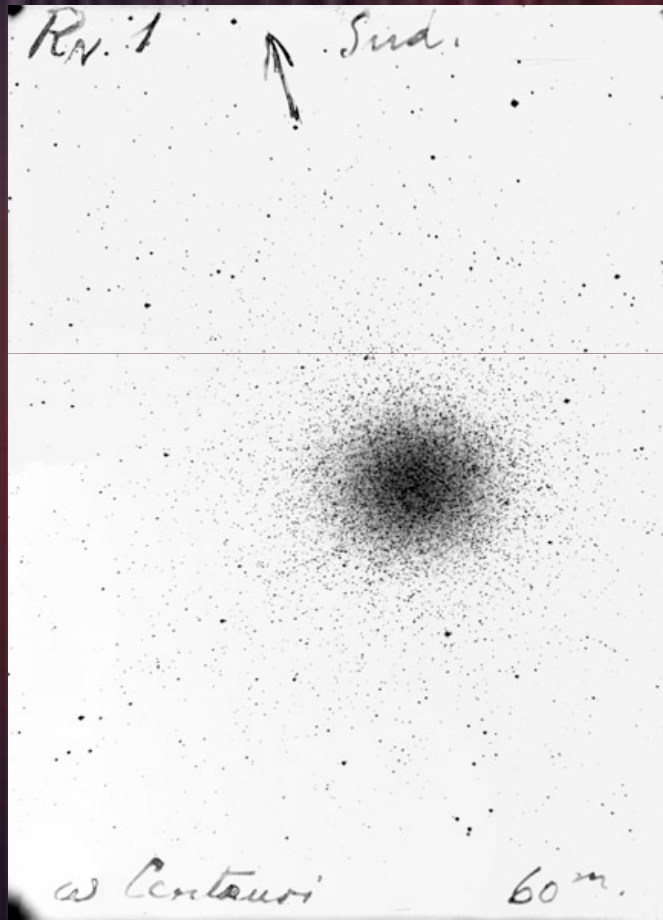


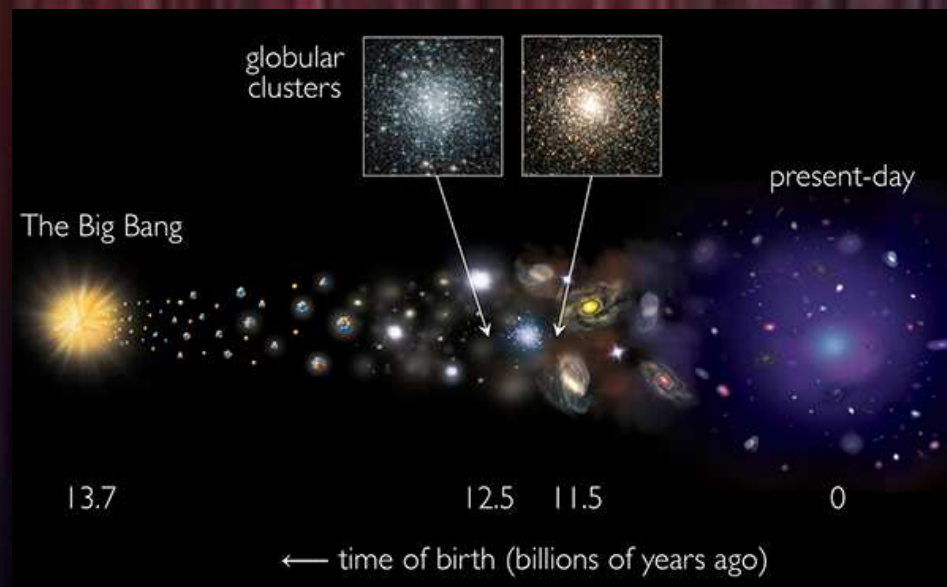
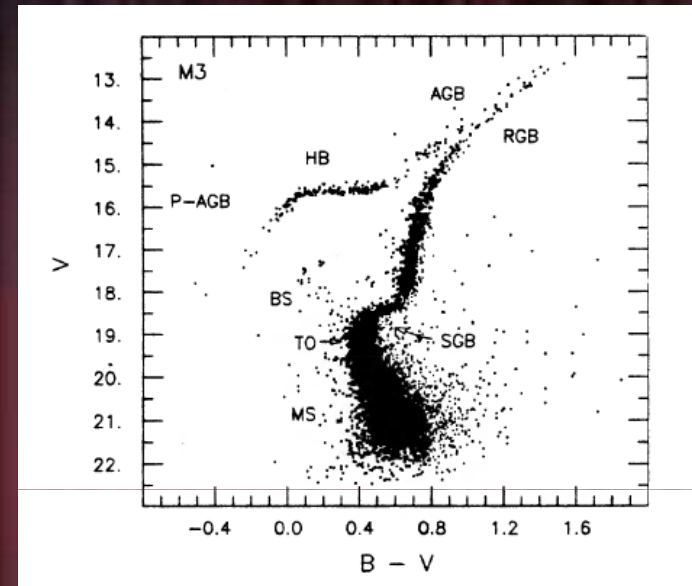
Cúmulos Estelares y Galaxias: una sociedad indisoluble

Celeste Parisi



Omega Centauro.
Enrique Gaviola, 1942
Estación Astrofísica de Bosque Alegre
(Archivo OAC, identificada y digitalizada por Santiago . Paolantonio)

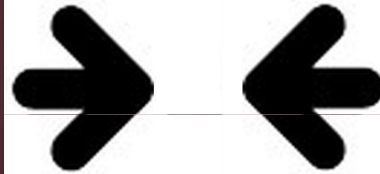
LOS CÚMULOS ESTELARES SON IMPORTANTES A TODAS LAS ESCALAS DEL UNIVERSO



Kraft (1994)

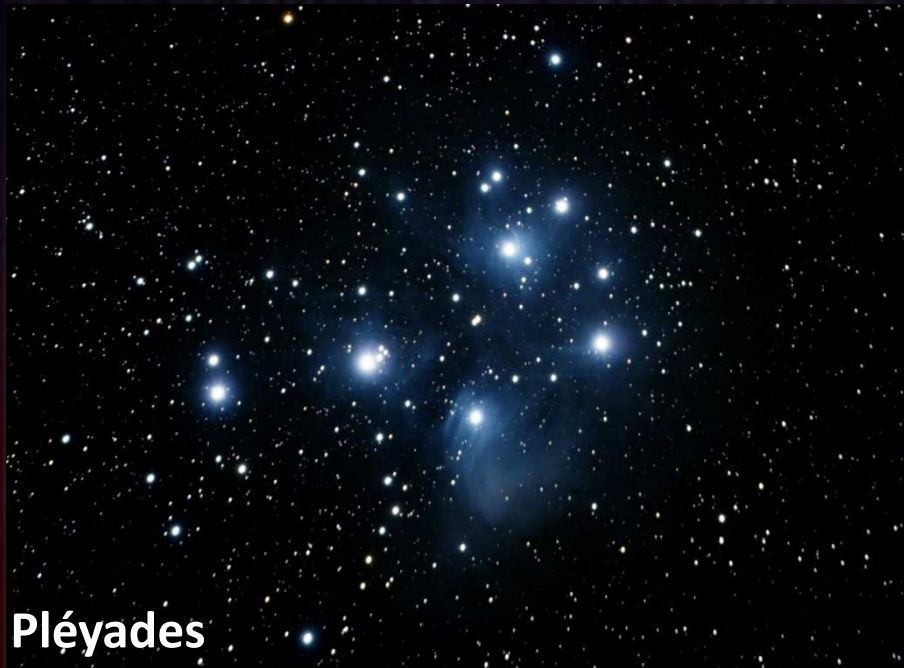
IDEA QUE HAY QUE CAMBIAR

**CÚMULOS
ESTELARES**



GALAXIAS

CÚMULOS ESTELARES DE NUESTRA GALAXIA



Pléyades

CÚMULOS ABIERTOS (CA)

- Jóvenes, < 10 Gyrs
- Poco masivos, $10^{2-4} M_{\odot}$
- Localizados en el disco



47 Tucán

CÚMULOS GLOBULARES (CG)

- Viejos, prácticamente la edad del Universo > 10 Gyrs
- Muy masivos y densos, $10^{4-6} M_{\odot}$
- Pertenecientes al halo y al bulge

IAC (INTERMEDIATE-AGE CLUSTERS) CÚMULOS DE EDAD INTERMEDIA

NUBE MAYOR DE MAGALLANES (NmM)

10^4 - $10^8 M_{\odot}$ / < 3 Gyrs

NUBE MENOR DE MAGALLANES (NMM)

