mensuration of transmittance of the irradiated sample, and for FTIR spectroscopy that determines the active components responsible for the blocking effect of the photo protector, besides the structural changes that happen during its degradation for direct exhibition in the sun. Starting from these studies the solar screen is characterized initially as very good solar protector although its poor photo stability makes that label changes to single good solar protector in an inferior period at two hours. It was also verified that it presents UVA protection against the premature photo aging.

Keywords: Photo protection, factor of solar protection, photo stability, UV radiation, UPF.

1. INTRODUCCIÓN

La sobreexposición a la Radiación Ultra Violeta (RUV) afecta al material genético (ADN), provoca cáncer de piel melanoma y cáncer de piel espino y baso-celular, deteriora la capacidad del cuerpo para combatirlo, disminuye la eficiencia del sistema inmunológico, facilita el crecimiento y la extensión de los tumores y aumenta la vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas de origen cutáneo, produce cataratas y puede causar otros daños en la salud. A nivel

mundial, la exposición excesiva a la RUV solar causó en el año 2000 alrededor de 60.000 muertes prematuras y la pérdida de aproximadamente 1,5 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD), el 0,1% de la carga de morbilidad mundial total. La mayor carga de morbilidad causada por la RUV se debe a 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 (INTERSUN, 2003).

A través del Subprograma de capa de ozono y salud-Prevención de Riesgos para la Salud por Exposición a Radiación Solar Ultravioleta (Res. Ministerial N° 799/02), el Ministerio de Salud de la Nación provee y coordina acciones de prevención, protección y educación de la comunidad ante los riesgos de la sobre exposición al sol. El propósito de este Subprograma es disminuir la morbi-mortalidad por exposición a la RUV, priorizando el enfoque de promoción y protección de la salud, dentro del marco estratégico del Programa de calidad de aire y salud (Resolución Ministerial N° 638/01). Esto significa el desarrollo de acciones de prevención en zonas de mayor exposición de la población, articulando con Atención Primaria de la Salud (APS), así como con otros organismos competentes en la temática.

Los fotoprotectores tópicos o productos antisolares son preparados farmacéuticos que tienen la propiedad de reflejar, absorber o refractar la radiación ultravioleta de origen solar o de fuentes artificiales, atenuando la acción perjudicial de los rayos solares. Debe tenerse en cuenta en el diseño de materiales fotoprotectores además de la acción específica del bloqueante solar, las características físicas del grupo de personas (color, piel, cabello, ojos, etc.) que permiten establecer su grado de sensibilidad al sol y su capacidad de bronceado (SERNAC, 2003).

El Factor de Protección Ultravioleta (UPF) o Factor de Protección Solar (FPS) indica la capacidad de protección que tiene el fotoprotector ante los rayos UV. Una persona que sin protector solar requiere 30 minutos de exposición para presentar eritema leve 24 horas después, requiere 4 horas de exposición solar si usa un protector con FPS 8. Un FPS de 30 bloquea el 96.7% de RUV y un FPS de 40 el 97.5%. En el diseño del producto protector se debe tener en cuenta su fotoestabilidad, (Sánchez et al., 2002) para determinar efectivamente su capacidad de protección. Para que una crema brinde una buena protección su UPF debe ser mayor que 15. En Suárez et al (2009), se muestra la categoría de protección según dicho índice, tal como se expresa en Norma AS/NZ 4399:1996.

El objetivo de este trabajo es analizar la capacidad fotoprotectora de una crema pantalla solar provista a la población por el Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Salta, en adelante se denominará *fotoprotector X*. Las diferentes técnicas y dispositivos de medida utilizados en la determinación del UPF de cremas fotoprotectoras, el marco normativo en el que se desarrollan las experiencias, el proceso para determinar la fotoestabilidad de los materiales constituyentes y resultados de caracterización efectuados a cremas de protección solar de diferente graduación comercialmente difundidas fueron presentadas con anterioridad (Suárez et al, 2009).

2. DETERMINACIÓN DEL UPF DE CREMAS FOTOPROTECTORAS

UPF in Vitro.

