



## FOTOPROTECCION DE LENTES DE SOL: EL MERCADO FORMAL E INFORMAL DE SALTA

Suárez, H.; Cadena, C.  
UNSa-INENCO

Av. Bolivia 5150, 4400, SALTA- email: galossuarezh@gmail.com; cadenacinenco@gmail.com

**RESUMEN:** En la actualidad, los consumidores tienen acceso a una oferta masiva de lentes de sol, que carece en muchos casos de marca conocida y de un etiquetado que garantice información sobre la calidad del producto, que se ofrece tanto en el mercado especializado como en el no especializado. En este artículo se presenta un estudio que permite caracterizar la oferta de anteojos de sol del mercado Formal e Informal de Salta, desde el punto de vista de sus características fotoprotectoras. La fotoprotección fue determinada usando el Factor de Protección (PF) y Transmitancia Media para las diferentes bandas del espectro solar (UV, UVA, UVB y Visible), según requerimientos de FDA (Food and Drug Administration, USA). Se determinó que las lentes de sol del mercado formal cumplen con los niveles de protección y las del mercado informal presentan peligrosas ventanas de transmitancia de UVA.

**Palabras clave:** Radiación UV, fotoprotección ocular, lentes de sol, transmitancia, factor de protección.

### INTRODUCCIÓN

Existen tres tipos de radiación UV: UVA, UVB y UVC. La radiación UVA y UVB puede dañar los ojos. La radiación UVC es absorbida por la capa de ozono y no llega a la superficie de la Tierra. Dos de las afecciones oculares más comunes relacionadas con la radiación UV son pterigión y pinguécula. Ambas condiciones se caracterizan por la proliferación anormal de tejido en la membrana transparente que cubre la parte blanca del ojo (Artigas, 1995). Si expone los ojos a un exceso de luz solar y rayos UV durante un período breve, puede desarrollar “quemadura de sol ocular”, que es una inflamación de la córnea y de la conjuntiva. Las células en los ojos, contrario a las células de la piel, no tienen la habilidad de regenerarse. Así es que cuando exponemos los ojos a los rayos UV, nos arriesgamos a padecer de cataratas, daños a la retina, fotoqueratitis, cáncer en los párpados y la piel alrededor de sus ojos y otras enfermedades (Sheedy y Edlich, 2004).

Los rayos UV pueden venir de varias direcciones. El sol los irradia, pero también se reflejan en el suelo, el agua y la nieve. Es muy importante proteger los ojos mientras trabaja al aire libre o si participa en actividades recreativas como navegación, esquí, ciclismo, golf y tenis. La nieve recién caída puede reflejar hasta el 80% de los rayos UV, mientras que el suelo normal refleja menos del 10%. Se calcula que la arena de las playas refleja entre el 15% y el 25% de los rayos UV. Es importante usar anteojos de sol aunque no esté soleado porque los rayos UV pueden atravesar las nubes y la niebla.

Lamentablemente en nuestro mercado, existen lentes de muy mala calidad que si bien pueden absorber algo de RUV, el ojo no está bien protegido. El hecho de que un lente sea oscuro, no significa que tenga protección UV, por el contrario, puede significar un gran riesgo para el usuario porque el color oscuro hace que la pupila se dilate, permitiendo que pase más luz y radiación UV dentro del ojo. Es por eso que la protección 100 por ciento contra los rayos UV cada día gana más importancia para prevenir la degeneración macular o el desarrollo de cataratas a largo plazo (Tamayo, 2003).

La preocupación por la calidad de los lentes de sol y los esfuerzos posibles para obtener lentes que ofrezcan fotoprotección UV máxima se ha incrementado en los últimos años. La compra de anteojos de sol ha dejado de ser un recurso estético o de confort, para transformarse en un elemento de necesaria protección (SERNAC, 2003). En Argentina, estas lentes, carecen de normativa técnica de referencia así como de calificación especial, su fabricación, importación y venta queda, por lo tanto, libre de todo requisito, incluido el de la rotulación. En particular, el marcado o rotulación del producto no es una condición permanente en los lentes de sol actualmente disponibles en el mercado, y no existen criterios de uniformidad en los términos en que dicho marcado debe efectuarse en aquellos lentes que lo poseen.

Los materiales “orgánicos” o “plástico óptico” son los más utilizados en la confección de lentes de sol debido a sus buenas cualidades absorbentes del UV, su menor peso y porque no se rompen. Los filtros utilizados en la confección de lentes de sol son: coloreados o tintados, fotocromáticos, espejados y polarizados (Piñeiro et al., 2000). Los requerimientos que deben cumplir los lentes de sol en cuanto al filtrado de la radiación UV y Visible son los de FDA (2001).