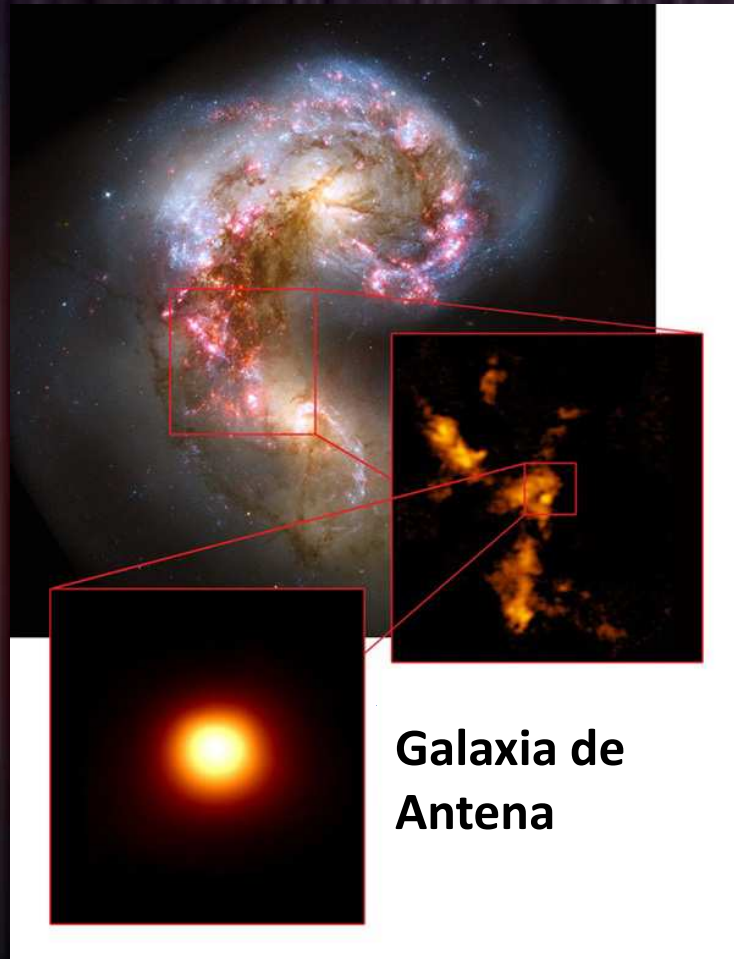
NGC 1850
HST • WFPC2

NGC 416

<https://apod.nasa.gov/apod/ap000729.html>

<http://annesastronomynews.com/photo-gallery-ii/galaxies-clusters/ngc411/>

YMC (YOUNG MASSIVE CLUSTERS) CÚMULOS JÓVENES MASIVOS (10^3 - $10^5 M_{\odot}$)



Galaxia de
Antena

[http://www.astronomy.com/news/2015/05/alma-discovers-
proto-super-star-cluster](http://www.astronomy.com/news/2015/05/alma-discovers-
proto-super-star-cluster)

R136 (30 DORADO – NMM)



https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2337.html

$M = 9 \times 10^4 M_{\odot}$ Høg et al. (2000)

$t = 1.5 \text{ Myrs}$ Crowther et al. (2016)

POBLACIONES ESTELARES EN CÚMULOS

POBLACIÓN ESTELAR SIMPLE

Conjunto de estrellas que tienen la misma edad y composición química inicial, pero diferente masa, distribuidas de acuerdo a la FIM (Función Inicial de Masa).



POBLACIÓN ESTELAR MÚLTIPLE

Más de una generación de estrellas en un mismo cúmulo con diferencias en sus abundancias de elementos químicos livianos.

Límite inferior de
masa:

$$M \sim 10^{4.8} M_{\odot}$$

Ruprecht 106

$t = 11.5 \text{ Gyrs}$

$[\text{Fe}/\text{H}] \sim -1.5$

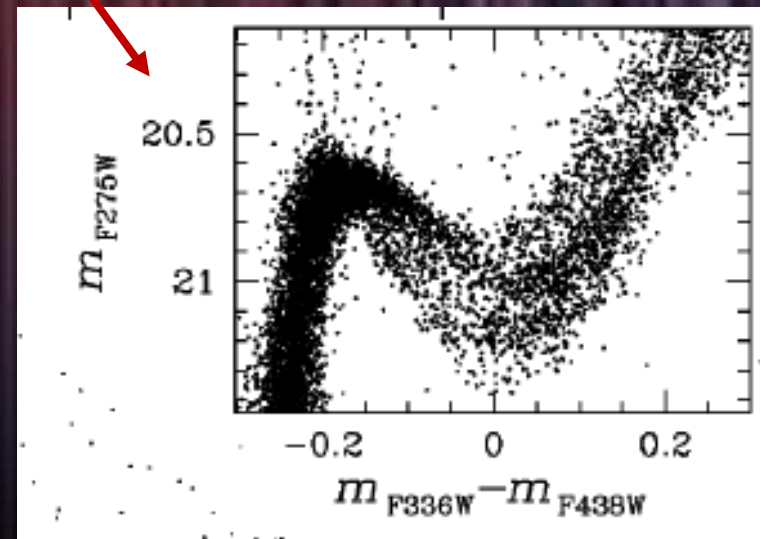
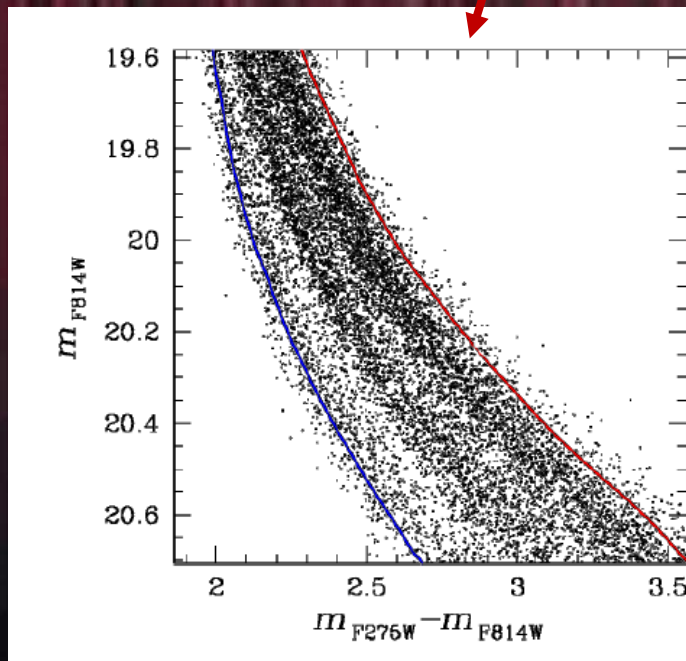
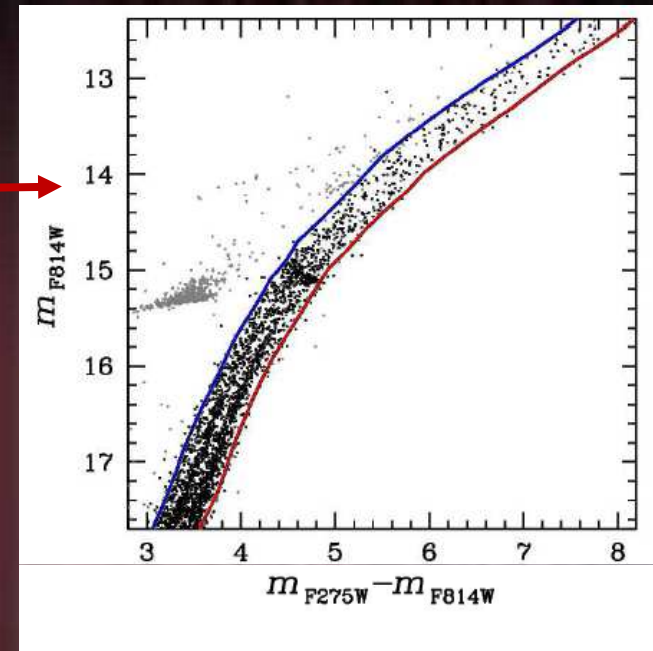
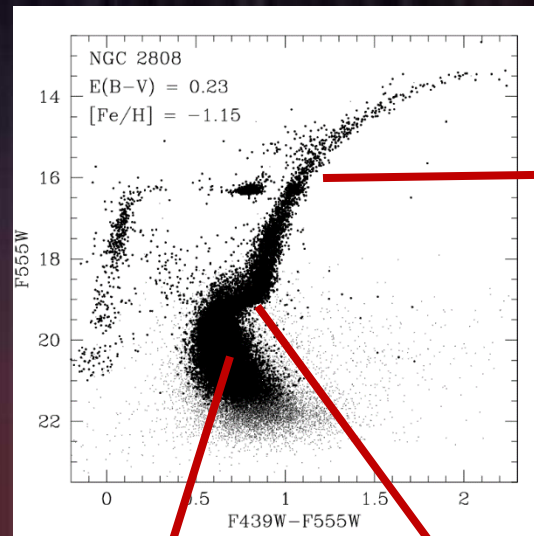
Villanova et al. (2013)



