

PRESENTACION MURAL

Espectroscopía integrada de cúmulos abiertos galácticos de pequeño diámetro angular

M.A. Oddone¹, T. Palma^{1,2}, J.J. Clariá^{1,2}, A.V. Ahumada^{1,2}

(1) *Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba*

(2) *CONICET*

Abstract. The present work is part of an ongoing project of integrated spectroscopic observations of Galactic open clusters (OCs) of the southern hemisphere. We here present preliminary results (basically reddening and age) for five small angular diameter OCs projected in the third and fourth Galactic quadrants. The spectra were obtained with the “*Jorge Sahade*” 2.15 m telescope at the Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), using the REOSC spectrograph in the simple dispersion mode. These spectra will be used to improve the actual available libraries of solar metallicity *template* spectra.

Resumen. El presente trabajo es parte de un proyecto de observaciones espectroscópicas integradas de cúmulos abiertos (CAs) galácticos del hemisferio sur. Presentamos aquí resultados preliminares (básicamente enrojecimientos y edades) obtenidos para cinco CAs de pequeño diámetro angular, proyectados en el tercer y cuarto cuadrante de la Galaxia. Los espectros fueron obtenidos con el telescopio “*Jorge Sahade*” de 2.15 m del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), usando el espectrógrafo REOSC en el modo de dispersión simple. Estos espectros serán utilizados para mejorar las bases de espectros *templates* de metalicidad solar actualmente existentes.

1. Introducción

Los sistemas estelares galácticos proveen valiosa información sobre los procesos de enriquecimiento químico y la historia de formación estelar en nuestra Galaxia. Entre las distintas técnicas conocidas para la determinación de edad, enrojecimiento y metalicidad de los cúmulos abiertos (CAs) galácticos, la espectroscopía integrada ha mostrado ser una valiosa herramienta. Aplicando esta técnica, derivamos en este trabajo excesos de color $E(B-V)$ y edades para cinco CAs compactos de la Vía Láctea. Los espectros obtenidos serán próximamente usados para mejorar la resolución temporal de la base de espectros *templates* de metalicidad solar actualmente existente.

2. Observaciones

Las observaciones fueron realizadas con el telescopio “*Jorge Sahade*” de 2.15 m del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO) durante 6 noches en abril de 2011 y una noche en mayo de 2013. Hemos usado una cámara CCD de 1024×1024 píxeles y el espectrógrafo REOSC en el modo de dispersión simple. La ranura se dispuso a lo largo de la dirección este-oeste y las observaciones se realizaron barriendo el objeto en la dirección norte-sur, para obtener un mejor muestreo de las estrellas de cada cúmulo. Se utilizó la red de 300 l/mm, la cual produce una dispersión de $\sim 3.41 \text{ \AA}/\text{píxel}$ en la región observada ($\sim 3500\text{-}7000 \text{ \AA}$). Los tiempos de exposición de cada cúmulo variaron entre 1.5 y 5 horas, dependiendo del brillo integrado del objeto. La reducción de los espectros se llevó a cabo usando IRAF en el Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba. Las designaciones principales de los cúmulos estudiados se presentan en la Tabla 1, juntamente con las coordenadas ecuatoriales y galácticas y diámetros aparentes (D) reportados por Dias et al. (2002).

Tabla 1. Cúmulos abiertos observados

Objeto	α_{2000} (h m s)	δ_{2000} ($^{\circ}$ ' ")	l ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	D (')
ESO 430-SC09	08 02 24	-29 46 36	247.16	+00.51	0.8
ESO 435-SC48	10 09 00	-28 21 00	264.81	+22.28	4.00
BH92	10 19 07	-56 25 00	282.98	+00.43	2.0
ESO 065-SC07	13 29 18	-71 16 06	305.99	-08.62	4.0
ESO 389-SC05	15 57 50	-36 12 18	339.91	+12.14	1.8

3. Análisis de los espectros

Las edades de los cúmulos fueron derivadas básicamente a partir de dos métodos independientes, a saber:

(1) Método de los anchos equivalentes (AEs), en el cual se utilizan los AEs medidos de las líneas de la serie de Balmer $H\beta$, $H\gamma$ y $H\delta$, de la línea K del CaII y de las bandas G (CH) y del triplete del MgI ($5167+5173+5183 \text{ \AA}$), juntamente con calibraciones de Bica & Alloin (1986). Se utilizan además las sumas Sh y Sm de los AEs de las 3 líneas de Balmer y de las 3 líneas (o bandas) metálicas, respectivamente, y las ecuaciones (3), (4) y (7) de Santos & Piatti (2004). Cuando resultó posible, se utilizaron también diagramas de diagnóstico del tipo Sm-Sh vs. Sm y Sm vs. Sh de Santos & Piatti (2004).

(2) Método de ajuste de *templates*, el cual consiste en lograr el mejor ajuste posible entre un espectro integrado observado y un espectro *template* cuya edad y metalicidad se conocen bien de antemano. Para ello, se utilizaron los *templates* de las bases de Piatti et al. (2002) y Ahumada et al. (2007), juntamente con

el software denominado FISA¹ recientemente desarrollado por Benítez-Llambay et al. (2012). En general, se asignó mayor peso a la determinación de edad realizada en base al método de los *templates*. En la Tabla 2 se consignan los excesos de color E(B-V) derivados y las edades estimadas.

