

PRESENTACION ORAL

Análisis de edades y metalicidades de cúmulos estelares de la Nube Menor de Magallanes

M.C. Parisi¹, D. Geisler², G. Carraro,³ J.J. Clariá¹, S. Villanova², E. Costa⁴, A. Grocholski⁵, A. Sarajedini⁵ & R. Leiton²

(1) *Observatorio Astronómico de Córdoba, Argentina.*

(2) *Universidad de Concepción, Chile.*

(3) *European Southern Observatory, Chile.*

(4) *Universidad de Chile, Chile.*

(5) *University of Florida, USA.*

Abstract. For the first time, we provide metallicities for 15 star clusters of the Small Magellanic Cloud (SMC) determined from the CaII triplet lines in spectra obtained with the FORS2 instrument at the *Very Large Telescope* (Chile). Together with this information, we add the ages and accurate metallicities previously determined in a scale similar to ours for another 22 clusters. Using this enlarged sample, the SMC chemical properties, particularly the age-metallicity relationship, are examined.

Resumen. Presentamos por primera vez las metalicidades de 15 cúmulos estelares de la Nube Menor de Magallanes (NmM) determinadas a partir de las líneas del triplete del CaII en espectros obtenidos con el instrumento FORS2 en el *Very Large Telescope* (Chile). Junto a esta información, agregamos las edades y precisas metalicidades de otros 22 cúmulos determinadas en una escala similar a la nuestra. Usando esta muestra ampliada de cúmulos estelares, examinamos las propiedades químicas de la NmM, particularmente la relación edad-metalicidad.

1. Introducción

En Parisi et al. (2009), en adelante P09, determinamos la metalicidad de 15 cúmulos de la NmM a partir de las líneas del triplete del CaII (CaT), en espectros obtenidos con el instrumento FORS2 del *Very Large Telescope* (Chile). Las edades, por su parte, se determinaron en Parisi et al. (2014), en adelante P14, a partir del parámetro morfológico de edad δV . Dicho parámetro fue medido en los diagramas color-magnitud construidos a partir de fotometría PSF realizada sobre imágenes V e I , obtenidas con el mismo instrumento. Utilizando las edades y metalicidades de estos 15 cúmulos, obtuvimos interesantes resultados relacionados con las distribuciones y gradientes, tanto de edad como de metalicidad, y en particular sobre la manera en que ha evolucionado químicamente esta galaxia. Sin embargo, tal como notamos en P09 y P14, resulta de especial interés incrementar las muestras de cúmulos de la NmM con metalicidades y edades determinadas de manera homogénea. La técnica del CaT ha mostrado

ser un método particularmente eficiente y preciso para la determinación de metalicidades (Cole et al. 2004; Grocholski et al. 2006), en tanto que el parámetro δV ha demostrado ser un muy buen indicador de edad (Carraro & Chiosi 1994). Por lo expresado y teniendo en cuenta los resultados que obtuvimos en trabajos previos, decidimos extender la aplicación de esta técnica a nuevos cúmulos de la NmM. Obtuvimos entonces espectros en la región del CaT e imágenes V e I de una muestra adicional de 15 cúmulos de la NmM, utilizando el mismo instrumento, telescopio y configuración instrumental que en P09 y P14. Si bien hemos ya determinado las metalicidades de estos cúmulos, nos encontramos al presente en el proceso de la determinación de sus edades. Por esta razón, para el presente análisis adoptaremos por el momento las edades reportadas en la literatura. Remitimos al lector a los trabajos de Cole et al. (2004); Grocholski et al. (2006); Janes & Phelps (1994), P09 y Carraro & Chiosi (1994) para mayores detalles relacionados con la determinación de estos parámetros. Disponemos entonces de una muestra de 30 cúmulos de la NmM con metalicidades homogéneas, de los cuales 15 tienen edades determinadas también homogéneamente.