POBLACIONES ESTELARES MULTIPLES

Evidencia fotométrica

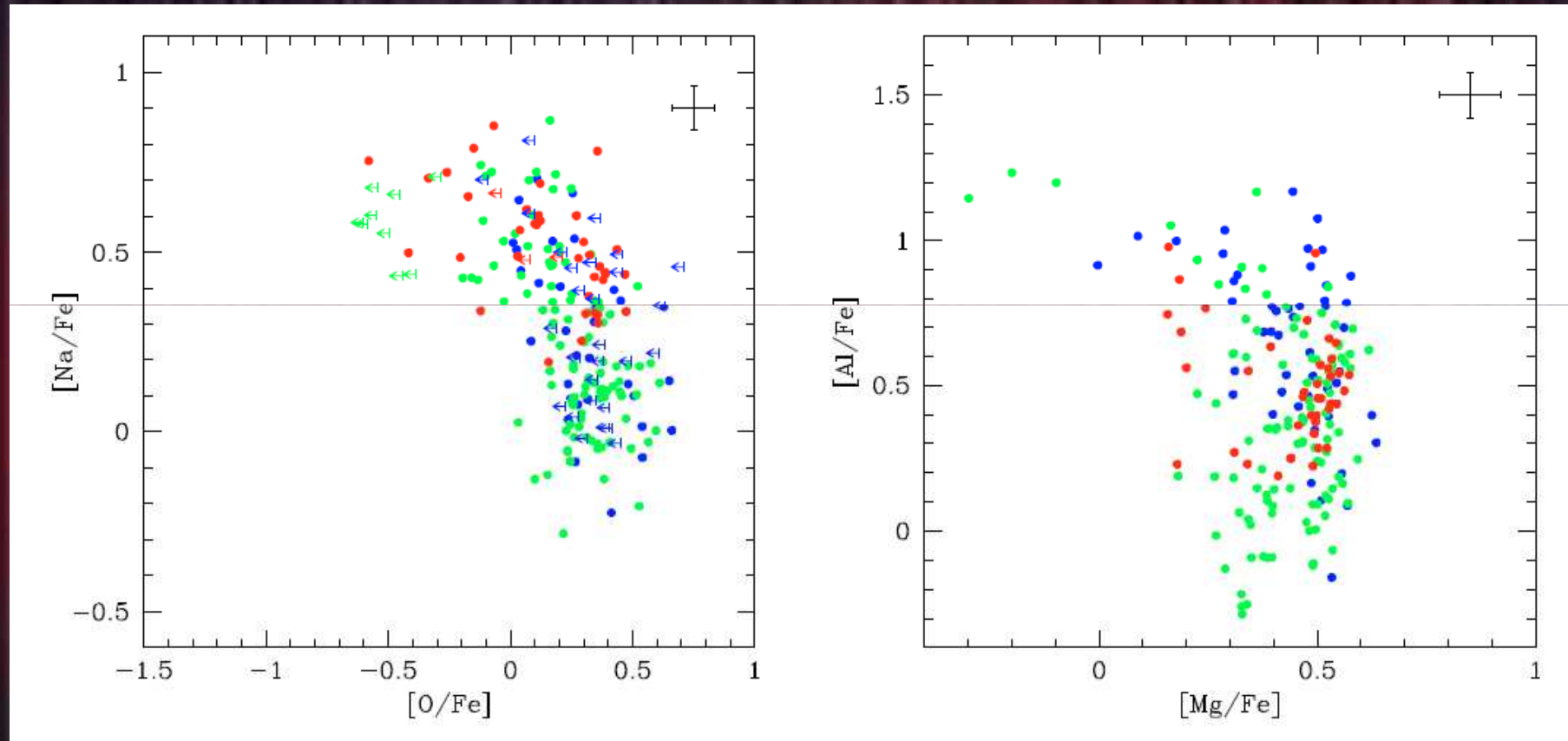
Milone et al. (2015)



POBLACIONES ESTELARES MÚLTIPLES

Evidencia espectroscópica

Anticorrelaciones entre Na-O y Mg-Al



Estrellas en cúmulos ricos en metales $-1.1 < [Fe/H] < -0.4$ dex

Estrellas en cúmulos de metalicidad intermedia $-1.8 < [Fe/H] < -1.1$ dex

Estrellas en cúmulos pobres en metales $-2.4 < [Fe/H] < -1.8$ dex

Carretta et al. (2009)

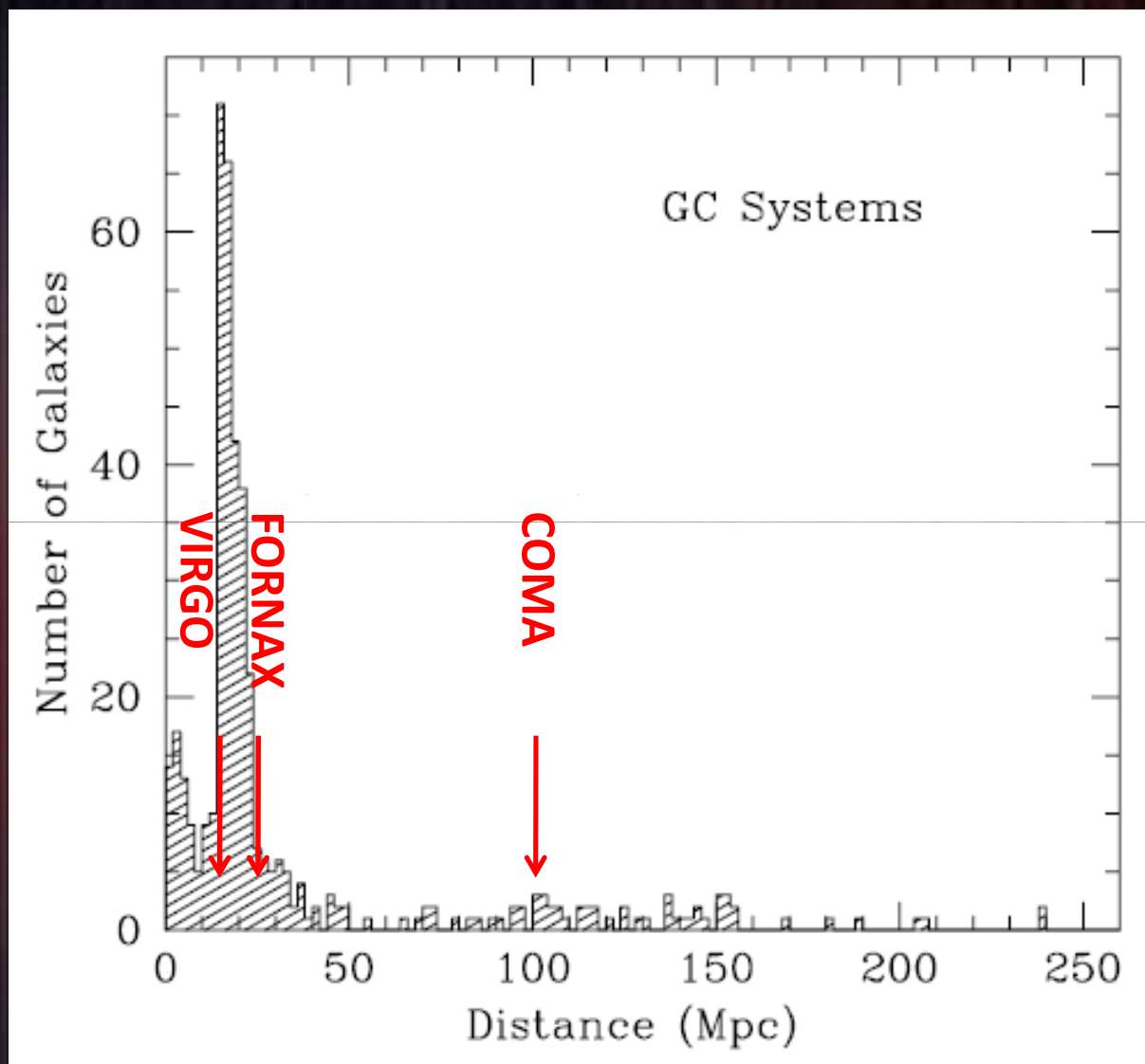
NUEVA DEFINICIÓN DE CÚMULO GLOBULAR

Carretta et al. (2010)

