

Analizando los espectros de LSOM y SDSS para entender las poblaciones estelares de la galaxia.

Alexander González¹ Lauren M Flor² Danilo González³ Juan C. Muñoz-Cuartas⁴

FACom | Grupo de Física y Astrofísica Computacional

¹Estudiante: U de A ²Asesora: U de A ³Coasesor: U Católica del Norte - Chile ⁴Coasesor: U de A

Resumen

La estrella **HD 55496** es químicamente peculiar, enriquecida con elementos de procesos s. Se ha planteado la hipótesis de que sea un sistema binario. Por lo tanto, se llevó a cabo un estudio sistemático de su velocidad radial utilizando espectros proporcionados por FIDEOS, usando herramientas como iSpec y Python. Se observa un comportamiento periódico, lo que podría contribuir al entendimiento del sistema. Se propone realizar un estudio químico de las abundancias de la estrella, que servirá como base para futuras etapas del proyecto. El entendimiento de estas estrellas es crucial para entender las poblaciones estelares de la galaxia.

Palabras clave: HD 55496, procesos - s, sistema binario, velocidad radial, abundancias químicas.

Revisión de literatura

Hay evidencia de estrellas enriquecidas en nitrógeno, silicio, potasio y elementos producidos por procesos s (Anders et al., 2018; Pereira et al., 2019a). HD 55496 es una estrella peculiar enriquecida por elementos de procesos s, clasificada como 'estrella de Bario pobre en metales' por Luck y Bond (1991). Las estrellas de Bario constituyen una muestra significativa entre las estrellas químicamente peculiares y son objetos de interés para comprender los procesos de nucleosíntesis en las estrellas de la rama asintótica gigante (AGB) (Castro et al., 2016; Cseh et al., 2018). Dado su estatus como estrella de Bario, se esperaría que HD 55496 fuera una estrella binaria; sin embargo, es un objeto atípico y los datos de velocidad radial recopilados no han proporcionado evidencia concluyente sobre la presencia de una compañera binaria que explique estas anomalías (Pereira et al., 2019). Los espectros son btendidos por el espectrógrafo FIDEOS (Fiber Dual Echelle Optical Spectrograph), con una resolución de R 43000 en el telescopio de 1 m (LSOM) de ESO en la Silla (Chile).

Objetivos de investigación

Evaluar la potencial binariedad de HD 55496, por medio del análisis espectroscópico de la velocidad radial de la estrella, identificando posibles variaciones sistemáticas.

- **Objetivo 1:** Analizar una serie de 8 espectros de la estrella HD 55496 del año 2022.
- **Objetivo 2:** Construir y analizar la serie de tiempo de las velocidades radiales (VR).
- **Objetivo 3:** Realizar un acercamiento a la química de la estrella de manera pedagógica.

Metodología de trabajo

Se extrajeron los datos del cubo de datos de CEREs, se creó un programa en python para obtener el espectro en 1D, se establecen los datos en iSpec para calcular a partir de la 'cross correlation function' los valores de VR, se realiza un periodograma con el fin de asociarle un comportamiento periódico a los datos, paralelamente se estudian las abundancias químicas.