Es necesario realizar un estudio que permita caracterizar la oferta de anteojos de sol que se ofrece actualmente a los consumidores de Salta, tanto en el mercado especializado como en el no especializado desde el punto de vista de sus características fotoprotectoras.

## METODOLOGIA

El término Gafa de Sol aparece por los años veinte. Se empezaron a comercializar (Ray-Ban) desde la década del 30. La oftalmología se interesa en ellos a partir de la década del 70. Debido a la moda tiene un gran crecimiento comercial. En el pasado la oferta de lentes de sol estaba limitada casi exclusivamente a productos de marca, con cierta garantía de calidad y a la venta sólo en tiendas especializadas del rubro óptico. En la actualidad los consumidores tienen acceso a una oferta masiva, que carece en muchos casos de marca conocida y de un etiquetado que garantice información sobre la calidad del producto y que se ofrece tanto en el mercado especializado o formal como en el no especializado o informal.

Se adquirieron muestras de lentes de sol del mercado de la ciudad de Salta, de diferentes marcas (Patagonia, Ray Ban, Kayak, etc.) adquiridos en comercios formales del ramo así como otros adquiridos en el mercado informal y rotulados como protección "UV 400" o que se ofrecen como "lentes de sol". La cantidad y variedad de lentes coloreadas que inundan el mercado, al igual que su costo, es tan grande que es imposible hacer un estudio detallado.

Debido a que son diferentes los mercados de adquisición y los filtros fotoprotectores se determinará la fotoprotección analizando por separado muestra de lentes del mercado Informal y Formal. Luego se confrontarán ambos mercados para exponer las diferencias entre ellos. La fotoprotección del lente de sol se midió "in vitro" por Transmitancia y cálculo del Factor de Protección.

## FOTOPROTECCION DE LENTES DE SOL DEL MERCADO INFORMAL

Se analizaron muestras obtenidas en el mercado informal (vendedores callejeros o establecimientos no especializados en oftalmología u óptica. Algunas tienen un rotulado "400 UV" otras no lo tienen y se ofrecen como lentes de sol. Del total de lentes analizados, la figura 1 muestra los espectros de transmitancia para tres gafas de sol adquiridas en el mercado informal (Informal 400UV, Informal B e Informal C. Las mismas tienen diferente tono de tintado siendo la mas oscura la Informal 400UV seguido por Informal B y luego Informal C.

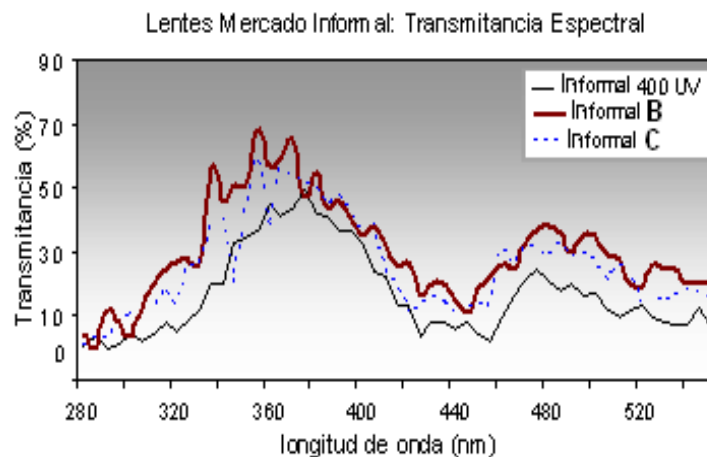


Fig 1: Transmitancia espectral de lentes de sol del mercado Informal.

Se puede observar en la figura 1 que la transmitancia espectral para los lentes adquiridos en el mercado informal (diferente color y lugares de compra) tienen las mismas variaciones a lo largo del espectro. Se observa elevada transmitancia en la región UV, principalmente en el UVA. Por último, en la región del visible, la transmitancia del lente Informal cumple los requerimientos de FDA.

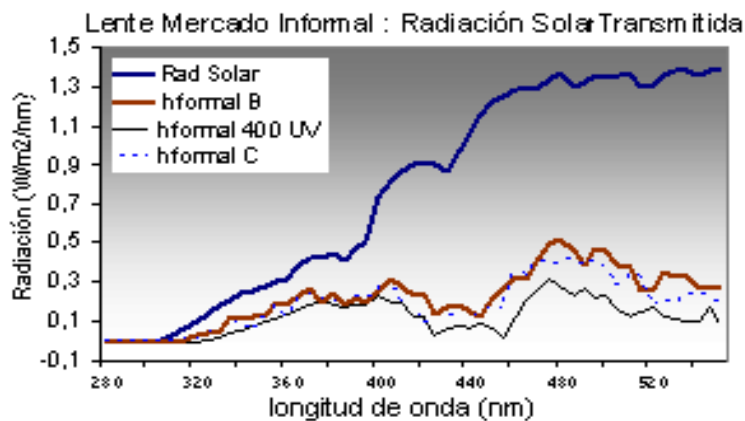


Fig. 2: Radiación solar transmitida por lentes de sol del mercado Informal.