**UN CÚMULO GLOBULAR ES CUALQUIER CÚMULO
ESTELAR QUE PRESENTE POBLACIONES
MÚLTIPLES**

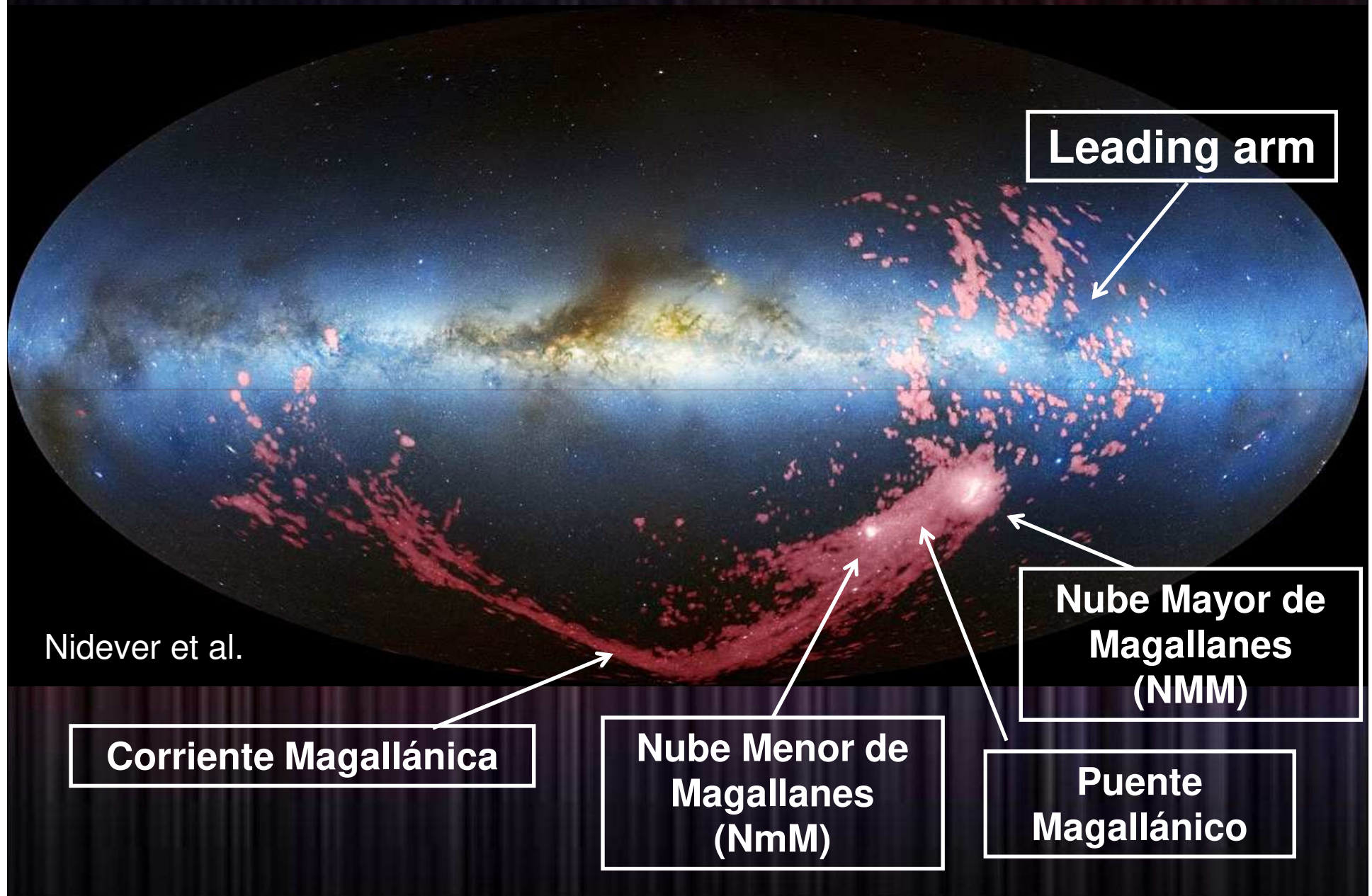
¡¡DEFINICIÓN QUÍMICA!!

CÚMULOS ESTELARES EXTRAGALÁCTICOS



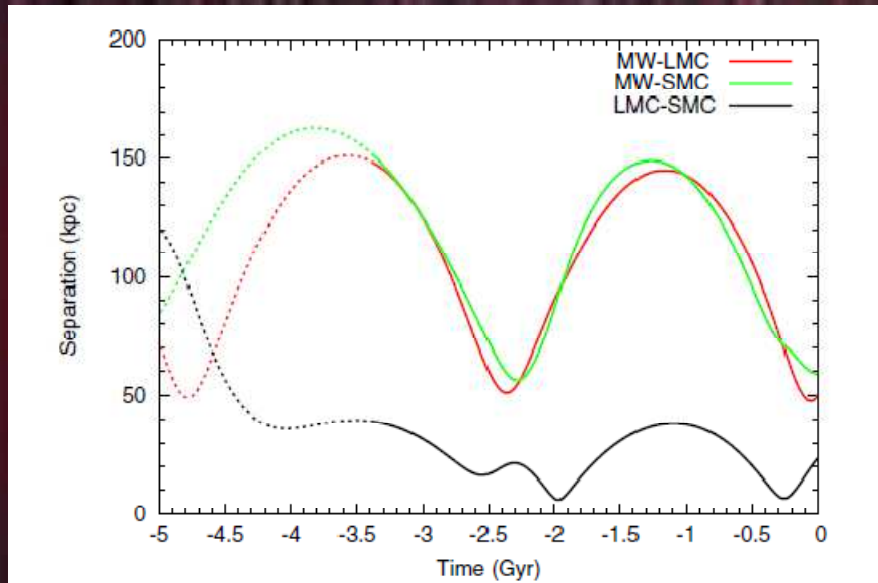
Harris, Harris & Alessi (2013)

EL SISTEMA MAGALLÁNICO



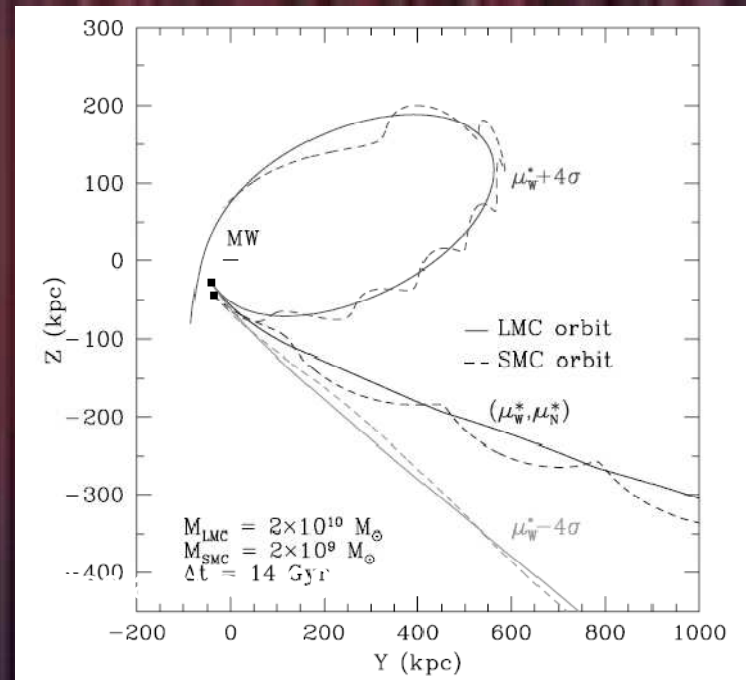
DINÁMICA DE LAS NUBES DE MAGALLANES

Escenarios ligados

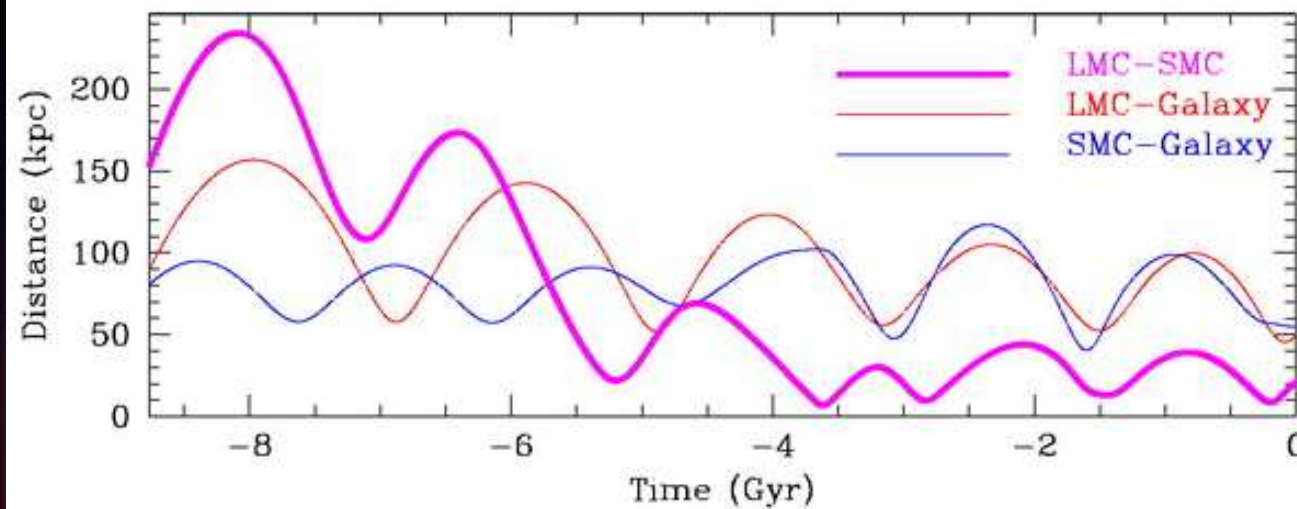


Dias & Bekki (2012)

