

## ■ REFERENCIAS

1. Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. "Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age". *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 19(1):137-43, 2002.
2. Artal P, Benito A, Pérez G, Alcón E, De Casas A, Pujol J, Marín J. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *PLoS ONE* 6(2): e16823. (2011)
3. Barrionuevo P, Colombo E, Corregidor D, Jaén M and Issolio L. "Evaluation of the intraocular diffusion through brightness reduction by glare using ectopic diffusers to simulate cataracts". *Optica Applicata*, 40, 63-75 (2010).
4. de Paul A, Sánchez R, Corregidor D, Jiménez G e Issolio L. "Desarrollo de un sistema de doble paso para la medición de la calidad de imágenes retinianas". *CET Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT.* Nro 36, pp. 64-73, 2013.
5. Diaz-Douton F, Benito A, Pujol J, Arjona M, Güell J L & Artal P. (2006) Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Investigative Ophthalmology & Visual Science.* 47, 4, 1710-1716.
6. Paz Filgueira C, Sánchez R, Colombo E, Vilaseca M, Pujol J, Issolio L. "Discrimination between surgical and non-surgical nuclear cataract based on ROC analysis". *Current Eye Research.* DOI: 10.3109/02713683.2014.907432. 2014.
7. Paz Filgueira C, Sánchez R, Issolio L, Colombo E. "Straylight and visual quality on early nuclear and posterior subcapsular cataracts". *Current Eye Research.* <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02713683.2015.1101139> (2015).
8. Sánchez R, Calderari L & Issolio L (2019). Dinámica de la película lagrimal mediante análisis de Fourier en imágenes de doble paso. In *Vision T 2019 - 2do Taller Latinoamericano de Ciencias de la Visión.* San Miguel de Tucumán, 13 al 15 de noviembre de 2019.
9. Vilaseca, M., Arjona, M., Pujol, J., Issolio, L., and Güell, J. (2009) "Comparison of the optical quality of foldable intraocular lenses before and after injection using a double-pass system". *J. Cataract. Refr.Surg.* 35,pp.1415-1423.
10. Roberto Sánchez, Carlos García-Guerra, Joan Martínez-Roda, Aníbal de Paul, Luis Issolio, Jaime Pujol. Implementation of the Frequency Scatter Index in clinical commercially available double-pass systems. *Current Eye Research.* (2021) 18:1-8. doi: 10.1080/02713683.2021.2002908.

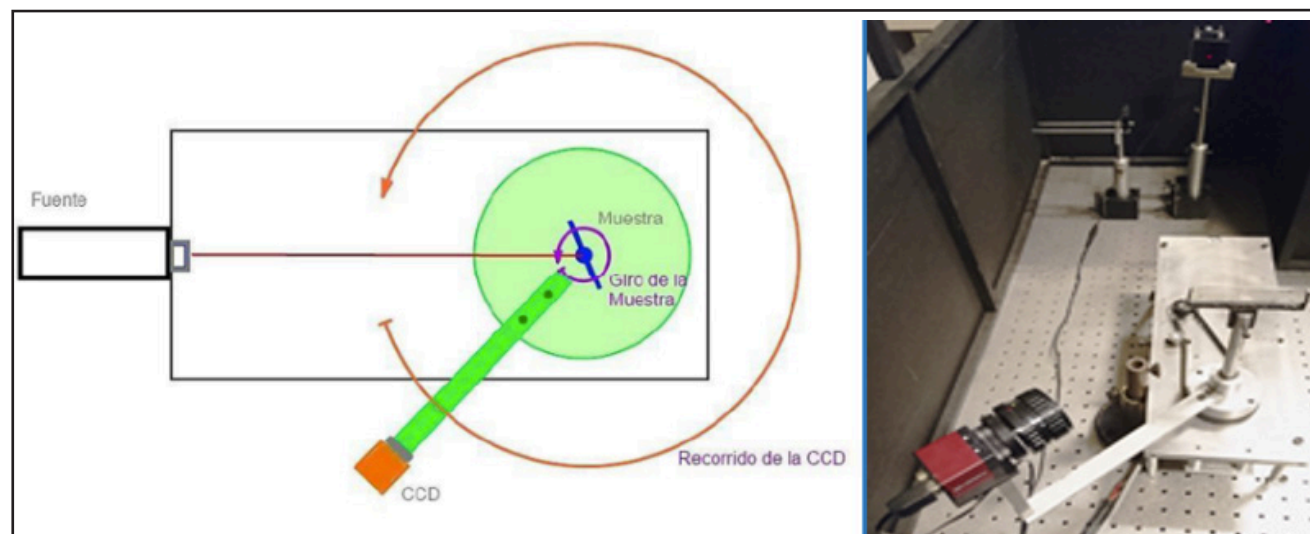
## 2. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PARTICULADO AMBIENTAL POR QUEMA DE CAÑAVERALES EN LA SALUD VISUAL DE LAS PERSONAS

