

SEGUIMIENTO ESPECTROSCOPICO DE ESTRELLAS SIMBIOTICAS  
AUSTRALES

SPECTROSCOPIC SURVEY OF SOUTHERN SYMBIOTIC STARS

R.H. Barbá<sup>1,2</sup>, E.E. Brandi<sup>1,3</sup>, O.E. Ferrer<sup>1,2</sup>,  
L.G. García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia  
de Buenos Aires

RESUMEN: Se ha iniciado un programa de observación de estrellas simbióticas de alta excitación y posibles simbióticas, con la Z-Machine adosada al Telescopio de 2.15m del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO). Se presenta una descripción de algunos sistemas observados y en los casos en que existen datos espectroscópicos previos, se efectúa una comparación respecto al comportamiento de las líneas de emisión.

ABSTRACT: A programme of observations of high excitation symbiotic and suspected symbiotic stars was started with the Z-Machine attached to the 2.15m telescope of CASLEO (San Juan). A description of some observed spectra is presented and a comparison respect to the behaviour of the emission lines is made in cases where previous spectroscopic data are available.

INTRODUCCION

El estudio de sistemas simbióticos tiene un gran interés astrofísico por tratarse de objetos

estratégicos para profundizar nuestro conocimiento de fenómenos físicos comunes a otros sistemas binarios interactuantes. En estos sistemas podemos examinar fenómenos tales como:

- i) pérdida de masa de la gigante roja y formación de una nebulosa planetaria.
- ii) acreción sobre estrellas compactas y la evolución de erupciones de tipo nova.
- iii) fotoionización y transferencia radiativa dentro de la nebulosa.

Las condiciones físicas encontradas en estos sistemas son usualmente muy extremas y por lo tanto ellos presentan una actividad comunmente no observada en otras binarias.

Si bien algunos sistemas simbióticos han sido estudiados en un amplio rango de longitudes de onda, existen aún numerosos objetos poco estudiados y otros sospechosos de ser simbióticos. El objetivo del presente trabajo, que se inició recientemente, consiste en realizar observaciones espectroscópicas de estos sistemas poco estudiados y hacer un seguimiento de otros sistemas más conocidos a fin de:

- a) identificar líneas de emisión y obtener parámetros tales como velocidad radial, intensidad, ancho mitad y ancho equivalente.
- b) detectar posible variabilidad de estos parámetros a fin de analizar cambios en las condiciones de excitación.
- c) Determinar el tipo espectral de la componente roja.

## OBSERVACIONES

Se observaron treinta y cuatro objetos con el

telescopio de 2.15m del CASLEO, usando la Z-Machine adosada al espectrógrafo Cassegrain. Se utilizó la red Nº 360 (1200 l/mm).

1er Turno: Julio 1990

rango:  $\lambda\lambda$  4100 - 4800 Å (2do. orden)

$\lambda\lambda$  5700 - 7100 Å (1er. orden)

2do. Turno: Agosto 1990

rango:  $\lambda\lambda$  4400 - 5100 Å (2do. orden)

$\lambda\lambda$  5800 - 7200 Å (1er. orden)

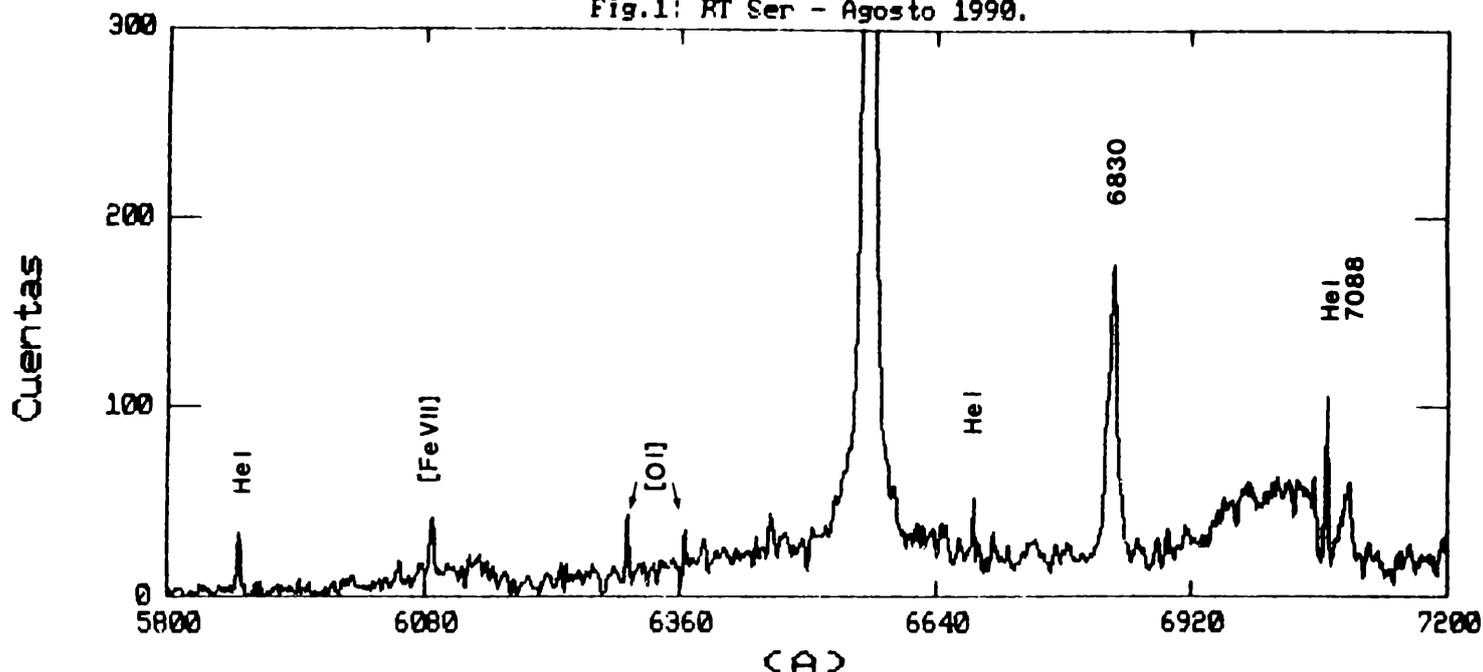
En ambos turnos se observaron estrellas de patrón de flujo para calibrar espectrofotométricamente las imágenes. En el segundo turno se observaron estrellas patrones de velocidad radial que se utilizarán para medir, por técnicas de correlación, la velocidad radial de la componente roja de los sistemas simbióticos observados. La resolución de las imágenes en el rojo es de 1 Å/pixel y en el azul de 0.5 Å/pixel.