En la figura 2 se representa el espectro de radiación solar transmitido por los lentes del mercado Informal (Informal 400UV, Informal B e Informal C). Se observa elevadas transmisión de radiación UV para los tres lentes analizados con espectros de similar variación. En la región visible las radiaciones transmitidas siguen el mismo patrón de variación, siendo la más tintada (Informal 400UV) la que menos transmite.

A partir de los gráficos de las figuras 2 y 3 se pueden calcular la transmitancia media en cada uno de las bandas del espectro de radiación (Suárez y Cadena, 2011) y los factores de protección correspondientes. Los valores se presentan en Tabla 1.

LENTE ▼	Etiquetado	Visible		UVA		UVB		UV	
		T <sub>vis</sub> (%)	PF	T <sub>UVA</sub> (%)	PF	T <sub>UVB</sub> (%)	PF	T <sub>UV</sub> (%)	PF
Informal Orgánico	400 UV	13 (1)	8	31 (2)	3	6,4 (0,5)	16	30 (2)	3
Informal B Orgánico	De sol	26 (2)	4	50 (3)	4	24 (2)	4	49 (3)	2
Informal C Orgánico	De sol	22 (2)	5	45 (3)	2	14 (1)	7	44 (3)	2

Tabla 1: Transmitancia media porcentual y factores de protección de lentes del mercado Informal. Entre paréntesis se indica el error asociado a la medida.

Para una mejor comparación y análisis de los resultados obtenidos, la transmitancia media y los factores de protección para estos lentes testigos del mercado Informal, se presentan en gráficos de barra en las figuras 3 y 4.

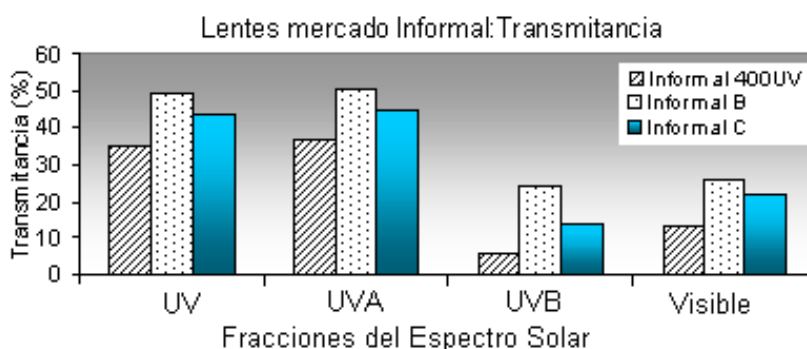


Fig. 3: Transmitancia media de radiación solar para lentes (mercado Informal) en los rangos UV, UVA, UVB y Visible.

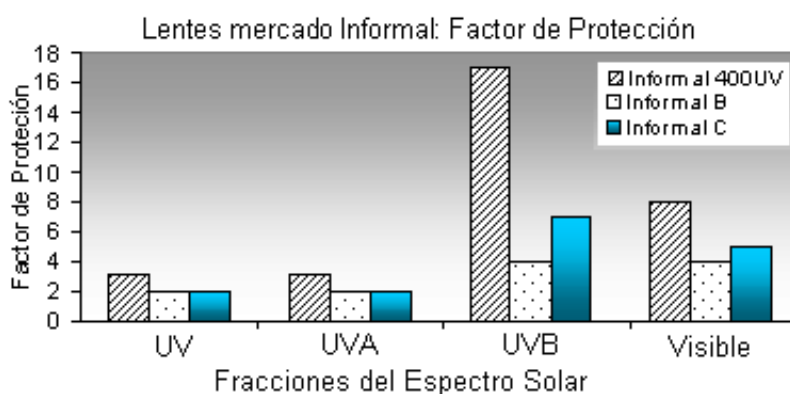


Fig. 4: Factor de Protección de lentes (mercado Informal) en los rangos UV, UVA, UVB y Visible

Un análisis de las muestras adquiridas en el mercado Informal nos dice que todas las muestras ensayadas cumplen con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible ( $10\% \leq T_{vis} \leq 25\%$ ). Para estas muestras los valores van desde el 13% (Informal 400 UV) hasta el 26% (Informal B). Los requerimientos en el UVB ( $T_{UVB} \leq 1\%$ ) no se cumplen, con valores alejados a los requeridos (6,4% de Informal 400 UV; 24% de Informal B y 14% de Informal C). El requisito de transmitancia en el UVA ( $T_{UVA} \leq 5\%$ ) es extremadamente violado en todas las muestras ensayadas (31% de Informal 400 UV; 50% de Informal B y 45% de Informal C). En cuanto a los factores de protección tenemos muy malos valores en el UV. En el visible los PF son buenos.

