

FOTOMETRIA *UBVRI* DE ESTRELLAS EN S209, S241 Y S283

J. F. Lahulla

Observatorio Astronómico Nacional, España

Recibido 1988 febrero 1

## RESUMEN

Se presenta fotometría *UBVRI* con el telescopio de 1.5-mts en Calar Alto (Almería), de las estrellas localizadas en las regiones H II S209, S241 y S283. Se determina asimismo las distancias y excesos de color para las estrellas con tipos espectrales MK conocidos.

## ABSTRACT

*UBVRI* photometry which the 1.5-m reflector at Calar Alto (Almería) for stars located in the H II regions S209, S241 and S283 is presented. For the stars with known MK spectral types, the distances and color excesses were determined.

**Key words:** INTERSTELLAR-H II REGIONS – PHOTOMETRY

## I. OBSERVACIONES

Dentro del amplio programa de observación fotométrica de estrellas en regiones H II emprendido por el Observatorio Astronómico Nacional (O.A.N.), cuyos resultados han sido objeto de diversas publicaciones (Lahulla 1983*a,b,c*; 1985, 1987*a,b*) se presentan aquí los datos fotométricos de tres regiones H II medidas en las últimas campañas de observación llevadas a cabo en Calar Alto (Almería) con el telescopio de 1.5-mts. del O.A.N.

El fotómetro utilizado está provisto de un fotomultiplicador RCA 31034A refrigerado con hielo seco y de una serie de filtros; los utilizados en este caso han sido:

*U*: UG 1 (1 mm) + SO<sub>4</sub> Cu (5 mm)  
*B*: BG12 (1 mm) + BG18 (1mm) + GG400 (1 mm)  
*V*: GG495 (2 mm) + BG18 (1 mm)  
*R*: KG4 (4 mm) + RG630 (1 mm)  
*I*: RG780 (2 mm)

El sistema fotométrico utilizado, es el sistema *UBV* de Johnson, más dos bandas *R* e *I* en torno a los 6000 a 8000 Å, respectivamente. Bessell (1983) da las transformaciones para pasar de este sistema al sistema de Cousins. Se utilizaron un conjunto de estrellas estándar seleccionadas de la lista de Neckel y Chini (1980).

El método de reducción y una descripción del fotómetro puede verse en Lahulla y Pensado (1982). Todas las reducciones se realizaron en el VAX 11/725 del O. A. N. El error de las medidas de las estrellas estándar es siempre inferior a 0.02 magnitudes. Los errores medios de las estrellas programa son de  $\pm 0.02$  para las estrellas más brillantes ( $V < 14$  mag) y no sobrepasa los  $\pm 0.04$  mag en las más débiles ( $V > 14$  mag).

En todas las observaciones se han utilizado diafragmas de 17" o de 24", excepto en el caso de estrellas muy próximas que se empleaban de 8" a 12".

## II. RESULTADOS

Las tres regiones observadas fueron seleccionadas del Catálogo de Sharpless (1959). La Tabla 1 relaciona sus coordenadas ecuatoriales y galácticas.

TABLA 1  
REGIONES OBSERVADAS

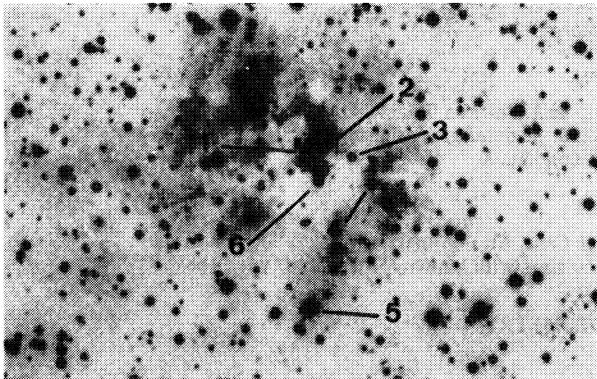
Nombre	$\alpha(1950)$	$\delta(1950)$	$l_{II}$	$b_{II}$
S209	4 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 2	51° 2'	151° 6	-0° 2
S241	6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 6	30° 10'	180° 9	+4° 1
S283	6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 9	0° 46'	210° 8	-2° 6

En la Figura 1 se dan las cartas de identificación de las estrellas medidas en cada región. Las cartas son reproducciones del Palomar Sky Survey (P.O.S.S.). Los números de identificación para las estrellas de las regiones S241 y S283 son los mismos que los usados por Moffat, Fitzgerald y Jackson (1979) en esas mismas regiones, salvo para la estrella 6 de S283. Los resultados de las observaciones fotométricas se presentan en la Tabla 2. El símbolo : en la columna *V* indica posible estrella variable; en ellas las diferencias de unas noches a otras son mayores que los errores medios.

