



# Trazando el mapa genético de NGC 1316 a través de su sistema de cúmulos globulares



Leandro A. Sesto<sup>1,2</sup>, Favio R. Faifer<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Forte<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas-UNLP

<sup>2</sup>Instituto de Astrofísica de La Plata (CCT La Plata CONICET, UNLP)

<sup>3</sup>CONICET

<sup>4</sup>Planetario Galileo Galilei



## RESUMEN

Presentamos los resultados preliminares de un estudio fotométrico multi-color, de candidatos a cúmulos globulares (GC) asociados a la galaxia NGC 1316.

Se realizó la reducción y análisis de un mosaico de imágenes a través de los filtros  $g'$ ,  $r'$  e  $i'$  (Fukugita et al. 1996), empleando la cámara Gemini *Multi-object Spectrograph* (GMOS) de Gemini Sur. Dichos datos se han combinado con fotometría BVlgz de la región central del sistema de cúmulos globulares (SCG), obtenida con la *Advanced Camera for Surveys* (ACS), montada en el telescopio espacial Hubble. De la misma forma, se ha empleado fotometría en el sistema de Washington publicada por otros autores, en un estudio de gran campo del mencionado SCG.

## NGC 1316 y EL CÚMULO DE FORNAX

La galaxia elíptica gigante NGC 1316 (Fornax A), la cual está catalogada como una S0 peculiar, es el remanente de una fusión de edad intermedia ( $4 \times 10^8$ - $2 \times 10^9$  yrs), en la que se destaca una inusual estructura de polvo, integrada por largos filamentos y estructuras oscuras. Dicha galaxia pertenece al cúmulo de Fornax, uno de los cúmulos de galaxias mas cercanas y mejor estudiados en el cielo del hemisferio sur. Estas estructuras de polvo antes mencionadas, representan un interesante desafío para la fotometría en las regiones centrales.

El sistema de CGs de esta galaxia ha sido estudiado por otros autores en el pasado (Goudfrooij et al. 2001 y 2004, Richtler y Gómez 2001) aunque solo recientemente se ha presentado un estudio de gran campo de este sistema (Richtler et al. 2012).

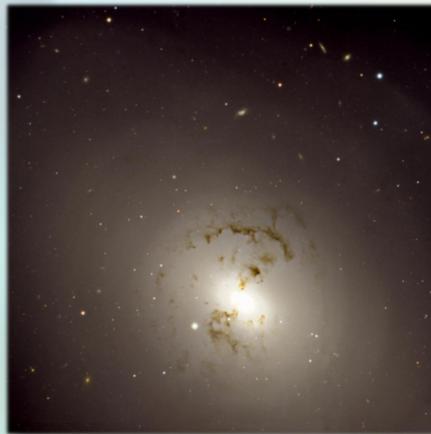


Figura 1

## OBSERVACIONES

El mosaico constituido empleando la cámara GMOS, consta de 8 campos profundos, más un campo de comparación, obtenidos en los programas GS-2008B-Q-54 y GS-2009B-Q-65, PI: Juan Carlos Forte (ver Figura 2). El conjunto de detectores de GMOS-S consiste de tres chips en fila, de 2048 x 4608 píxeles (6144 x 4608 píxeles en total); siendo el tamaño de los píxeles 13.5 micrones cuadrados, proporcionando una escala de 0.0730"/píxel. El campo de visión es de 5.5 x 5.5 minutos de arco (no cubriendo la totalidad del CCD). Las imágenes fueron obtenidas empleando un "binning" de 2 x 2 y se realizó un proceso de "dithering" entre las exposiciones.

Por su parte, las imágenes obtenidas con la cámara ACS-WFC del telescopio espacial Hubble, fueron descargadas de la base de datos disponible en el *Hubble Legacy Archive*. Estas fueron observadas entre marzo de 2003 y febrero de 2005 en los filtros F435W(B), F475W(g'), F555W(V), F814W(I) y F850LP(z').

El *Wide Resolution Channel* (WFC) de la ACS contiene dos CCD de 2048 x 4096 píxeles cada uno, con un tamaño de 0.049"/píxel, dando como resultado un campo aproximado de 3.3 x 3.3 minutos de arco.

El campo del ACS (recuadro blanco, Figura 2), a pesar de abarcar una pequeña región en comparación con el mosaico de GMOS, es de gran importancia debido a que nos permite obtener información de la región más interna de galaxia, donde se encuentran un gran número de CGs, además de proporcionar diferentes filtros para el armado de la grilla multi-color.

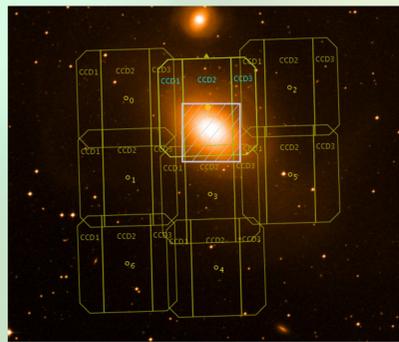


Figura 2

## FOTOMETRÍA GMOS

Los procedimientos de detección y modelado del halo de NGC 1316, se llevaron a cabo utilizando el algoritmo de búsqueda y clasificación del *software SExtractor* (Bertin & Arnouts 1996). Se realizó fotometría de ajuste de  $psf$  empleando rutinas del paquete *DaoPhot* de IRAF. Por último, se llevó a cabo la calibración al sistema estándar (Sesto et al. 2012).

## FOTOMETRÍA ACS

Se repitieron los procedimientos de detección y modelado del halo utilizando el *software SExtractor*, pero debido a la resolución de la cámara ACS, los CG podrían encontrarse parcialmente resueltos, por lo que se optó por realizar una fotometría de apertura utilizando las rutinas del paquete *DaoPhot*.