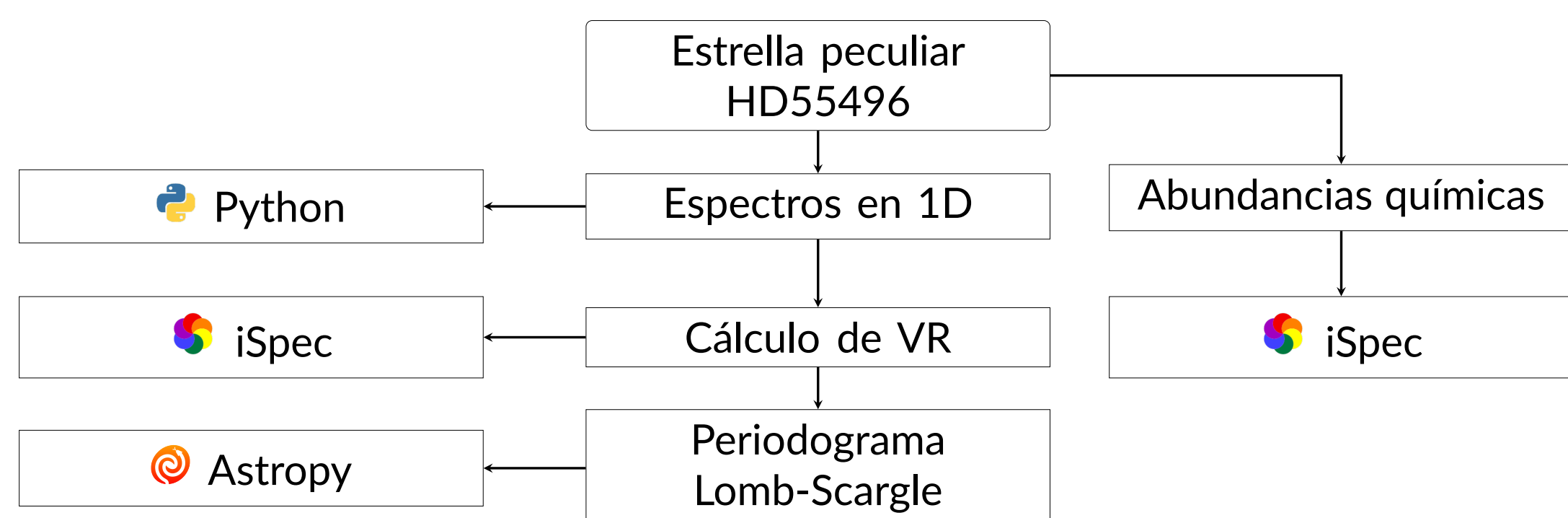


Figura 1. Organigrama de pasos realizados con sus respectivas herramientas.

Resultados y discusión

Espectros en 1D

Por medio de un método de valor medio entre cada orden del espectro, se logra reconstruir el espectro sin perder mucha información y disminuir el ruido en los extremos.

