

ESTUDIO DE LAS ESTRELLAS REZAGADAS AZULES MÁS BRILLANTES

C. Morales (1)*, F. Llorente de Andrés (2)*, J. A. Ahumada(3)

(1) CAB (INTA-CSIC) -España, (2) M&F SBA., Almagro -España, (3) Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

*FLA and CM acknowledge support from the Faculty of the European Space Astronomy Center (ESAC)

INTRODUCCIÓN

Las "estrellas rezagadas azules" o "blue stragglers" (BS) se caracterizan por aparecer en los diagramas color-magnitud (CMD) de sistemas estelares tales como cúmulos abiertos, cúmulos globulares, o galaxias enanas, en la prolongación de la secuencia principal, por encima del punto de despegue, y hacia el azul de éste. Conforme con la teoría estándar de la evolución estelar, los BS ya deberían haberse apartado de esas posiciones suponiendo que realmente pertenecen a los sistemas y que se formaron junto con el resto de las estrellas de los mismos. Hay varias teorías que tratan de explicar los BS, pero en la actualidad prevalece la idea de que pueden ser los productos de transferencia de masa en binarias (McCrea 1964, MNRAS, 128, 147), según la cual la luminosidad de la estrella receptora se incrementa de manera tal que ahora aparece por encima del punto de despegue de la Secuencia Principal en el CMD. También se ha postulado que son el resultado de la fusión de estrellas, en particular en sistemas muy densos como los núcleos de cúmulos globulares.

Este estudio está focalizado en los BS más brillantes que $V=10$ que hemos podido identificar en cúmulos abiertos. Se trata de una muestra sin precedentes en cuanto a su número y sobre la que hay abundante información observacional, por lo que se espera asegurar su pertenencia a los cúmulos y obtener información sobre su posible origen.

DESCRIPCIÓN DEL CATÁLOGO DE BS EN CÚMULOS ABIERTOS

Nuestra selección de objetos ha sido tomada del catálogo de BS en cúmulos abiertos de Ahumada & Lapasset (2007, A&A, 463,789). Este catálogo se construyó a partir del examen de los diagramas color-magnitud V vs $(B-V)$ y V vs $(V-I)$ de los mejores estudios fotométricos de los cúmulos listados en la base de datos WEBDA (Mermilliod & Paunzen 2003, A&A, 410, 511). El método utilizado para la identificación fue el siguiente (ver Figura 1).

Se definió una zona en los diagramas limitada, al azul, por la Secuencia Principal Edad Cero (ZAMS), hacia las magnitudes mayores por la magnitud del punto de retorno, y hacia el rojo por el color del punto de retorno. Las estrellas ubicadas en dicha zona se consideraron 'candidatos' a BS. De esta manera, unos 2000 candidatos fueron seleccionados en más de 400 cúmulos abiertos de todas las edades, dándose para cada estrella, magnitud, colores, tipo espectral, posición con relación al centro del cúmulo, además de información de pertenencia, binaridad, variabilidad, o cualquier otro dato pertinente.

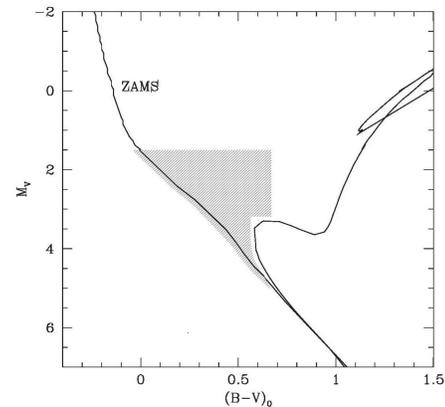


Figura 1

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE LA PERTENENCIA DE UNA ESTRELLA A SU CÚMULO

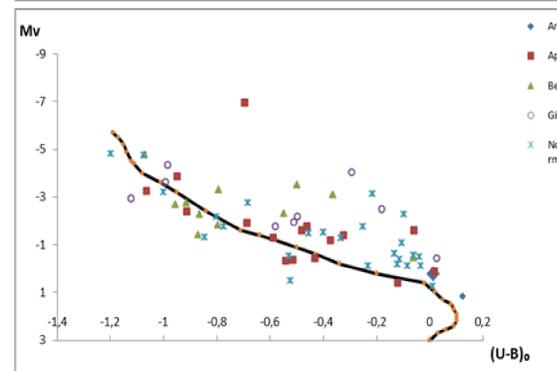
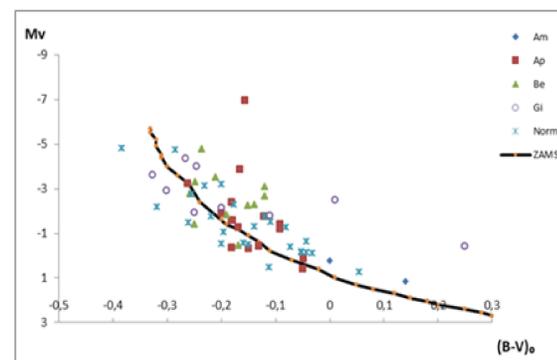
Del catálogo de Ahumada y Lapasset (2007) seleccionamos todas las estrellas con magnitud fotométrica V mayor que 10 (140 estrellas). La primera actividad fue comprobar si las estrellas de la muestra son miembros del cúmulo en cuyo CMD aparecen o bien si están por delante o por detrás del cúmulo. Para ello hemos utilizado diversos métodos combinándolos entre sí: Método de las distancias, de la velocidad radial, del movimiento propio, por su posición radial en el cúmulo, Método del Exceso de color, de la magnitud absoluta, por ajuste de modelos. De la muestra de 140 BS seleccionamos para este trabajo una de las 60 que poseen pertenencia positiva de, al menos, tres métodos y ninguna información negativa en los demás. Estudiamos pues las 60 estrellas que cumplen este requisito como firmes candidatos a miembros de sus respectivos cúmulos.