#### FOTOPROTECCION DE LENTES DE SOL DEL MERCADO FORMAL

Se analizaron muestras obtenidas en el mercado formal o especializado (ópticas), las rotulaciones observadas en las mismas fueron "sunglasses", 400 UV, "de sol", "UV", otras indican sus características especiales ("antirreflex", "polarizado") y la

marca (Patagonia, Ray Ban, Polaroid, Kayak, Reef, etc). En general no tienen suficiente información respecto de la real fotoprotección ocular que brindan. Del total de lentes analizados, la figura 5 muestra los espectros de transmitancia para tres gafas de sol adquiridas en el mercado formal (Policarbonato de sol, Polaroid y Patagonia UV).

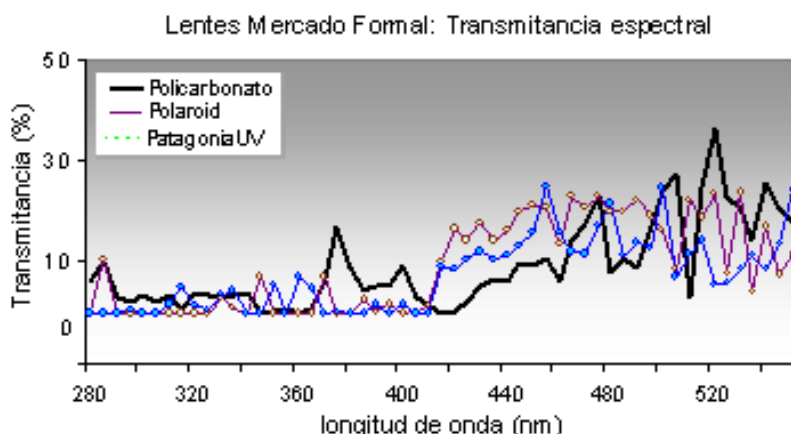


Fig. 5: Transmitancia espectral de lentes de sol del mercado Formal.

Se puede observar en la figura 5 que la transmitancia espectral para los lentes adquiridos en el mercado formal (diferente marca, características y lugares de compra) tiene variaciones similares a lo largo del espectro. Además, la transmitancia es pequeña en la región UV. En la región del visible la transmitancia del lente Formal cumple con los requerimientos de FDA.

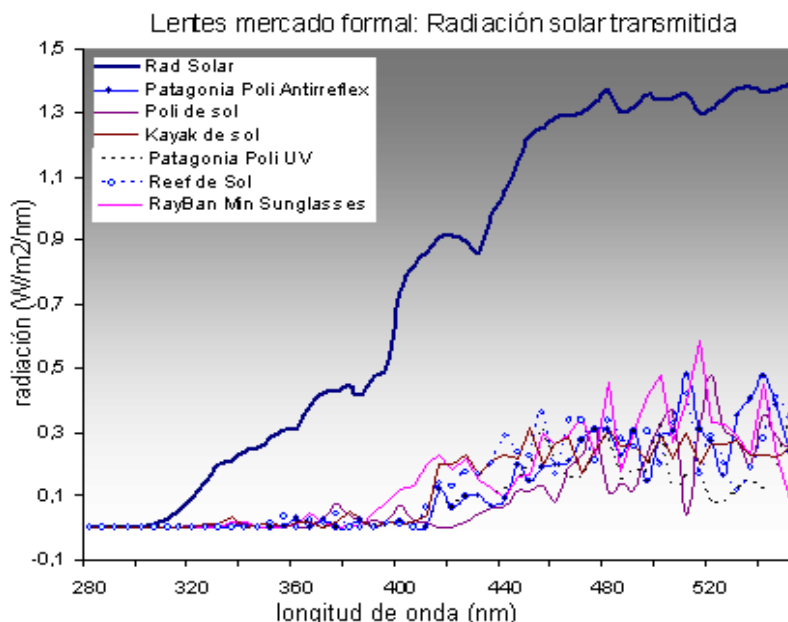


Fig. 6: Radiación solar transmitida por lentes de sol del mercado Formal.