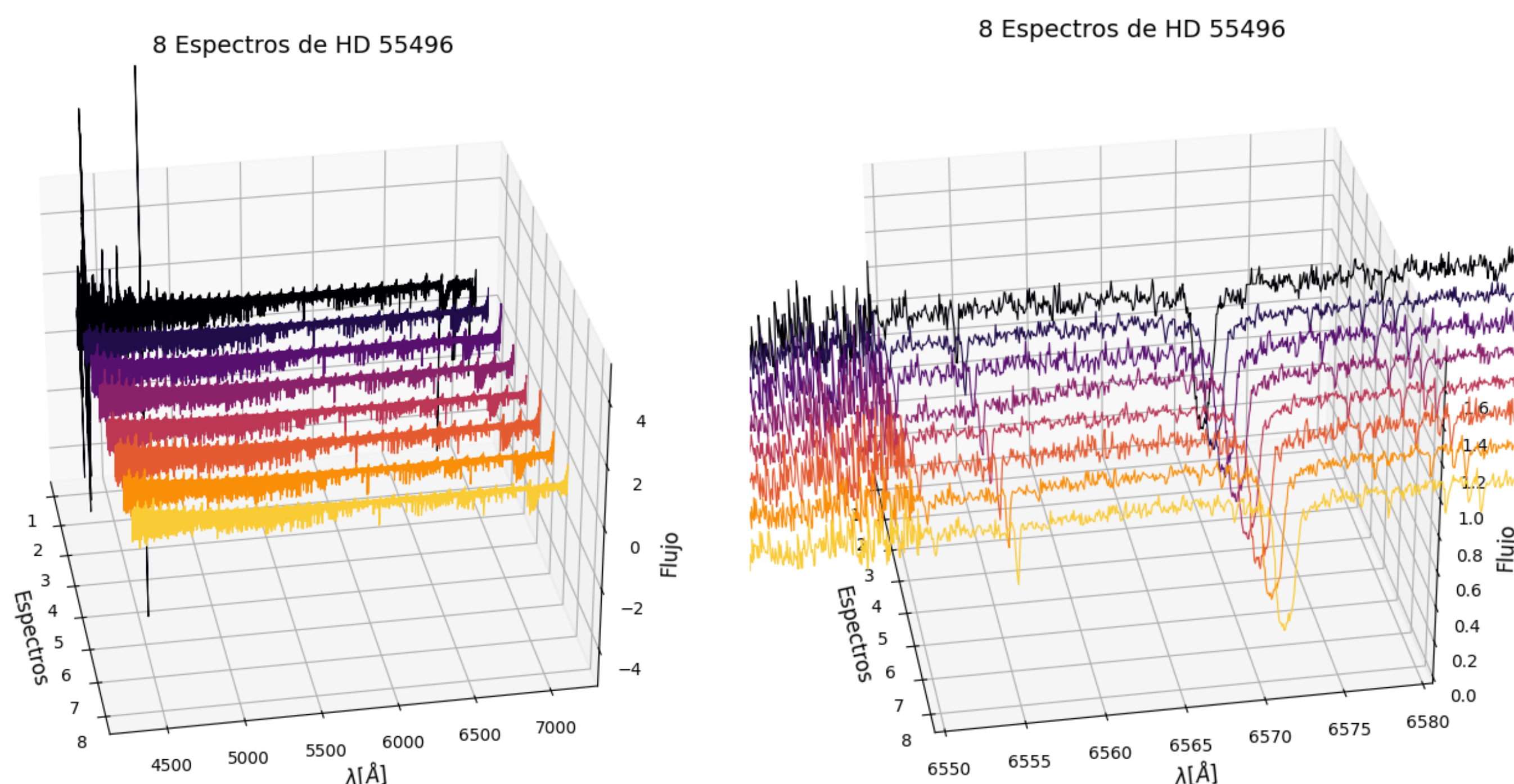


Figura 2. Recopilación de los 8 Espectros de HD 55496 en 1D.

Cálculo de Velocidad Radial

Debido a la temperatura y luminosidad establecidas para la estrella en diferentes trabajos previos [3], con una mascara de líneas correspondiente a una estrella de tipo G, HARPS_SOPHIE.G2.375_679nm. La VR es calculada por el métodos de Correlación cruzada.