RT Ser

Es una conocida nova lenta que sufrió una explosión en 1909 con una variación de más de 7 magnitudes. La fotometría muestra que recién ahora llegó a su brillo original y espectroscópicamente mostró un comportamiento similar a otras novas lentas, que consiste en la aparición de líneas de emisión de mayor grado de ionización en la fase declinante de la explosión.

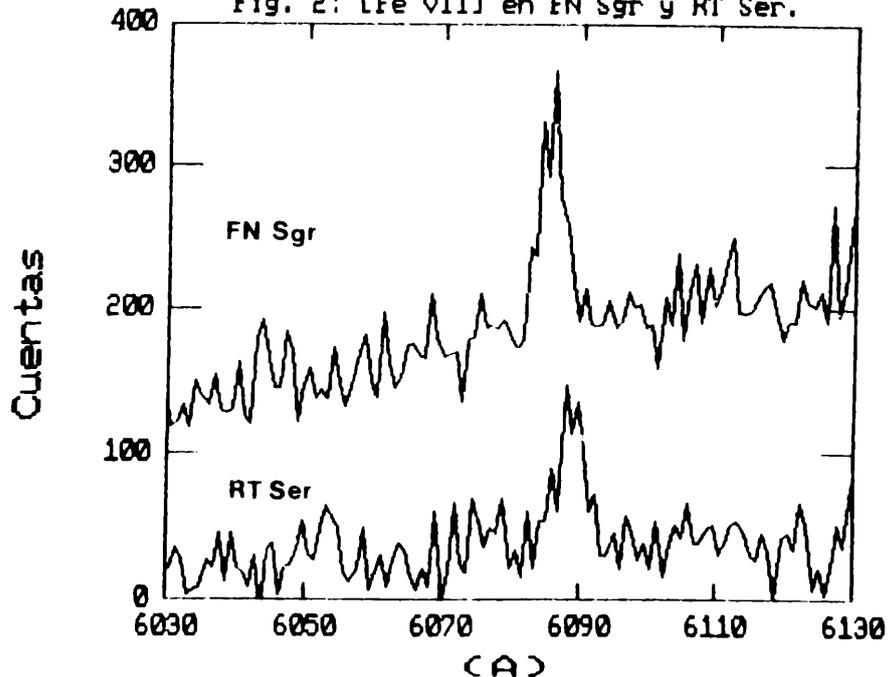
Nuestra imagen en el azul muestra un continuo débil con líneas de emisión de HI, HeI, HeII, FeII, [FeII], [FeIII] y [CaVII]. La relación de HeII (4686)/H $\beta$   $\approx$  1, similar a la medida por Fried (1978) en espectrogramas de 1964 y en una imagen de 1977 del Catálogo de Allen (1984). Por otro lado, en un espectro de 1986, mostrado por Duerbeck, (1989) la relación se halla reducida a la mitad.

Fig.1: RT Ser - Agosto 1990.



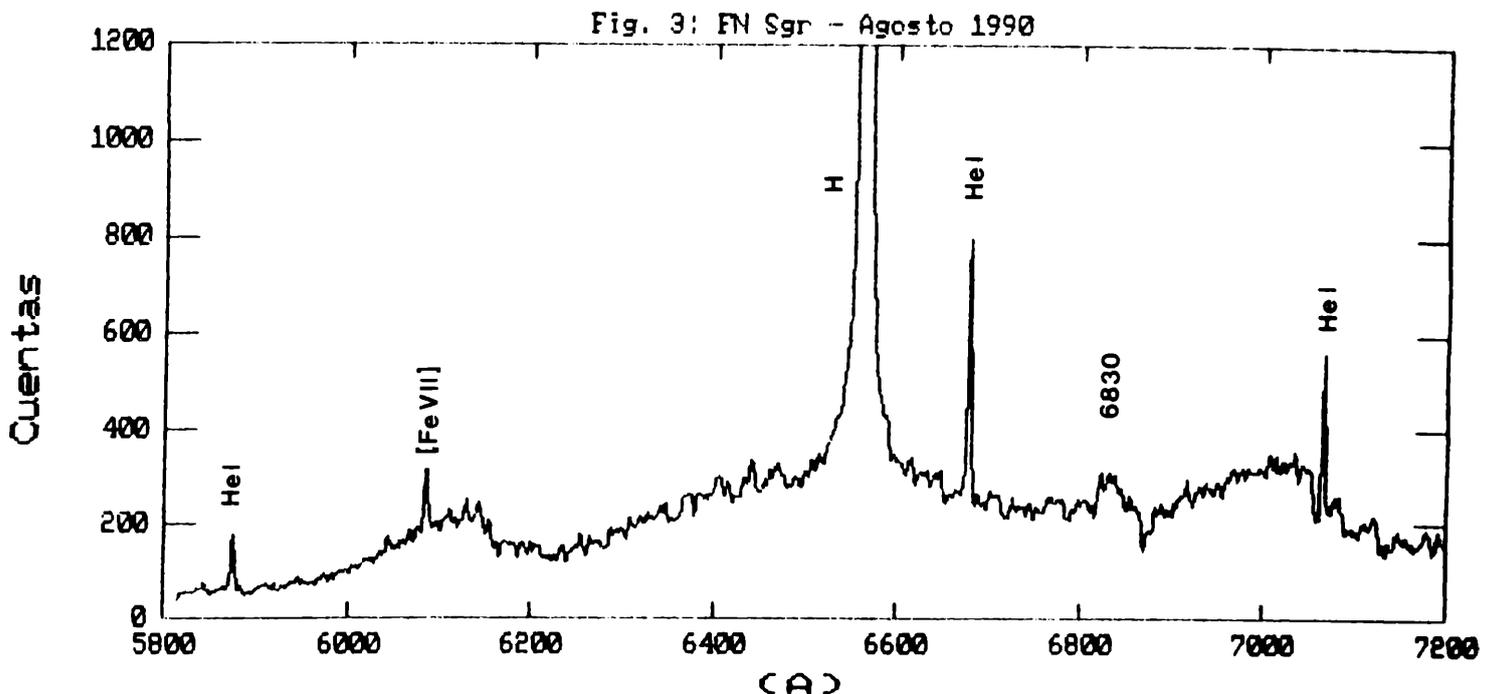
En la región roja (Fig. 1) podemos ver un continuo de tipo M medio que concuerda con la clasificación M6 dada por Allen (1985). Hemos identificado emisiones correspondientes a HI, HeI, [NII], [OI], [FeVII], [NiIV]: y las bandas no identificadas  $\lambda$  6830 y  $\lambda$  7088, esta última intensa y no observada antes. La línea de [FeVII]  $\lambda$  6087 muestra una estructura de dos picos con una separación de 80 km/s (Fig. 2). El mismo aspecto presenta H $\alpha$  según Mochnacki y Starkman (1985). En ambos casos el pico azul es más intenso que el rojo.

