



Búsqueda de regiones de baja excitación en nebulosas planetarias

R.R. Vena Valdarenas^{1,2}, E.O. Schmidt², M.G. Volpe¹, W. Weidmann^{1,4} & A. Mudrik³

¹ Observatorio Astronómico de Córdoba (UNC)

² Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE)

³ Facultad de Matemática, Astronomía y Física (UNC)

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Contacto/ WW: walter@mail.oac.uncor.edu

Resumen / Se presentan los primeros resultados de la observación con filtro de banda angosta ([NII], 6584 Å) de una muestra de nebulosas planetarias australes. Las observaciones se están realizando desde la Estación Astrofísica de Bosque Alegre. Los aspectos inherentes a la observación, serán tratados en detalle.

Abstract / We present early results from observations with narrow band filter ([NII], 6584 Å) for a sample of austral planetary nebulae. The observations are being made from Bosque Alegre Astrophysical Station. The observation inherent aspects will be treated in detail.

Keywords / (ISM:) planetary nebulae: general – Surveys

1. Introducción

Actualmente se conocen unas 3000 nebulosas planetarias (NP). La gran mayoría de ellas pobremente estudiadas, lo que conspira con el entendimiento de las etapas finales de la evolución estelar. Quizás el mayor interrogante en torno a estos objetos es: ¿cómo y por qué se produce la pérdida de masa?

La estrella central de la NP ioniza la cáscara gaseosa (previamente expulsada por la estrella progenitora) haciendo que ésta brille y sea visible. Sin embargo esta ionización no siempre es uniforme, dando lugar a zonas de baja excitación. Actualmente no se conoce la proporción de NP con esta característica o si existe alguna correlación entre la misma y la estrella central.

Para poder aportar evidencias en este sentido es necesario encarar un proyecto observacional, homogéneo y con una muestra representativa.

Si bien la imagen clásica de una NP es la de una estrella caliente envuelta por una cáscara gaseosa y esférica, actualmente se sabe que estos objetos suelen presentar microestructuras (Corradi et al., 1996), las cuales están asociadas a regiones de baja ionización, LIS (Low Ionization Structures, Gonçalves et al., 2001). Las regiones de baja ionización son estructuras que se manifiestan más prominentes en [NII], [SII] y [OII] que en [OIII] o H α . Estas LIS manifiestan diferentes morfologías tales como: pares de nudos, filamentos, jets o estructuras aisladas. Las LIS están claramente asociadas a la pérdida de masa por parte de la progenitora de la NP, por lo que su estudio redundará en una mejor comprensión de las etapas finales de las estrellas de masa baja e intermedia ($0.6 M_{\odot} < M < 8 M_{\odot}$). Actualmente se conocen 55 NPs en las que se han observado LIS (Gonçalves, 2004), considerando que hay unas 3000 NPs catalogadas en nuestra

Galaxias, se evidencia la necesidad de incrementar las observaciones en banda angosta tendientes a identificar nuevos objetos que revelen LIS. Este trabajo de relevamiento demanda mucho tiempo de observación, y el telescopio de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre (EABA) es un instrumento ideal para llevar adelante este ambicioso proyecto.

2. Descripción del sistema de observación y reducción

El proyecto se desarrolló íntegramente con el telescopio de 1.54 m de la EABA, configurado para observar en el foco newtoniano. El sistema de observación está equipado con un CCD APOGEE de 1024×682 pixeles, lo que resulta en un campo de 12' × 8'. Conforme al *seeing* del sitio, se redimensionó la cámara a 3×3 pixeles, lo que conduce a una escala de placa de 0.74 "/px.

Fueron asignadas al proyecto 28 noches oscuras entre febrero y noviembre de 2013, el 55% de estas no fueron útiles por razones climáticas. El *seeing* efectivo promedio (FWHM de 20 imágenes combinadas) fue de 2,7" (ver Figura 1), en tanto que la magnitud límite ($S/N > 5$) en la imagen final es de $r = 13,8$ (tomando como referencia el catálogo de Zacharias et al. 2004).

La reducción de las imágenes se hizo mediante el paquete IRAF, siguiendo la técnica estándar, sustrayendo ruido de lectura, corriente de oscuridad y aplanando de campo (con *flats* de cielo). Si bien la corriente de oscuridad no es de gran importancia, presenta estructuras, por lo que se consideró necesario aplicar esta corrección.

Un detalle importante del proceso de reducción fue el uso de una máscara con la posición de pixeles no lineales. Se vio que un 1.2% de los pixeles presentan esta

característica.

La primera etapa de este trabajo consiste en generar un catálogo de imágenes profundas en [NII]. La EABA cuenta con un set de filtros de banda angosta, en particular usamos aquel centrado en 6584 Å ([NII], FWHM=12 Å).