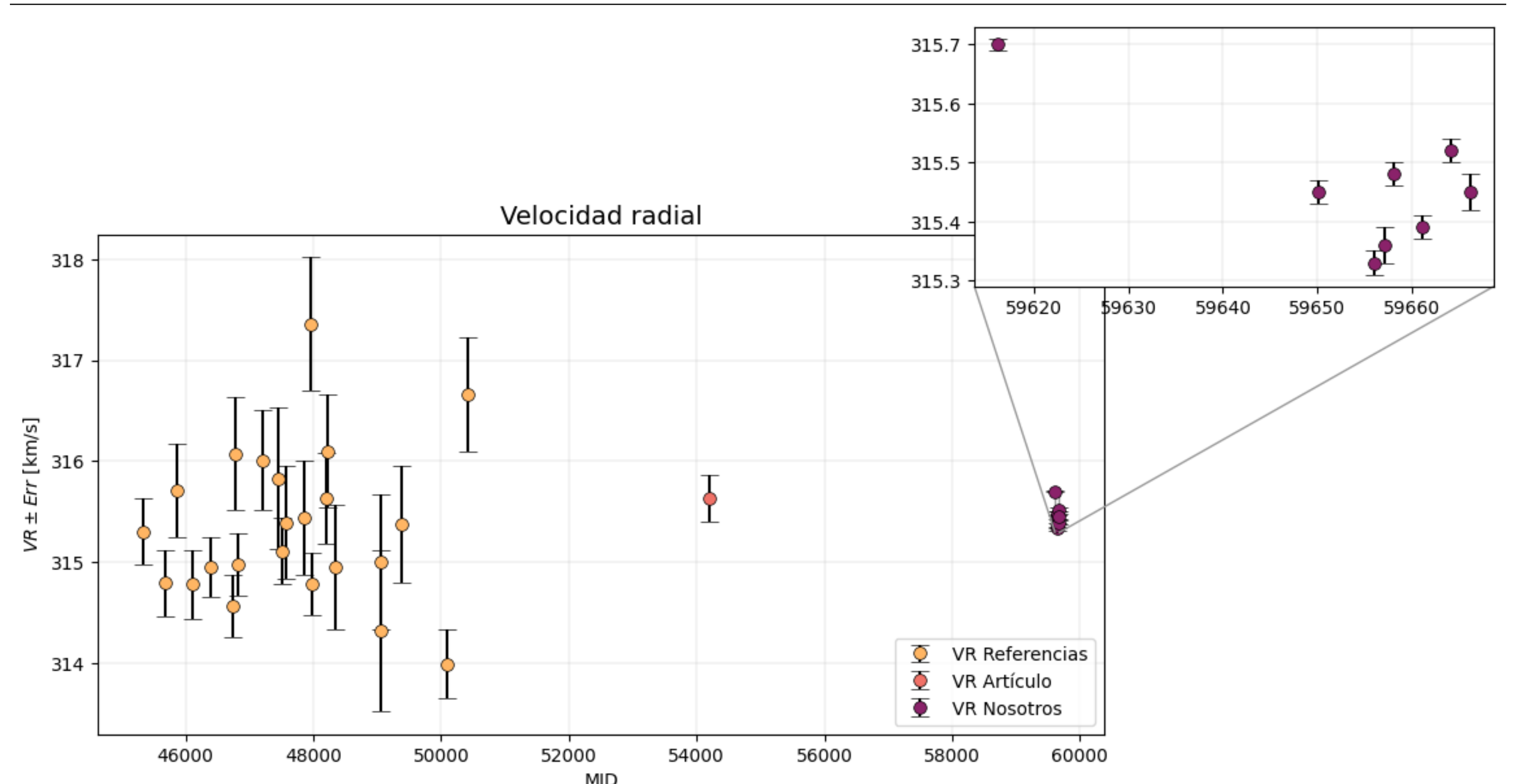


Figura 3. Serie de tiempo de Velocidad Radial para HD 55496 históricamente, los datos naranjas son de Jorissen et al (2005), el dato rojo es de Pereira et al (2019) y los morados son nuestros resultados.

Periodograma Loms-Scargle

Se reconstruye un periodograma de Lombs-Scargle, a partir de la transformada de fourier se encuentra la frecuencia más representativa de los datos $f = 0,1848$ 1/d y por tanto un periodo de $p = 5,4105$ d, con un ajuste sinusoidal que se acompla a los datos con una probabilidad de falsa alarma del 25,4 %.

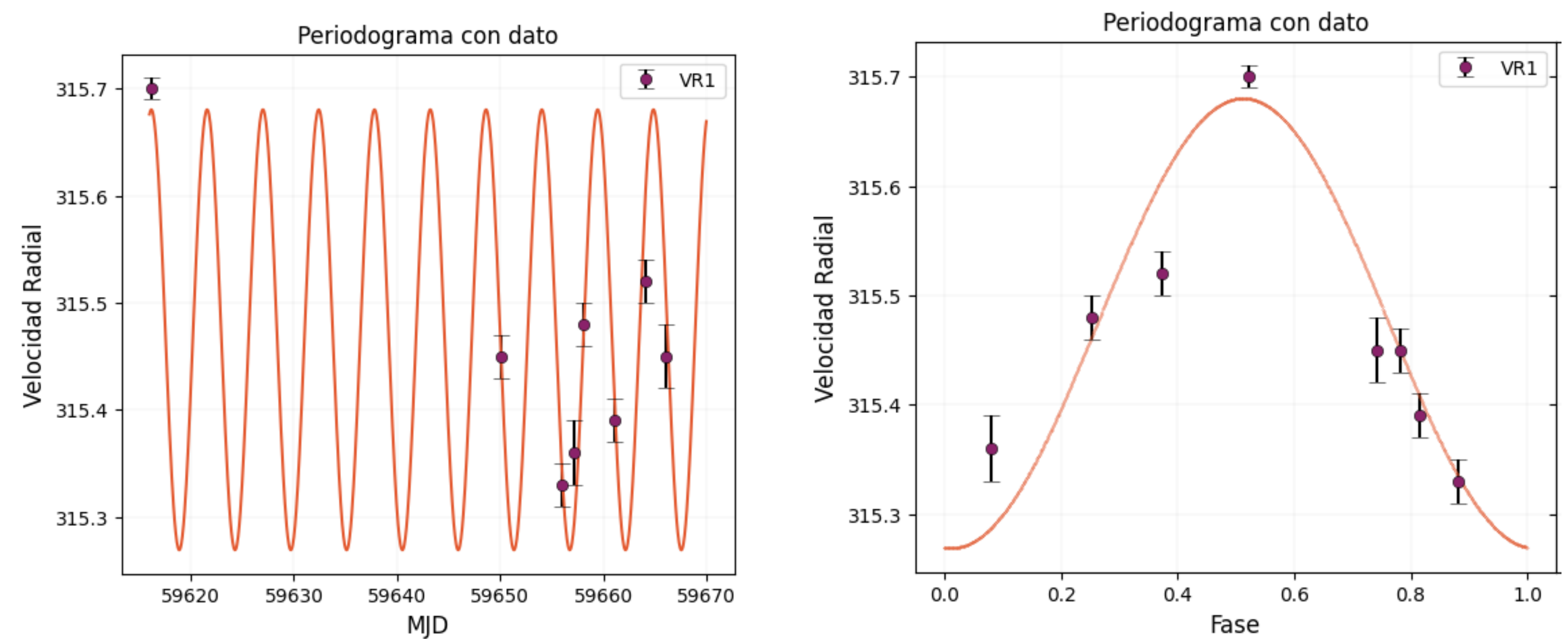


Figura 4. Periodograma de velocidades radiales, en donde la curva naranja es la función que resulta al ajustar los parámetros del periodo de los datos originales, la figura de la derecha muestra los datos en fase.

