

Efectos circunestelares y cocientes isotópicos en estrellas AGB ricas en oxígeno

Autor: Víctor Pérez Mesa

(victorperme@gmail.com)

Tesis doctoral dirigida por: Domingo Aníbal García-Hernández y Olga Zamora

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias

Fecha de lectura: 17 de enero de 2020

Esta tesis trata varios temas relacionados con el estudio de las estrellas pertenecientes a la rama asintótica de gigantes (AGB, de sus siglas en inglés *asymptotic giant branch*) más masivas y ricas en oxígeno en nuestra Galaxia. En particular, los principales objetivos son la exploración de los efectos circunestelares en la determinación de las abundancias químicas en estrellas AGB masivas a metalicidad solar usando modelos de atmósfera pseudodinámicos más realistas y la obtención, por primera vez, de las abundancias elementales e isotópicas de CNO en estrellas AGB Galácticas verdaderamente masivas.

En primer lugar, hemos determinado las abundancias de Rb y Zr en una muestra de estrellas AGB Galácticas y masivas, previamente estudiadas con modelos hidrostáticos, usando modelos de atmósfera extensos que consideran la presencia de una envoltura circunestelar con un viento radial. Las nuevas abundancias de Rb son mucho más bajas que las obtenidas a partir de modelos hidrostáticos, mientras que las abundancias de Zr son parecidas a las hidrostáticas porque la cabeza de banda 6474 Å ZrO usada para derivar las abundancias de Zr se forma en capas más internas de la atmósfera y está menos afectada por efectos circunestelares que la línea 7800 Å Rb I. Las nuevas abundancias de [Rb/Fe] y cocientes de [Rb/Zr] se comparan mucho mejor con las predicciones teóricas, resolviendo significativamente el problema previo de la discordancia entre las observaciones y los modelos de nucleosíntesis en las estrellas AGB más masivas y confirmando que la reacción $^{22}\text{Ne}(\alpha, n)^{25}\text{Mg}$ es la principal fuente de neutrones en estas estrellas.

En segundo lugar, presentamos nuevas abundancias hidrostáticas y pseudodinámicas de Li y Ca en una muestra de estrellas AGB masivas y ricas en oxígeno de nuestra Galaxia

usando los nuevos modelos de atmósfera extensos (pseudodinámicos). Las abundancias de Li a partir de modelos de atmósfera extensos son muy similares a las obtenidas con modelos hidrostáticos, confirmando el carácter rico en litio (incluso súper rico en litio en algunas estrellas) de nuestra muestra de estrellas y la fuerte activación del proceso HBB (de sus siglas en inglés *hot bottom burning*) en estrellas AGB masivas. Esto está de acuerdo con la mayoría de modelos de nucleosíntesis de estrellas AGB. Las abundancias de Ca, las cuales han sido derivadas aquí por primera vez en estrellas AGB masivas de nuestra Galaxia, son consistentes con las predicciones de modelos de nucleosíntesis de procesos "s" para estrellas AGB masivas a metalicidad solar. Una minoría de estrellas muestra una cantidad significativa de Ca agotado y damos posibles explicaciones a esta aparente e inesperada disminución de Ca.

Por último, hemos obtenido, por primera vez mediante síntesis espectral, las abundancias y cocientes isotópicos de CNO en una muestra de estrellas AGB masivas y ricas en oxígeno de nuestra Galaxia al principio de la fase de pulsos térmicos (TP, de sus siglas en inglés *thermally pulsing*). Además, hemos encontrado que la presencia de una envoltura circunestelar y viento radial no afecta a la determinación de las abundancias elementales/isotópicas de CNO en el infrarrojo cercano. Las abundancias elementales/isotópicas de CNO derivadas están generalmente de acuerdo con las predicciones teóricas para estrellas AGB muy masivas (7-8 masas solares) a metalicidad solar que experimentan HBB en los primeros pulsos térmicos. En particular, las grandes sobreabundancias de N y los bajos cocientes $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ confirman la activación del HBB independientemente de las sobreabundancias de Li. Además, dos estrellas de la muestra parecen ser descendientes de estrellas progenitoras de ocho masas solares con HBB pero que no han experimentado ningún pulso térmico. Por lo tanto, estas estrellas son muy buenas candidatas a ser verdaderas estrellas súper-AGB. También, hemos comparado nuestros cocientes isotópicos de O con medidas hechas en granos presolares. La composición isotópica de O en dos estrellas refuerza la idea de que las estrellas AGB más masivas podrían ser el lugar de formación de los granos del Grupo II. Sin embargo, las grandes incertidumbres y nuestros límites inferiores conservativos para los cocientes de O en el resto de estrellas de la muestra no nos permiten obtener una respuesta definitiva acerca del origen de los granos del Grupo II.

Tesis disponible en:

https://www.dropbox.com/s/aaynjej2awoxs5j/Tesis_Victor_Perez_Mesa_040220.pdf?dl=0

Cocientes isotópicos observados en nuestra muestra de estrellas (estrellas rojas), granos presolares del Grupo I (puntos azules) y II (puntos verdes) y la evolución de los cocientes de O en la superficie estelar de los modelos Monash de estrellas AGB con diferentes masas (líneas sólidas). Además, hemos representado los cocientes isotópicos de SV Cas y RU Cyg (triángulos cyan) y V1415 Aql (cuadrado magenta) derivados en Hinkle et al. (2016) y Abia et al. (2017a), respectivamente. La línea discontinua negra indica los valores de los cocientes de O solares, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 3.704 \times 10^{-4}$ y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 2.008 \times 10^{-3}$.