■ Alex Santucho Caínzo, Luis Calderari, Luis Issolio y Diego Corregidor Carrió

La quema de caña de azúcar en pie durante el período de zafra en Tucumán es una práctica generalizada para aumentar la eficiencia en su recolección. Los aerosoles liberados por la quema de biomasa contienen gases de efecto invernadero, gases químicamente activos, material de particulado fino y compuestos gaseosos, así como una serie de compuestos volátiles y semi volátiles.

Estos gases y partículas en suspensión se esparcen en un amplio territorio que incluye áreas rurales, centros urbanos, rutas y otras vías de circulación y son conocidos por ser causantes de problemas en la salud (Cremades, 2011) tanto respiratorios como oculares, siendo la mayor fuente de contaminación atmosférica a escala continental.

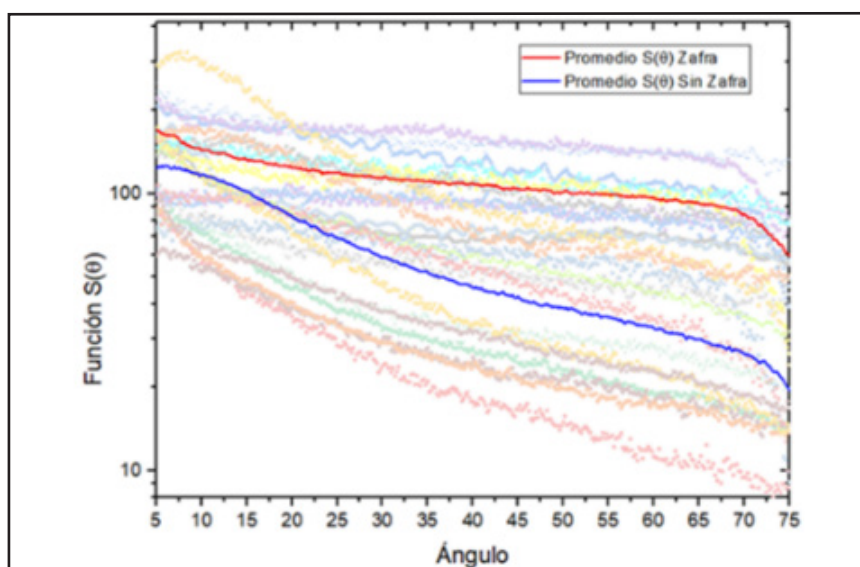
Diferentes revisiones bibliográficas mostraron que las condiciones ambientales generadas por la quema de biomasa causan muerte prematura y un número importante de admisiones adicionales en hospitales tanto por condiciones respiratorias como cardiovasculares (Bowman *et al*, 2018; Orellano, *et al* 2021; Karamasiou *et al*, 2021). Además, se atribuyó al particulado PM10 (partí-



**Figura 1:** Esquema e imagen del dispositivo experimental usado.

culas de tamaño mayor a 10 micras) originado por fuego en un área de Tailandia en el período 2014- 2018, ser la causa de unas 130000 consultas por enfermedades respiratorias en hospitales, revelando también un mayor impacto en el grupo de adultos mayores (Pungh *et al*, 2022; Uttajug *et al*, 2022). Como contrapartida, se determinó que el número de consultas médicas por esta causa se redujo de 1,8% a 0,5% a partir de la implementación de políticas efectivas de prohibición de quema de vegetación en el área.

El objetivo de esta línea de investigación es determinar los niveles de contaminación visual en el ambiente producto de las cenizas provenientes de la quema de cañaverales para conocer la variación de la misma en el tiempo y su impacto en la salud visual de las personas. En esta línea hemos desarrollado un sistema óptico para la medida del particulado atmosférico. Se trata de un escatómetro goniométrico digital (Figura 1) que permite medir la distribución angular de la radiación difusa de una muestra con depósito de particulado ambiental (Santucho Caínzo *et al*, 2019). La muestra del material a ser analizado



**Figura 2:** Curvas de la función  $S(\theta)$ . En rojo el promedio de las curvas en temporada de zafra y en azul la correspondiente a la condición de control de fuera de temporada.

se coloca en un soporte y se ilumina con un haz de luz monocromático colimado, proveniente de un diodo láser colocado en una posición fija. Alrededor de la misma gira una cámara CCD accionada por un motor en un rango angular de  $340^\circ$ . La cámara registra los datos de la distribución de la radiancia incidente en el plano focal imagen, mientras que un

software sincroniza el motor con la cámara y almacena los datos de intensidad correspondiente a cada ángulo con una resolución de  $2,0$  min de arco. Dado que el paso del motor es de  $0,5^\circ$ , las sucesivas mediciones de la CCD se solapan y se dispone de registros diferentes correspondientes a un mismo ángulo que se promedian para obtener una mayor exactitud.