El UPF de una crema es una medida cuantitativa de la efectividad con que la misma puede proteger a la piel humana contra la radiación ultravioleta. La determinación del UPF *in vitro* se basa en la medida de la transmisión de radiación UV a través de la crema, la que se cuantifica con un espectrómetro apropiado. Se determina a partir del análisis de varias muestras uniformes extraídas del mismo producto. El cálculo del UPF se debe realizar como mínimo con cuatro muestras. Las normas bajo las cuales se

realizaron las mediciones son las desarrolladas conjuntamente por Australia y Nueva Zelanda, AS/NZS 4399:1996. Para cada muestra su UPF se calcula según la siguiente fórmula:

$$UPF_i = (\sum E_\lambda S_\lambda \Delta\lambda) / (\sum E_\lambda S_\lambda T_\lambda \Delta\lambda) \quad (1)$$

Donde:

- Σ : Suma para $280 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$
- E_λ : Espectro eritémico relativo CIE.
- S_λ : Irradiancia espectral solar.
- T_λ : Transmitancia espectral de la crema.
- $\Delta\lambda$: Intervalo de longitudes de onda en nm.

A continuación se calcula el UPF medio, como la media aritmética de los UPF de cada muestra.

$$UPF = \sum UPF_i / N \quad (2)$$

Donde:

- Σ : Suma para $1 < i < N$
- UPF: UPF medio
- UPF_i: UPF de cada muestra
- N: Número de muestras

Clasificación de cremas fotoprotectoras

De acuerdo a su acción pueden clasificarse como bronceadores y pantallas. Los *bronceadores* permiten pigmentación con un mínimo de quemadura. Filtran las UVB que tienen acción eritematogénica y permiten el paso de las UVA que tienen acción bronceadora. Las *pantallas* bloquean completamente las RUV sin producir bronceado ni eritema.

Las muestras de crema.

Las muestras se distribuyen en un porta muestra, de manera uniforme y en una cantidad aconsejada generalmente de 2 mg/cm² según los requerimientos de FDA (Food and Drug Administration, USA), DIN (Deutsches Institut für Normung, Alemania) y SAA (Standards Association of Australia, Australia). Para medir el peso de las muestras de crema se utilizó una balanza electrónica de precisión Mettler de 150 mg ± 0,00001. El porta muestra permeable al UV es una placa de cuarzo de 1cm x 5cm. Las muestras fueron pesadas con una balanza electrónica de precisión para verificar la dosis y simular las condiciones bajo las cuales se rotula el FPS de la crema. Estas muestras tienen un período de espera postaplicación entre 15 y 20 min (tiempo recomendado por FDA, DIN y SAA) y luego son irradiadas para obtener el espectro de transmitancia.

Para el análisis de las cremas fotoprotectoras, los espectros de transmitancia espectral difusa UV, UVA, UVB y visible y el posterior cálculo del UPF se determinaron sobre cuatro muestras de cada producto. Para cada muestra se llevan a cabo dos medidas (anverso y reverso), dando un total de ocho medidas por cada UPF determinado.

Mediciones espectrométricas de UVB y UVA.

Para medir la radiación UVA, UVB y visible, se utilizó un Optical Spectrometer (OSM) de Newport (en el rango 250 nm a 550 nm) y Cuvette Holder (Suárez et al, 2008). Con esto es posible asegurar la disposición de información detallada de transmitancia UV en todo el espectro de medición (Fig.1).

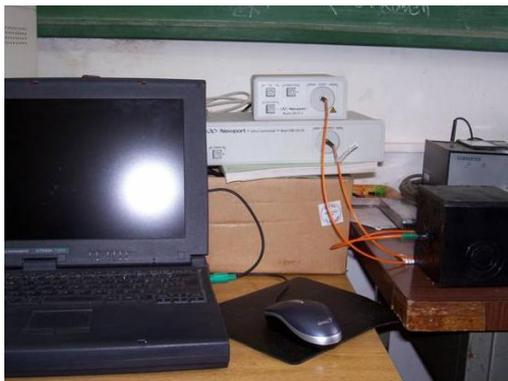


Fig 1: Sistema espectrométrico (PC, espectrómetro, fuente UV/visible, fibra óptica, porta muestra).



Fig 2: Fotoprotector X, pantalla solar no comercial.

El programa PROT-UV.