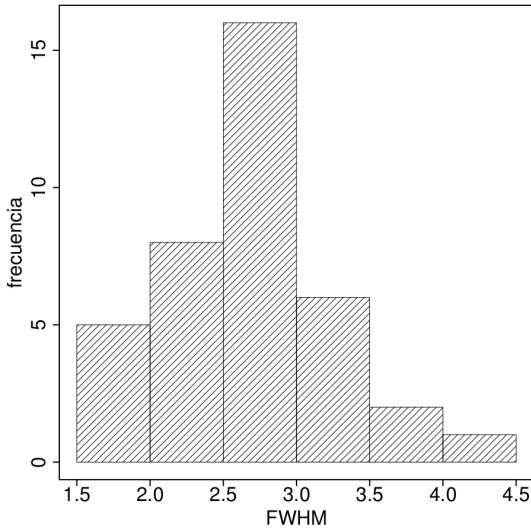


Fig. 1: Distribución de *seeing* en la EABA, filtro de banda angosta centrado en 6584Å.

3. Muestra y estrategia de observación

Hemos seleccionado una muestra de 50 NPs australes del catálogo de Acker et al. (1992) sin observaciones previas en [NII]. El tamaño angular de los objetos seleccionados es superior a 20", de manera que nos permita identificar la precencia de posibles regiones de baja excitación.

La estrategia de observación consistió en tomar 20 imágenes de 6 minutos (el telescopio tiene un excelente guiado en este lapso de tiempo), con el objeto a una distancia cenital baja ($z < 40^\circ$) de manera de disminuir los efectos de la extinción atmosférica. Posteriormente se combinan estas imágenes, eliminando los rayos cósmicos y aumentando la S/N.

4. Resultados

Hemos obtenido imágenes originales de NPs con filtro de banda angosta centrado en la emisión de [NII] (las NP más brillantes ya fueron observadas por otros autores), durante el 2013 se observó una muestra de 24 NPs (ver Tabla 1). En la Figura 2 se muestran algunas de las nebulosas más interesantes que hemos observado. En particular, es evidente que la distribución de NII es inhomogénea, mostrando grumos como en NGC 5189 o regiones vacías como en NGC 2899.

Hay objetos de la muestra inicial que no fueron detectados. No solo por su bajo brillo superficial sino también

Tabla 1: Muestra de nebulosas planetarias observadas durante el año 2013. N_{ic} indica el número de imágenes que fueron combinadas y z la distancia cenital media de la observación.

Nombre	AR	DEC	z	N_{ic}
PRTM 1	05 03 01.7	-39 45 43.9	22.6	20
M 1-16	07 37 18.9	-09 38 47.9	31.4	10
NGC 2818	09 16 00.5	-36 37 31.6	37.7	20
NGC 2899	09 27 03.5	-56 06 18.3	24.2	20
Hf 48	11 03 55.6	-60 36 05.6	29.9	20
NGC 3918	11 50 18.9	-57 10 51.4	25.9	20
He 2-76	12 08 26.0	-64 12 12.1	32.3	20
He 2-77	12 09 01.1	-63 07 05.9	32.4	20
NGC 5189	13 33 41.9	-65 58 28.9	36.3	20
He 2-99	13 52 31.0	-66 23 28.0	34.5	19
He 2-103	14 05 36.9	-64 40 57.0	34.1	20
He 2-111	14 33 18.3	-60 49 44.6	29.3	14
He 2-114	15 04 08.8	-60 53 21.2	40.1	20
ESO135-04	15 08 42.8	-61 44 03.9	37.6	20
He 2-119	15 10 39.9	-64 40 19.1	33.3	20
He 2-120	15 11 56.1	-55 39 51.1	33.1	15
He 2-146	16 10 40.9	-54 57 31.9	28.7	20
Mz 2	16 14 32.1	-54 57 04.0	23.0	20
He 2-163	16 29 30.3	-59 09 22.3	27.5	19
NGC 6153	16 31 30.9	-40 15 22.5	17.9	14
K 2-16	16 44 49.1	-28 04 05.4	3.30	17
He 2-207	17 19 32.5	-45 53 10.0	26.7	18
DeHt 3	19 17 04.6	-18 01 34.2	18.3	17
IC 5148	21 59 31.7	-39 22 36.2	27.4	20

por la baja intensidad de la emisión de NII.

Este relevamiento es más sensible para objetos de baja excitación, dato que no conocíamos de antemano (ya que muchos objetos no tienen espectros ópticos publicados), y que nos hubiese permitido armar una muestra de objetos con mayores posibilidades de ser detectados.

La siguiente etapa del proyecto es la observación en $H\alpha$ de estas NP, para de esta manera poder identificar las posibles regiones de baja excitación.

En agosto de 2014 se llevó a cabo el alumbrado del espejo primario del telescopio de 1.54 m de la EABA, lo que redundó en un significativo aumento de la magnitud límite. Se espera contar, para fines de 2014, con un nuevo set de filtros de banda angosta con un transmisión del 70%. Ambas mejoras permitirán observar objetos de menor brillo superficial.

