Estudio infrarrojo de los jets estelares MHO 2147/2148

L.V. Ferrero, M. Gómez & G. Gunthardt

Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC-UNC)

Contacto/ LVF: leticia@oac.uncor.edu

Resumen / En esta contribución se presenta un análisis de los jets estelares MHO 2147 y MHO 2148 que se encuentran en el plano galáctico, en la región de Ophiuchus, a una distancia de 3.23 kpc. Los mismos, han sido observados en infrarrojo cercano, con el instrumento GSAOI+GeMS/GEMINI en la banda H_2 (2.122 μm) y K (2.2 μm), y por el relevamiento VISTA VVV en las bandas J, H y K_s. Se analiza la morfología de los jets, los cuales están orientados perpendicularmente. Estos jets presentan una sucesión de nodos que delinean perfiles en "S", lo que sugiere la precesión de los ejes o la binaridad de las respectivas fuentes excitantes.

Abstract / In this contribution, we present an analysis of the stellar jets MHO 2147 and MHO 2148, located in the galactic plane, in the Ophiuchus region, at a distance of 3.23 kpc. They have been observed with GSAOI+GeMS/GEMINI in the H_2 (2.122 μm) and K (2.2 μm) bands and by the VVV VISTA survey in the J, H y K_s filters. We analyze the morphology of both jets, which are perpendicularly oriented. These jets show a chain of knots that delineate "S"-shape profiles, suggesting the precession of the jet axis or the binarity of the exciting source.

Keywords / stars: formation, jets — infrared: ISM — ISM: Herbig–Haro objects, jets and outflows

1. Introducción

Los jets estelares MHO 2147 y MHO 2148 están situados en la región de Ophiuchus, a una distancia de 3.23 kpc (Molinari et al., 1996). Fueron descubiertos por Varricatt (2011) estudiando la fuente IRAS 17527−2439, objeto de clase I, con una masa estimada por este autor en ~ 12 $M_\odot$. Reciben dichos nombres por estar incluidos en el catálogo de Davis et al. (2010) de "Objetos con Línea de Emisión en la Molécula del Hidrógeno" o MHO (*Molecular Hydrogen Emission-Line Objects*) por sus siglas en inglés [*]. La imagen en H_2 (2.12 μm) obtenida por Varricatt (2011), muestra que ambos jets se encuentran dispuestos de manera perpendicular en el plano del cielo, evidenciando perfiles sinusoidales o en forma de "S". Por otro lado, este autor publicó una imagen combinada en las bandas [3.6], [4.5], [8.0] de IRAC/Spitzer, en la que nuevamente se destaca el perfil sinusiodal del jet MHO 2147, no siendo posible detectar a MHO 2148. La forma de estos perfiles podría estar asociada a la precesión del eje del jet o a la binaridad/multiplicidad de la fuente excitante.

La linea v = 1-0 de la molécula de Hidrógeno en 2.12 μm, en infrarrojo cercano, es un conocido trazador de las regiones de choque o nodos (*knots*) que delinean el eje del jet (Caratti o Garatti et al., 2006; Davis et al., 2010). En esta contribución y con el objetivo de analizar con mayor resolución la morfología de estos jets estelares, se presentan imágenes en H_2 y K, obtenidas con el instrumento GSAOI+GeMS, del telescopio GEMINI Sur.

[*] Disponible de manera electrónica en la página web: http://www.astro.ljmu.ac.uk/MHCat/

