

# Fotografía de fondo de ojo con filtros

Boletín de la Soc. Oftalmo. de Madrid - N.º 44 (2004)

Dr. Gili Manzanaro (Doctor en Medicina y Cirugía. Fundación Hospital Alcorcón. Unidad de Oftalmología. Alcorcón. Madrid.)

## Resumen

La fotografía de fondo de ojo con filtros destaca selectivamente distintos detalles del fondo de ojo y nos permite localizar las lesiones según la longitud de onda del filtro utilizado: el filtro azul la interfase vítreo-retiniana y la CFNR, el filtro verde la vascularización retiniana y las alteraciones retinianas, y el filtro rojo la coroides. La autofluorescencia puede ser positiva en las drusas de papila, los astrocitomas y algunas distrofias retinianas. La fotografía monocromática es una herramienta diagnóstica en la patología de fondo de ojo complementaria a la retinografía, la angiografía fluoresceínica y la angiografía con verde indocianina.

## Introducción

La cámara de fondo de ojo, a pesar de la aparición de nuevas tecnologías de imagen (OCT, SLO, GDx, RTA, HRT, etc.), continúa siendo el principal método de documentación de la patología del polo posterior. Desde la aparición de las primeras fotografías de fondo de ojo, realizadas en 1886 por Jackman y Webster (1), hasta la actualidad, con la amplia difusión de los sistemas de imagen digital, se ha recorrido un largo camino.

La cámara de fondo actualmente nos permite estudiar el fondo de ojo en color (retinografía), resaltar distintas estructuras con filtros (azul, verde y rojo), y emplear colorantes con filtros especiales para destacar la patología vascular retiniana y alteraciones maculares (AFG) y la vascularización coroidea (ICGA).

## Historia

La fotografía con luz monocromática comenzó a ser una realidad práctica tras una serie de hitos históricos (fig. 1), entre los que destaca la incorporación de los flashes electrónicos a las cámaras de fondo, la aparición de películas de poco grano y alto contraste y los avances de la tecnología de los filtros de interferencia. Antes de estos progresos, se hicieron varios intentos de observar el fondo de ojo con luz monocromática. El trabajo de Vogt condujo al examen de fondo de ojo con filtro «libre de rojo», que ahora está incorporado en casi todos los oftalmoscopios modernos (2).

1886	1.ª foto de fondo de ojo Jackman y Webster
1926	1.ª cámara de fondo de ojo comercializada Zeiss
1953	Introducción del flash en la fotografía de fondo
1961	Novotny y Alvis realizan la primera AFG en humanos
1965	Behrendt publica las primeras fotografías con filtros 3
1970-80'	video-oftalmoscopia
1987	Equipos digitales. Topcon Imagenet
1989	Cámaras de alta resolución 1024x1024
1994-95	Introducción del Microsoft Windows en los equipos digitales

Fig. 1. Historia de la fotografía de fondo de ojo.

Las primeras publicaciones sobre fotografía de fondo de ojo con luz monocromática fueron realizadas por Behrendt en el año 1965, en lo que denominó «spectral reflectance photography» (3,4). Ya en la década de los años 70, Delori y Ducrey (5,6), describen los efectos de la luz monocromática cuando fotografiamos la retina normal o patológica, denominándola «fotografía monocromática de fondo de ojo».

La introducción de los sistemas de imagen digital a las cámaras de fondo en la década de los 80 (Imagenet Topcon 1987) y su amplia difusión en la práctica clínica a partir de la década de los 90, han facilitado y ampliado las aplicaciones de las cámaras de fondo, pudiendo emplearse para imágenes en color (retinografía), fotografía con filtros (filtro azul, verde y rojo) y fotografía con filtros y colorantes (angiografía fluoresceínica y angiografía con verde indocianina), todo ello sin necesidad de «cambiar de película».