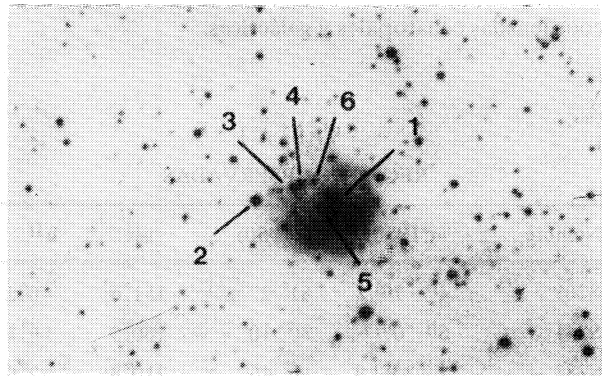
Neckel y Chini (1981) indican que los diagramas de dos colores en los que interviene *V-R* o *V-I*, proporcionan un buen método para investigar la validez de la ley de enrojecimiento normal, siendo más útiles que el diagrama de dos colores (*B-V*, *U-B*), que es más insensible a una ley de extinción diferente.

En los diagramas ( $B-V$ ,  $V-R$ ), ( $B-V$ ,  $V-I$ ) y ( $V-R$ ,  $V-I$ ) las pendientes de las líneas de enrojecimiento coinciden con los cocientes de exceso de color

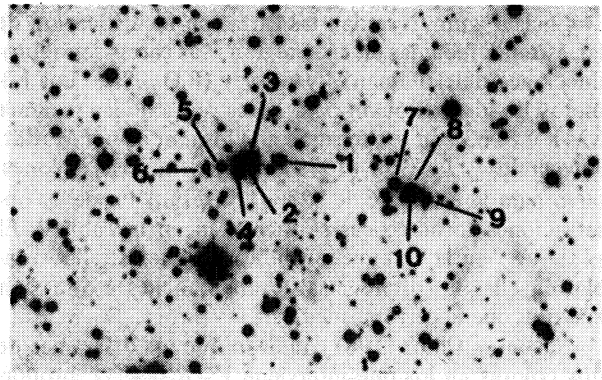
$E_{V-R}/E_{B-V}$ ,  $E_{V-I}/E_{B-V}$ ,  $E_{V-I}/E_{V-R}$ .



S 209



S 241



S 283

Fig. 1. Cartas de identificación de las regiones H II. Norte arriba, Este a la izquierda. Escala 1 cm = 40".

TABLA 2

FOTOMETRIA					
No.	V	U-B	B-V	V-R	V-I
S209-1	15.37	...	1.65	1.33	2.48
2	15.10	...	1.06	0.96	1.76
3	15.67	...	1.21	0.91	1.72
4	14.46	...	0.83	0.70	1.34
5	11.80	0.98	1.33	1.02	1.90
6	15.63	...	1.75	1.33	2.60
S241-1	11.43	-0.02	0.46	0.49	0.88
2	12.74	0.20	0.70	0.60	1.04
3	14.87	0.80	1.07	0.99	1.83
4	15.01	-0.10	0.86	0.86	1.60
5	15.57	...	1.04	0.96	1.90
6	16.20	...	1.07	1.07	1.89
S283-1	13.26	0.06	0.50	0.47	0.76
2	14.44	-0.25	0.67	0.70	1.19
3	15.06	-0.11	0.57	0.65	1.18
4	14.63	-0.11	0.75	0.73	1.27
5	15.11	1.09	1.11	0.84	1.47
S283-6	15.23	...	1.48	1.15	2.04
7	13.78	-0.42	0.57	0.54	0.94
8	12.40	-0.44	0.58	0.53	0.93
9	13.11	0.99	1.32	1.02	1.83
10	14.21	-0.34	0.63	0.54	0.97