Escenarios no ligados

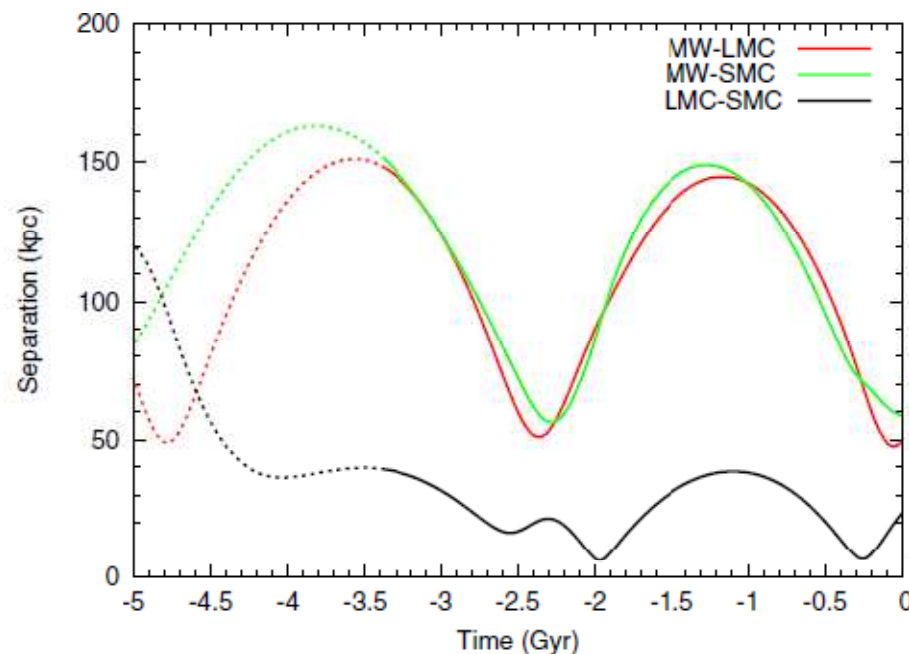


Besla et al. (2007)
Besla et al. (2012)



**Escenario de
múltiples pasajes
(*bound*)**

Bekki et al. (2004)

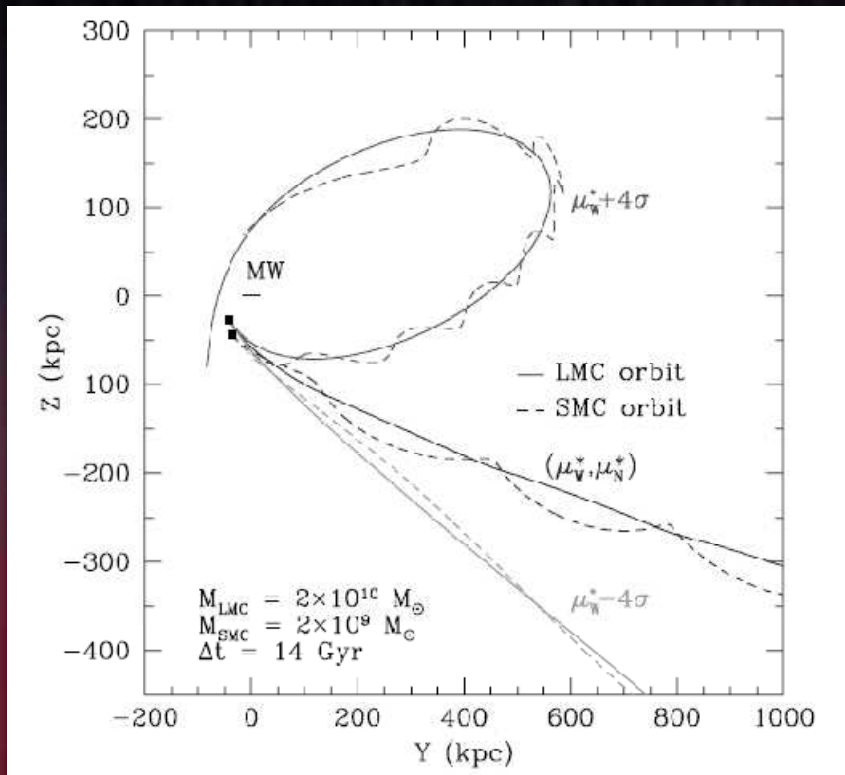


Dias & Bekki (2012)

1. La NMM y la NmM siguen orbitas ligadas
2. Encuentro muy cercanos:
 - 2 Gyrs atrás
 - 100-200 Myrs atrás

**Formación del Puente
Magallánico y el ala
de la NmM**

Escenario del primer pasaje (unbound)



Besla et al. (2007)

Besla et al. (2012)

Modelo favorecido por las últimas mediciones precisas de movimientos propios (Kallivayalil et al. 2013)

1. La NmM y la NMM están teniendo su primer pasaje
2. El par interactuante cayó en el potencial de la VL hace 2Gyrs
3. Colisión directa de la NMM con la NmM hace 200-300 Myrs ago que formó la barra en la NMM

NmM/NMM SON UNO DE LOS ENSAMBLES DE GALAXIAS INTERACTUANTES MÁS CERCANO



Interacción entre galaxias



Brotes de formación estelar
(e.g. Whitmore 1999)



Enriquecimiento químico
(Da Costa 1991, Dopita et al. 1997,
Pagel & Tautvasiene 1998)

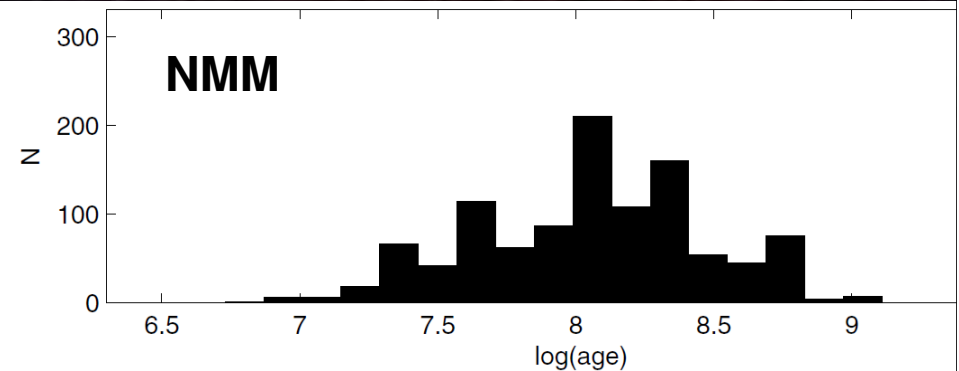
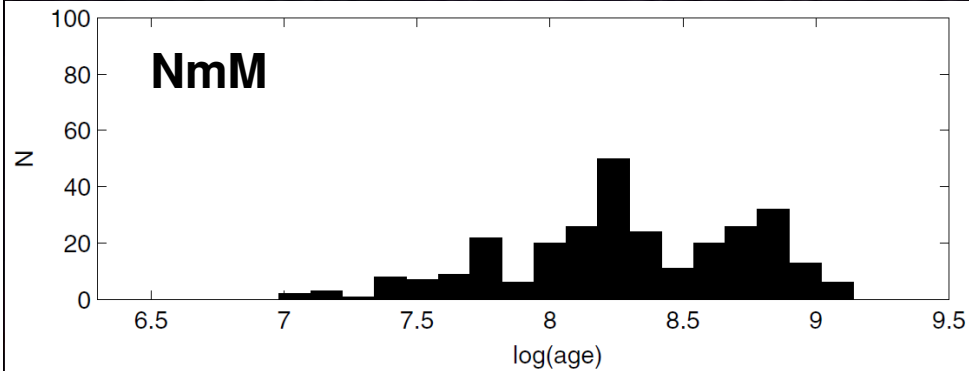


**HISTORIA DE
FORMACIÓN
DE LOS CÚMULOS
ESTELARES**

**HISTORIA DE
ENRIQUECIMIENTO
QUÍMICO DE LAS
GALAXIAS**

HISTORIA DE FORMACIÓN DE CÚMULOS ESTELARES	NMM	NmM
<div data-bbox="212 523 824 635">ÉPOCA TEMPRANA</div> <p data-bbox="398 715 694 778">10 Gyrs •</p>	<p data-bbox="963 523 1281 638">15 CE de ~ 12-13 Gyrs</p>	<p data-bbox="1444 391 2060 694">Sólo un “Cúmulo Globular Viejo” NGC 121 ~10.5 Gyr Glatt et al. (2008a)</p>
<div data-bbox="212 922 824 1034">AGE GAP</div> <p data-bbox="387 1169 694 1233">3-4 Gyrs •</p>	<p data-bbox="952 853 1370 1093">ESO 121-SC03 ~9 Gyr Da Costa (1991) Geisler et al. (1997)</p>	<p data-bbox="1550 869 1921 1050">FORMACIÓN CONTINUA DE CÚMULOS</p>
<div data-bbox="212 1329 824 1441">ÉPOCA RECIENTE</div>	<p data-bbox="945 1324 1366 1436">Buen número de IACs</p>	<p data-bbox="1529 1129 1942 1292">Glatt et al. (2008b), Parisi et al. (2009), Parisi et al. (2015)</p>