El programa PROT-UV (protección ultravioleta) permite calcular el UPF de una crema y demás parámetros que intervienen en fotoprotección. Se elaboró en lenguaje SCILAB. En pantalla gráfica se puede observar los espectros de transmitancia, los de radiación incidente y transmitida (total y/o eritémica). Los datos de entrada (de radiación) son los provenientes del espectrómetro OSM y espectro RUV solar. El intervalo de toma de datos del espectrómetro es variable, para esta experiencia el espectro RUV y visible hasta 550 nm se cubrió con 298 datos de longitud de onda y radiación correspondiente.

3. DETERMINACIÓN DE CONSTITUYENTES DE CREMAS FOTOPROTECTORAS: ESPECTROSCOPIA FT-IR.

Los componentes de las cremas fotoprotectoras, los cambios estructurales y morfológicos que presentan, se pueden estudiar por espectroscopía FT-IR. La muestra se distribuye sobre una placa de 2cm x 10cm y consiste en una capa uniforme de crema de 4 μm de espesor. La medición se realiza a temperatura ambiente y la placa se monta en el accesorio de Reflectancia Total Atenuada (ATR). Este dispositivo a su vez se ubica en el paso del haz de infrarrojo. Los espectros se registraron en un equipo FTIR-Spectrum GX de Perkins Elmer que contiene una celda horizontal de seleniuro de potasio y se registra el espectro de absorbancia en el rango comprendido entre (4000 – 600) cm^{-1} .

4. DETERMINACIÓN DE FOTOESTABILIDAD DE CREMAS ANTI-UV.

El concepto de fotoestabilidad es muy importante en el campo de la protección solar. Las sustancias “fotoestables” mantienen el UPF y protegen la piel de exposiciones prolongadas al sol. Las “fotolábiles” pierden el UPF, pudiendo producir fotoalergia. Es importante garantizar la eficacia de la protección que proporcionan las pantallas solares durante su período de utilización. En pruebas de estabilidad de drogas, se considera que un producto es estable cuando preserva el 90% de su efectividad (Couteau et al, 2007). El $t_{90\%}$ es el tiempo necesario para obtener un decrecimiento del 10% del UPF (FPS) inicial. Por otro lado, se recomienda reaplicar las cremas cada 2 hs. Esto nos permite clasificar los filtros en dos categorías:

- a) Filtros de buena estabilidad: aquellos cuyo $t_{90\%}$ sea mayor que 2 hs.
- b) Filtros de pobre estabilidad: aquellos cuyo $t_{90\%}$ sea menor que 2 hs.

La fotoestabilidad de las cremas se estudia por análisis de transmitancia y posterior cálculo de UPF de muestras sin degradar y degradadas por exposición directa a la acción de los rayos solares. Otra técnica que brinda información complementaria es el estudio en paralelo de las mismas por espectroscopia FTIR.

Las muestras de crema.

En este estudio se requieren de varias muestras de la misma crema. Cada muestra consta de una capa de crema uniformemente distribuida y en cantidad de 2 mg/cm^2 sobre una placa de 2cm x 10cm. Estas muestras son irradiadas por exposición directa al sol. A intervalos estipulados de tiempo y hasta cubrir 6 horas, se retiran y se rotulan para medir su transmitancia y su espectro de absorbancia FTIR. Las variaciones en el UPF y/o estructura serán indicadores de su foto estabilidad.

5. CARACTERÍSTICAS DEL FOTOPROTECTOR X: DISEÑO DE EXPERIENCIAS

Todas las cremas comerciales tienen al menos la siguiente información: nombre del producto, forma cosmética, contenido neto en unidades del Sistema Internacional, listado cualitativo de la fórmula completa que señale sus principios activos y demás componentes, modo de empleo, indicaciones, advertencias, fecha de expiración, etc.

El fotoprotector X solamente indica en su rotulación la fecha de expiración, contenido y el nombre “pantalla solar” (Fig 2).

La cuantificación de la protección anti-UV que brinda el fotoprotector X, los principios activos que la constituyen y su fotoestabilidad se determinan a través de:

- a) Espectros de transmisión de radiación en la región ultravioleta.
- b) Factor de Protección Ultravioleta.
- c) Espectros FT-IR de muestras.
- d) Espectros FT-IR de muestras degradadas.

6. RESULTADOS

UPF de fotoprotector X

Se realizaron ensayos sobre muestras del fotoprotector X sin degradar. La figura 3 ilustra la transmitancia espectral obtenida mientras que la figura 4 muestra los espectros de incidencia/transmitancia de RUV solar correspondiente.