2. Propiedades químicas de la NmM

Con el propósito de ampliar la muestra de cúmulos a examinar, agregamos a la muestra de 30 cúmulos antes descrita, otros cúmulos tomados de la literatura con metalicidades determinadas con buena precisión, procurando mantener dentro de lo posible la homogeneidad. Agregamos así 3 cúmulos de Da Costa & Hatzidimitriou (1998) y otros 3 de Glatt et al. (2008), cuyas metalicidades han sido también determinadas a partir del CaT, siguiendo los mismos procedimientos que en el presente estudio. Adicionamos, además, el cúmulo NGC 330 (Gonzalez & Wallerstein 1999) estudiado mediante espectroscopía de alta dispersión.

La Figura 1 (panel izquierdo) muestra la distribución de metalicidades de la muestra completa. Como puede apreciarse, esta distribución parecería ser bimodal, con picos en $[\text{Fe}/\text{H}] \sim -1.1$ y -0.8 , respectivamente. Al aplicar a esta muestra el algoritmo GMM (*Gaussian Mixture Model*, Muratov & Gnedin 2010) encontramos que existe una elevada probabilidad de bimodalidad.

La Figura 1 (panel derecho) ilustra el comportamiento de la metalicidad en función del semieje mayor a (Piatti et al. 2005). Este último parámetro suele utilizarse en reemplazo de la distancia de los cúmulos al centro de la NmM. Nótese que no existe en esta figura evidencia alguna de la existencia de un gradiente de metalicidad en la NmM. Cabe aclarar que en P14 tampoco encontramos evidencia en favor de un gradiente de edad en una muestra de 50 cúmulos.

Para examinar cómo ha variado la metalicidad a lo largo de la existencia de la NmM, graficamos este parámetro, la metalicidad, en función de la edad para la muestra de cúmulos aquí considerada (Figura 2, panel izquierdo). En esta figura, las observaciones se comparan con diferentes modelos. La línea de trazos cortos representa el modelo de caja cerrada de formación estelar continua computado por Da Costa & Hatzidimitriou (1998). La línea continua corresponde al modelo explosivo de Pagel & Tautvaisiene (1998), en tanto que la línea de trazos largos

representa el modelo que mejor ajusta las observaciones de Carrera et al. (2008) para una gran muestra de estrellas del campo de la NmM, utilizando también las líneas del CaT. Si bien parecería existir un acuerdo razonable entre nuestras observaciones y el modelo explosivo para los cúmulos más jóvenes que ~ 3 Gyr (excepto para NGC 330, B 113 y K 9), dos aspectos importantes resultan evidentes a partir de la relación edad-metalicidad (REM): (1) Ninguno de los modelos actualmente disponibles reproduce completamente el comportamiento global de la REM. (2) Es ciertamente probable que no exista una única REM en la NmM. En cualquier caso, se observa que, para cualquier valor de la edad, existe una dispersión de metalicidad de ~ 0.5 , considerablemente mayor que los errores asociados a la determinación de las metalicidades.

Calculamos también la metalicidad media de los cúmulos en diferentes intervalos de edad y comparamos estos valores con los obtenidos por Carrera (2005) para las estrellas de campo (Figura 2, panel derecho). Los círculos y cuadrados representan nuestros valores medios y los de Carrera et al. (2008), respectivamente. Como se aprecia en la figura, los cúmulos y las estrellas del campo aparentan, en promedio, haber experimentado la misma evolución química. Sin embargo, es necesario destacar nuevamente la gran dispersión de las metalicidades que exhiben tanto los cúmulos como las estrellas del campo, evidenciadas por las barras de error en la Figura 2 (panel derecho).

