



# Caracterización de tres cúmulos estelares de la Nube Menor de Magallanes

T. Palma<sup>1,2,3</sup>, J.J. Clariá<sup>3,4</sup>, D. Geisler<sup>5</sup> & A.V. Ahumada<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Milenio de Astrofísica, Santiago, Chile

<sup>2</sup> Instituto de Astrofísica - PUC, Santiago, Chile

<sup>3</sup> Observatorio Astronómico - UNC

<sup>4</sup> CONICET

<sup>5</sup> Departamento de Astronomía - UDEC, Concepción, Chile

Contacto/ TP: [tpalma@astro.puc.cl](mailto:tpalma@astro.puc.cl)

**Resumen** / El presente trabajo representa la continuación de un estudio sistemático de cúmulos estelares de las Nubes de Magallanes observados con el telescopio de 4 m del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (Chile), usando el sistema fotométrico de Washington. Se presentan resultados preliminares de 3 cúmulos débiles y compactos de la Nube Menor de Magallanes, uno de los cuales (BS 126) no registra estudios previos. Se caracteriza esta muestra determinando principalmente los radios angulares, enrojecimientos, edades y metalicidades. La determinación de estos parámetros se lleva a cabo de manera homogénea aplicando procedimientos estándares.

**Abstract** / This work represents the continuation of a systematic study of star clusters belonging to the Magellanic Clouds observed with the Cerro Tololo Interamerican Observatory (Chile) 4 m telescope, using the Washington photometric system. We present preliminary results for 3 faint and compact clusters of the Small Magellanic Cloud, one of which (BS 126) has not been previously studied. We characterize the sample by determining mainly angular radii, reddenings, ages and metallicities of the clusters. The determination of these parameters is performed in a homogeneous way by applying standard procedures.

**Keywords** / galaxies: individual (SMC) — galaxies: star clusters: individual (BS 126, K 27, B 9) — techniques: photometric

## 1. Introducción

Los cúmulos estelares de la Nube Menor de Magallanes (NmM) son excelentes trazadores de la evolución química y dinámica de esta galaxia. Sin embargo, el número de cúmulos con edades y abundancias conocidas es todavía muy pequeño. Por esta razón, nuestro grupo intenta disminuir este déficit mediante la observación de una muestra de cúmulos de la NmM, usando el telescopio de 4 m del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (Chile). Las imágenes fueron obtenidas con la cámara MOSAIC II, en la cual un pixel subtiende un ángulo en el cielo de  $0.27''$ . Presentamos aquí resultados preliminares para 3 cúmulos observados en las bandas C y R de los sistemas de Washington y Kron-Cousins, respectivamente. El filtro R presenta un mayor rendimiento que el  $T_1$  del sistema de Washington, pudiendo transformarse las magnitudes R a magnitudes  $T_1$  con muy buena precisión (Geisler, 1996). La reducción de las imágenes se llevó a cabo usando IRAF y el código DAOPHOT II (Stetson, 1987). Los 3 cúmulos observados se presentan en la Tabla 1, juntamente con sus coordenadas ecuatoriales y Galácticas y los correspondientes diámetros aparentes medios tomados del catálogo de Bica et al. (2008). Estos cúmulos son estudiados de manera homogénea aplicando un procedimiento similar al utilizado por nuestro grupo en cúmulos de la Nube Mayor de Magallanes (Palma et al., 2013).

## 2. Parámetros fundamentales

La determinación de los parámetros fundamentales de los cúmulos se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Los excesos de color  $E(B-V)$  se determinaron interpolando valores en los mapas de extinción interestelar de Burstein & Heiles (1982).
- Los perfiles radiales de densidad estelar se construyeron contando el número de estrellas por unidad de área hasta una determinada distancia radial en píxeles, desde el centro del respectivo cúmulo. Los radios angulares fueron luego definidos como las distancias hasta donde la densidad de las estrellas resulta igual al nivel del fondo estelar.
- Las edades y metalicidades fueron obtenidas mediante el ajuste de isócronas teóricas de Bressan et al. (2012) en los diagramas  $(C-T_1, T_1)$ , previamente descontaminados. Para realizar estos ajustes se usaron las relaciones  $E(C-T_1) = 1.97E(B-V)$  y  $M_{T_1} = T_1 + 0.58E(B-V) - (m-M)_v$  de Geisler & Sarajedini (1999). En cada caso, se adoptó la edad de la isócrona que mejor ajusta las características del diagrama color-magnitud (CM) (Figuras 1-3).
- Finalmente, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2. Para mayores detalles sobre el procedimiento de descontaminación de los diagramas CM y la obtención de resultados ver Palma et al. (2013).

