

Composición química y estado evolutivo de las estrellas de carbono de tipo espectral R

Autor: Olga Zamora Sánchez (zamora@ugr.es)

Tesis doctoral dirigida por: Carlos Antonio

Abia Ladrón de Guevara y María Inmaculada

Domínguez Aguilera

Centro: Universidad de Granada

Fecha de lectura: 27 de marzo de 2009

En este trabajo se ha realizado un estudio detallado sobre una muestra de 23 estrellas de carbono de tipo espectral R (tempranas y tardías) seleccionada del catálogo Hipparcos, con la paralaje trigonométrica reprocesada según Knapp et al. (2001). Se ha analizado su distribución galáctica, cinemática, fotometría y composición química, esta última derivada a partir de espectros en el óptico a alta resolución espectral ($R \sim 20000-40000$). Para realizar el análisis químico, se ha utilizado el método de síntesis espectral ETL en una dimensión. La cinemática y localización en la Galaxia de las estrellas R-tardías o frías es representativa de una población correspondiente al disco delgado galáctico mientras que, por el contrario, las estrellas R-tempranas o calientes se corresponden con una población del disco grueso.

En el análisis químico, se han derivado las razones C/O, $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, metalicidad, litio y abundancias de elementos-s (incluyendo Tc) y, en algunas estrellas, la abundancia absoluta de C, N y O, independientemente. A partir del patrón de abundancias derivado y el conjunto de las propiedades observacionales estudiadas, concluimos que i) las estrellas R-frías son idénticas a las estrellas de carbono normales o de tipo N, ii) un número importante de estrellas R calientes son, en realidad, estrellas de otros tipos espectrales (e.g. K, CH) mal clasificadas, iii) para las estrellas R-calientes verdaderas, nuestro análisis químico confirma los resultados obtenidos por Dominy (1984), i.e., poseen metalicidad próxima a la del Sol, enriquecimiento en N, razones C/O mayores que la unidad, razones isotópicas $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} <$

10 y no poseen sobre-abundancias de elementos-s. A pesar de que la muestra es relativamente pequeña, estos resultados pueden indicar que la fracción real de estrellas de tipo espectral R entre todas las estrellas de carbono gigantes puede ser inferior a lo supuesto hasta ahora y, por tanto, no constituirían un estado evolutivo frecuente entre las estrellas de baja masa.

Para las estrellas R-calientes, se han discutido y realizado simulaciones numéricas de los escenarios evolutivos más favorables para su formación: contaminación original en C, posible transferencia de masa en un sistema binario y, por último, coalescencia de un sistema binario compuesto por estrellas con núcleos de He. Tanto las simulaciones realizadas en una dimensión de este último escenario como en tres dimensiones, utilizando un código SPH, muestran que las condiciones físicas en las que tiene lugar el flash del He no favorecen que sea posible la mezcla de carbono con la envoltura de la estrella. Los demás escenarios propuestos también son rechazados, por lo que el origen de las estrellas R-tempranas continúa siendo un misterio y un auténtico desafío para los modelos de evolución estelar y nucleosíntesis.

Complementariamente, se ha estudiado la composición química de 3 estrellas de carbono galácticas de tipo espectral SC. Se ha encontrado un buen acuerdo con el análisis previo realizado, en este tipo de estrellas, por Abia & Wallerstein (1998) excepto en la metalicidad promedio, que es ~ 0.4 dex menor en el presente análisis. Para las estrellas de la muestra con algún enriquecimiento en elementos-s (i.e. estrellas R-tardías y de tipo espectral CH) somos capaces de reproducir el patrón de abundancias observado mediante modelos de estrellas en la fase AGB de baja masa ($M < 3 M_{\odot}$, Cristallo et al. 2009). Sin embargo, los enriquecimientos de elementos-s promedio respecto al Fe derivados en las estrellas de tipo SC son ~ 2 veces superiores que los derivados típicamente en estrellas de tipo espectral N, lo que pone en duda la localización de las estrellas SC en la secuencia espectral teórica en la fase AGB: $M \rightarrow MS \rightarrow S \rightarrow SC \rightarrow C(N)$. Sugerimos que las estrellas SC pueden ser estrellas de masa intermedia $M > 3 M_{\odot}$ al final de la fase AGB que se convierten en estrellas ricas en C por un corto periodo de tiempo. Es necesario un estudio sobre una muestra más extensa de estrellas de tipo SC y la disponibilidad de cálculos detallados de nucleosíntesis en estrellas de masa intermedia para confirmar esta hipótesis.