Asociación Argentina de Astronomía
BAAA, Vol. 56, 2013
A.C. Rovero, P.B. Tissera, L.J. Pellizza & M. Lares, eds.

PRESENTACION ORAL

Observación versus modelos en el Tercer Cuadrante Galáctico

G. Perren[1], R. Vázquez[1], G. Carraro[2], H. Navone[3] & J. Nuñez[4]

(1) Observatorio Astronómico de La Plata, IALP. Paseo del Bosque s/n 1900 La Plata, Argentina
(2) ESO, Alonso de Cordova 3107, 19100 Santiago de Chile, Chile
(3) Instituto de Física de Rosario (CONICET-UNR), Rosario, Argentina
(4) Facultad de Ingeniería, CIBA, Universidad Nacional de Jujuy, Gorriti 237, 4600, S. S. de Jujuy, Argentina

Abstract. We present a synthesis of the results of an extensive `UBVI` photometric study performed on a group of 14 fields located in the third quadrant of our galaxy, aimed at establishing the properties of its stellar population and the degree of agreement with two of the most important theoretical models of the Milky Way: `Besançon` and `TRILEGAL`. The individual properties of the observed stars in each field were derived by applying a software developed in-house which allows user input and condenses well established techniques of astrophysical analysis.

Resumen. Presentamos una síntesis de los resultados de un extenso estudio fotométrico `UBVI` realizado sobre un grupo de 14 campos ubicados en el tercer cuadrante de nuestra galaxia, orientado a establecer las propiedades de su población estelar y su grado de coincidencia con dos de los modelos teóricos de la Vía Láctea más importantes: `Besançon` y `TRILEGAL`. Las propiedades individuales de las estrellas observadas en cada campo se derivaron aplicando un software de desarrollo propio que permite la intervención del usuario y condensa técnicas bien establecidas de análisis astrofísico.

1. Introducción

Parte de los rasgos más relevantes de la Vía Láctea en términos de su estructura y extensión radial del disco se llevan a cabo comparando observaciones con predicciones derivadas de modelos. Las observaciones masivas se efectúan utilizando sistemas fotométricos que no permiten aproximaciones realistas en términos de evaluación de la absorción interestelar y cálculo de distancias de modo que lejos de proveer condiciones de contorno para los modelos terminan convalidando interpretaciones forzadas cuando no reproducen lo que los modelos predicen.

El descubrimiento en el año 2004 de la supuesta galaxia enana de Canis Major en proceso de acreción por parte de la Vía Láctea (Martin et al. 2004), generó la necesidad de ampliar el conocimiento en el tercer cuadrante galáctico

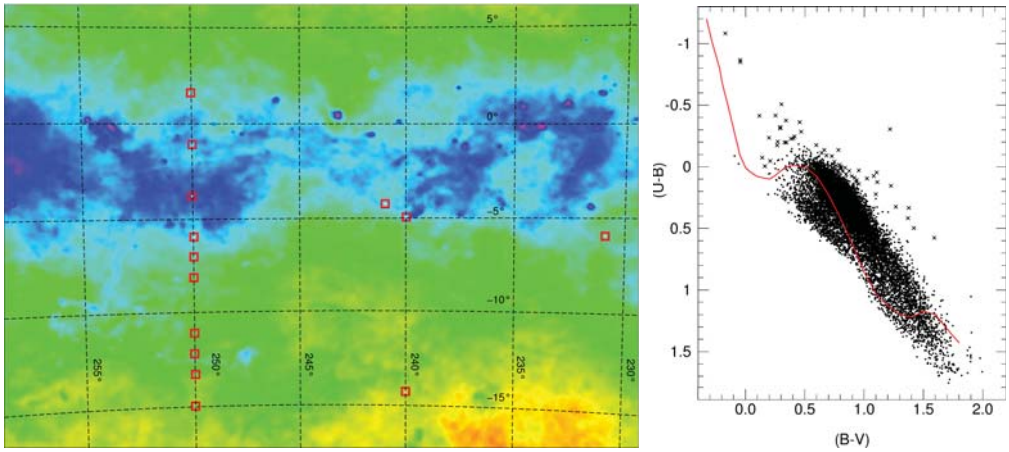

Figura 1. *Izquierda:* Campos observados (cuadrados rojos) proyectados sobre un corte transversal del plano galáctico.
Derecha: Diagrama color-color de los campos observados.