Tabla 1: Muestra seleccionada de cúmulos estudiados. <sup>B</sup>Obtenidos del catálogo de Bica et al. (2008)

Cúmulo	$\alpha_{2000}$ (h m s)	$\delta_{2000}$ ( $^{\circ}$ '' ''')	l ( $^{\circ}$ )	b ( $^{\circ}$ )	Diámetro aparente <sup>B</sup> ( $'$ )
BS 126	01 04 49	-71 32 42	301.4	-45.5	0.60
K 27,L 36	00 48 13	-73 51 46	303.2	-43.2	1.70
B 9,K 14,L 18	00 37 13	-72 57 53	304.4	-44.1	0.45

### 3. Análisis de los resultados

BS 126 es un cúmulo compacto sin estudios previos, por lo que la presente constituye la primera estimación de sus parámetros fundamentales. Si bien el diagrama CM observado muestra cierta dispersión en la secuencia principal, en el diagrama descontaminado de la Figura 1 resulta claro que se trata de un cúmulo relativamente joven.

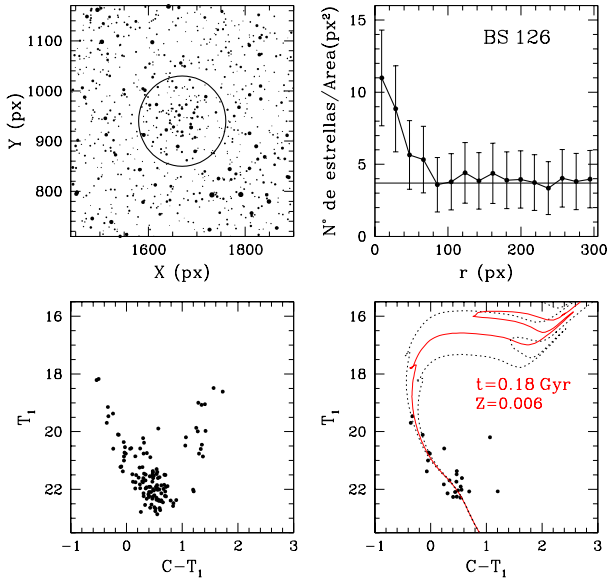


Fig. 1: Mapa de las estrellas observadas en la región de BS 126 (izquierda arriba), en donde el círculo corresponde al radio adoptado. Perfil radial obtenido (derecha arriba), en el cual la línea recta representa el nivel de fondo estelar lejos del cúmulo. Diagramas CM observado (izquierda abajo) y descontaminado (derecha abajo). La línea roja corresponde a la isócrona que mejor ajusta el diagrama. Las líneas negras punteadas corresponden a isócronas obtenidas teniendo en cuenta los errores asociados al mejor ajuste.

El cúmulo K 27 se encuentra proyectado en una región densamente poblada y presenta un par de estudios previos. Rafelski & Zaritsky (2005) estimaron una edad de  $1.25 \times 10^9$  años y una metalicidad de -0.72, en buen acuerdo con los presentes resultados, mientras que Glatt et al. (2010) reportaron  $0.5 \times 10^9$  años y  $E(B-V) = 0.08$ . Si bien el diagrama CM presenta una fuerte contaminación por estrellas de campo y una gran dispersión en la secuencia principal (Figura 2), tanto el “clump” como la rama subgigante demuestran que se trata de un cúmulo de edad intermedia.

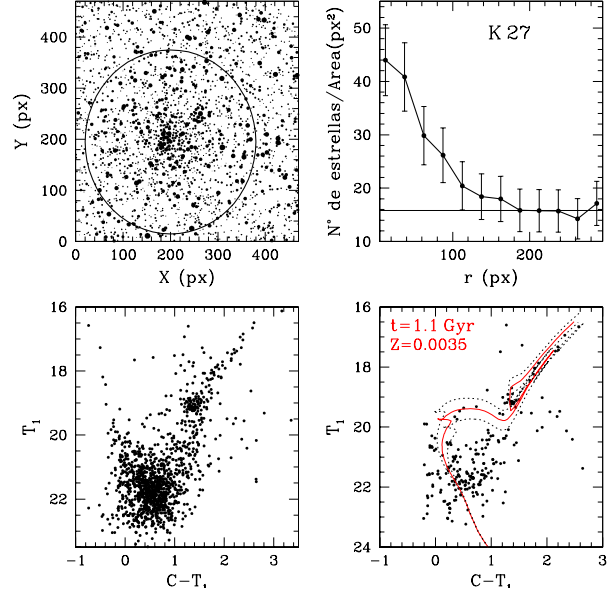


Fig. 2: Idem Figura 1 para el cúmulo K 27

B 9 es un cúmulo débil y compacto para el que Rafelski & Zaritsky (2005) determinaron una edad máxima de  $0.1 \times 10^9$  años y una metalicidad de -0.72. No obstante la importante dispersión existente en la secuencia principal del diagrama CM observado, el diagrama descontaminado presenta las características típicas de un cúmulo con una edad levemente mayor que la reportada por Rafelski & Zaritsky (2005) (Figura 3).