Formación reciente de cúmulos ($t < 1$ Gyr)



NMM

Glatt et al. 2010

Pietrzynski &
Udalski (2000)



7 Myr

125 Myr

800 Myr

Glatt et al. (2010)



9 Myr

125 Myr

630 Myr

Nayak et al. (2016)



125 Myr

NmM

Chiosi et al. (2006)



5-15 Myr

90 Myr

Glatt et al. (2010)

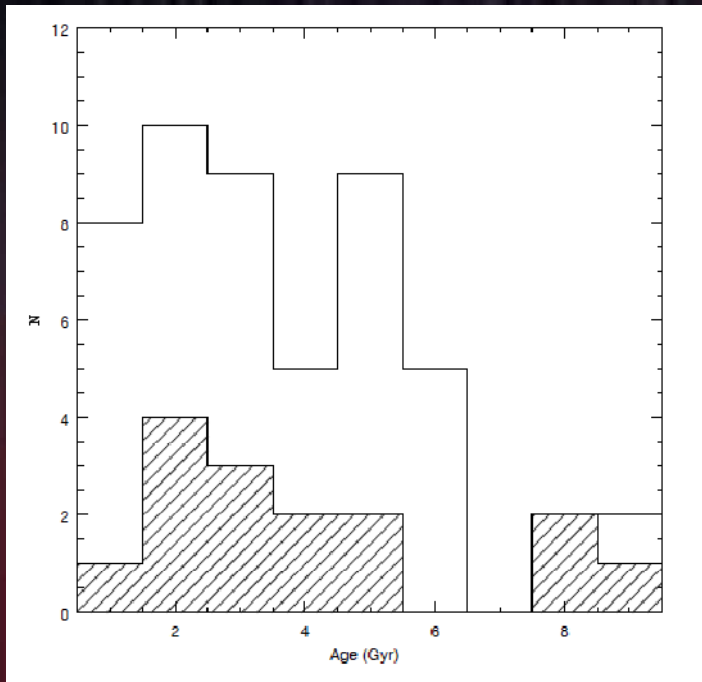


6.5 Myr

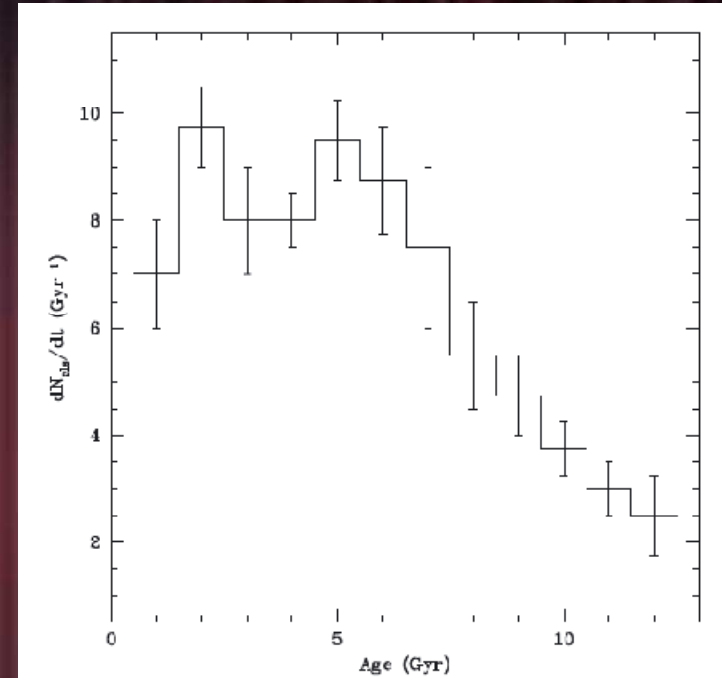
160 Myr

630 Myr

NmM ($t < 10$ Gyrs)



Parisi et al. (2014)



Piatti et al. (2011)

Parisi et al. (2014)
Piatti et al. (2011)



~ 2 Gyr and 5 Gyr

Rich et al. (2000)



~ 2 Gyr and 8 Gyr

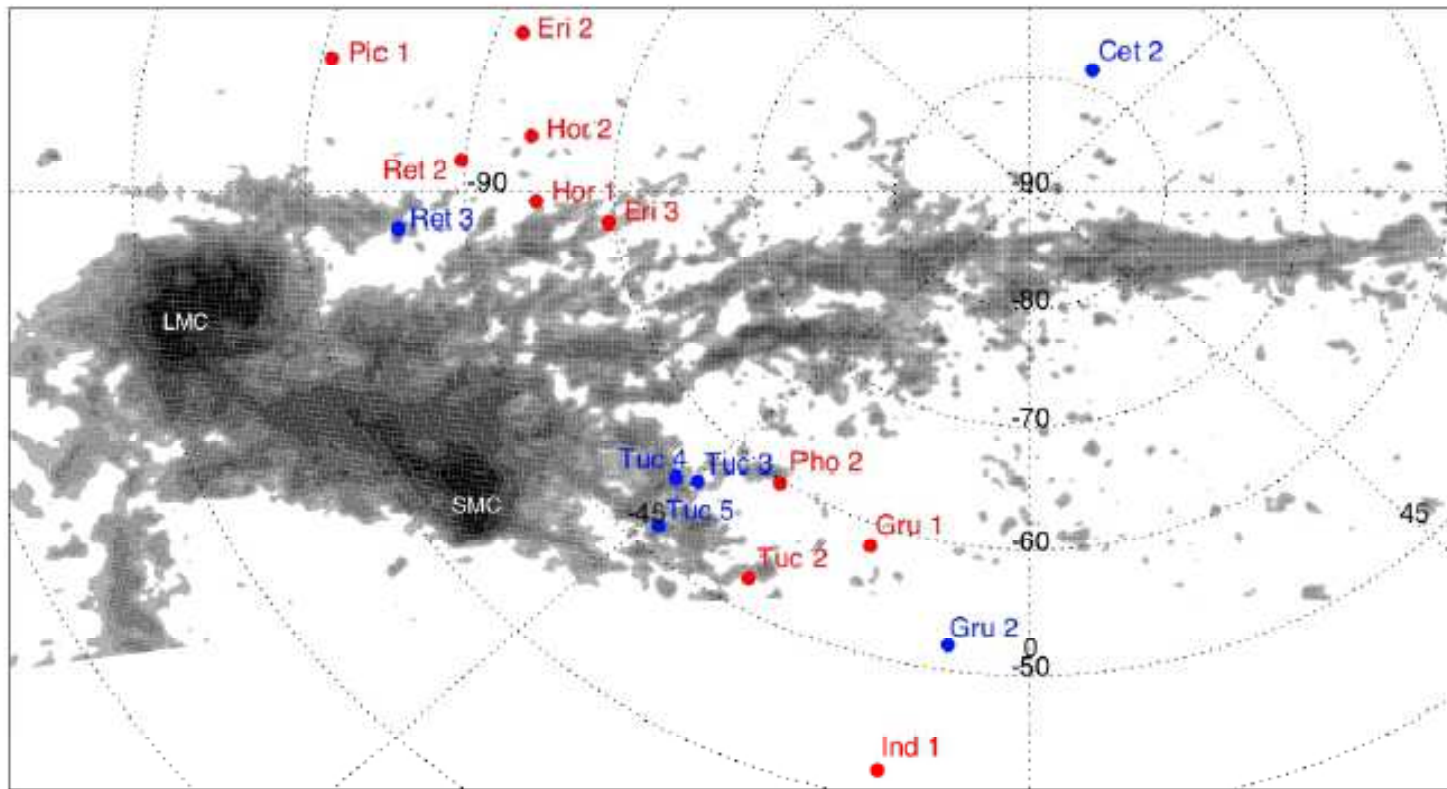
Glatt et al. (2010)



