

## PRESENTACION MURAL

### Fotometría de Washington de cúmulos abiertos proyectados en dirección hacia el centro de la Galaxia

N. Marconi<sup>1</sup>, J.J. Clariá<sup>2,3</sup>, M.C. Parisi<sup>2,3</sup>, T. Palma<sup>2,3</sup>, M.A. Oddone<sup>2</sup>, A.V. Ahumada<sup>2,3</sup> & A.E. Piatti<sup>2,3</sup>

(1) *Facultad de Matemática, Astronomía y Física (UNC)*

(2) *Observatorio Astronómico de Córdoba (UNC)*

(3) *CONICET*

**Abstract.** We present preliminary results obtained from the photometric analysis in the  $C$  and  $T_1$  bands of the Washington photometric system of four poorly studied open clusters (OCs): Dias 6, NGC 5381, Ruprecht 128 and Czernik 37, projected in the Galactic center direction. We derived their fundamental parameters from their  $(C - T_1, T_1)$  color-magnitude diagrams, using theoretical isochrones computed for the Washington system. The present results are part of a major project which aims at characterizing almost a hundred OCs observed and analyzed in a homogeneous way.

**Resumen.** Presentamos resultados preliminares obtenidos a partir del análisis fotométrico en las bandas  $C$  y  $T_1$  del sistema fotométrico de Washington de cuatro cúmulos abiertos (CAs) pobremente estudiados proyectados en la dirección del centro galáctico: Dias 6, NGC 5381, Ruprecht 128 y Czernik 37. A partir de los diagramas color-magnitud  $(C - T_1, T_1)$  y mediante el ajuste de isócronas teóricas calculadas para el sistema de Washington, derivamos sus parámetros fundamentales. Los presentes resultados constituyen parte de un proyecto mayor que prevé la caracterización de un centenar de CAs observados y analizados de manera homogénea.

## 1. Observaciones fotométricas

Nuestro grupo viene realizando estudios sistemáticos de CAs utilizando distintos telescopios del Observatorio Inter-Americano de Cerro Tololo (CTIO, Chile) y el sistema fotométrico de Washington. Estos estudios han contribuido de manera significativa, no sólo a la caracterización individual de estos sistemas sino también al entendimiento global de algunas propiedades de la Vía Láctea (e.g., Parisi et al. 2005). Como parte de este estudio, se obtuvieron imágenes en las bandas  $C$  y  $T_1$  del sistema fotométrico de Washington de casi un centenar de CAs galácticos de características desconocidas o pobremente conocidas. Presentamos acá algunos resultados preliminares de este estudio en gran escala para Dias 6 ( $\alpha_{J2000} = 18^h 30^m 30^s$ ,  $\delta_{J2000} = -12^\circ 19' 00''$ ), NGC 5381 ( $\alpha_{J2000} = 14^h 00^m 36^s$ ,  $\delta_{J2000} = -59^\circ 34' 00''$ ), Ruprecht 128 ( $\alpha_{J2000} = 17^h 44^m 12^s$ ,  $\delta_{J2000} = -34^\circ 52' 00''$ ) y Czernik 37 ( $\alpha_{J2000} = 17^h 53^m 12^s$ ,  $\delta_{J2000} = -27^\circ 22' 00''$ ), cuatro

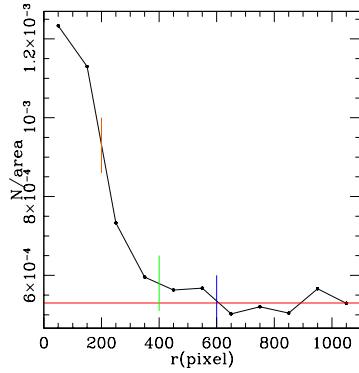


Figura 1. Perfil radial de densidad estelar obtenido para Dias 6 usando un total de 2281 estrellas. Se indica en color anaranjado el radio  $r_{FWHM}$ , en verde el radio  $r_{clean}$ , en azul el radio  $r_{cl}$  y en rojo el nivel de fondo estelar.

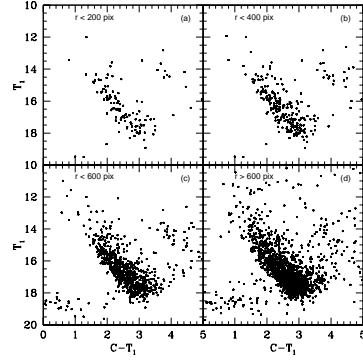


Figura 2. Diagramas  $(C - T_1, T_1)$  de Dias 6 para diferentes extracciones circulares correspondientes a: (a)  $r_{FWHM}$ , (b)  $r_{clean}$ , (c)  $r_{cl}$  y (d)  $r > r_{cl}$

cúmulos proyectados en dirección hacia el centro galáctico. Estos CAs fueron observados con el telescopio de 0.9 m de CTIO (escala  $0.4''/\text{pixel}$ ), con un CCD de  $2048 \times 2048$  píxeles y un seeing típico de  $1''$ . Las imágenes fueron reducidas en el Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), utilizando diferentes tareas de IRAF.