Fig. 2: [Fe VII] en FN Sgr y RT Ser.



Este sistema simbiótico presentó dos explosiones en 1924 y 1936 con una variación de 4 magnitudes. Bateson (1971) encontró variaciones de 2 mag. con un período del orden de 400-1000 días superpuestas a otras al azar. El tipo espectral asignado a la componente tardía es M4 y las líneas de emisión reportadas corresponden a  $H\alpha$ , HeI, HeII, NII, [OIII] y [NeIII] pero no han sido observadas [NeV], [FeVII] ni la banda  $\lambda$  6830.

En la imagen que disponemos en el rojo (Fig. 3), podemos destacar la presencia de [FeVII],  $\lambda$  6830 y posiblemente  $\lambda$  7088. La línea de [FeVII] muestra una estructura similar a la de RT Ser (Fig. 2). A partir de las bandas de TiO se deduce un tipo espectral M4-M6 para la componente roja del sistema.

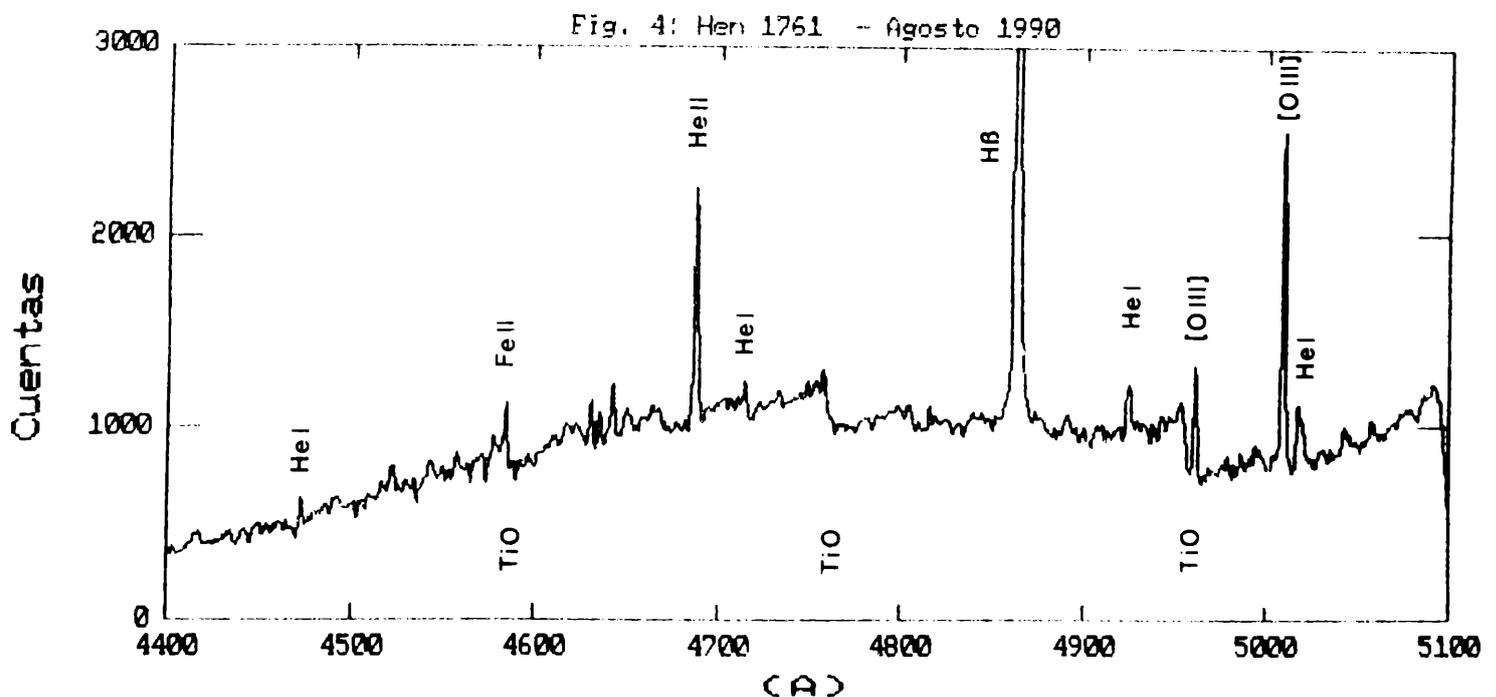


Hen 1761

Es otro sistema que ha sido muy poco estudiado. Kenyon (1986) clasifica a la componente roja como M3 y destaca la presencia de emisiones de HeI y HeII.

Thackeray (1954) hace una breve descripción del espectro en base a un espectrograma y además de HeI y HeII, observa líneas de [OIII], CIII, NIII, FeII: y CII.