~ 6 Gyr

EL GRUPO MAGALLÁNICO

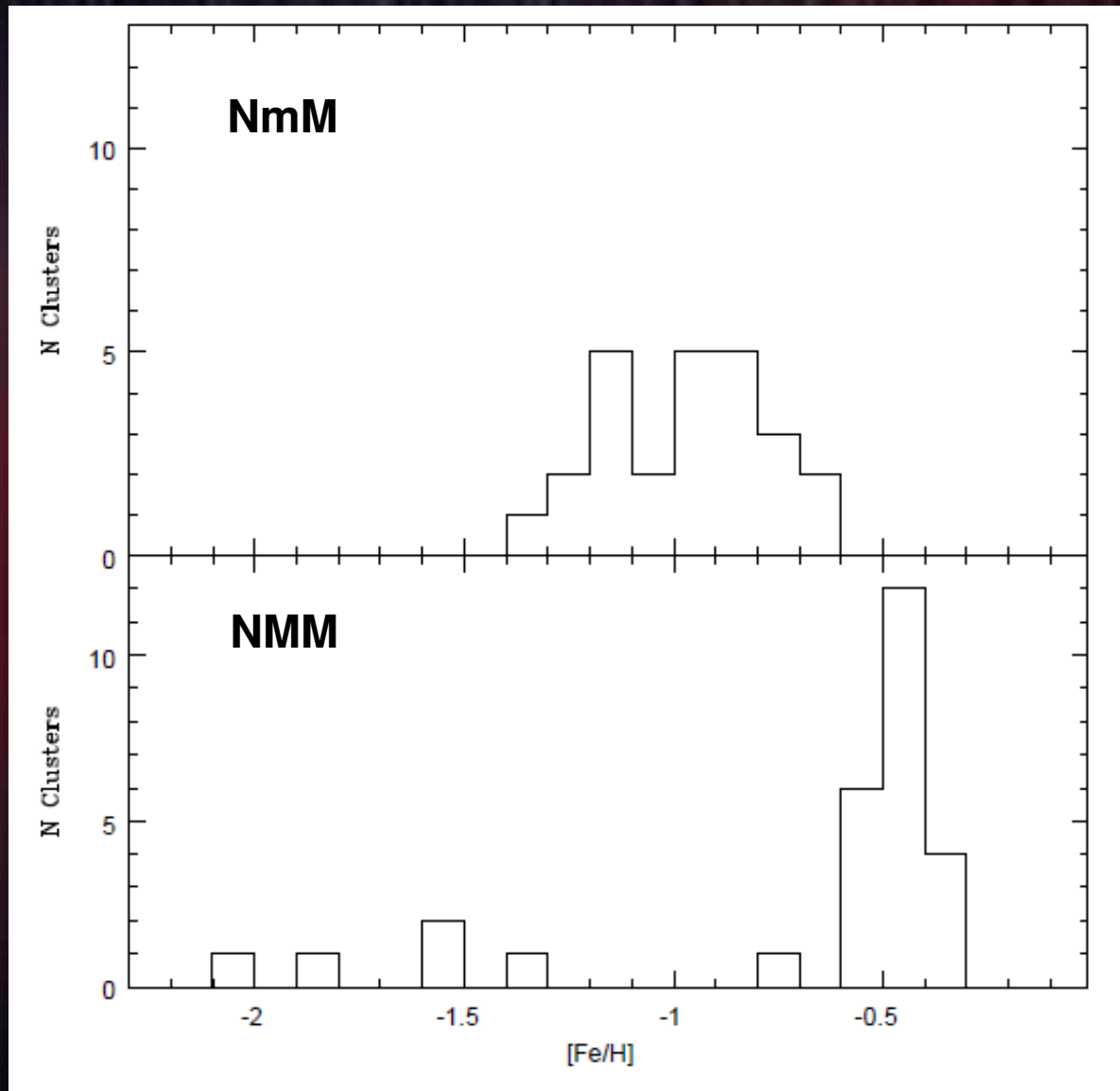
D'Onghia & Lake (2008)



Koposov et al. (2015)

Tsujimoto & Bekki (2009) sugirieron un merger hace 7.5 Gyr entre la NmM y otras galaxias enanas

DISTRIBUCIÓN DE METALICIDADES TRIPLETE DEL Ca II



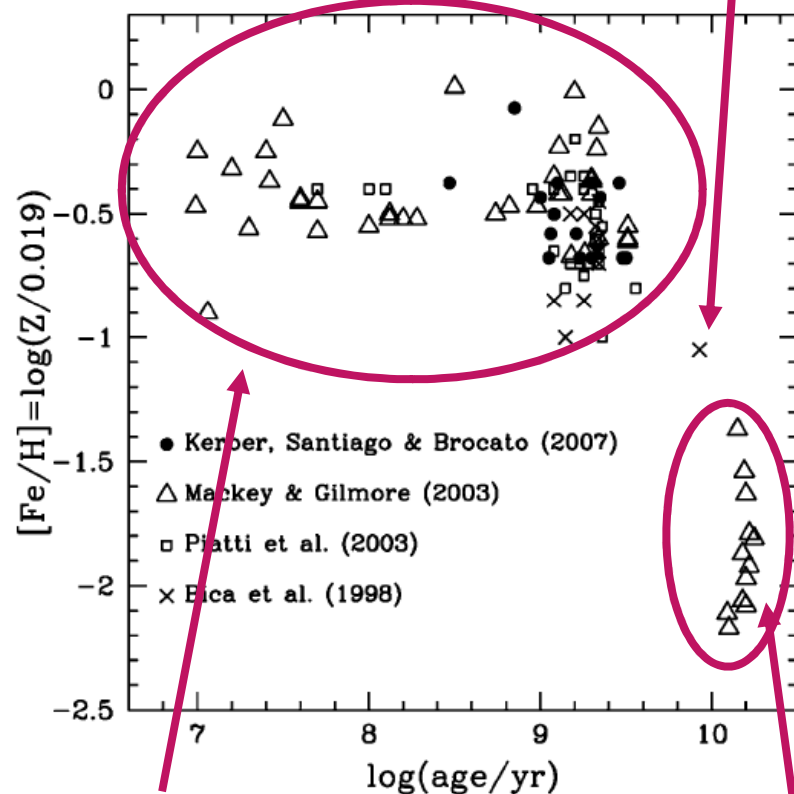
Parisi et al. (2015)

Grocholski et al.
(2006)

RELACIÓN EDAD-METALICIDAD

NMM

ESO 121-SC03

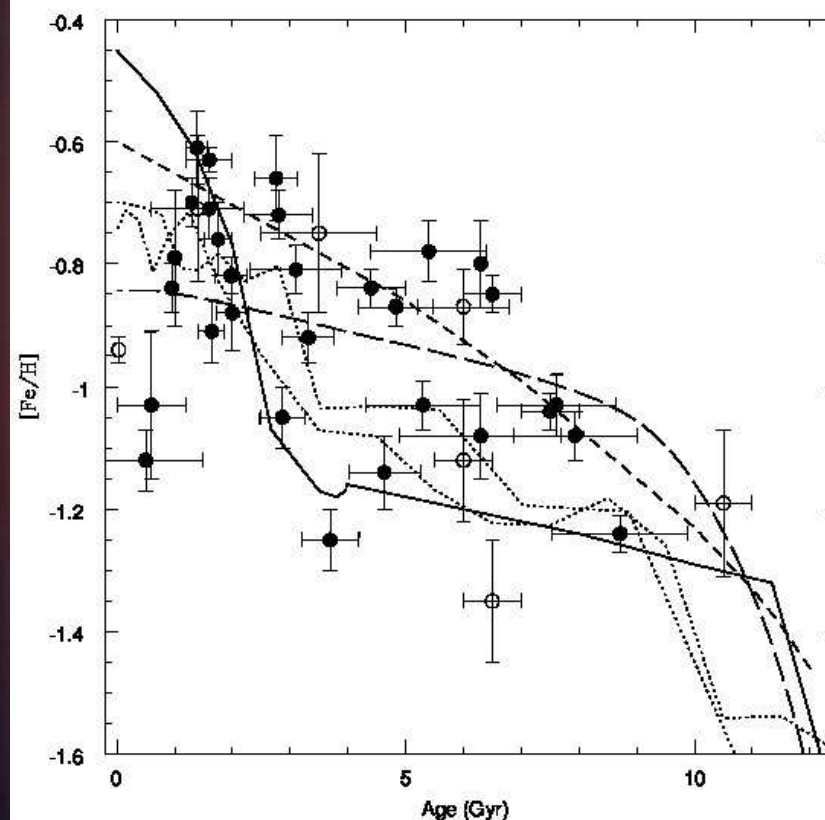


Grupo joven
pobre en metales

Santiago et al. (2009)