Para realizar las transformaciones del sistema fotométrico del ACS al sistema al Landolt UBVR, y al sistema del *Sloan digital sky survey* (SDSS) se siguieron los lineamientos mencionados en el trabajo de Siarinni et al. de 2005.

## FOTOMETRÍA WASHINGTON

La fotometría del SCG, la cual abarca todo el mosaico de GMOS, fue publicada por Richtler et al. en 2012.

## SELECCIÓN DE CANDIDATOS A CG

Se realizó una primera selección de candidatos a cúmulos globulares, al considerar únicamente aquellos objetos considerados puntuales según el índice de estelaridad de *SExtractor* ( $> 0.5$ ). Por otro lado, solo se consideraron objetos más brillantes que magnitud 24.5 en el filtro  $g'$ , valor para el cual se obtiene una completitud superior al 80% y cuyos errores en  $(g'-i')$  resultan menores a 0.1 mag. Finalmente, se adoptaron los rangos de colores presentados en la Tabla 1. Estos valores nos aseguran una muestra lo más limpia posible, pero que incluya la mayor parte de los posibles CGs "clásicos".

$0.4 < g'-i' < 1.4$ mag
$0.3 < g'-r' < 0.9$ mag
$0.0 < r'-i' < 0.6$ mag
$0.5 < V-I < 1.5$ mag
$1.1 < B-V < 2.4$ mag
$0.5 < B-I < 1.0$ mag
$0.4 < (g'-z')_{ACS} < 1.8$ mag

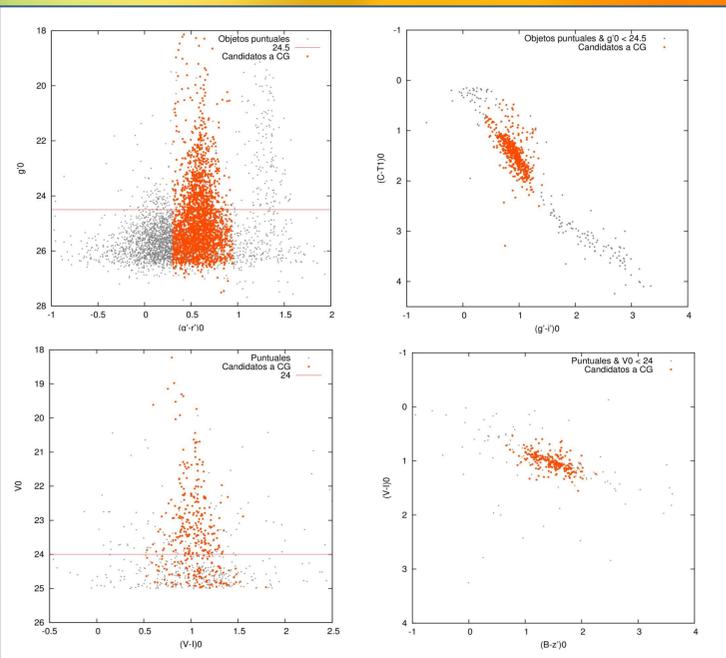


Tabla 1

Figura 3:

Se presentan diagramas Color-Magnitud y Color-Color en los que se identifican los candidatos a cúmulos globulares presentes en la totalidad de la muestra.

## DISTRIBUCIÓN DE COLORES INTEGRADOS

Este conjunto de datos fotométricos confirman la complejidad del sistema bajo estudio, y fueron utilizados para definir una cuadrícula multi-color, la cual se ha comparado con la obtenida previamente para Messier 87 en un conjunto similar de filtros (Forte et al. 2013). Dicha cuadrícula se utilizará en trabajos futuros para identificar las propiedades de las distintas sub-poblaciones de CGs presentes en NGC 1316, y su relación con la población estelar difusa que compone a esta galaxia.

Como resultado preliminar y a modo de ejemplo, se presenta un análisis de la distribución de colores integrados de la región central del mosaico (Figura 4), donde se observa la descomposición del histograma  $(g'-i')$  en diferentes sub-poblaciones de objetos.

Tal descomposición fue realizada siguiendo los lineamientos expuestos en Forte et al. (2007; 2009; 2013).

La descomposición presentada aquí indica que es posible obtener una descripción razonable de la distribución de colores (línea negra), asumiendo la presencia de sub-poblaciones de CG azules y rojos "clásicos" con edades del orden de 12 Gyr (línea azul), además de una población de objetos azules con edades de entre 1.3 a 2.2 Gyr (línea rojo). Sin embargo, el análisis de la distribución de luminosidades de dichos objetos, indica que no se trataría de CG genuinos, sino mas posiblemente, cúmulos estelares jóvenes y menos masivos.

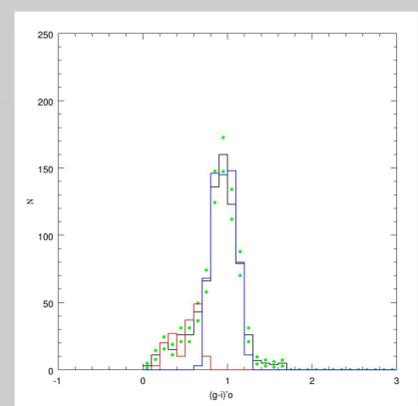


Figura 4

## TRABAJO A FUTURO

Además del estudio fotométrico de las distintas sub-poblaciones a través de los datos presentados en este trabajo, y la mencionada grilla multi-color, se realizara un análisis espectroscópico de aproximadamente 40 candidatos a CG de NGC 1316 (Programa GS-2013B-Q-24 en proceso de reducción). Con este conjunto de datos se espera obtener conclusiones firmes sobre los eventos sufridos por esta galaxia en su pasado reciente.