La imagen azul obtenida en agosto (Fig. 4), muestra un continuo rico en bandas moleculares pertenecientes a TiO y sobre el se destacan numerosas líneas de emisión correspondientes a H $\beta$ , HeI, HeII, CIII, NIII, [OIII], Si II, FeII y [FeII]. Las imágenes en el rojo (Fig. 5) muestran también un continuo con profundas bandas fundamentalmente del TiO con emisiones de H $\alpha$ , HeI, [NII], [OI]: y FeII. En la imagen en el rojo de agosto se percibe una intensificación de las emisiones de HeI respecto a la imagen de julio. Comparando con la imagen del Catálogo de Allen (1984) se destaca lo siguiente: a) H $\beta$  se encuentra debilitada relacionándola con las líneas de [OIII] y HeII (4686); b) la relación de [OIII] (5007) / [OIII] (4959)  $\approx$  3, mientras que en Allen (1984) la línea de [OIII] (4959) no se percibe y c) H $\beta$  también se encuentra disminuida en intensidad.



Este sistema presenta un comportamiento tipo nova lenta similar a RR Tel en lo referente a la aparición de líneas de emisión con mayor grado de ionización, pero a diferencia de ésta, no se observó la explosión. Estudios espectroscópicos de Webster (1973), Carlson y Henize (1974) muestran gran variabilidad en la intensidad de las líneas de emisión. Entre 1965 y 1972, se ha incrementado el nivel de ionización, marcado por el aumento de la relación de HeII/HeI y la disminución de [OIII]/H $\beta$  y la aparición de OIV, [FeVII] y [NeV]. En ese mismo lapso las alas de H $\alpha$  han disminuído en un 30%. Se asocia el ancho de H $\alpha$  con movimientos del gas del orden de 5000 km/s.

En nuestras imágenes se han identificado numerosas líneas de emisión con elementos que abarcan un amplio rango de estados de ionización como: HI, HeI, HeII, CIII, CIV:, NII, NIII, [OI], [OIII], [NeIV], MgII, SiII, [KIV]:, [CaVII], TiII, [MnIV]:, CrII, FeII, [FeII], [FeIII], [FeIV], [FeVI], [FeVII], [NiIV] y las bandas de alta excitación no identificadas en  $\lambda$  6830 y  $\lambda$  7088. En el azul el continuo es plano, sin observarse bandas de absorción (Fig. 6). Comparando con una imagen del Catálogo de Allen (1984) obtenida en 1978 y con otra obtenida en 1986 por Duerbeck (1989), se puede comprobar que la relación de [OIII]/HeII (4686) ha disminuído con respecto a la de Allen y es similar a la de Duerbeck. Las imágenes rojas (Fig. 7) muestran un continuo con bandas de TiO correspondientes a un tipo espectral M medio para la componente roja del sistema que concuerda con la clasificación M6 dada por Kenyon (1986). Se destacan alas muy anchas en H $\alpha$  y en la banda  $\lambda$  6830. Comparando con las imágenes de Allen y Duerberck, el HeI en nuestras imágenes es notablemente más intenso respecto a

$\lambda 6830$ . Por otro lado, hay también una intensificación en un 30% de la banda  $\lambda 6830$  respecto del [FeVII] entre julio y agosto.