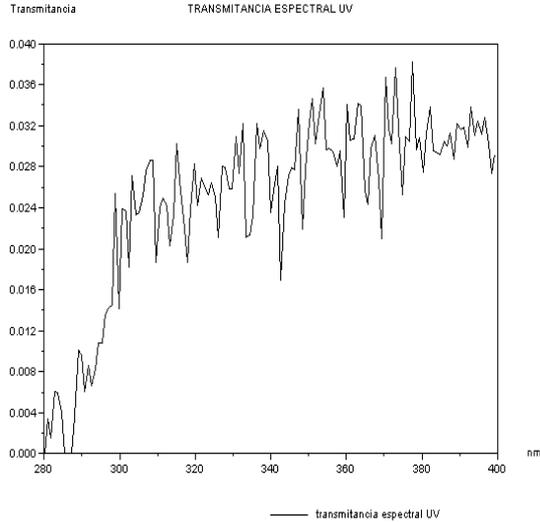


Fig. 3: Espectros de transmitancia para el fotoprotector X

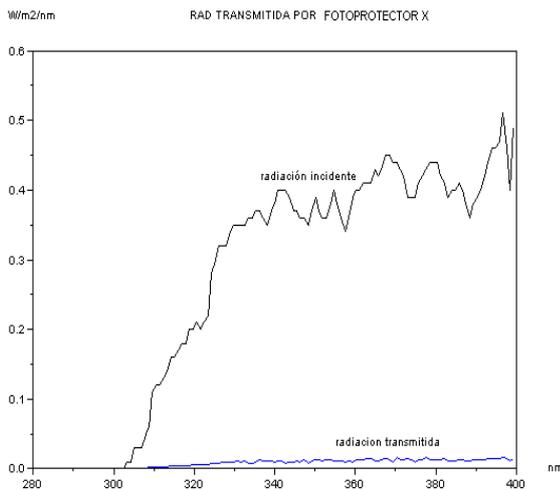


Fig. 4: Espectros de RUV solar incidente/transmitido para el fotoprotector X.

El espectro de RUV solar eritémico incidente / transmitido se muestra en figura 5. En la Tabla 1 se presentan los valores calculados totales de radiación UV y eritémica incidentes (I) sobre el protector X, los que se transmiten (T) y los porcentajes de transmisión totales (%T) y los valores de UPF_A , UPF_B y UPF para esta crema protectora. Los valores obtenidos son promedios de mediciones para la muestra.

El valor estimado de UPF (UPF=40) de la muestra sin degradar, muestra un buen acuerdo con la rotulación Pantalla Solar (UPF>30) del fotoprotector X. La buena protección contra el fotoenvejecimiento prematuro, debido a la radiación UVA queda de manifiesto por su $UPF_A = 37$ que indica alto apantallamiento solar.

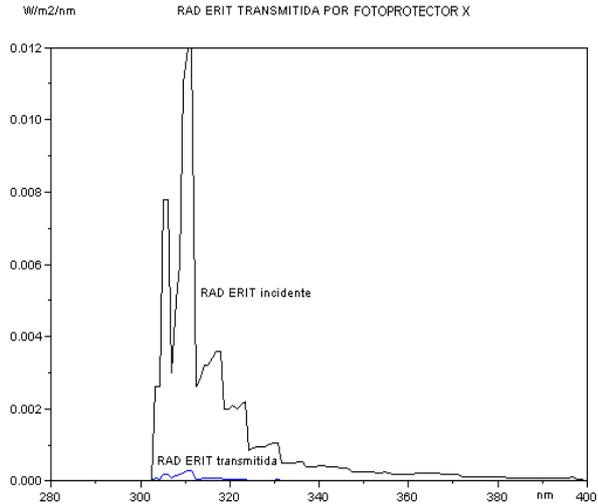


Fig. 5: Espectros de radiación UV solar incidente/transmitido para el fotoprotector X.

Tabla 1: radiación UV solar incidente/transmitida, global/eritémica y UPF para el fotoprotector X

Radiación (W/m ²)	I	T	% T	
UV	35.53	1.03	2.9	
UVA	33.44	0.98	2.9	UPF=40
UVB	2.09	0.05	2.4	
UV_{Erit}	0.13	0.0032	2.5	UPF_B=41
UVB_{Erit}	0.096	0.0023	2.4	
UVA_{Erit}	0.032	0.0009	2.8	UPF_A=37

Estudio de degradación del fotoprotector X por transmitancia.