LENTE ▼	Etiquetado	Visible		UVA		UVB		UV	
		T <sub>vis</sub> (%)	PF	T <sub>UVA</sub> (%)	PF	T <sub>UVB</sub> (%)	PF	T <sub>UV</sub> (%)	PF
Patagonia Orgánico	Antirreflex	18 (1)	6	2,1 (0,2)	48	0,60 (0,05)	50+	2,0 (0,2)	50
Policarbonato	De sol	14 (1)	7	4,9 (0,4)	20	2,8 (0,3)	36	4,8 (0,3)	21
Kayak	Polarizado, Sunglasses	18 (1)	6	4,4 (0,3)	23	0,10 (0,02)	50+	4,3 (0,3)	23
Patagonia UV	Sunglasses	12 (1)	8	1,7 (0,1)	50+	2,5 (0,2)	40	1,7 (0,1)	50+
Reef	De Sol	19 (1)	5	3,0 (0,2)	33	0,30 (0,03)	50+	2,9 (0,2)	34
RayBan Mineral	Sunglasses	22 (2)	5	4,7 (0,3)	21	3,4 (0,2)	29	4,7 (0,3)	21

Tabla 2: Transmitancia media porcentual y factores de protección de lentes del mercado Formal. Entre paréntesis se indica el error asociado a la medida.

Para una mejor comparación y análisis de los resultados obtenidos, la transmitancia media y los factores de protección para estas lentes testigos del mercado Formal, se presentan en gráficos de barra en las figuras 7 y 8.

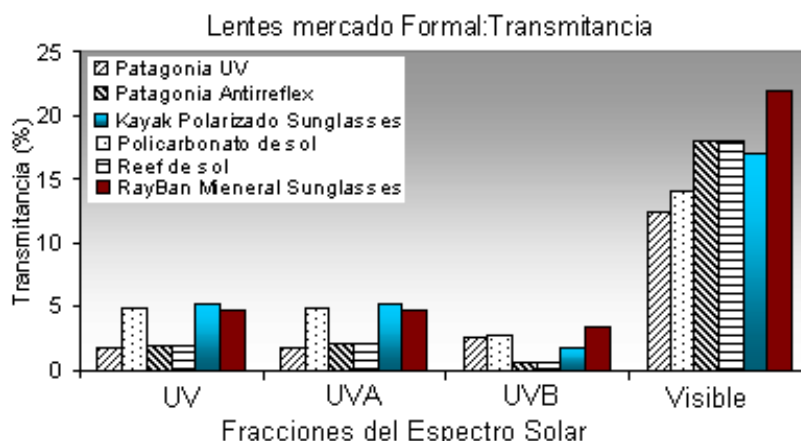


Fig. 7: Transmitancia media de radiación solar para lentes (mercado Formal) en los rangos UV y Visible.

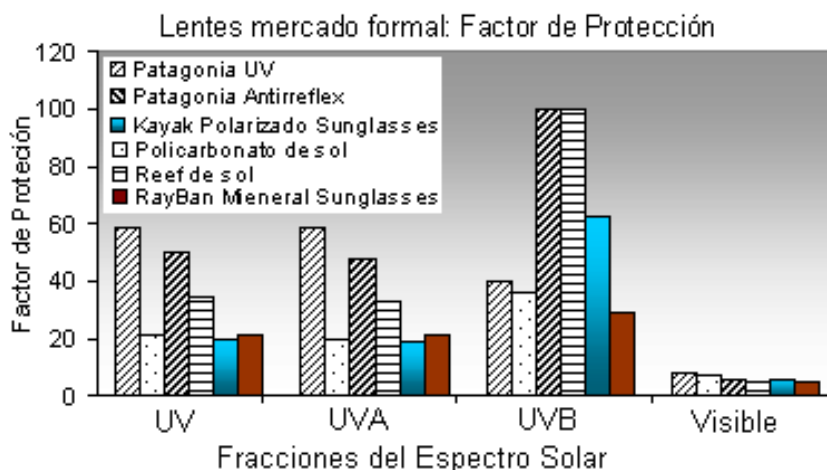


Fig. 8: Factor de Protección de lentes (mercado Formal) en los rangos UV y Visible.