(3CG).[1] Los campos observados se ubican en este cuadrante principalmente a $l = 250^o$ de longitud galáctica barriendo un rango de $b = 2^o$ a $b = -15^o$ en latitud; la Figura 1 (izquierda) muestra su distribución en un corte transversal del plano galáctico.

Cada campo se observó a través de los 4 filtros `UBVI` del sistema fotométrico de Jhonson-Kron-Cousins para una exposición larga y otra corta. En total se obtuvieron 112 imágenes las cuales fueron procesadas mediante el método estándar de reducción y fotometría CCD obteniendo así el diagrama color-color (TCD) que se muestra en la Figura 1 (derecha) para $\sim$ 10 000 estrellas.

2. Metodología

Los parámetros que caracterizan la zona (magnitudes absolutas, distancias, metalicidades, tipos espectrales y valores de extinción $E_{(B-V)}$ para cada estrella observada) se obtuvieron aplicando un código desarrollado *ad-hoc* denominado `shift`. El mismo se basa en la aplicación del método de corrección por enrojecimiento en el diagrama TCD mediante el desplazamiento de una isócrona, en nuestro caso de edad despreciable. Esto implica asumir que las estrellas observadas son de secuencia principal en su gran mayoría, o sea: el código no resuelve estrellas en fases evolucionadas.

La región compuesta por los campos observados fue reproducida mediante los modelos mencionados variando el parámetro absorción visual A_V. Utilizando el estadístico χ^2_γ de Mighell (1999) se seleccionaron los campos sintéticos de mejor ajuste con los observados. De esta manera obtuvimos el mismo grupo

[1]Los autores asignaron un origen extragaláctico a una serie de sobredensidades observadas en ese cuadrante basándose, entre otros estudios, en la aplicación del modelo de `Besançon`.

de parámetros determinados con `shift` para los campos observados según la propuesta optimizada de cada modelo.

Las características de la zona observada predichas por cada modelo se compararon directamente con las obtenidas mediante `shift`.

3. Resultados

Los resultados más relevantes se presentan a continuación:

- El número total de estrellas predichas es un 35 % mayor al observado en el caso de `Besançon` y un 14 % menor para `TRILEGAL`.
- La distribución de extinción obtenida con `shift` a partir de la muestra observada presenta un aumento marcado a partir de $\sim 3\,kpc$ (distancia al Sol) lo cual no es predicho por ninguno de los modelos. Las zonas de alta extinción (cercanas al plano) son pobremente reproducidas a la vez que la variación de la cantidad de polvo interestelar ($A_V/dist$) es subestimada por ambos modelos.
- La temperatura efectiva (o tipo espectral) presenta un buen ajuste global desde estrellas más tempranas hasta el tipo espectral F6. `Besançon` muestra una marcada sobreproducción de estrellas gigantes y subgigantes con respecto a `TRILEGAL` que en cambio presenta una leve subproducción de estrellas enanas.
- La función de luminosidad observada muestra un corrimiento de $\sim 1.5\,mag$ hacia valores mayores en magnitud con respecto a lo propuesto por los modelos.
- Las distancias son mejor ajustadas para estrellas más tempranas especialmente en el caso de `TRILEGAL`.
- Ambos modelos asignan metalicidad alta o solar para casi la totalidad de la zona. Los resultados obtenidos con `shift` en cambio muestran una clara caída hacia valores menores a medida que nos alejamos del plano. La variación de la metalicidad con la distancia vertical al plano o gradiente vertical de metalicidad, es de $\sim -0.2\,dex/kpc$ lo cual ajusta muy bien con resultados publicados en otros estudios recientes (Ivezić et al. 2008; Peng et al. 2012).

3.1. Estructura de la Galaxia

La Figura 2 muestra un diagrama de densidad estelar vs. distancia *galactocéntrica* para los seis campos más cercanos al plano donde puede verse la extensión en distancia obtenida con `shift` y con las simulaciones de ambos modelos.