En este trabajo se sometió a degradación el fotoprotector X por exposición directa a los rayos solares. Se degradaron diez muestras, el horario elegido fue alrededor del mediodía solar (13:26 Hs para el día de ensayo). A intervalos de tiempo fijados se extrajeron las muestras hasta completar un período de exposición de 6 hs. Las mismas fueron rotuladas de acuerdo al lapso de exposición (00, 100, 130, 180, 210, 290, 320, 450, 480 y 510 min). A estas muestras se le realizan posteriormente estudios de evolución del UPF mediante análisis de transmitancia y estudios de modificaciones en su composición y estructura a través de espectroscopía FTIR. La disponibilidad de radiación UV en condiciones de cielo claro para los días de ensayo fue la que se muestra en las figuras 6 y 7 el día 17/08/2010. Los valores de RUV son estimados a partir de datos de radiación global medidos con piranómetro fotovoltaico de la estación meteorológica PEGASUS EP 1000.

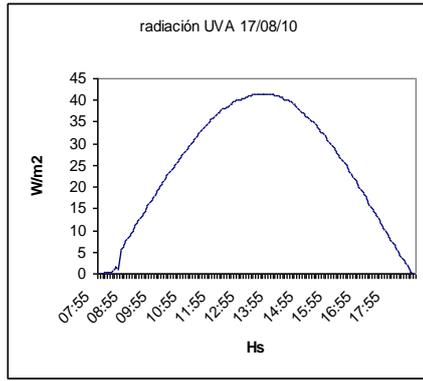


Fig. 6: Radiación global UVA en Salta (Capital).

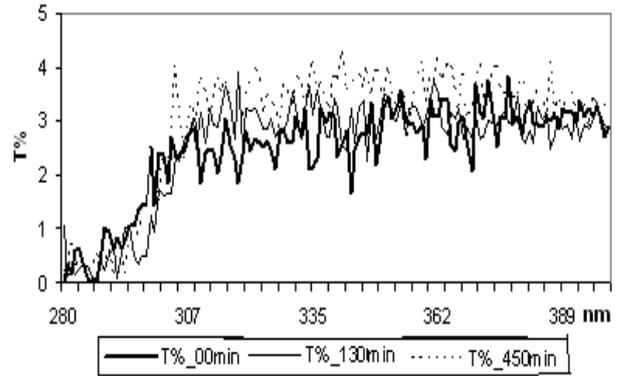


Fig 8: Variación de transmitancia porcentual espectral UV en degradación para fotoprotector X.

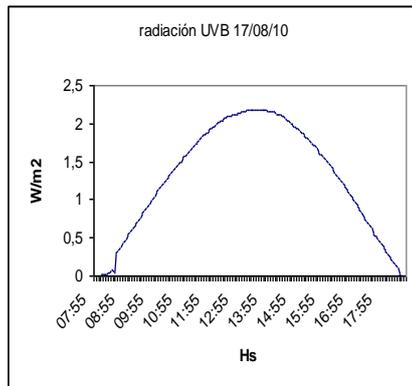


Fig. 7: Radiación Global UVB en Salta (Capital).

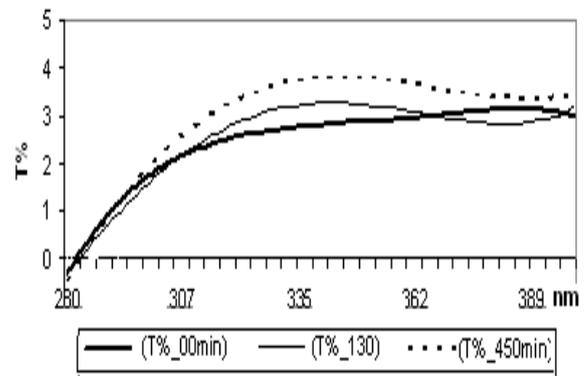


Fig 9: Aproximación polinómica de transmitancia porcentual UV en degradación para fotoprotector X.