## ***Principios y características***

La fotografía de fondo de ojo con filtros permite resaltar detalles específicos de distintas capas de la retina y coroides. Ésta se basa en tres principios fundamentales:

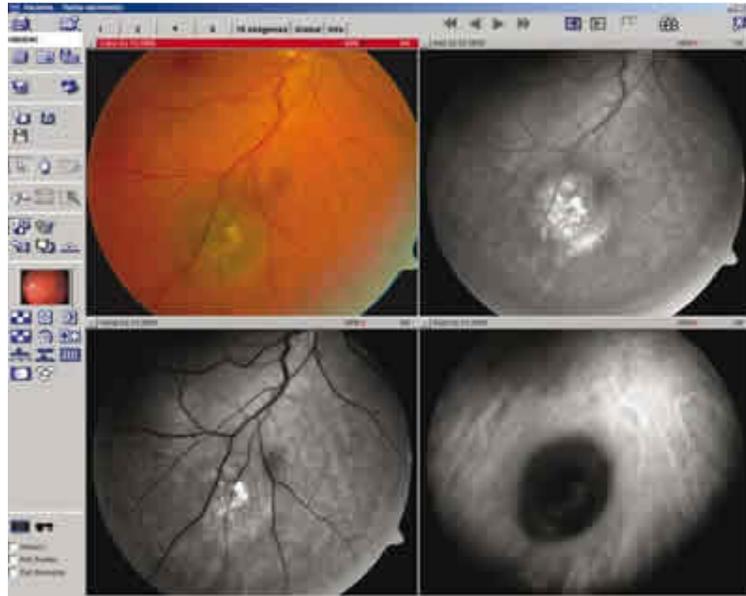
1. La fotografía con filtros ofrece mejores resultados en blanco y negro (fotografía monocromática en BN). El uso de películas/imágenes en color con filtros no ofrece ventajas. La única dimensión para ser grabada en cada parte de la película es la reflectividad de las estructuras a la longitud de onda del filtro empleado. El registro del color de esta longitud de onda empleando películas en color es un ejercicio inútil (8) (fig. 2).



2.

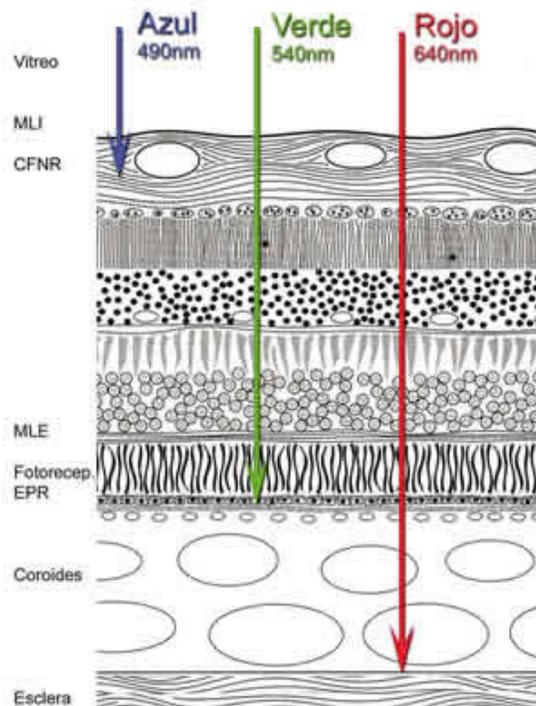
**Fig. 2. Fotografía con filtros en color. Pantalla de programa digital Visupac. Retinografía, filtro verde, filtro azul, filtro rojo.**

2. Los filtros monocromáticos aclaran los objetos de su mismo color y oscurecen los objetos del color complementario, cuando empleamos imágenes en BN. Por ejemplo, el filtro verde oscurece y resalta en negro las hemorragias y vasos retinianos rojos (color complementario al verde) (9) (fig. 3).



**Fig. 3. Fotografía con filtros en BN. Pantalla de programa digital Visupac. Retinografía, filtro verde, filtro azul y filtro rojo en un caso de nevus coroideo.**

3. La luz de diferente color penetra a diferentes niveles de la retina según la longitud de onda: longitud más corta (490 nm, azul) penetra menos, longitud más larga (640 nm, roja) penetra más (9) (fig. 4).