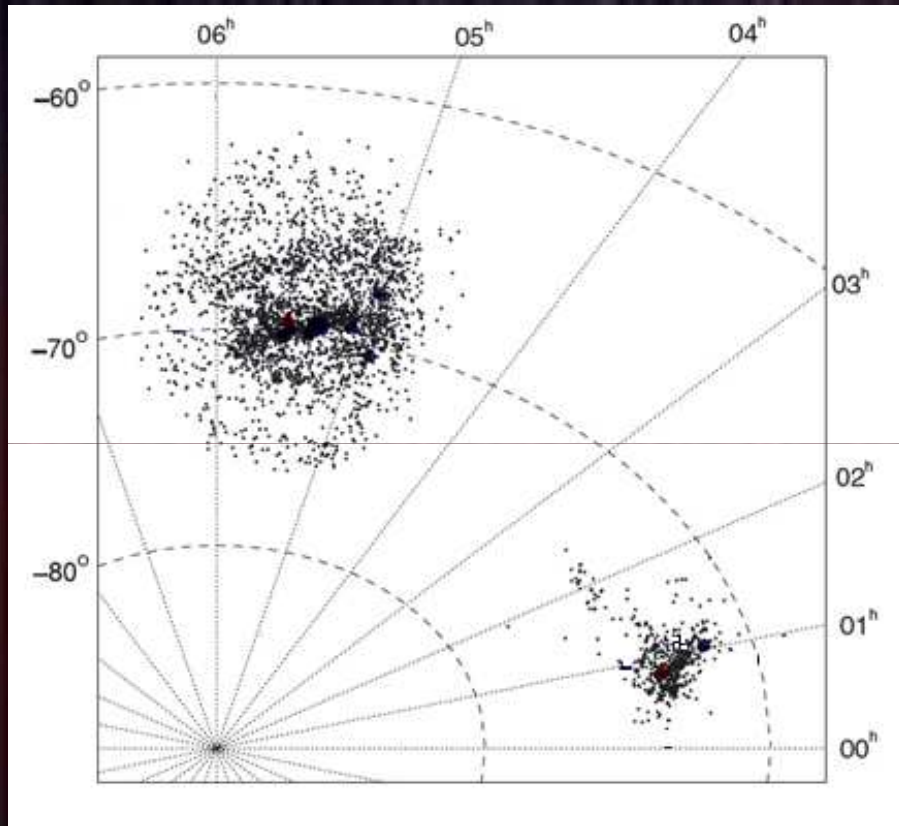
Grupo viejo
rico en metales

NmM

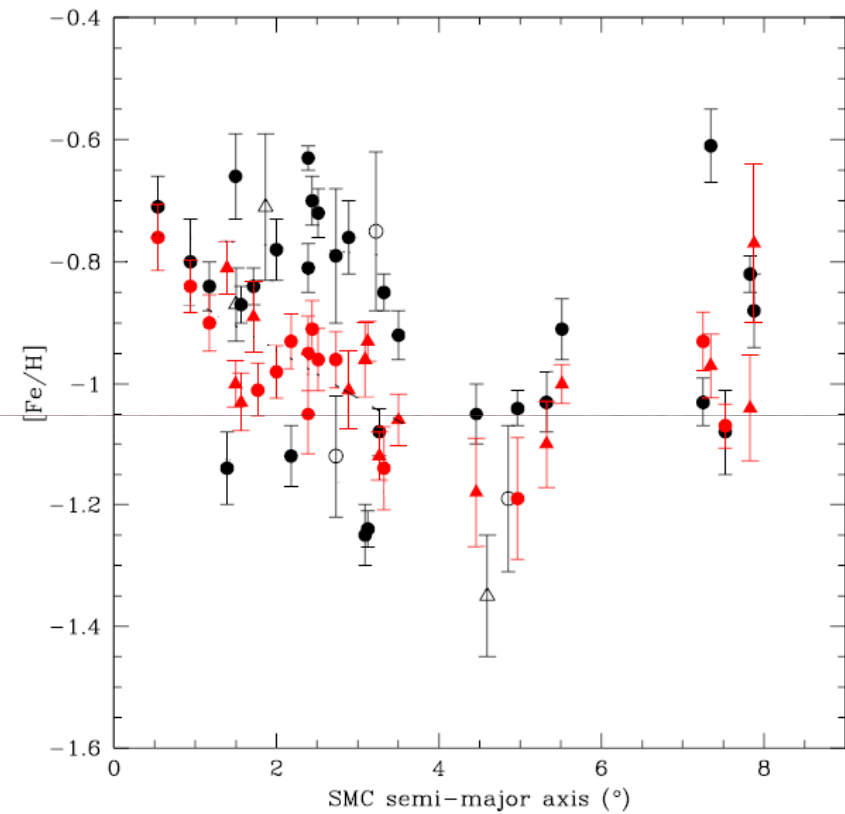


Parisi et al. (2009, 2015)

GRADIENTE DE DEMATALICIDAD



Adaptada de Bica et al. (2008)



Adaptada de Parisi et al. (2016)

Análisis espectroscópico en el infrarrojo cercano de 3 cúmulos estelares de la región intermedia de la Nube Menor de Magallanes

L.V. Grumado¹, M.G. Pezzina², D. Gelfert³, J.J. Clariá³, V. Vazquez³, G. De Grijs⁴

¹ Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina
² Observatorio de Córdoba, Córdoba University of Science, U.C. Córdoba, Argentina
³ Observatorio de Córdoba, Córdoba University of Science, U.C. Córdoba, Argentina
⁴ Observatorio de Córdoba, Córdoba University of Science, U.C. Córdoba, Argentina

RESUMEN

Presentamos espectros obtenidos en el infrarrojo cercano de estrellas rojas de 1.21, 10.02 y 2.07 K2, tres cúmulos de edad intermedia a finales de la Nube Menor de Magallanes (Nube M), cuyos edades actuales están entre 2.000 y 4.000 millones de años. Los espectros fueron obtenidos con el "Very Large Telescope" (VLT, Chile), con una dispersión de 0.50 Å/píxel y una resolución espectral de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex. Estudiamos características de las estrellas tales como el color de 0.99 en el espectro (V12, Códex), sus masas dispersas de 0.50 Å/píxel y sus masas dispersas de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex. Estudiamos características de las estrellas tales como el color de 0.99 en el espectro (V12, Códex), sus masas dispersas de 0.50 Å/píxel y sus masas dispersas de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex. Estudiamos características de las estrellas tales como el color de 0.99 en el espectro (V12, Códex), sus masas dispersas de 0.50 Å/píxel y sus masas dispersas de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han realizado estudios espectroscópicos de 1.21, 10.02 y 2.07 K2, tres cúmulos de edad intermedia a finales de la Nube Menor de Magallanes (Nube M), cuyos edades actuales están entre 2.000 y 4.000 millones de años. Los espectros fueron obtenidos con el "Very Large Telescope" (VLT, Chile), con una dispersión de 0.50 Å/píxel y una resolución espectral de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex. Estudiamos características de las estrellas tales como el color de 0.99 en el espectro (V12, Códex), sus masas dispersas de 0.50 Å/píxel y sus masas dispersas de ~ 1000 Å en la región del espectro del Códex.

2. REDUCCIÓN DE DATOS Y MEDICIONES

La reducción de los datos se realizó con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) y el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Los datos fueron reducidos y medidos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Los datos fueron reducidos y medidos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility).

3. METACIDAD Y SELECCIÓN DE MIEMBROS

Para determinar la metalicidad de las estrellas se utilizó el método de la metalicidad de la Nube Menor de Magallanes (Nube M). Los datos fueron reducidos y medidos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility). Los datos fueron reducidos y medidos con el software IRAF (Image Reduction and Analysis Facility).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Para 1.21 K2 se obtuvieron los siguientes resultados: $V_{0.99} = 10.02 \pm 0.02$ y $V_{12} = 12.12 \pm 0.02$. Para 10.02 K2 se obtuvieron los siguientes resultados: $V_{0.99} = 10.02 \pm 0.02$ y $V_{12} = 12.12 \pm 0.02$. Para 2.07 K2 se obtuvieron los siguientes resultados: $V_{0.99} = 10.02 \pm 0.02$ y $V_{12} = 12.12 \pm 0.02$.

Figura 1: Relación entre $V_{0.99}$ y V_{12} para las estrellas de los cúmulos 1.21, 10.02 y 2.07 K2. Los puntos representan las estrellas de los cúmulos. El color de los puntos indica el cluster al que pertenecen: 1.21 K2 (negro), 10.02 K2 (rojo) y 2.07 K2 (azul). La región amarilla indica la zona de mayor densidad de estrellas.

Figura 3: Relación entre $V_{0.99}$ y V_{12} para las estrellas de los cúmulos 1.21, 10.02 y 2.07 K2. Los puntos representan las estrellas de los cúmulos. El color de los puntos indica el cluster al que pertenecen: 1.21 K2 (negro), 10.02 K2 (rojo) y 2.07 K2 (azul). La región amarilla indica la zona de mayor densidad de estrellas.

Figura 6: Relación entre $V_{0.99}$ y V_{12} para las estrellas de los cúmulos 1.21, 10.02 y 2.07 K2. Los puntos representan las estrellas de los cúmulos. El color de los puntos indica el cluster al que pertenecen: 1.21 K2 (negro), 10.02 K2 (rojo) y 2.07 K2 (azul). La región amarilla indica la zona de mayor densidad de estrellas.



POSTER DE LUCIANA GRAMAJO

**EVOLUCIÓN QUÍMICA
FORMACIÓN ESTELAR
CINEMÁTICA
ETC.**



**FORMACIÓN
EVOLUCIÓN
DINÁMICA GLOBAL
ETC.**



**Globular Clusters can indeed still be considered
Simple Stellar Populations:
Surprisingly Strangely Perplexing!!**

Doug Geisler