La figura 8 muestra la variación de los espectros de transmitancia porcentual de las cremas en el estado inicial (sin degradar) y luego de ser expuestas a la radiación UV solar durante 130 min y luego de 450 min. La figura 9 muestra la variación de los espectros de transmitancia aproximados polinómicamente hasta un cuarto orden, para las condiciones precedentes. Se observan evidentes cambios, debido a degradación, en diferentes zonas del espectro. Los cambios que nos interesan a los efectos de comprobar la fotoestabilidad del protector, en la región UVB, son evidentes en la gráfica de transmisión espectral.

Los cálculos del UPF en función del tiempo permiten cuantificar esta degradación. En Tabla 2 se muestra los porcentajes de radiación solar UV transmitidos a través de la crema en los diferentes rangos. Como también los valores calculados de UPF, UPF_A y UPF_B para los diferentes tiempos de degradación ensayados. La variación del UPF con el tiempo van desde $UPF=40$ disminuyendo en forma apreciable durante la primeras 2 hs de ensayo ($UPF=32$) a partir de ese momento permanece en valores aproximadamente estables ($UPF=30$) y para períodos de exposición muy extensos (alrededor de 8 Hs) llega hasta valores cercanos al 50 % del inicial ($UPF=25$).

Tabla 2: Porcentajes de radiación solar incidente / transmitido, global / eritémica y UPF para el fotoprotector X.

FOTOPROTECTOR X _ Transmisión de RUV solar (%) y UPF									
Radiación	00 min.	100 min.	130 min.	180 min.	210 min.	290 min.	320 min.	450 min.	510 min.
UV	2,9	3,02	3,42	3,25	3,36	3,45	3,53	4,09	4,67
UVA	2,9	3,01	3,44	3,25	3,36	3,50	3,54	4,10	4,68
UVB	2,4	3,06	3,19	3,18	3,40	3,05	3,39	3,99	4,41
UV _{Erit}	2,5	2,92	3,16	3,15	3,26	3,07	3,33	3,93	4,27
UVB _{Erit}	2,4	2,87	3,10	3,10	3,20	2,97	3,25	3,89	4,17
UVA _{Erit}	2,8	3,05	3,37	3,29	3,43	3,36	3,58	4,03	4,57
UPF	40	34	32	32	31	33	30	25	23
UPF _B	41	35	32	32	31	34	31	26	24
UPF _A	37	33	30	30	29	30	28	25	22

Se observa en Tabla 2 incrementos apreciables en la transmisión de radiación UVB (de 2,40% hasta 4,41%) al igual que de radiación UVA (de 2,80% hasta 4,57%). Las cremas con un UPF mayor que 30 brindan protección contra los UVB y contra los UVA por lo que se los clasifica como “pantallas solares”, es decir, ofrecen protección contra las quemaduras solares y previenen el envejecimiento prematuro producido por las radiaciones solares. El fotoprotector X analizado se rotula como “Pantalla Solar”, los datos calculados de UPF corroboran tal rotulación al medir UPF mayores de treinta durante el período recomendado de uso (en general se recomienda reaplicar cada 2 hs).

Analizando las variaciones en la transmitancia, para períodos de degradación al sol próximos a los 500 minutos y posterior cálculo de UPF, se realizó una regresión polinómica para la variación del UPF con el tiempo con un coeficiente de correlación bueno (figura 10). Allí podemos ver que la fotoprotección decrece desde UPF= 40 hasta aproximadamente UPF=32 luego de 2 hs de exposición al sol. Por lo que el $t_{90\%}$ resulta ser inferior a 2 hs, clasificándola como fotoprotector de *pobre estabilidad*. Luego su UPF decrece pero manteniéndose en el rango de *buen protector solar*.

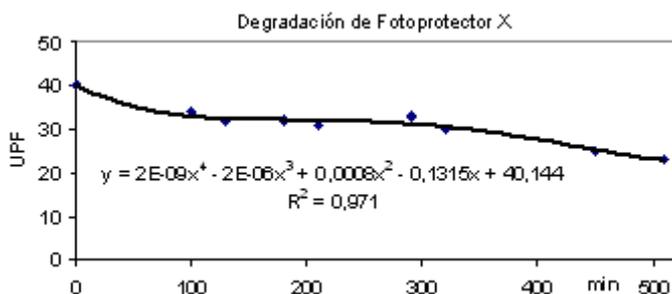


Fig.10: Regresión polinómica (UPF vs. t) en degradación para el fotoprotector X.

Estudio de Degradación de fotoprotector X por FT-IR.