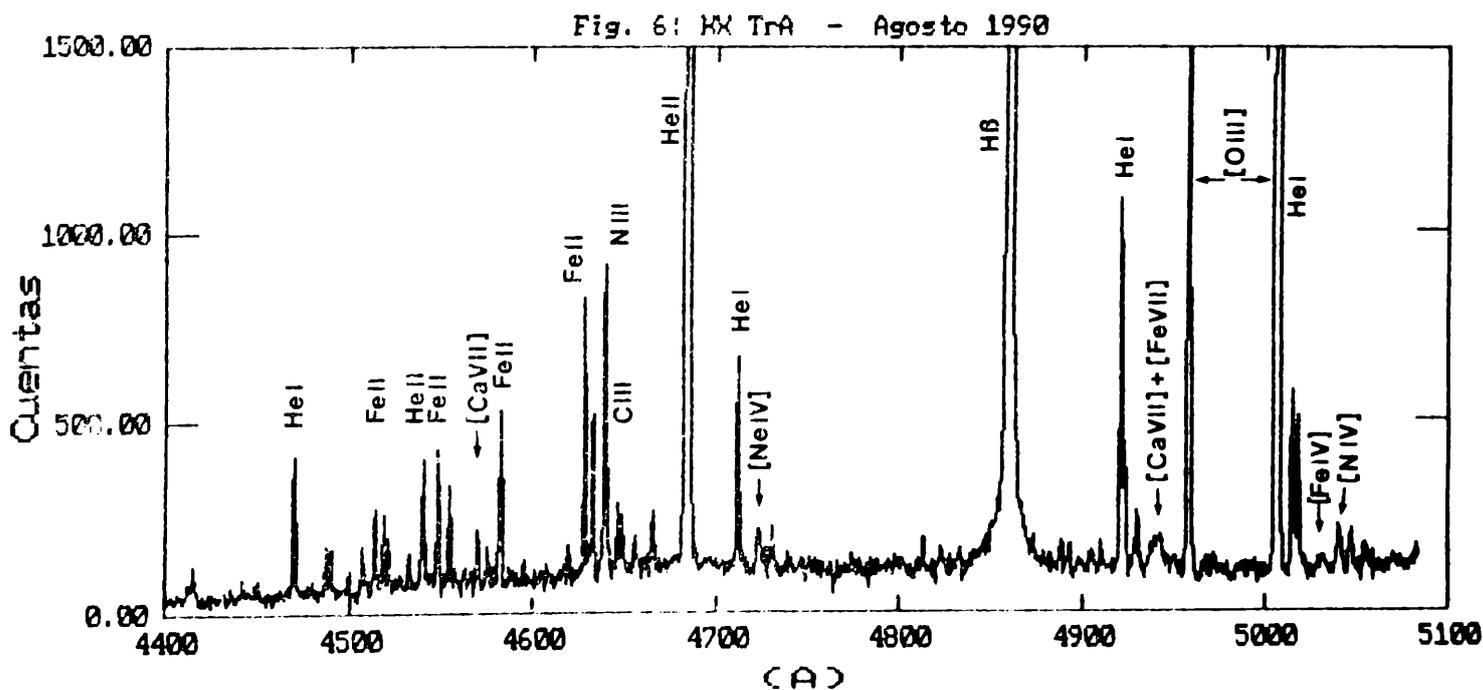
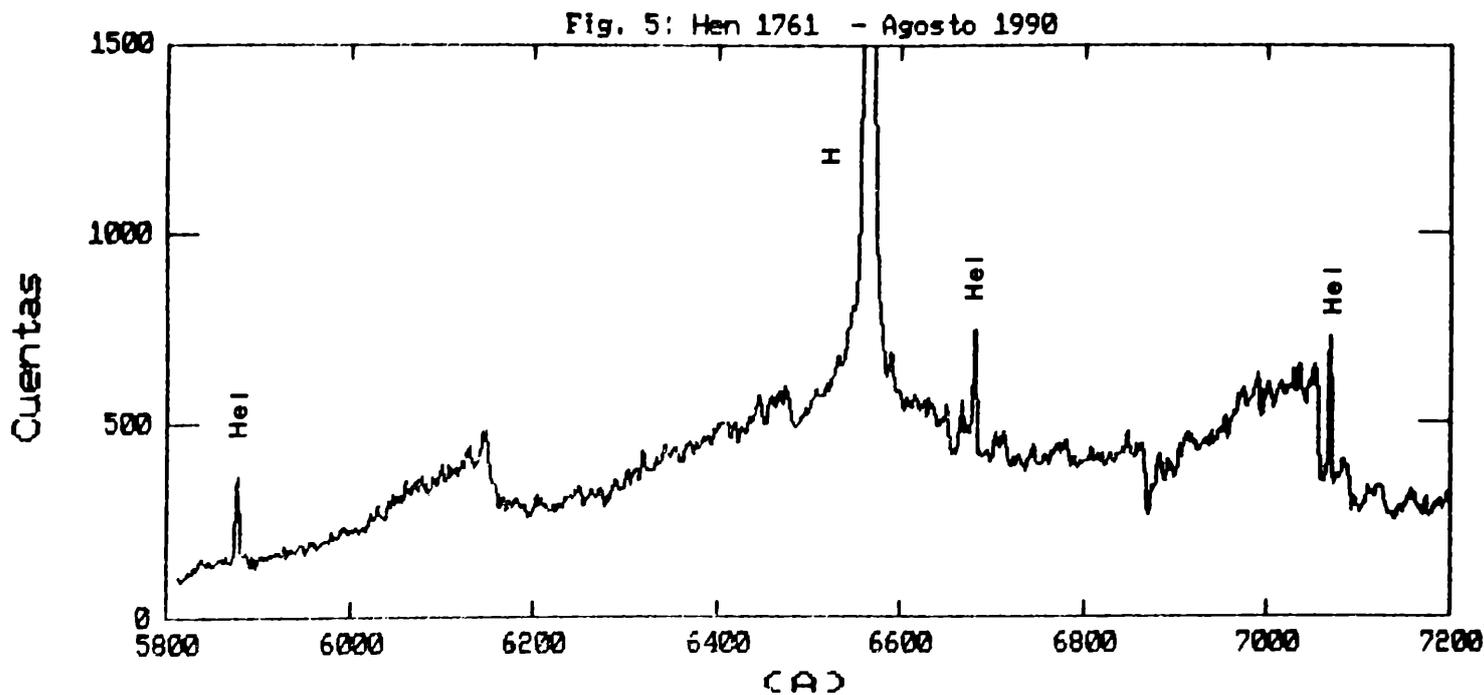
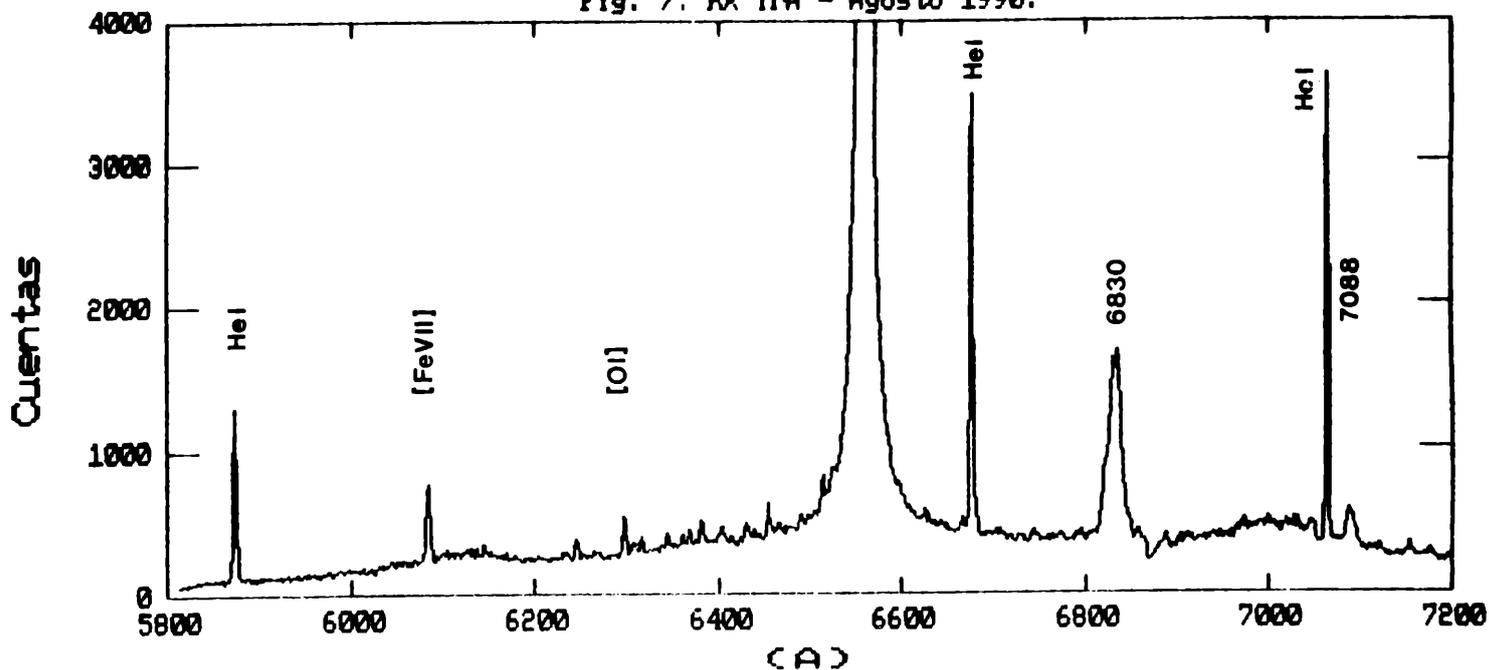