## 2. Características estructurales y parámetros fundamentales

Para cada cúmulo, construimos primero el perfil radial de densidad estelar en base a recuentos estelares, efectuando ajustes gaussianos de las distribuciones estelares proyectadas en las direcciones  $X$  e  $Y$ . Como ejemplo, mostramos en la Fig. 1 el perfil radial correspondiente a Dias 6, en tanto que en la Fig. 2 presentamos, para el mismo cúmulo, los diagramas  $(C - T_1, T_1)$  correspondientes a distintas extracciones circulares. En general, estos diagramas muestran secuencias principales relativamente bien definidas, excepto en Czernik 37 en el que se advierte la existencia de un apreciable enrojecimiento diferencial. En efecto, el límite inferior estimado por Burki (1975) para cúmulos con enrojecimiento diferencial es  $\Delta(B - V) = 0.11$  mag, equivalente a  $\Delta(C - T_1) = 0.22$  mag, si se adopta la razón  $E(C - T_1)/E(B - V) = 1.97$  (Geisler 1996). Para Czernik 37 estimamos  $\Delta(C - T_1) = 1.0$  mag, valor éste que excede largamente el límite de Burki (1975). Las características confiables de los cúmulos observados se aprecian al máximo en las extracciones circulares correspondientes al denominado  $r_{clean}$ . Este radio es siempre menor que el radio del cúmulo, definido éste como la distancia al centro del cúmulo correspondiente a la intersección del perfil de densidad radial con el nivel del fondo de cielo. Por esta razón, decidimos ajustar isócronas teóricas de Girardi et al. (2002) a los diagramas  $(C - T_1, T_1)$  correspondientes a  $r_{clean}$ , usando  $Z = 0.019$  (Fig. 4). Las 6 estrellas de Dias 6 con  $T_1 < 14.5$  y  $C - T_1 < 1.5$  son probablemente no miembros, aunque algunas de ellas podrían ser