RESULTADOS

Los 60 BS de nuestra muestra con buena determinación de pertenencia a sus cúmulos presentan características espectrales que pueden clasificarse en cuatro grupos:

- 1) **Estrellas químicamente peculiares.** Desde antiguo se cree que las estrellas Ap y Am podrían ser el resultado de transferencia de masa en un sistema binario cerrado en el que la primaria después de perder masa se convierte en una estrella de baja masa con un núcleo degenerado, en el que se producen flashes y síntesis de elementos pesados que pasan a la envoltura de la BS. (Van den Heuvel, 1968, Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 326. Fowler et al., 1965)
- 2) **Estrellas con líneas de emisión.** Este tipo de estrellas también pueden explicarse por binaridad, por transferencia de masa desde la primaria se forma un disco alrededor de la secundaria que es el origen de las líneas de emisión. Kris y Harmanec, 1975.
- 3) **Estrellas normales.** Estas estrellas como puede verse en la Figura 4 casi todas son de las más débiles de la muestra. Posiblemente se necesitan más observaciones para poder decir que efectivamente son normales. Las estrellas normales si son rotadores lentos también podrían ser el resultado de transferencia de masa en un sistema doble. Perets, Chapter 11 del libro "Ecology of Blue Straggler Stars",
- 4) **Estrellas gigantes.** Podría ser una etapa intermedia antes de que la gigante, por transferencia de masa, termine convertida en una enana blanca, como es el caso de las BS de NGC 188 que recientemente se ha confirmado que tienen enanas blancas por compañeras. Geller AM, & Mathieu RD (2011) Nature, 478 (7369), 356-9 PMID: 22012393

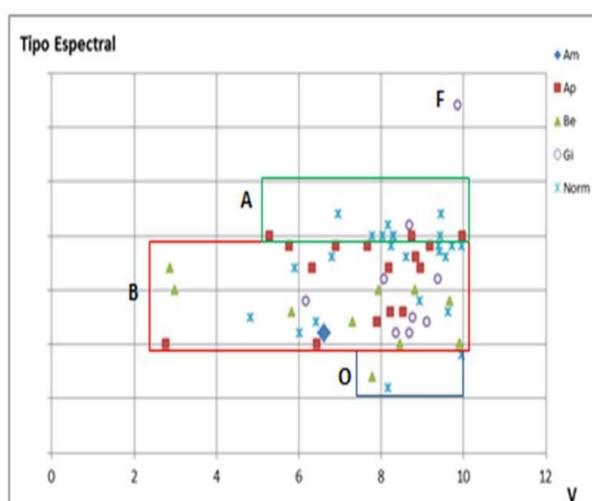
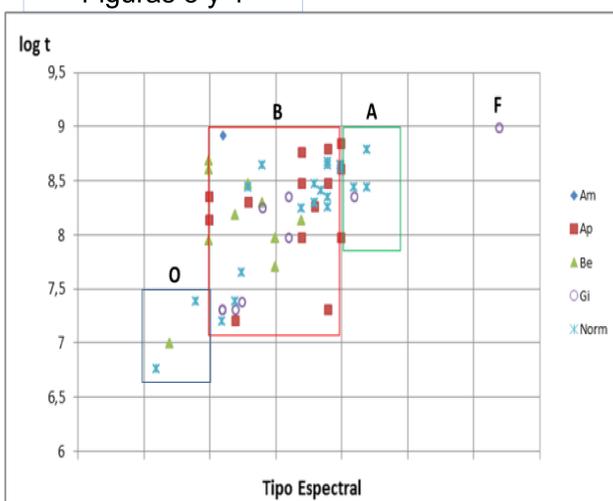
Dentro de estos grupos hay por lo menos 10 estrellas binarias eclipsantes y binarias espectroscópicas y dos estrellas de tipo Algol que posiblemente sean binarias cerradas en las que ha tenido lugar algún tipo de intercambio de masa. Podrá confirmarse con el estudio de sus órbitas.



Figuras 2 y 3

En las Figuras 2 y 3 mostramos los diagramas color magnitud de las estrellas rezagadas azules seleccionadas como miembros de sus respectivos cúmulos con distinto símbolo según el grupo al que pertenecen. La línea continua es Secuencia Principal de Edad Cero de Schmidt-Kaler, 1982

Figuras 3 y 4



CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

El alto número de binarias encontrado entre los BS seleccionados parece favorecer la hipótesis de binaridad previa para al menos un porcentaje importante de los mismos. También las estrellas peculiares pueden tener una interpretación en este sentido, en tanto que las más débiles pueden estar simplemente necesitando más y mejores observaciones. Con esto no queremos excluir otros mecanismos, pero parece cada vez más claro que muchos de los BS en cúmulos abiertos tienen origen binario. Continuaremos nuestro trabajo aumentando esta muestra con más BS que sean miembros confirmados y así mejorar la estadística para ofrecer una respuesta más clara al enigma de su origen.