Un análisis de los estudios realizados a las muestras de lentes adquiridas en el mercado formal nos dice que todas cumplen con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible. Para estas muestras los valores van desde el 12% (Patagonia UV) hasta el 22% (RayBan Mineral Sunglasses). Los requerimientos en el UVB son cumplidos por tres de estas muestras (0,30% de Reef de sol; 0,10% de Kayak polarizado sunglasses y 0,60% de Patagonia Antirreflex) y en otras no son totalmente cumplidos, aunque los valores son cercanos a los requeridos (2,5% de Patagonia UV; 2,8% de Policarbonato de sol y 3,4% de RayBan mineral Sunglasses). El requisito de transmitancia en el UVA se cumple en todas las muestras ensayadas siendo la de mejor desempeño Patagonia UV. En cuanto a los factores de protección tenemos muy buenos valores tanto en el UV como en el Visible.

### LENTE INFORMAL VS. LENTE FORMAL

Para realizar la comparación entre la fotoprotección de las lentes adquiridas en el mercado Informal con las del mercado Formal, teniendo en cuenta que las variaciones en la transmitancia espectral eran similares (para los lentes de cada uno de estos grupos), se procedió a identificarlos por medio de dos lentes hipotéticas llamadas Lente Informal y Lente Formal. Las propiedades de la primera se obtienen como valores medios de las lentes Informales ensayadas, mientras que las de la segunda como valores medios de las lentes del mercado formal ensayadas. Las curvas de Transmitancia Espectral y Radiación Solar Transmitida para estas lentes virtuales se muestran en las figuras 9 y 10.

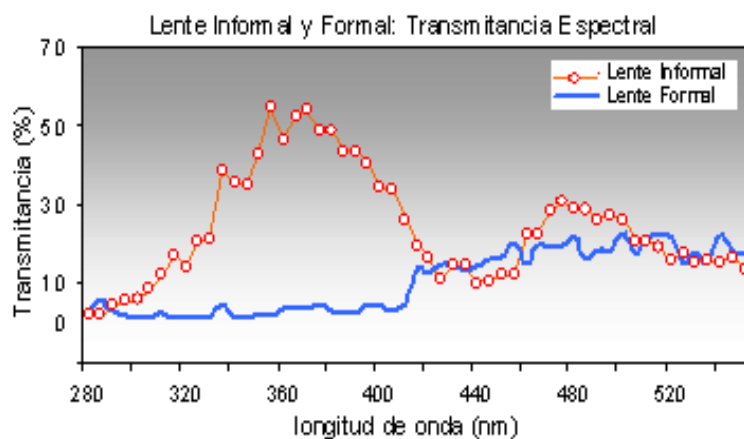


Fig. 9: Transmittancia espectral de lente Informal y Formal.

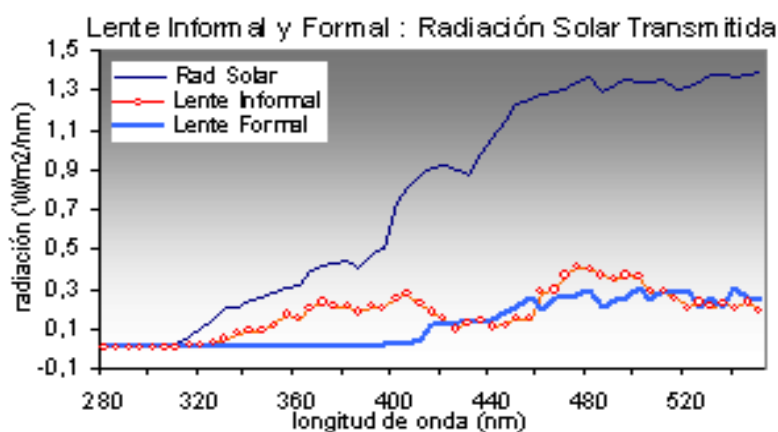


Fig. 10: Radiación Solar transmitida por lente Informal y Formal.

En la figura 9 se observa elevada transmittancia en la región UV para lente Informal, hecho que contrasta con transmittancia pequeña, en la región, para lente Formal. Por último, en la región del visible, si bien la transmittancia del lente Informal es un poco mayor que la del lente Formal, estas diferencias no son significativas. En la figura 10 se representa el espectro de radiación solar transmitido por el lente Informal y lente Formal. Se observa elevadas transmisión de radiación UV en la lente Informal y niveles adecuados, de acuerdo a los requisitos de FDA, en la lente Formal. En la región visible las radiaciones transmitidas son prácticamente iguales.

A partir de los gráficos de las figuras 9 y 10 se pueden calcular la transmittancia media en cada uno de las bandas del espectro de radiación (Suárez y Cadena, 2011) y los factores de protección correspondientes. Los valores se presentan en la Tabla 3.