2. Datos observacionales

Los jets MHO 2147/2148 fueron observados con el telescopio GEMINI Sur y el instrumento GSAOI+GeMS, las noches del 16 de abril y 27 de mayo del 2014, en los filtros H_2 (1-0, 2.122 μm) y K (2.2 μm). GSAOI (*Gemini South Adaptative Optics Imager*) es una cámara con óptica adaptativa capaz de observar en infrarrojo cercano y diseñada para operar con GeMS (*Gemini Multi-Conjugate Adaptative Optics System*). La cámara consta de un arreglo de 2×2 detectores de tipo Hawaii-2RG, de 2048×2048 pixeles cada uno, los cuales dejan un *gap* o zona muerta entre ellos de 3″ de ancho. El campo es de 85″×85″ con una escala de placa de 0.0197″ pixel^{-1}. Las imágenes fueron procesadas con el programa THELI (Erben et al., 2005; Schirmer, 2013), diseñado para la reducción automatizada de imágenes astronómicas[**]. Además de las imágenes de GSAOI+GeMS, se emplearon imágenes en las bandas J (1.25 μm), H (1.65 μm) y K_s (2.15 μm) correspondientes al relevamiento VISTA VVV, tomadas con la cámara VIRCAM[***]

3. Análisis

La Figura 1 muestra una imagen a color realizada de los datos de VISTA (J en azul, H en verde y K_s en rojo), de un campo de 90″×105″. En ella se observa claramente la forma sinusoidal del jet MHO 2147. La Figura 2, panel superior, muestra la imagen combinada de MHO 2147/2148 tomada con GSAOI, en H_2 (verde) y K (azul),

[**] El programa THELI puede ser descargado de la página web: http://www.astro.uni-bonn.de/theli/

[***] Estas imágenes fueron obtenidas de la página http://horus.roe.ac.uk/vsa/index.html

de un campo de 95″×102″. Esta imagen revela con gran detalle la estructura interna del jet MHO 2147. En la misma, dentro de elipses a trazos, se engloba la posición del jet transversal MHO 2148, identificado por Varricatt (2011) como "2a" y "2b", cuya notación es mantenida en este trabajo. Las flechas indican las posiciones de las emisiones débiles de este jet. Adicionalmente, se identifica un objeto nebular alargado, denominado "1c", el cual se encuentra ligeramente desplazado o separado del eje principal del jet MHO 2147. En la Figura 2, panel inferior, se muestra la región central de los jets MHO2147/2148, en un campo de 50″×40″. Finalmente, en ambos paneles de la Figura 2 se indican, con "∗" la posición de la fuente A, identificada en las imágenes en H_2 y K obtenidas con el telescopio UKIRT, y con "⋄", la posición del pico en 24 μm detectada en las imágenes de Spitzer, ambas provenientes del trabajo de (Varricatt, 2011). Además, se indica con una cruz la posición de IRAS 17527−2439 (el tamaño de las barras es proporcional a las incertezas en las coordenadas IRAS), propuesta como la fuente excitante de MHO 2147. La Figura 3 muestra una ampliación del recuadro a trazos inserto en el panel superior de la Figura 2, en la cual se observa un objeto nebular alargado con dos estructuras con morfología de *bow shock* que parecieran ser generadas por la estrella brillante que se encuentra en la parte superior izquierda de la misma.

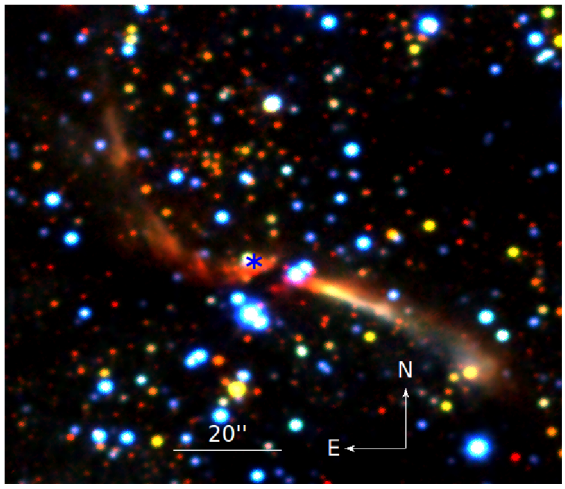

Fig. 1: Imagen combinada de VISTA de MHO 2147/2148 en J (azul), H (verde) y Ks (rojo), de un campo de 90″×105″. El asterisco indica la fuente identificada por Varricatt (2011) en K.