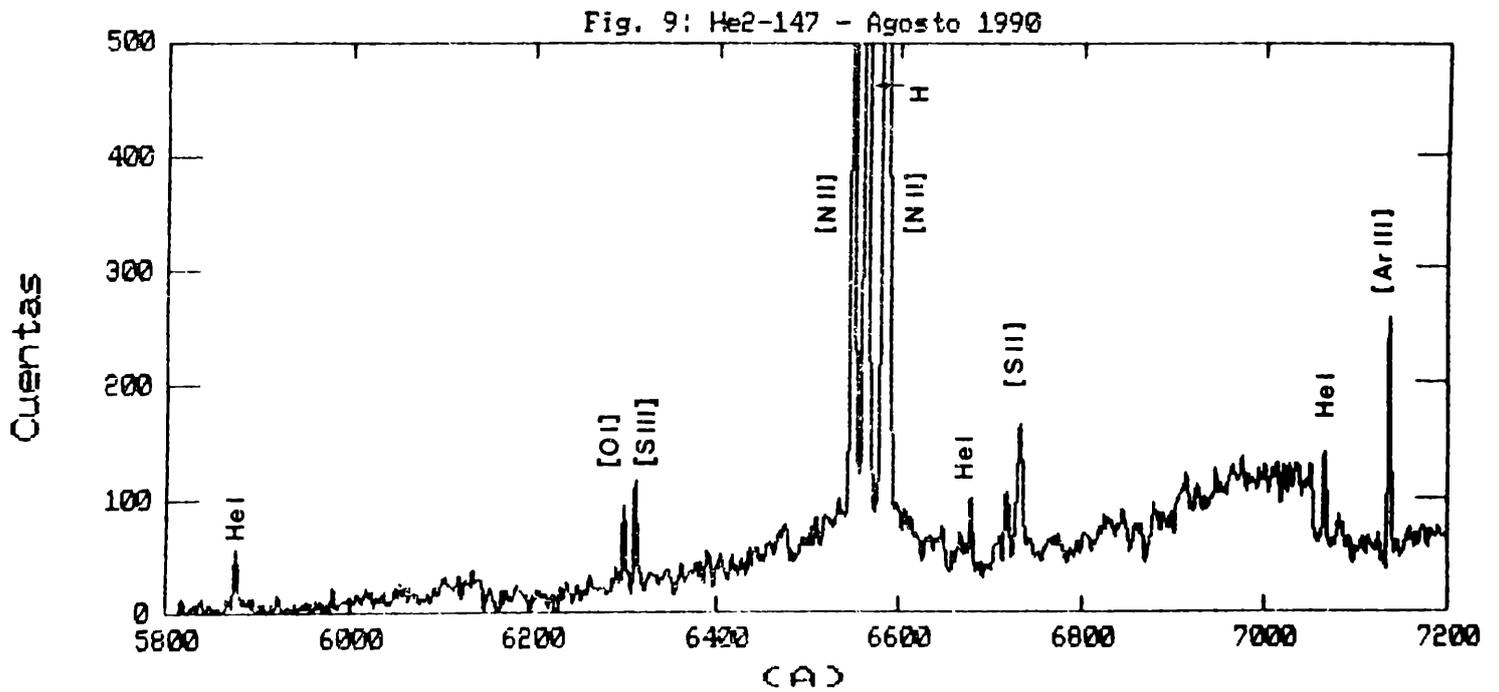
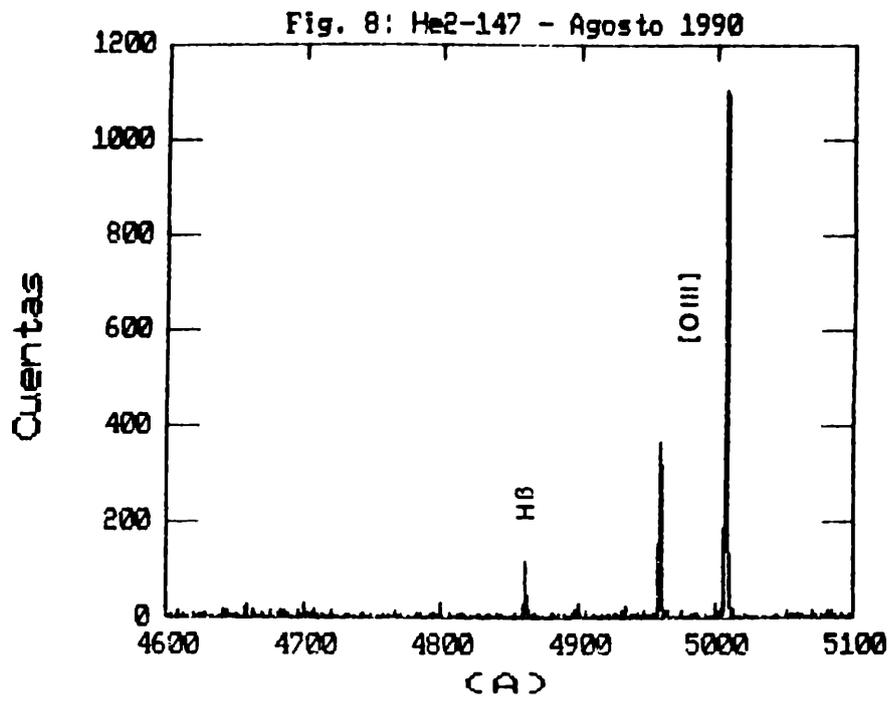
Fig. 7: HX TrA - Agosto 1990.