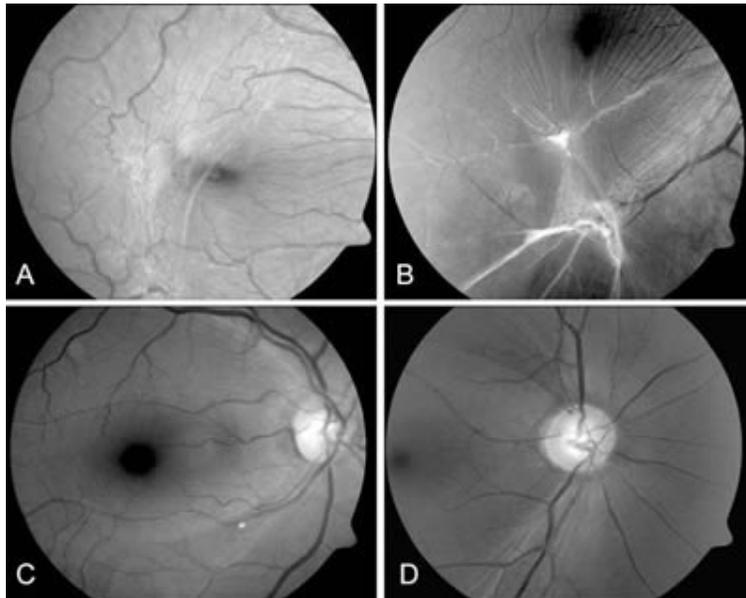
**Fig. 4. Las longitudes de onda de la luz monocromática (azul, verde y roja) determina la capacidad de penetración retiniana. Esquema.**

## Filtros: tipos, propiedades, equipo y uso clínico

Aunque se han utilizado filtros de colores de muy diversas longitudes de onda, los más empleados en la práctica de la fotografía monocromática de fondo de ojo son el azul, el verde y, con menor frecuencia, el rojo.

### Filtro azul

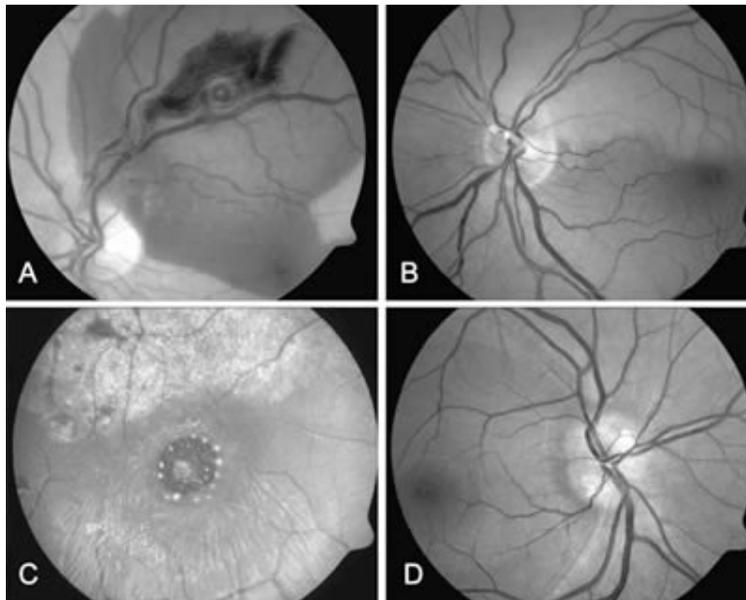
- Filtro azul: longitud de onda 490 nm (filtro excitador de AFG).
- *Propiedades*: penetra escasamente en la retina. Resalta la capa de fibras nerviosas (CFNR) y la interfase vitreoretiniana. Requiere un enfoque muy selectivo (enfocar primero en los vasos de la retina y entonces moviendo ligeramente el enfoque hacia el vítreo (9)).
- *Equipos*: Cámara de fondo + Filtro azul (blue):
  - Tradicional (35 mm): Película BN lenta (50-100ASA) de grano fino (Kodak Technical Pan /Ilford Pan F ), y técnicas de revelado e impresión de alto contraste para acentuar la CFNR (11).
  - Digital: Cámaras BN baja resolución (768x576 pixels) o alta resolución (1024 x1024 o 1280x 1024 pixels).
- *Imágenes*: En las imágenes con filtro azul se resalta la estriación de la CFNR, apareciendo la mácula oscura (por el pigmento xantófilo amarillo).
- *Aplicaciones* (fig. 5):
  - Membranas epirretinianas (12).
  - CFNR (glaucoma, patología de nervio óptico) (13,14).