Tabla 2. Parámetros derivados para los cúmulos observados

Cúmulo	E(B-V) (Template)	Edad ^a (Balmer - Sm-Sh)	Edad ^a (Template)	Edad ^a (Adoptada)
ESO 430-SC09	0.53	$0.01 < t < 0.05$	0.04	0.04
ESO 435-SC48	0.21	$t > 2.5$	3.5	3.0
BH 92	0.31	$0.7 < t < 1.5$	1.0	1.0
ESO 065-SC07	0.21	$2.5 < t < 5.0$	3.5	3.0
ESO 389-SC05	0.00	$1.1 < t < 1.5$	1.0	1.2

Nota: ^aTodas las edades están expresadas en 10⁹ años

4. Resultados

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2, en tanto que en las Figuras 1-2 se comparan los espectros de los cinco CAs observados, previamente corregidos por sus respectivos excesos de color E(B-V), con diferentes *templates*. Si bien existen datos espectroscópicos previos para BH 92 y ESO 065-SC07 (Ahumada et al. 2009), la edad inferida para este último objeto es similar a la obtenida en este trabajo.

Referencias

- Ahumada A. V., Clariá J. J., Bica E., 2007, A&A, 473, 437
 Ahumada A. V., Clariá J. J., Bica E., 2009, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Serie de Conferencias, 35, 146
 Benítez-Llambay A., Clariá J. J., Piatti A. E., 2012, PASP, 124, 173
 Bica E., 1988, A&A, 195, 76
 Bica E., Alloin D., 1986, A&A, 162, 21
 Dias W. S., et al., 2002, A&A, 389, 871
 Piatti A. E., et al., 2002, MNRAS, 335, 233
 Santos Jr. J. F. C., Piatti A. E., 2004, A&A, 428, 79

¹<https://sites.google.com/site/intspectroscopy/>

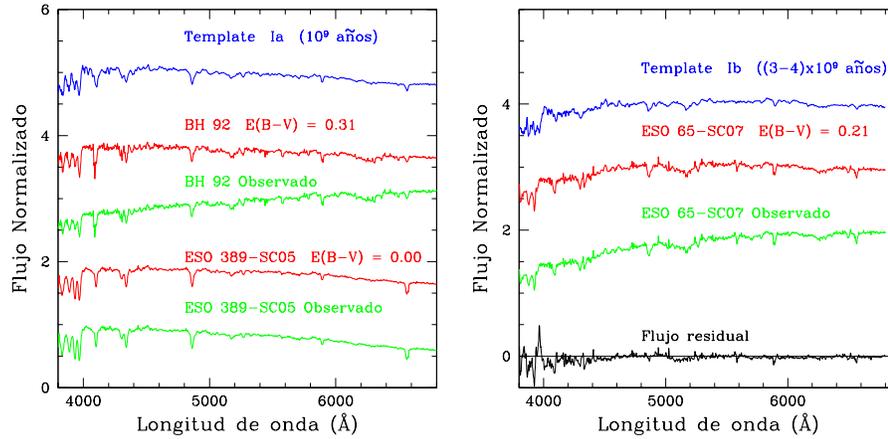


Figura 1. *Izquierda:* Espectro observado de BH 92 (verde) y espectro corregido por $E(B-V) = 0.31$ (rojo); espectro observado de ESO 389-SC05 (verde) y espectro corregido por $E(B-V) = 0.00$ (rojo) y espectro *template Ia* de Piatti et al. (2002). *Derecha:* Espectro observado de ESO 65-SC07 (verde), espectro corregido por $E(B-V) = 0.21$ (rojo) y espectro del *template Ib* de Piatti et al. (2002). En la parte inferior se muestra el flujo residual calculado como $(F_{\text{cumulo}} - F_{\text{template}}) / F_{\text{cumulo}}$.

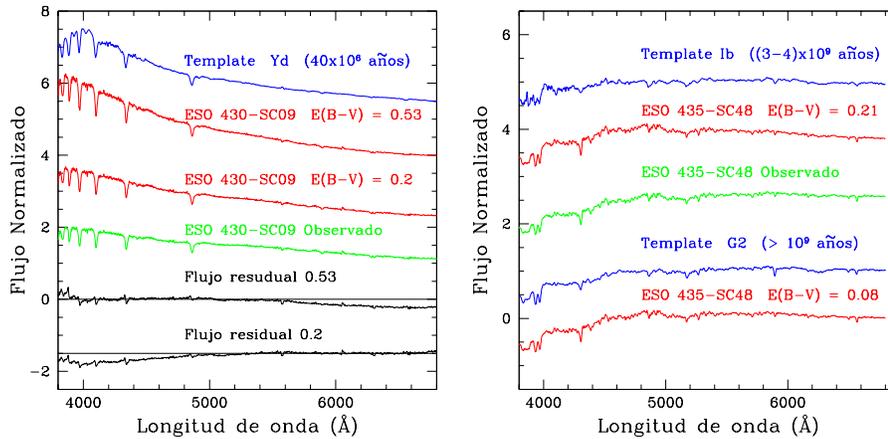


Figura 2. *Izquierda:* Espectro observado de ESO 430-SC09 (verde), espectros del cúmulo corregidos por distintos enrojecimientos (rojos) y espectro *template Yd* de la base de Piatti et al. (2002). En la parte inferior se muestran los correspondientes flujos residuales. *Derecha:* Espectro observado de ESO 435-SC48 (verde), espectro del cúmulo corregido por distintos enrojecimientos (rojos) y espectros *template Ib* y *G2* ($[Fe/H] = -0.4$) de las bases de Piatti et al. (2002) y Bica (1988), respectivamente.