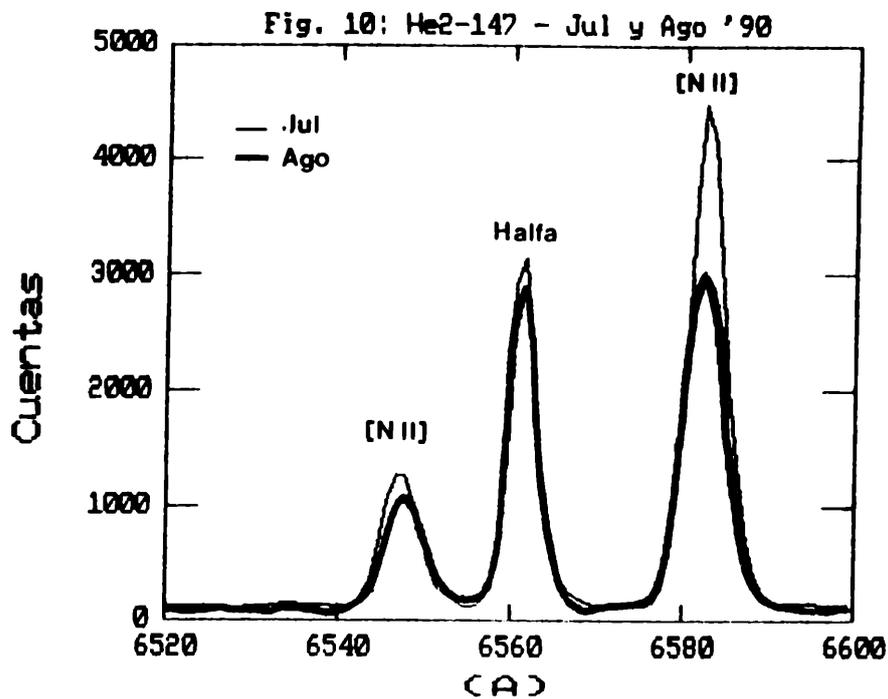


He2-147

Según Whitelock (1987) la componente roja de este sistema presenta variabilidad tipo Mira. Hay discrepancias en cuanto a la presencia o no de envoltura de polvo (Allen y Glass, 1974; Roche et al. 1983 y Kenyon 1986). El tipo espectral es M8. Respecto a las líneas de emisión, Kenyon indica la existencia de HI, HeI y HeII. Allen (1984) muestra un espectro con líneas de [OI], [OIII], [SII], [ArIII] y [NeIII], pero ninguno de estos datos se basan en un análisis espectroscópico detallado.

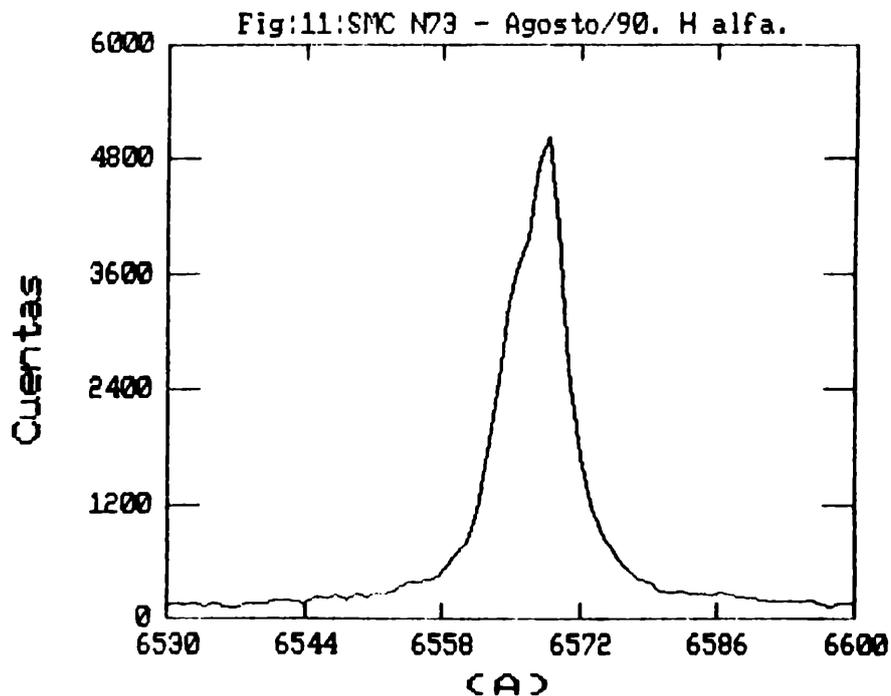
Nuestras imágenes recientemente obtenidas muestran en el azul, (Fig. 8), intensas líneas nebulares de [OIII] pero no se detecta HeII (4686). Las imágenes rojas (Fig. 9), se destacan por la presencia de muy intensas emisiones de [NII]. Se observa además, HI, HeI, [OI], [SII], [SIII] y [ArIII]. Una comparación de las imágenes de julio y agosto, indican una variación en la intensidad de las líneas del [NII] en tanto que  $H\alpha$  prácticamente no varía. Cabe destacar que el ancho de las líneas del [NII] es mayor que el de  $H\alpha$  en una relación de 1.5 (Fig. 10).