Tabla 2: Resultados obtenidos. <sup>1</sup>Rafelski & Zaritsky (2005). <sup>2</sup>Glatt et al. (2010)

Cúmulo	E(B-V)	Radio ( $'$ )	Edad ( $\times 10^9$ años)	[Fe/H]
BS 126	0.03	0.40	$0.18^{+0.10}_{-0.07}$	$-0.54^{+0.31}_{-0.30}$
K 27 <sup>1,2</sup>	0.02	0.80	$1.1^{+0.3}_{-0.2}$	$-0.78^{+0.16}_{-0.24}$
B 9 <sup>1</sup>	0.03	0.31	$0.56^{+0.15}_{-0.06}$	$-0.47^{+0.14}_{-0.15}$

### 4. Conclusiones

Se presentan por primera vez diagramas CM ( $C - T_1$ ,  $T_1$ ) de los cúmulos estelares BS 126, K 27 y B 9 (=L14), todos débiles y concentrados de la NmM. Estos tres objetos forman parte de un proyecto general de observación

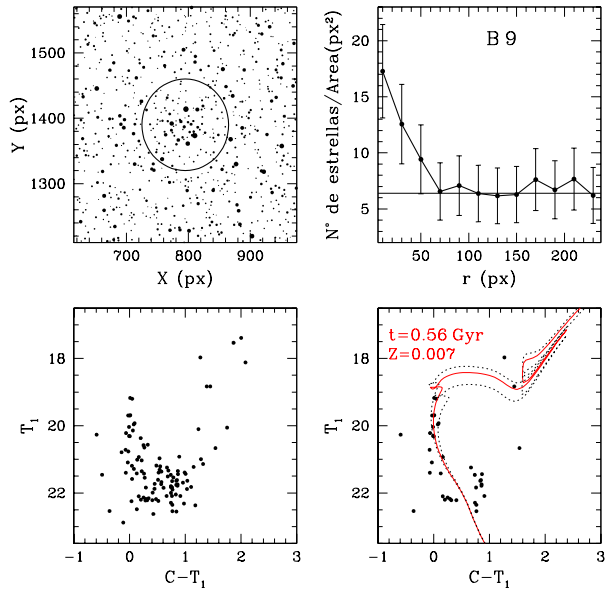


Fig. 3: Idem Figura 1 para el cúmulo B 9

sistemática y homogénea de cúmulos estelares en esta galaxia, usando los filtros C y  $T_1$  del sistema fotométrico de Washington. BS 126 no registra estudios previos de manera que los presentes resultados constituyen los primeros y únicos en su especie. En base a los datos recogidos con el telescopio “V́ctor Blanco” de 4 m del Observatorio de Cerro Tololo (Chile), se determinaron radios angulares aproximados, enrojecimientos, edades y metalicidades de los tres cúmulos (Tabla 2). La utilizaci3n del conjunto de is3cronas de Bressan et al. (2012), calculadas para el sistema fotométrico de Washington, han permitido disminuir significativamente los errores asociados a las metalicidades inferidas a partir de los correspondientes ajustes de los diagramas CM. BS 126 y B 9 resultaron ser cúmulos moderadamente jóvenes con una metalicidad típica de  $[Fe/H] = -0.5$ , en tanto que K 27 es sin lugar a dudas un cúmulo de edad intermedia ( $1.1 \times 10^9$  años) más pobre en metales que los anteriores ( $[Fe/H] = -0.8$ ). En este proyecto se espera poder caracterizar una muestra de aproximadamente 30 cúmulos de la NmM observados con el mismo telescopio e igual configuraci3n instrumental, muchos de los cuales no registran estudios previos.

## Referencias

- Bica E., et al., 2008, MNRAS, 389, 678  
 Bressan A., et al., 2012, MNRAS, 427, 127  
 Burstein D., Heiles C., 1982, AJ, 87, 1165  
 Geisler D., 1996, AJ, 111, 480  
 Geisler D., Sarajedini A., 1999, AJ, 117, 308  
 Glatt K., Grebel E. K., Koch A., 2010, A&A, 517, A50  
 Palma T., et al., 2013, A&A, 555, A131  
 Rafelski M., Zaritsky D., 2005, AJ, 129, 2701  
 Stetson P. B., 1987, PASP, 99, 191