Como resultado de las medidas se obtienen curvas con la distribución espacial de la luz difusa a través de la función de punto extendido (PSF). Luego se calcula su integral que es la función de difusión  $S(\theta)$  que representa el “velo visual” producido por la muestra por lo que resulta adecuada para determinar un índice de visibilidad. El funcionamiento del dispositivo y el registro de los datos se controlan con un software desarrollado especialmente.

Con este sistema se obtuvieron curvas de difusión en distintas condiciones ambientales. En la Figura 2, por ejemplo, se muestran las curvas de difusión en épocas de zafra (curva roja) y en época inter-zafra (curva azul) que presentan comportamientos claramente diferenciados, lo que permite definir índices robustos que den cuenta de distintos grados de contaminación ambiental y su correlación con la visibilidad.

## ■ REFERENCIAS

1. Cremades P. (2011). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Argentina. Vol. 15, 01- 37-44.
2. Santucho Cainzo, A. *et al.* Método alternative para la evaluación de la contaminación atmosférica causada por la quema de biomasa en plantaciones de caña de azúcar. ANALES AFA, V. 30, n. 1, p. 15-24, 2019.
3. Phung VLH, Uttajug A, Ueda K, Yulianti N, Latif MT, Naito D. A scoping review on the health effects of smoke haze from vegetation and peatland fires in Southeast Asia: Issues with study approaches and interpretation. PLoS One. 2022 Sep 15;17(9):e0274433. doi: 10.1371/journal.pone.0274433.
4. Bowman DMJS, Moreira-Muñoz A, Kolden CA, Chávez RO, Muñoz AA, Salinas F, González-Reyes Á, Rocco R, de la Barrera F, Williamson GJ, Borchers N, Cifuentes LA, Abatzoglou JT, Johnston FH. Human-environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. *Ambio*. 2019 Apr;48(4):350-362. doi: 10.1007/s13280-018-1084-1. Epub 2018 Aug 20.
5. Uttajug A, Ueda K, Honda A, Takano H. Estimation of hospital visits for respiratory diseases attributable to PM10 from vegetation fire smoke and health impacts of regulatory intervention in Upper Northern Thailand. *Sci Rep*. 2022 Nov 2;12(1):18515. doi: 10.1038/s41598-022-23388-2.
6. Karanasiou A, Alastuey A, Amato F, Renzi M, Stafoggia M, Tobias A, Reche C, Forastiere F, Gumy S, Mudu P, Querol X. Short-term health effects from outdoor exposure to biomass burning emissions: A review. *Sci Total Environ*. 2021 Aug 10;781:146739. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146739.
7. Orellano P, Reynoso J, Quaranta N, Bardach A, Ciapponi A. Short-term exposure to particulate matter (PM10 and PM2.5), nitrogen dioxide (NO2), and ozone (O3) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2020 Sep;142:105876. doi: 10.1016/j.envint.2020.105876.

## 3. EFECTOS DE LA EDAD EN LA PERCEPCIÓN DEL COLOR

■ Oscar Preciado Olvera,  
Andrés Martín y  
Eduardo Manzano

En los últimos años, la proporción de adultos mayores en la población de todo el mundo se ha incrementado considerablemente. Latinoamérica es la región que presenta la mayor tasa de crecimiento anual de este grupo poblacional y se espera por tanto que la proporción de personas de 60 años o más pase del 11% ac-

tual hasta un 26% en el 2050 (U.S. Dep. of State, 2007; UUNN, 2015). Las normas y recomendaciones para el diseño de iluminación en interiores y exteriores se crearon con base en experimentos realizados con observadores jóvenes y de la misma manera se obtuvo la función de eficiencia luminosa del ojo huma-

no en el fotópico,  $V_{(\lambda)}$  (CIE, 1926). Sin embargo, la evidencia científica muestra que con el paso de los años la lente del ojo tiende a cambiar su densidad y volverse amarillenta, disminuyendo su transmitancia considerablemente para longitudes de onda cortas comúnmente llamada ‘luz azul’ (Barker & Brainard, 1991;