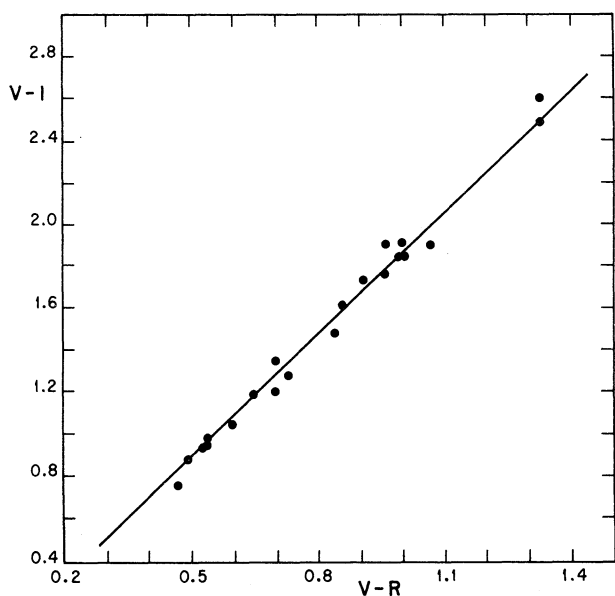
Como se señala en Neckel y Chini (1981) los valores más probables para una ley de enrojecimiento normal ( $R=3.1$ ) son 0.80, 1.64 y 2.05, respectivamente.

En la Figura 2, se muestra como ejemplo, el diagrama de dos colores ( $V-R$ ,  $V-I$ ) para todas las estrellas programa. Ajustando por mínimos cuadrados obtenemos una recta de pendiente 2.0, con un coeficiente de correlación de 0.99. Este valor coincide exactamente con el indicado en el párrafo anterior para una ley de enrojecimiento interestelar normal ( $R=3.1$ ).

III. REGIONES INDIVIDUALES

a) S209

Esta región ha sido observada en 5 GHz por Warner y Black (1978) que la identifican con la fuente infrarroja GL550, así como por Butter y Hughes (1972) y Walmsley *et al.* (1975), hallando emisión radio en varias frecuencias entre 2.7 y 10.7 GHz; también Krassner, Pipher y Savedoff (1983) miden la emisión radio en 2.7 GHz y

Fig. 2. Diagrama de dos colores ( $V-R$ ,  $V-I$ ).

Wink, Wilson y Biegging (1983) la línea H76 $\alpha$ . La región no ha sido medida fotométricamente en el pasado, ni se conoce su estrella excitadora. Georgelin, Georgelin y Roux (1973) estiman una distancia cinemática de  $4.86 \pm 0.70$  kpc. De nuestras medidas fotométricas no es posible determinar la distancia al no conocerse el tipo espectral de ninguna estrella, ni tampoco los valores  $U-B$ , excepto para la estrella No. 5; esta estrella, de tipo avanzado, no es de la región.

#### b) S241

Magnitudes *UBV* de las estrellas de esta región se dan en Moffat *et al.* (1979). Comparando unos resultados con otros se notan diferencias significativas, en especial para las estrellas 1 y 3. Así las diferencias entre mis resultados y los de Moffat son para ambas.

	$V$	$\Delta(U-B)$	$\Delta(B-V)$
Estrella 1	0.48	0.59	0.15
Estrella 2	-0.49	-0.32	0.53

En el caso de la estrella 3 ya hemos indicado que puede tratarse de una estrella variable.

La estrella No. 1, identificada como LSV 30°31, de tipo espectral O9V (Goy 1980) es, precisamente, la estrella excitadora de la región. A partir de los valores fotométricos medidos aquí se deduce una distancia de 7.0 kpc y un exceso de color  $E_{B-V} = 0.62$ ; estos resultados se han obtenido usando la calibración de los colores in-

trínsecos y magnitudes absolutas en función del tipo espectral y la clase de luminosidad dada por Schmidt-Kaler (1982). Moffat, con sus datos, da para esta estrella el mismo exceso de color, pero una distancia menor ( $d = 4.7$  kpc).