LENTE ▼	Etiquetado	Visible		UVA		UVB		UV	
		T <sub>vis</sub> (%)	PF	T <sub>UVA</sub> (%)	PF	T <sub>UVB</sub> (%)	PF	T <sub>UV</sub> (%)	PF
Informal	Promedio	20 (2)	6	42 (3)	3	15 (1)	9	41 (3)	2
Formal	Promedio	17 (1)	6	3,0 (0,2)	39	1,4 (0,1)	50+	3,1 (0,2)	40

Tabla 3: Transmittancia media porcentual y factores de protección de lente Informal y Formal. Entre paréntesis se indica el error asociado a la medida.

Para una mejor comparación y análisis de los resultados obtenidos, la transmittancia media y los factores de protección para estas lentes promedios se presentan en gráficos de barra en las figuras 11 y 12. Las figuras 11 muestra que la transmittancia media en el visible es levemente superior en lente Informal que en Formal (prácticamente podríamos decir la misma para ambas lentes) y de acuerdo con los requerimientos de FDA; en consecuencia sus PF también muestran esta relación (figura 12). Es notable la diferencia en la transmisión de radiación en la región del UVA, el lente informal deja pasar elevadas dosis de esta radiación, esto puede ser extremadamente peligroso en algunas situaciones donde gafas de sol bastante oscuras, que atenúan mucho el visible pero muy poco el UV. En esta situación, el portador al tener muy atenuado el visible puede exponerse, sin sentir molestias aparentes, a intensa radiación solar desconociendo la gran cantidad de UV que está recibiendo que por su efecto acumulativo puede resultar dañino. En la región del UVB, el lente Informal también deja pasar elevadas

dosis de esta radiación potencialmente peligrosa. Las figuras 11 y 12 muestran el contraste entre la muy pobre protección UV de la lente adquirida en el mercado Informal (lente Informal) contra la que brinda el mercado Formal (lente Formal).

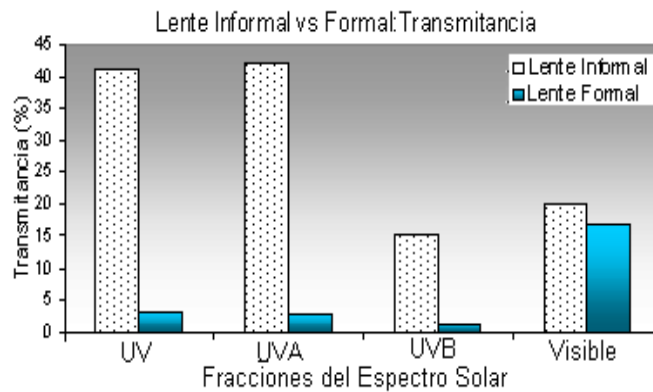


Fig. 11: Transmitancia media de radiación solar para lente Informal y Formal, en los rangos UV y Visible.

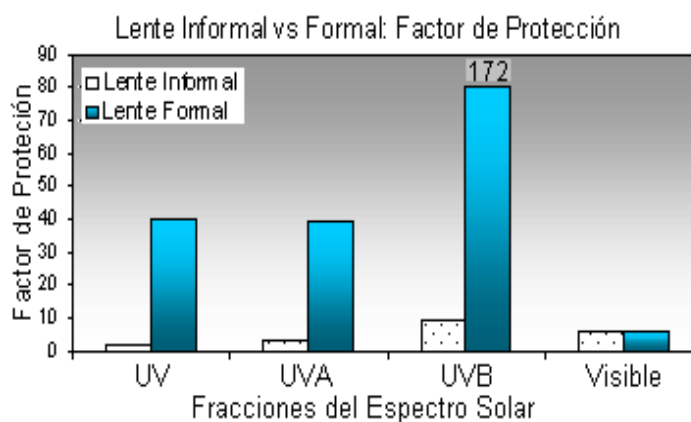


Fig. 12: Factor de protección de lente Informal y Formal, en los rangos UV y Visible.

Un análisis de las propiedades de la lente Formal (Tabla 3) nos dice que cumple con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible ( $10\% \leq T_{\text{vis}} \leq 25\%$ ). Para esta gafa el valor fue de 17%. Los requerimientos en el UVB ( $T_{\text{UVB}} \leq 1\%$ ) prácticamente se cumplen, con un valor muy cercano al requerido de 1,4%. El requisito de transmitancia en el UVA ( $T_{\text{UVA}} \leq 5\%$ ) es cumplido (3,0%). En cuanto a los factores de protección tenemos muy buenos valores en el UV (PF=40). En el visible el PF=6 es bueno.