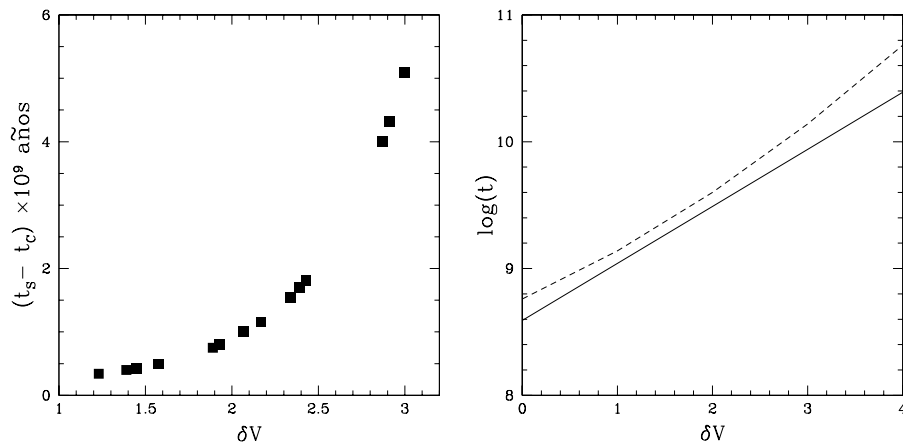


Figura 1. *Izquierda:* Distribución de metalicidades de los cúmulos de la muestra completa: 15 del presente trabajo, 15 de P09, 3 de Da Costa & Hatzidimitriou (1998), 3 de Glatt et al. (2008) y NGC 330 (Gonzalez & Wallerstein 1999). *Derecha:* $[\text{Fe}/\text{H}]$ en función del semieje mayor a para la muestra de cúmulos descrita en el panel de la izquierda.

Referencias

- Carraro G., Chiosi C., 1994, A&A, 287, 761
 Carrera R., 2005, Ph. D. Thesis, Departamento de Astrofísica, Universidad de La Laguna, España.
 Carrera R., et al., 2008, AJ, 136, 1039

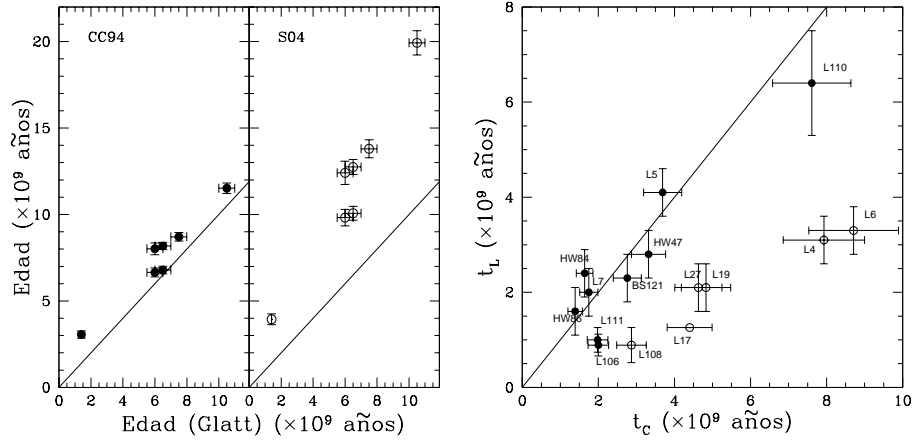


Figura 2. *Izquierda:* Relación edad-metalicidad para la muestra de cúmulos descrita en la Figura 1. Las líneas continua, de trazos cortos y de trazos largos, representan los modelos de Pagel & Tautvaisiene (1998), Da Costa & Hatzidimitriou (1998) y Carrera (2005), respectivamente. *Derecha:* Metalicidad media en diferentes intervalos de edad para la muestra de cúmulos descrita en la Figura 1 (círculos). Los cuadrados representan las metalicidades medias de las estrellas del campo (Carrera et al. 2008), en tanto que la línea corresponde al ajuste de Carrera (2005).

- Cole A. A., et al., 2004, MNRAS, 347, 367
 Da Costa G. S., Hatzidimitriou D., 1998, AJ, 115, 1934
 Glatt K., et al., 2008, AJ, 136, 1703
 Gonzalez G., Wallerstein G., 1999, AJ, 117, 2286
 Grocholski A. J., et al., 2006, AJ, 132, 1630
 Janes K. A., Phelps R. L., 1994, AJ, 108, 1773
 Muratov A. L., Gnedin O. Y., 2010, ApJ, 718, 1266
 Pagel B. E. J., Tautvaisiene G., 1998, MNRAS, 299, 535
 Parisi M. C., et al., 2014, AJ, en prensa
 Parisi M. C., et al., 2009, AJ, 138, 517
 Piatti A. E., et al., 2005, A&A, 440, 111