4. Resultados

Se observaron los jets transversales MHO 2147 y MHO 2148 con el instrumento GSAOI+GeMS, del telescopio GEMINI Sur, en las bandas H_2 y K. Por otro lado, se emplearon las imágenes de MHO 2147 obtenidas por el relevamiento VISTA VVV, en las bandas J, H y K_s. Las imágenes de Gemini Sur GSAOI+GeMS permiten detectar con gran detalle nuevas subestructuras dentro de los lóbulos del jet MHO 2147 (ver Figura 2) como

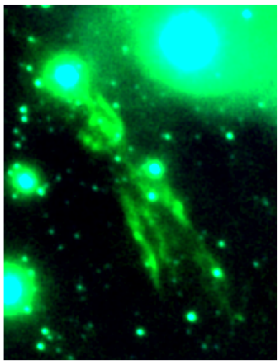

Fig. 3: Imagen ampliada de la compleja estructura ubicada en el recuadro de la Figura 2, panel superior, de un campo de 7″×9″.

también cercanas al mismo (ver Figura 3). Por otra parte, ha sido posible identificar el tenue jet transversal MHO 2148, detectado por Varricatt (2011), indicado dentro de las elipses con líneas de puntos "2a" y "2b", en la Figura 2. A pesar de su débil apariencia, se ha podido detectar una cadena de nodos que delinea su estructura.

Si bien, en las imágenes actuales no es posible observar directamente la región central de los jets MHO 2147 y MHO 2148, la disposición prácticamente perpendicular de los mismos en el plano del cielo indicaría que son excitados por distintas fuentes. Los respectivos perfiles sinusoidales podrían atribuirse a un efecto de precesión del eje del jet (Lightfoot & Glencross, 1986) o bien a la binaridad o multiplicidad de las respectivas fuentes excitantes. En este caso el perfil observado resulta del movimiento orbital de la fuente de la cual emana el jet (Fendt & Zinnecker, 1998). Imágenes de mayor resolución angular permitirían detectar la posible binaridad de las fuentes excitantes.

Agradecimientos: Queremos agradecer especialmente al Dr. Mischa Schimer, autor del programa THELI, por la ayuda brindada durante el proceso de reducción, y al Dr. Rodrigo Carrasco, encargado de GSAOI, por el asesoramiento sobre el uso de este instrumento. Este trabajo está basado en observaciones obtenidas en el Observatorio Gemini, el cual es operado por la Association of Universities for Research in Astronomy, Inc., bajo un acuerdo cooperativo con la NSF en representación de los socios de Gemini: the National Science Foundation (Estados Unidos), the National Research Council (Canada), CONICYT (Chile), the Australian Research Council (Australia), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (Brazil) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina).

Referencias

Caratti o Garatti A., et al., 2006, A&A, 449, 1077
Davis C. J., et al., 2010, A&A, 511, A24
Erben T., et al., 2005, Astronomische Nachrichten, 326, 432
Fendt C., Zinnecker H., 1998, A&A, 334, 750
Lightfoot J. F., Glencross W. M., 1986, MNRAS, 221, 993
Molinari S., et al., 1996, A&A, 308, 573
Schirmer M., 2013, ApJS, 209, 21
Varricatt W. P., 2011, A&A, 527, A97