Para la estrella No. 4 se deduce usando la misma calibración anterior, un tipo espectral fotométrico B1, resultando un exceso de color  $E_{B-V} = 1.13$  y una distancia fotométrica de 10.5 kpc. Las estrellas Nos. 2 y 3, de tipos espectrales fotométricos más avanzados, están mucho más próximas y no pertenecen a la región.

#### c) S283

Observaciones *UBV* de todas las estrellas medidas en S283 han sido también llevadas a cabo por Moffat *et al.* (1979); las identificaciones de las estrellas son las mismas en ambos casos, salvo la estrella No. 6 que no ha sido medida por Moffat. Las diferencias entre unas medidas y otras, alcanzan en algunos casos la décima de magnitud, en otros se mantiene dentro de los errores de las medidas, (estrellas Nos. 1,3,5,9 y 10). Puesto que para ninguna de las estrellas medidas se conocía el tipo espectral, se han calculado los excesos de color y los colores intrínsecos desplazando a lo largo del camino de enrojecimiento

$$E_{U-B}/E_{B-V} = 0.72 + 0.05E_B$$

(Hiltner y Johnson 1956), los puntos correspondientes en el diagrama de dos colores ( $U-B$ ,  $B-V$ ) suponiendo una clase de luminosidad  $V$ . Así obtenemos un enrojecimiento medio de 0.91 y una distancia fotométrica de 10.8 kpc. Las estrellas Nos. 1, 5 y 9 no cumplen esta solución, se trata evidentemente de estrellas de campo; para la estrella No. 8 aunque el enrojecimiento es similar  $E_{B-V} = 0.87$  la distancia resultante es algo menor, del orden de 6 kpc.

Mi agradecimiento a J. Pensado por su trabajo con los programas fotométricos para el VAX 11/725 y A. Eliz por su colaboración en la reducción de las observaciones.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bessell, M.S. 1983, *Pub. A.S.P.*, **95**, 480.  
 Butler, R. and Hughes, V.A. 1972, *A.J.*, **77**, 201.  
 Georgelin, Y.M., Georgelin, Y.P., and Roux, S. 1973, *Astr. and Ap.*, **25**, 337.  
 Goy, G. 1980, *Astr. and Ap. Suppl.*, **42**, 91.  
 Hiltner, W.A. and Johnson, H.L. 1956, *Ap. J.*, **124**, 367.  
 Krassner, J., Pipher, J.L., and Savedoff, M.P. 1983, *A.J.*, **88**, 972.  
 Lahulla, J.F. 1983a, *Actas IV Asamblea Astr. Astrof. Santiago*, p. 399.  
 Lahulla, J.F. 1983b, *Actas IV Asamblea Astr. Astrof. Santiago*, p. 427.  
 Lahulla, J.F. 1983c, *Bol. Observatorio Madrid*, **XI**, No. 1.  
 Lahulla, J.F. 1985, *Astr. and Ap. Suppl.*, **61**, 537.  
 Lahulla, J.F. 1987a, *Rev. Mexicana Astron. Astrofis.*, **14**, 437.

- Lahulla, J.F. 1987b, *A.J.*, **94**, 1062.  
Lahulla, J.F. and Pensado, J. 1982, *Bol. Observatorio Madrid*, **X**, No. 6.  
Moffat, A.F.J., Fitzgerald, M.P., and Jackson, P.D. 1979, *Astr. Ap. Suppl.*, **38**, 197.  
Neckel, Th. and Chini, R. 1980, *Astr. and Ap. Suppl.*, **39**, 411.  
Neckel, Th. and Chini, R. 1981, *Astr. and Ap. Suppl.*, **45**, 451.  
Schmidt-Kaler, Th. 1982, *Landolt-Börstein*, Group VI, 2b.  
Sharpless, S. 1959, *Ap. J. Suppl.*, **4**, 257.  
Walmsley, C.M., Churchwell, E., Kazes, I., and Lesqueren, A.M. 1975, *Astr. and Ap.*, **41**, 1.  
Warner, J.W. and Black, J.H. 1978, *A.J.*, **83**, 586.  
Wink, J.E., Wilson, T.E., and Bieging, J.H. 1983, *Astr. and Ap.*, **127**, 211.

José F. Lahulla: Observatorio Astronómico Nacional, Alfonso XII 3, 28014 Madrid, España.