Un análisis de las características de la lente Informal (Tabla 3) nos dice que cumple con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible. Para esta gafa el valor fue de 20%. Los requerimientos en el UVB no lo cumple, con un valor muy alejado al requerido de 15%. El requisito de transmitancia en el UVA no se cumple, siendo su valor extremadamente alto (42%). En cuanto a los factores de protección tenemos muy malos valores en el UV (PF=2). En el visible el PF=6 es bueno y coincide con el de lente Formal.

## CONCLUSION

Se determinó la fotoprotección ocular “in vitro”, usando Transmitancia y Factor de Protección para las diferentes bandas del espectro solar (UV, UVA, UVB y Visible), en muestras de lentes de sol adquiridas en el mercado Formal e Informal de Salta y se comparó la performance fotoprotectora de estas lentes de sol.

Se comprobó la existencia de una gran disparidad en la calidad de los lentes de sol que se ofrecen en la actualidad a los consumidores. Esto afecta la aptitud con que el producto satisface su necesidad de uso y puede incidir en la salud de las personas.

El color y el costo no son criterios para predecir la cantidad de UV o visible que una lente transmitirá. Dentro de un rango similar de oscurecimiento, no hay forma de predecir cuál será más efectiva en cuanto al filtrado en el UV. El filtrado efectivo en una región del espectro, no garantiza que lo sea en cualquier otra región. De acuerdo a su diferente constitución, los valores medidos de transmitancia de las muestras fueron los esperados.

Las muestras adquiridas en el mercado Informal cumplen con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible. Los requerimientos en el UVB no se cumplen, con valores alejados a los requeridos. El requisito de transmitancia en el UVA es extremadamente violado en todas las muestras ensayadas. En cuanto a los factores de protección tenemos muy malos valores en el UV. En el visible los PF son buenos y coinciden con los lentes del mercado Formal.

Las muestras de lentes adquiridas en el mercado Formal cumplen con los requisitos de FDA para transmitancia en el Visible. Los requerimientos en el UVB son cumplidos por tres de las muestras y en otras no se cumplen totalmente, aunque los valores son cercanos a los requeridos. El requisito de transmitancia en el UVA se cumple en todas las muestras ensayadas. En cuanto a los factores de protección tenemos muy buenos valores tanto en el UV como en el Visible.

Estos resultados pusieron de manifiesto que hay mayor seguridad, en cuanto a la fotoprotección brindada, en los lentes adquiridos en el mercado especializado o Formal (ópticas) con respecto a las muestras del mercado no especializado o Informal.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Artigas J.M. (1995). *Óptica Fisiológica: Psicofísica de la visión* Ed. McGraw-Hill Interamericana.
- Chanisada T, Sabong S y Henry W. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *Jam Acad Dermatol*. Vol 54, N° 5 (2006):845-854
- FDA (2001). Final Monograph for Sunscreen Drug Products for Over-the-Counter Human Use.
- Piñeiro D., Sampedro A., Pardo M. y Montalt J. (2000). Protección solar adecuada: Protección solar con lentes oftálmicas. *Gaceta Óptica* N° 344.
- SERNAC (2003). Exposición al sol y filtros solares. Chile.
- Sheedy JE, Edlich RF. Ultraviolet eye radiation: the problem and solutions. *J Long Term Eff Med Implants* 2004;14: 67-71.
- Sliney DH. Biohazards of ultraviolet, visible and infrared radiation. *J Occup Med* 1983;25:203-210.
- Suárez, H; Cadena, C. (2007). Protección anti UV proporcionada por tejidos: montaje del laboratorio y primeros ensayos. *AVERMA Vol 11*, 08.191-08.198.
- Suárez, H; Cadena, C. (2008). Mediciones de laboratorio de transmitancia UV a través de tejidos, anteojos para el sol y cremas protectoras. *AVERMA Vol 12*, 08.33-08.39.
- Tamayo G. (2003). La Radiación Ultravioleta y el ojo humano. La radiación Ultravioleta en Bolivia, 79-84.

## **ABSTRACT**

Consumers now have access to a massive supply of sunglasses, which lacks in many cases well-known brand and a label to secure information about the quality of the product. These are offered both in the specialized market and the non-specialist. This article presents a study to characterize supply sunglasses Formal and informal markets in Salta. It is from the perspective of its photoprotective properties. These were determined using the Protection Factor (PF) and transmittance Media for different bands of the solar spectrum (UV, UVA, UVB and visible), according to FDA requirements (Food and Drug Administration, USA). The result is that the sunglasses of the formal meeting the levels of protection and the informal market have harmful UVA transmittance windows.

**Keywords:** sunglasses, UV radiation, photoprotective properties, Protection Factor.