El código `shift` presenta una caída exponencial más pronunciada que ambos modelos. Besançon muestra una caída abrupta a densidades mínimas al alcanzar lo $14\,kpc$ de distancia al centro de la Galaxia debido a que este modelo asume este valor como radio de la misma.

Se observa que la distancia máxima obtenida con ambos modelos es superada, especialmente en los campos 4 y 5 donde se llegan a obtener valores de hasta $21\,kpc$ de distancia galactocéntrica.

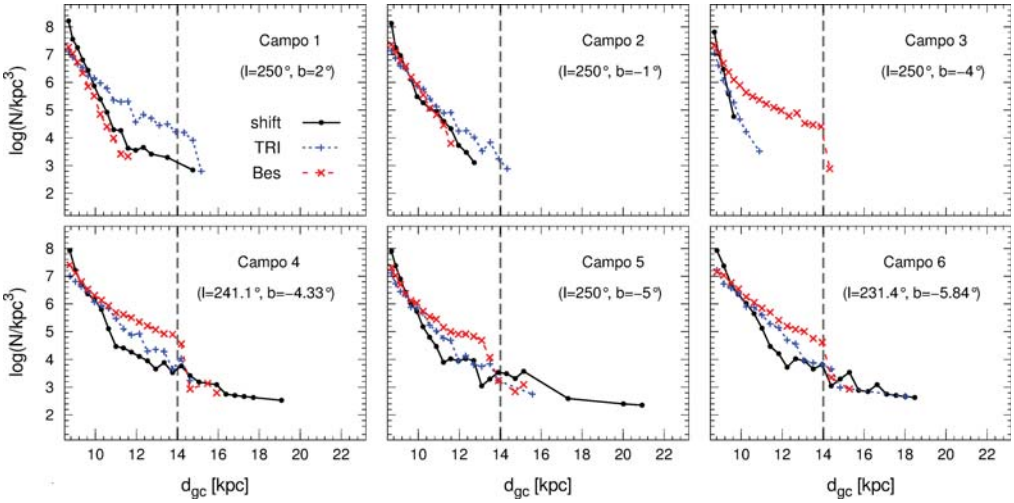

Figura 2. Densidad estelar versus distancia galactocéntrica. En negro los resultados obtenidos con `shift`, rojo `Besançon` y azul `TRILEGAL`.

4. Conclusiones

Se encontraron claras falencias en los modelos `TRILEGAL` y `Besançon`, algunas de ellas ya mencionadas en la literatura actual. En particular la tendencia a asignar metalicidades altas en ambos modelos ha sido observada por varios autores (Arnadottir et al. 2009; Schlesinger et al. 2011; Uttenthaler et al. 2012). Al comparar entre sí las propiedades de los campos observados derivadas a partir de cada modelo, surge que los campos sintéticos no pueden reproducir adecuadamente el número de estrellas observadas a la vez que se observan grandes diferencias en la variación de la extinción interestelar que los afecta, la tendencia en la distribución de las metalicidades y la extensión del disco galáctico. En el caso de esta última característica, se destaca la distancia máxima encontrada de 21 *kpc* en coincidencia con estudios recientes (Momany et al. 2006; Carraro et al. 2010) y en contraste con el valor usualmente utilizado de 14 *kpc* (Robin et al. 1992; Minniti et al. 2011).

Referencias

Arnadottir A. S., Feltzing S., Lundstrom I., 2009, in Andersen J., Bland-Hawthorn J., Nordström B., eds, IAU Symposium Vol. 254 of IAU Symposium. p. 5P
Carraro G., et al., 2010, ApJ, 718, 683
Ivezić Ž., et al., 2008, ApJ, 684, 287
Martin N. F., et al., 2004, MNRAS, 348, 12
Mighell K. J., 1999, ApJ, 518, 380
Minniti D., et al., 2011, ApJL, 733, L43
Momany Y., et al., 2006, A&Ap, 451, 515
Peng X., Du C., Wu Z., 2012, MNRAS, 422, 2756
Robin A. C., Creze M., Mohan V., 1992, ApJL, 400, L25
Schlesinger K. J., et al., 2011, ArXiv e-prints
Uttenthaler S., et al., 2012, A&Ap, 546, A57