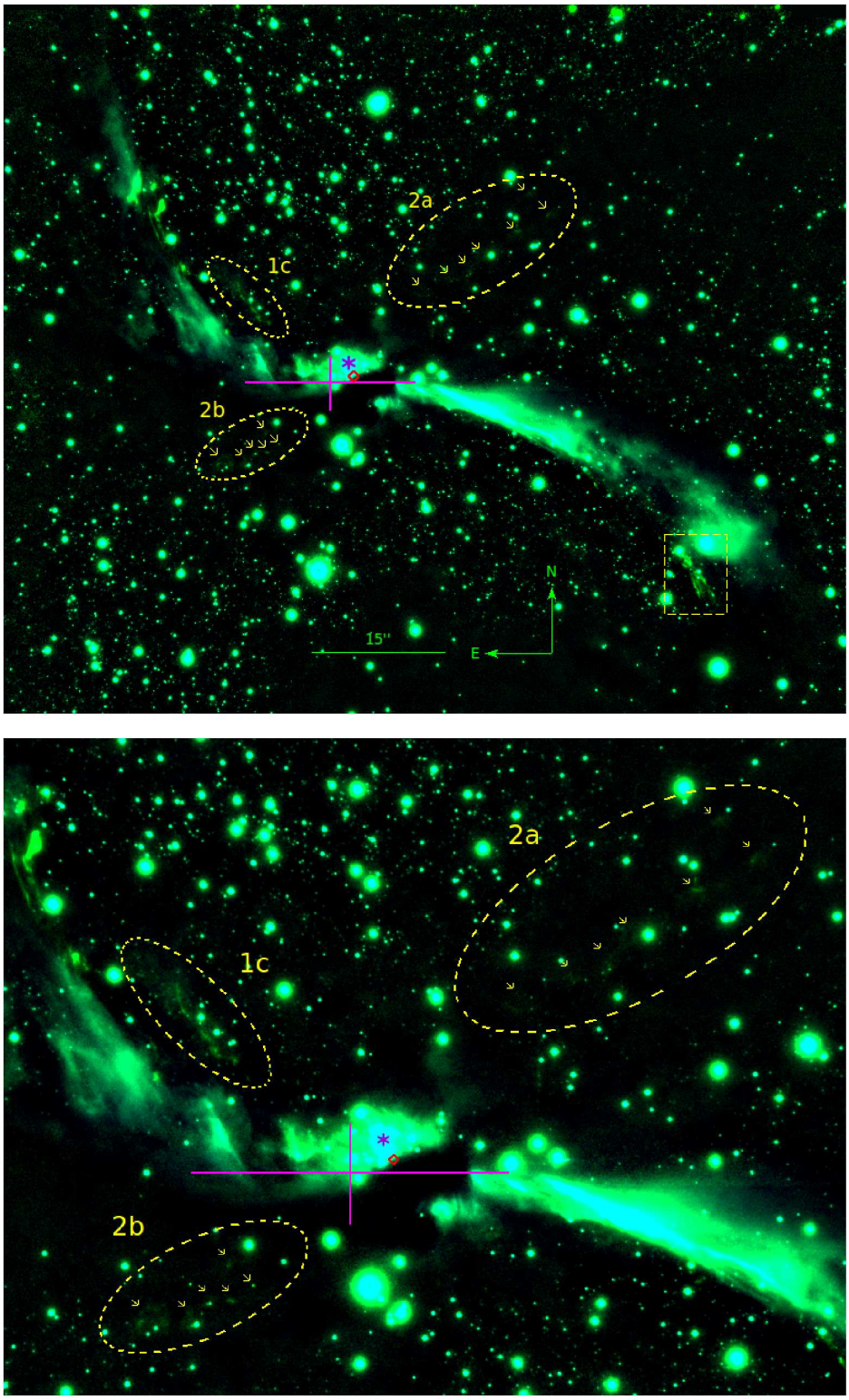

Fig. 2: Panel superior: Imagen de MHO2147/2148 obtenida con GSAOI+GeMS, en H_2 (1-0) (2.122 μm) y K (2.200 μm), de un campo de $95'' \times 102''$. Panel inferior: Región ampliada de la zona central de MHO2147/2148, de un campo de $50'' \times 40''$. Las elipses amarillas marcan los lóbulos del jet transversal MHO 2148 ("2a" y "2b") y un objeto nebular paralelo a MHO2147 ("1c"). Las flechas amarillas indican los nodos correspondientes a dichos jets. El "$*$" y el "$\diamond$" indican la ubicación de fuentes identificas por Varricatt (2011) en la banda K (UKIRT) y en 24 μm, respectivamente. Por otro lado, la cruz indica la posición de la fuente IRAS 17527−2439 con las barras de errores en sus coordenadas.