**Fig. 5. Fotografía con filtro azul. Aplicaciones:**  
**A. Membrana epirretiniana.**  
**B. Vasculitis con membrana epirretiniana.**  
**C. Obstrucción arteriolar por calcio.**  
**D. Defecto de CFNR en Glaucoma.**

## Filtro verde

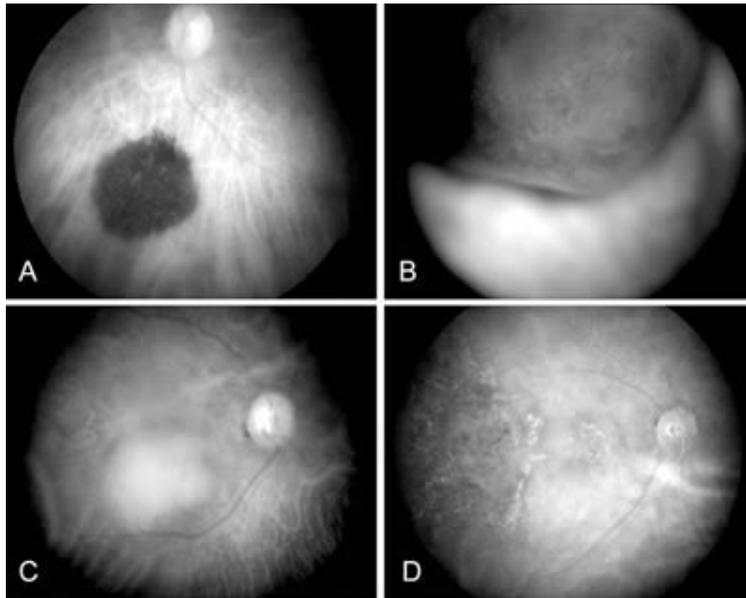
- Filtro verde, luz aneritra o filtro «libre de rojo» (red free): 540 ó 575 nm.
- *Propiedades:* Penetra la retina hasta EPR. Resalta la vascularización retiniana y sus alteraciones (hemorragias), aumentando el contraste entre la sangre de los vasos retinianos y el EPR (2). Se debe realizar el enfoque en los vasos retinianos (9).
- *Equipo:* Cámara de fondo + filtro verde (green).
  - Tradicional: Película negativo BN 100 ó 400ASA. Clásicamente estas imágenes se tomaban en el mismo carrete antes de realizar la AFG.
  - Digital: Cámara BN.
- *Imágenes:* Empleando el filtro verde con película en BN obtenemos la mejor representación de la visión oftalmoscópica (9), y es recomendable realizarse en todos los pacientes que queramos documentar. Son imágenes muy contrastadas en las que se resalta la vascularización retiniana y la retina, quedando «ocultas» las alteraciones coroideas pigmentadas.
- *Aplicaciones:* (fig. 6) Se emplean en todas las patologías de fondo de ojo, pero especialmente en:
  - Patología retiniana.
  - Vascularización retiniana normal y patológica. Hemorragias.
  - Membranas epirretinianas (12,15).
  - Estudio de CFNR, especialmente en presencia de opacidades de cristalino (13,14).