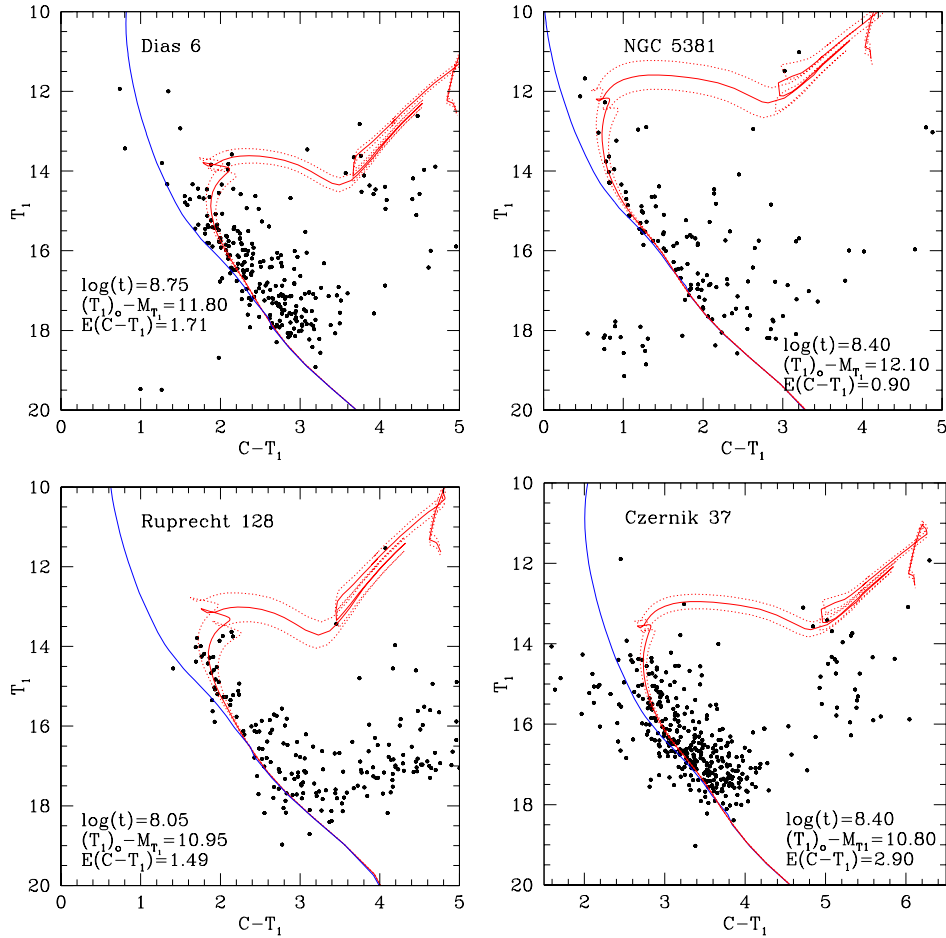


Figura 3. Diagramas  $(C - T_1, T_1)$  correspondientes a extracciones circulares usando  $r_{clean}$ . En líneas llenas se muestran las secuencias principales de edad cero y las isócronas teóricas de Girardi et al. (2002) que mejor ajustan los diagramas. En líneas punteadas se incluyen las isócronas obtenidas teniendo en cuenta los errores asociados. En cada diagrama se indican los parámetros derivados.

“estrellas azules rezagadas”. Los enrojecimientos, distancias y edades resultantes se presentan en la Tabla 1, juntamente con los errores asociados determinados usando la metodología descrita en Piatti et al. (2004). Incluimos también en esta tabla valores previamente reportados por Dias et al. (2012), Tadross (2011), Seleznev et al. (2012) y Tadross (2008) para Dias 6, NGC 5381, Ruprecht 128 y Czernik 37, respectivamente. Los trabajos de Tadross (2008) y Tadross (2011) se basan en datos obtenidos en el infrarrojo cercano usando el *Two-Micron All-Sky Survey* (2MASS). Nuestros resultados muestran acuerdos razonables con las determinaciones previas realizadas en Dias 6 y Ruprecht 128, no así en cambio en NGC 5381 y Czernik 37. En efecto, NGC 5381 resulta ahora mucho más joven que lo previamente reportado. La significativa subestimación del enrojecimiento por parte de Tadross (2011) explica la notable diferencia en edad inferida por el mencionado autor. Este cúmulo presenta un núcleo relativamente pequeño aunque bien conspicuo, rodeado por una corona de baja densidad estelar. Czernik 37, por su parte, resulta ahora significativamente más joven y más enrojecido que lo reportado por Tadross (2008). Como en NGC 5381, nuestro mayor valor de  $E(B - V)$  comparado con el de Tadross (2008) explica, al menos en parte, la menor edad por él estimada. Un estudio detallado sobre NGC 5381 y Czernik 37 se encuentra actualmente en preparación (Marcionni et al. 2014).

Tabla 1. Parámetros fundamentales obtenidos para los cúmulos estudiados y valores reportados por otros autores.

Cúmulo		t ( $\times 10^9$ años)	$E(B - V)$	d (kpc)
Dias 6	observado	$0.56 \pm 0.07$	$0.87 \pm 0.05$	$2.3 \pm 0.3$
	reportado	$0.7 \pm 0.2$	$0.87 \pm 0.03$	$2.24 \pm 0.21$
NGC 5381	observado	$0.25 \pm 0.06$	$0.46 \pm 0.05$	$2.6 \pm 0.5$
	reportado	$1.60 \pm 0.11$	$0.06 \pm 0.02$	$1.17 \pm 0.05$
Ruprecht 128	observado	$0.8 \pm 0.1$	$0.76 \pm 0.05$	$1.6 \pm 0.2$
	reportado	$0.8 \pm 0.1$	$0.74 \pm 0.15$	1.6
Czernik 37	observado	$0.25 \pm 0.06$	$1.47 \pm 0.13$	$1.4 \pm 0.4$
	reportado	0.60	1.03	$1.73 \pm 0.08$

## Referencias

- Burki G., 1975, *A&A*, 43, 37  
Dias W. S., Monteiro H., Caetano T. C., Oliveira A. F., 2012, *A&A*, 539, 125  
Geisler D., 1996, *AJ*, 111, 480  
Girardi L., Bertelli G., Bressan A. et al., 2002, *A&A*, 391, 195  
Marcionni N., Clariá J.J., Parisi M.C., Palma T., Oddone M.A., Ahumada A., 2014, (en prensa)  
Parisi M. C., Clariá J. J., Piatti A. E., Geisler D., 2005, *MNRAS*, 363, 1247  
Piatti A. E., Clariá J. J., Ahumada A., 2004, *A&A*, 421, 991  
Seleznev A. F., Carraro G., Costa E., Loktin A. V., 2012, *New Astron.*, 15, 61  
Tadross A.J., 2008, *New Astron.*, 13, 370  
Tadross A.J., 2011, *Journal Korean Astron. Soc.*, 44, 1