La técnica de caracterización empleando FT-IR como herramienta de estudio permite identificar la presencia de componentes aditivos activos en la formulación de las cremas. Esto se consigue a partir del espectro de las frecuencias de vibración características de la estructura química del material (Suárez et al, 2009). Además del PARSOL MCX, las cremas de alto factor, incluyen compuestos químicos inorgánicos como el dióxido de titanio, elegido por su alto índice de refracción (Serpone et al., 2007), que atenúan la radiación UV, resultado de la combinación de los mecanismos de reflexión, dispersión y absorción. Se realizaron estudios por espectroscopia infrarroja a todas las muestras que fueron degradadas a diferentes tiempos por acción solar. Se presentan a continuación los resultados más relevantes (Fig 11 y Fig 12).

Fig 11: Espectros de absorbancia en degradación para el fotoprotector X.

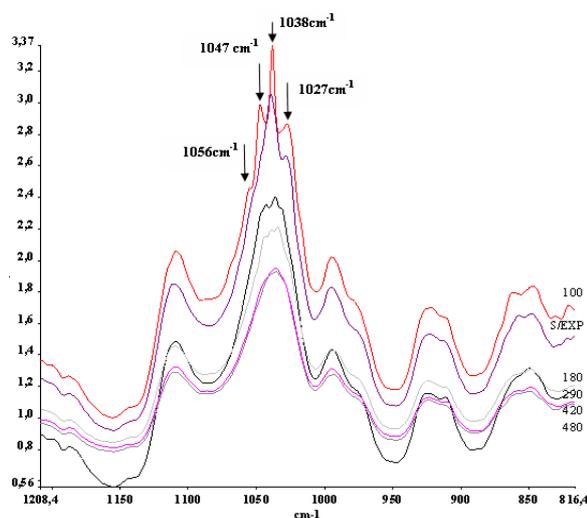
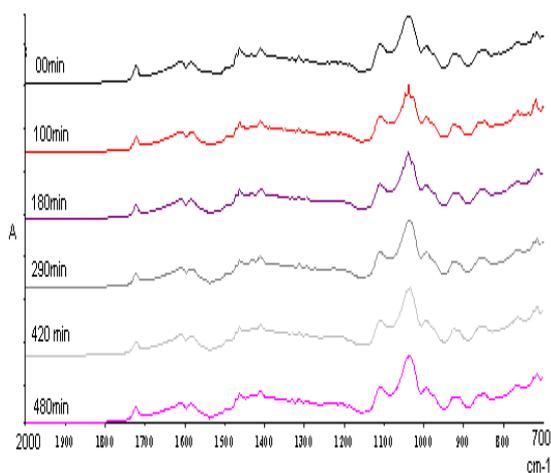


Fig 12: Espectros de absorbancia en degradación para el fotoprotector X en la zona de la huella dactilar



La serie de espectros FTIR, para las muestras de cremas que se expusieron a radiación solar a diferentes tiempos, presentan cambios notables en los primeros 200 minutos. Estos cambios estructurales indican un claro proceso degradativo en función del tiempo de exposición al sol. Para tiempos mayores no hay evidencia espectral de modificaciones. Las variaciones mas importantes se señalan en los 1047cm^{-1} y en los 1027cm^{-1} . Estas regiones estan asociadas a vibraciones de tensión del enlace C-O.

Comparando los espectros FTIR de las muestras que se comercializan en el mercado (Fig.13), como la crema Dermagloss FPS 65 (Suarez et al, 2009), con la Pantalla Solar del MSP se observa un perfil completamente diferente sobre todo en la region de los 1800 cm^{-1} hasta los 600 cm^{-1} , esto es indicativo que los constituyentes son diferentes. Se puede inferir que no contiene aditivos como el Octocrileno porque su señal es intensa a los 1700 cm^{-1} . Tambien se puede concluir que las cremas MSP no contienen cantidades importantes de TiO_2 que constituye el aditivo de pantalla mas extensamente usado. La afirmación se basa en que no se observa el levantamiento de la linea de base en la region de los 600 cm^{-1} . Esta última afirmación se corrobora con los resultados obtenidos en las respectivas muestras calcinadas. Como puede observarse en la Fig.14, la muestra de crema MSP calcinada no contiene TiO_2 como agente bloqueante de rayos UV. Este material si se emplea en las cremas comerciales Demaglos de FPS 65, como se indica en el espectro en la señales características a 689 y 584 cm^{-1} . De acuerdo a las limitaciones de la técnica FTIR se puede asegurar que a lo sumo, si existiera el agregado de TiO_2 , no supera la proporción del 1% que constituye el nivel mínimo

para ser observada la señal de infrarrojo indicada. En el caso de la crema distribuida por el ministerio si se observa la presencia de carbonatos en las señales agudas y características de este material a 1443 y 881 cm^{-1} .