Agradecimientos: Este trabajo está basado en observaciones obtenidas con el telescopio de 1.54 m de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre, dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Referencias

Acker A., et al., 1992, The Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae. Parts I, II.
 Corradi R. L. M., et al., 1996, A&A, 313, 913
 Gonçalves D. R., 2004, in Meixner M., Kastner J. H., Balick B., Soker N., eds, Asymmetrical Planetary Nebulae III: Winds, Structure and the Thunderbird Vol. 313 of Astronomical Society of the Pacific Conference Series, Characterizing Low-Ionization Structures in PNe. p. 216
 Gonçalves D. R., Corradi R. L. M., Mampaso A., 2001, ApJ, 547, 302

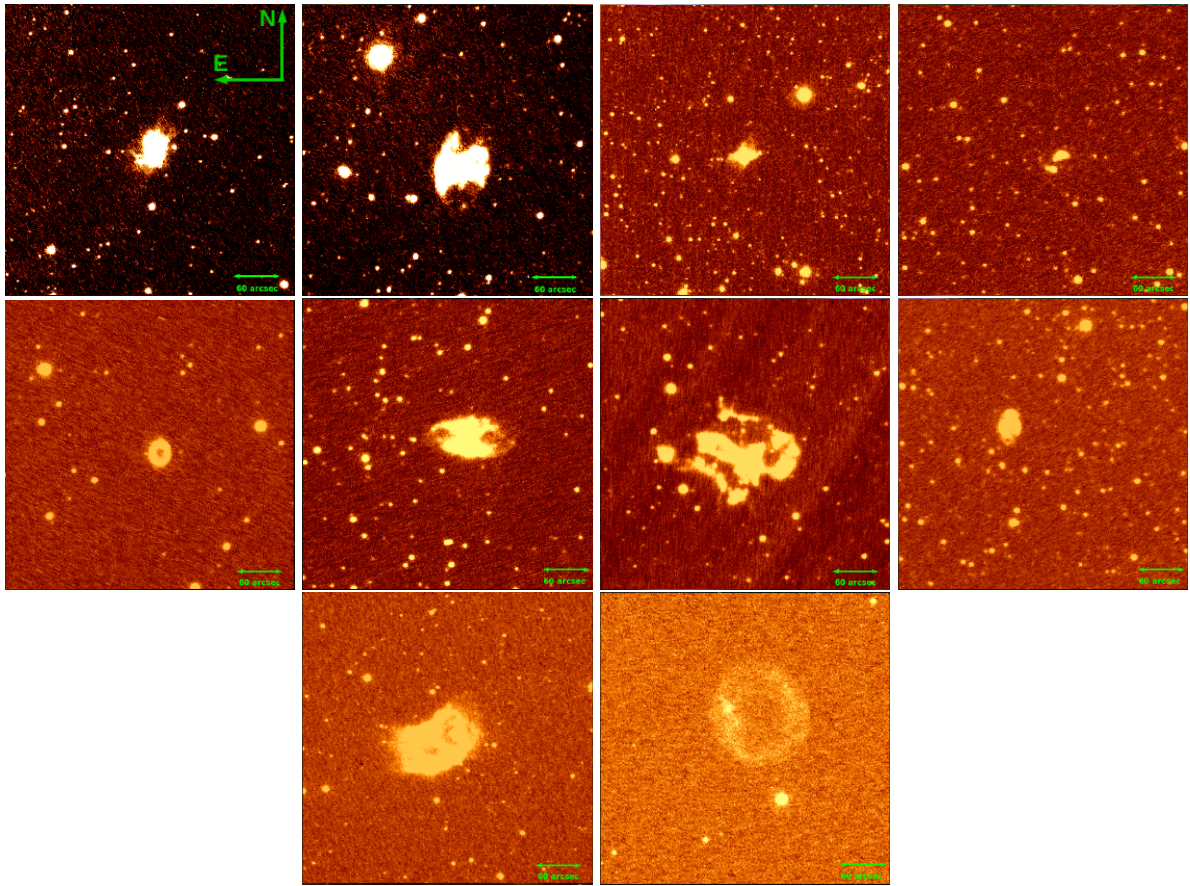


Fig. 2: Algunas imágenes originales en [NII] de NPs. De izquierda a derecha: He 2-111, He 2-119, Hf 48, He 2-207, He 2-120, NGC 2818, NGC 5189, Mz 2, NGC 2899 y IC 5148. La orientación indicada es la misma para todas las imágenes. El segmento verde indica 60 segundos de arco.

Zacharias N., et al., 2004, in American Astronomical Society Meeting Abstracts Vol. 36 of Bulletin of the American Astronomical Society, The Naval Observatory Merged Astrometric Dataset (NOMAD). p. 1418