**Fig. 6. Fotografía con filtro verde. A. Macroaneurisma con hemorragias. B. ORAR. C. Agujero traumático con MER. Defecto CFNR en drusas de papila.**

## **Filtro rojo**

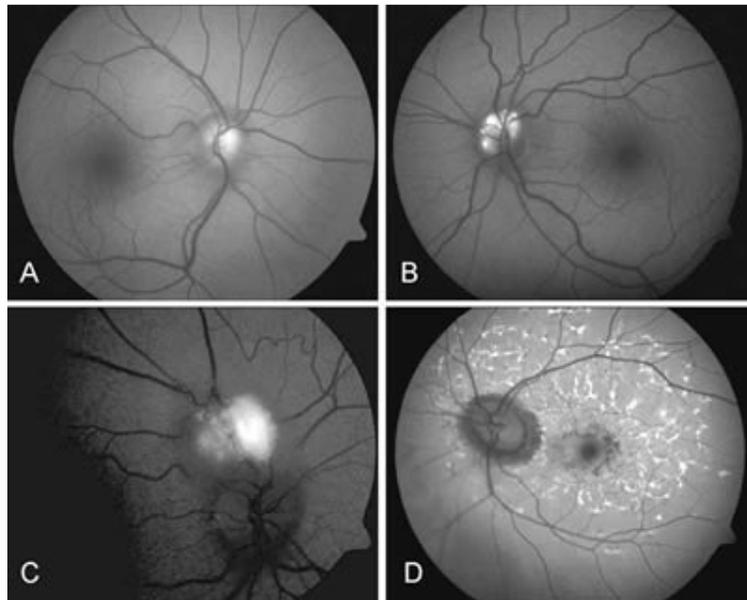
- Filtro rojo: longitud de onda 630-640 nm.
- *Propiedades:* Atraviesa la retina, EPR y coroides (excepto acúmulos pigmentados), siendo reflejada por la esclera. Resalta los detalles coroides, especialmente lesiones pigmentadas, tumores y vascularización corioidea. Enfocar primero en los vasos retinianos y luego continuar bajando ligeramente hasta enfocar en la coroides (9).
- *Equipo:* Cámara de fondo + filtro rojo:
  - Tradicional: Película negativo BN 100 ó 400ASA.
  - Digital: Cámara BN.
- *Imágenes:* Las imágenes captadas con luz monocromática roja son poco contrastadas, desdibujadas, en las que se visualiza la vascularización corioidea normal, apareciendo los vasos retinianos desdibujados. El filtro rojo resalta especialmente lesiones pigmentadas coroides, que aparecen de color negro (2).
- *Aplicaciones (fig. 7):*
  - Estudio de grandes vasos coroides.
  - Patología corioidea: lesiones pigmentadas (nevus), tumores (melanomas, hemangioma) y lesiones inflamatorias coroides (16,17).



**Fig. 7. Fotografía con filtro rojo. Aplicaciones: A. Nevus corioideo. B. Melanoma. C. Hemangioma corioideo. D. Coroiditis serpiginosa.**

## **Filtro excitador + barrera («autofluorescencia»)**

- Filtro excitador (azul: 490 nm) + filtro barrera (amarillo-verdoso: 525 nm).
- *Propiedades:* Se define como «autofluorescencia» o «fluorescencia preinyección» la capacidad de los tejidos oculares de emitir luz en un rango de 520-530 nm cuando utilizamos el filtro excitador y barrera, en ausencia de inyección de fluoresceína. Debe diferenciarse de la «pseudofluorescencia», falsa autofluorescencia que se produce por el solapamiento de las longitudes de onda de los filtros excitador y barrera (18,19).
- *Equipo:* Filtros de AFG (excitador + barrera) sin fluoresceína.
  - Tradicional: Película negativo BN 100 o 400ASA.
  - Digital: Cámara BN.
- *Imágenes:* Las lesiones con autofluorescencia aparecen resaltadas en blanco sobre un fondo grisáceo-negro de todo el fondo de ojo. Los vasos retinianos aparecen totalmente oscuros.
- *Aplicaciones* (fig. 6): La autofluorescencia, característica de las drusas de papila, fue descrito a finales de la década de los años 60 (20). Este fenómeno resulta de utilidad en el diagnóstico de:
  - Drusas de papila (superficiales y ocultas) (21-23).
  - Astrocitomas (24).
  - Distrofias retinianas (enfermedad de Best, distrofia viteliforme del adulto, fundus flavimaculatus) (25).
  - Melanoma (lipofuchina) (19).