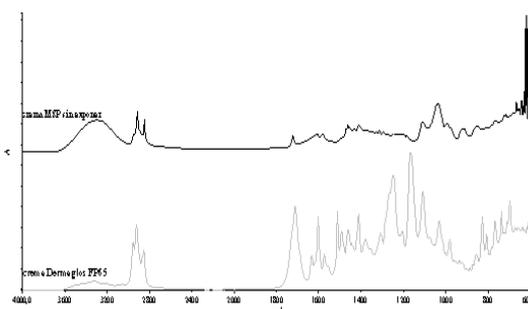


Fig 13: Espectros de absorción Dermagloss 65 y Crema X.

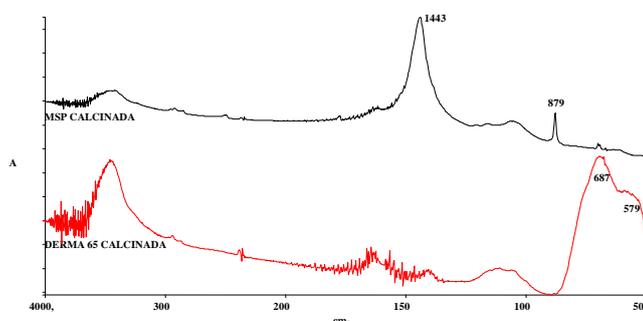


Fig 14: Espectros Dermagloss 65 y Crema X calcinados

7. CONCLUSIONES

Se pudo determinar las características fotoprotectoras de una formulación desconocida, fotoprotector X, por medio del método de transmitancia UV y por espectroscopía FT-IR. Se pudo conocer además de la protección del producto contra el eritema solar, su cobertura contra la radiación UVA causante del fotoenvejecimiento prematuro.

El análisis de la fotoestabilidad del fotoprotector X dio como resultado *pobre fotoestabilidad*. El análisis FTIR demostró poca presencia de bloqueadores físicos como el dióxido de titanio, lo que está de acuerdo con la estabilidad encontrada para la formulación. Los bloqueadores usados en su formulación son del tipo orgánico.

Se obtuvo, por regresión polinómica una curva para la variación del UPF con el tiempo de degradación. Para mantener la protección máxima esta crema fotoprotectora debería volver a aplicarse antes de las dos horas.

REFERENCIAS

Couteau C, Faure A, Fortin J, Papis E y Coiffard J. (2007). Study of the photostability of 18 sunscreens in creams

- by measuring the SPF in vitro. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **44**, 270-273
- FDA (2001). Final Monograph for Sunscreen Drug Products for Over-the-Counter Human Use
- INTERSUN, (2003). "The Global UV Project. A Guide and Compendium" WHO, (<http://www.who.int/uv/>).
- Resolución Ministerial N° 638/01. Boletín Oficial.
- Resolución Ministerial N° 799/2002. Boletín Oficial del 13/11/2002.
- Sanchez L., Lanchipa P.,Pancorbo J.,Regis A.y Sanchez E. (2002). Fotoprotectores tópicos, *Revista Peruana de Dermatología*, **12**, 2.
- SERNAC (2003). "Exposición al sol y filtros solares". Octubre.
- Serpone N., Dondi D. y Albin A. (2007). Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and sun care products. *Inorganica Chimica Acta*, **360**, 794-802
- Suárez, H; Acosta, D y Cadena, C. (2009). Protección anti-UV de cremas fotoprotectoras: determinación in vitro del factor de protección solar (FPS). *Avances en Energías Renovables y Ambiente*, **13**, 08.105-08.112.
- Suárez, H; Cadena, C. (2008). Mediciones de laboratorio de transmitancia UV a través de tejidos, anteojos para el sol y cremas protectoras. *Avances en Energías Renovables y Ambiente*, **12**, 08.33-08.39.