Abundancias químicas

No se cuenta con fibra de cielo, por tanto no se puede confiar en los resultados obtenidos en esta etapa, sin embargo, es un ejercicio pedagógico para entender la metodología. Los parámetros de temperatura, metalicidad ($T = 4703,45 \pm 142,32$ K, $M_H = -1,54 \pm 0,20$), teniendo en cuenta las abundancias solares reportadas en Grevesse (1998) y la lista de líneas VALD,300_1100nm [2], para unas abundancias de elementos de proceso s así.

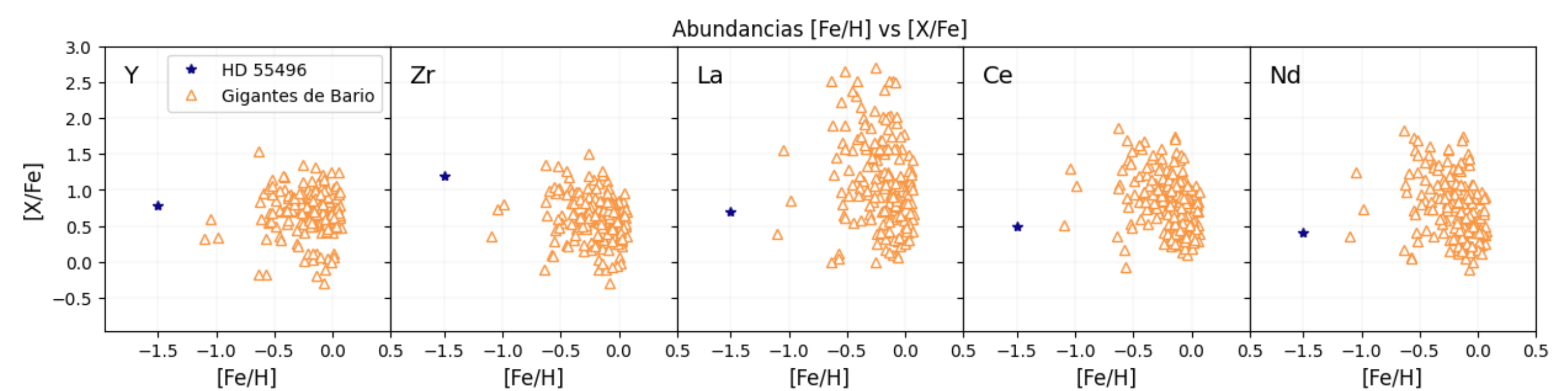


Figura 5. Comparación de las abundancias de elementos de procesos s de HD 55496

Conclusiones

Según los resultados de VR se presenta un posible comportamiento periódico, con una probabilidad de falsa alarma (FAP) de 25 %, que da indicios de que no se puede descartar la posibilidad de binariedad e incluso podríamos pensar en otros fenómenos a partir de estos resultados. Estos resultados, junto con los de abundancias nos ayuda a aterrizar un poco el hecho de que estamos tratando con un objeto realmente interesante, por su peculiaridad química y lo complejo que es confirmar la posible fuente de sus características peculiares. Con el fin de dar peso a los resultados, se están iniciando la implementación de métodos de simulación estadística de la distribución de los datos.

References

- [1] R. M. Catchpole, B. S. C. Robertson, P. R. Spectroscopic radial velocity Warren, and photometric observations of barium stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 181(3):391–404, 12 1977.
- [2] Drisya Karinkuzhi, Aruna Chemical analysis of CH stars – II. Atmospheric parameters Goswami, and elemental abundances. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 446(3):2348–2362, 11 2014.
- [3] C B Pereira, N A Drake, and F The s-process enriched star HD 55496: origin from a globular cluster or from the tidal disruption of a dwarf galaxy? *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 488(1):482–494 05 2019 Roig.
- [4] O. J. Eggen. PHOTOMETRY OF POSSIBLE BARIUM STARS. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 87(515):111, feb 1975.