**Fig. 8. Autofluorescencia. Aplicaciones: A. Drusas ocultas. B. Drusas visibles. C. Astrocitoma. D. Fundus flavimaculatus.**

## Conclusiones

La fotografía de fondo de ojo con filtros destaca selectivamente distintos detalles del fondo de ojo y nos permite localizar las lesiones según la longitud de onda del filtro utilizado: el filtro azul la interfase vitreo-retiniana y la CFNR, el filtro verde la vascularización retiniana y las alteraciones retinianas, y el filtro rojo la coroides (26).

La autofluorescencia es característica de las drusas de papila, pero también puede ser positiva en los astrocitomas, las distrofias retinianas y los melanomas coroideos (18,19).

La introducción de los sistemas digitales en las cámaras de fondo facilita enormemente la obtención, el almacenamiento, la manipulación y la transmisión de las imágenes. Además estos equipos nos permiten obtener y visualizar fotografías estereoscópicas secuenciales (3D) (27), y realizar mediciones de estructuras del fondo de ojo con una alta fiabilidad (28).

Aunque no es preciso realizar fotografías con los filtros en todos los pacientes, su utilización selectiva nos ayuda a resaltar y localizar determinados aspectos de cada patología. La fotografía monocromática es, por lo tanto, una herramienta diagnóstica en la patología de fondo de ojo complementaria a la retinografía, la angiografía fluoresceínica y la angiografía con verde indocianina (9).

## Bibliografía

1. Jackman WT, Webster JD. *On photographing the retina of the living human eye*. Philadelphia Photographer 1886; 23: 275.
2. Behrendt T, Slipakoff E. *Spectral reflectance photography*. In: Ophthalmic Photography. Justice J Jr. Little, Brown and company. Boston 1982; 95-99.
3. Behrendt T, Wilson LA. *Spectral reflectance photography of the retina*. Am J ophthalmol 1965; 59: 1079-1088.
4. Behrendt T, Duane TD. *Investigation of fundus oculi with spectral reflectance photography*. Arch Ophthalmol 1966; 75: 375-379.
5. Ducrey NM, Delori FC, Gragoudas ES. *Monochromatic ophthalmoscopy and fundus photography: the pathological fundus*. Arch Ophthalmol 1979; 97: 288.
6. Delori FC, Gragoudas ES, Francisco R, Pruett RC. *Monochromatic ophthalmoscopy and fundus photography: the normal fundus*. Arch Ophthalmol 1977; 95: 861.
7. Novotni HR, Alvis DL. A method of photographing fluorescent in circulating blood in the human retina. Circulation 1961; 24: 82.
8. Behrendt T, Slipakoff E. *Spectral reflectance photography*. In: Ophthalmic Photography. Justice J Jr. little, Brown and company. Boston 1982. pag 95-99.
9. Saine PJ. *Fundus Photography: Interpretation and technique*. In: Ophthalmic photography: retinal photography, angiography, and electronic imaging. Patrick J. Saine, Marshall E.Tyler. 2nd Ed. Butterworth-Heinemann. 2002 Woburn . Capitulo 2. Páginas 13-96.
10. Qu J, Yan Z, Lu F. *Basic study on evaluation of the fundus with monochromatic photography*. Chinese Journal of Ophthalmology 1995; 31(6):417-21, 1995.
11. Barry CJ. *Retinal nerve fiber layer photography: how widespread is it?* J Ophthal Photog 1994; 16: 26 .
12. Ortiz RG, Lopez PF, Lambert HM, Sternberg P Jr, Aaberg TM. *Examination of macular vitreoretinal interface disorders with monochromatic photography*. American J Ophthalmology 1992; 113(3): 243-7
13. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Robin AL, Richter RC, et al. *Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss*. Arc Ophthalmol 1991; 109: 77-83.
14. Honrubia FM, Calonge B, Abecia E, Gomez ML. *Correlación entre los defectos en la capa de las fibras nerviosas de la retina y el glaucoma*. Arch Soc Esp Oftalmol 1992; 62: 107:112.
15. Weinberger D, Stiebel-Kalish H, Priel E, Barash D, Axer-Siegel R, Yassur Y. *Digital red-free photography for the evaluation of retinal blood vessel displacement in epiretinal membrane*. Ophthalmology 1999; 106: 1380-1383.
16. Katsuhito Fukui, Akitoshi Yoshida, Yuji Kato, Hiromasa Igarashi. *The usefulness of fundus photography with red light for the diagnosis of central serous chorioretinopathy*. Journal of Ophthalmic Photography 2002; 24: 36-39.
17. Katsuhito Fukui, Yuji Kato, Hiromasa Igarashi. *Screening of choroidal diseases using fundus photography with red rays*. The Japanese Journal of Medical Photography 1999; 37: 2-11.
18. Gómez-Ulla F, Corcóstegui B. *Principios de interpretación de la angiografía fluoresceínica*. En: Angiografía fluoresceínica y láser. Gómez Ulla F, Corcóstegui B. LXIV Ponencia de la Sociedad Española de Oftalmología. Palma de Mallorca, 1998: 27-49.
19. Shatz H. *Fluorescein angiography: basic principles and interpretation*. En: Ryan SJ, Schachat AP, Murphy RP (ed). Retina. St Louis , MO : CV Mosby; 1994; 2; 911-915, 949-950.

20. Sanders MD, Ffytche TJ. *Fluorescein angiography in the diagnosis of drusen of the disc*. Trans Ophthalmol Soc UK 1967; 87: 457-468.
21. Kelley JS. *Autofluorescence of the drusen of the optic nerve head*. Arch Ophthalmol 1974; 92: 263-264.
22. Mustonen E, Nieminen H. *Optic disc drusen- a photographic study I. Autofluorescence pictures and fluorescein angiography*. Acta Ophthalmol 1982; 60: 849-858.
23. Kurz-Levin MM, Landau K. *A comparison of imaging techniques for diagnosing drusen of the optic nerve head*. Arch Ophthalmol 1999; 117: 1045-1049.
24. Bañuelos J, Gili P, Arias-Puente A, García-Sáenz C, Benítez del Castillo J, Beteré F. *Digital autofluorescence analysis in optic disc irregularities*. Invest Ophthalmol Vis Sci 1999; 40: 661.
25. Von Ruckmann A, Fitzke FW, Bird AC. *In vivo fundus autofluorescence in macular dystrophies*. Arch Ophthalmol 1997; 115: 609-615.
26. Gili P, Simón G, Yañez J. *La Fotografía en Oftalmología*. En: Publicación electrónica en Oftalmología. Yañez J. Mesa redonda. 72 Congreso de la Sociedad Española de Oftalmología. 1996 Tecnimedia Editorial. Pg 161-203.
27. Rudnisky CJ, Linz BJ, Tennant MT, de Leon AR, Greve MD. *High-resolution stereoscopic digital fundus photography versus contact lens biomicroscopy for detection of clinically significant macular edema*. Ophthalmology 2002; 109: 267-274.
28. Gili Manzanaro P, Carrasco Font C, Martín Rodrigo JC, Yangüela Rodilla J, Arias Puente A. *Análisis digital de la papila con cámara de fondo convencional: estudio de variabilidad*. Arch Soc Esp Oftalmol 2004; 79: 125-130.