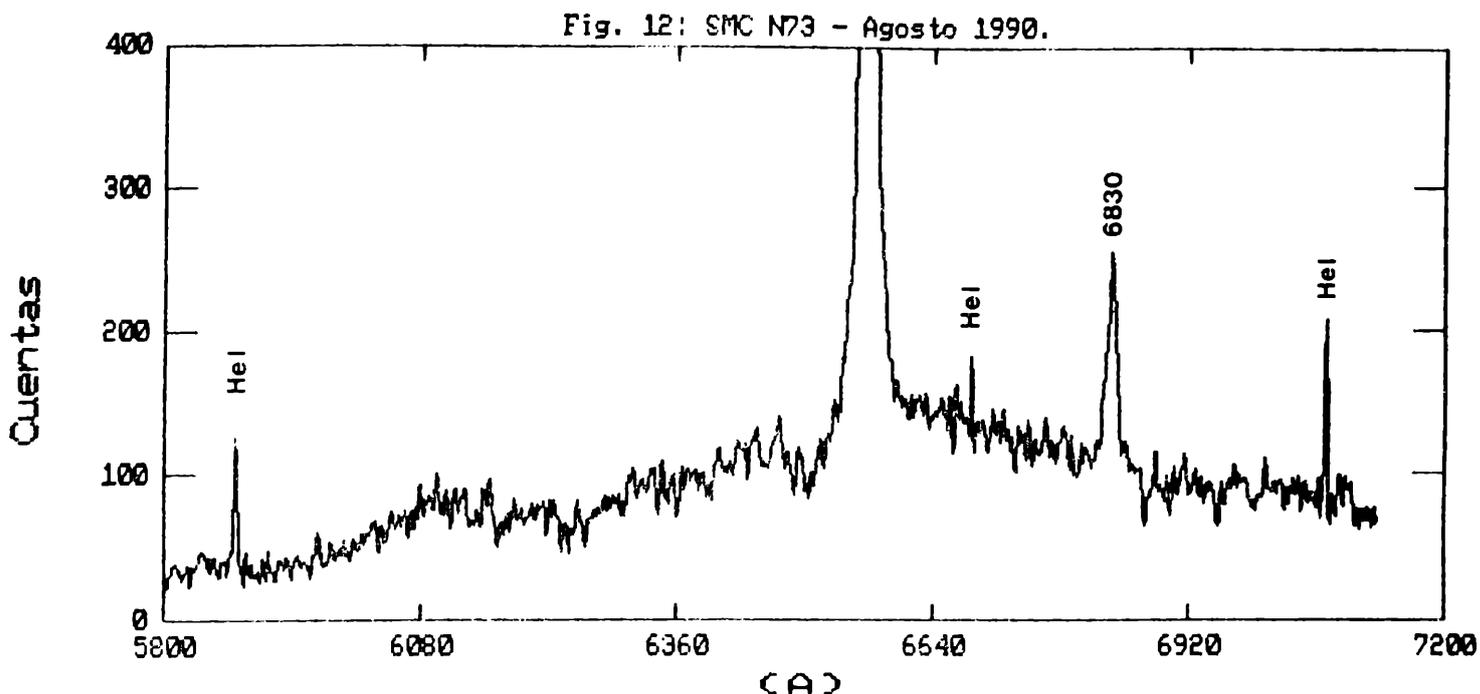


SMC N73

Hay discrepancias respecto a la clasificación espectral de la componente roja: Sanduleak y Pesch (1981) y Walker (1983) la señalan como tipo M medio con bandas moderadas de TiO. Allen (1984) indica un continuo de tipo C; Morgan y Allen (1988) en base al continuo como de tipo K temprano. Se indicó la presencia de emisiones de HI, HeI y la banda de alta excitación no identificada en  $\lambda$  6830.

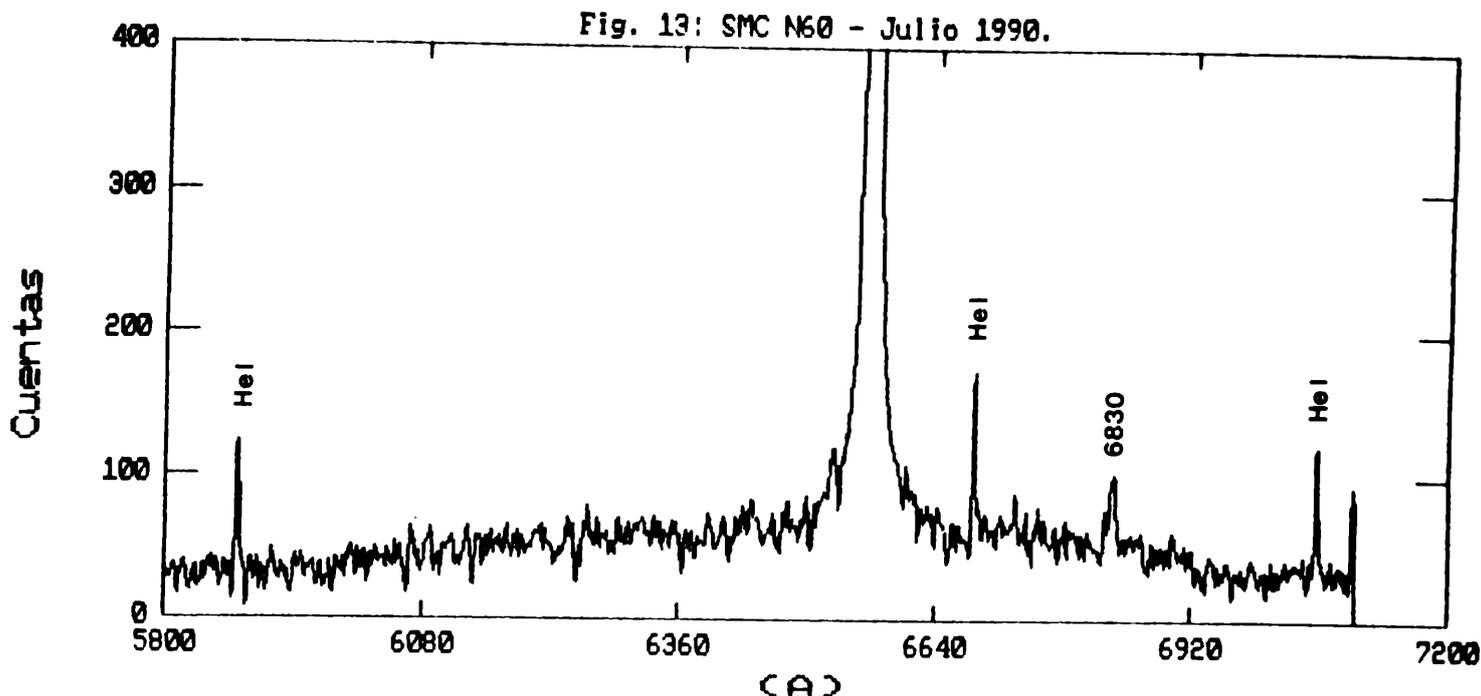


Nuestras observaciones nos ha permitido determinar la presencia de perfiles distorsionados tanto en  $H\beta$  como en  $H\alpha$  (Fig. 11). Están presentes las líneas de HeII  $\lambda\lambda$  4686 y 4542, esta última no reportada. La relación  $\text{HeII} (4686)/H\beta \approx 1.2$ . El continuo azul es muy débil y en el rojo se muestra como un tipo K tardío aunque las estructuras de bandas moleculares entre 6100 y 6500 Å hace la clasificación no definitiva (Fig. 12).



SMC N60

Distintos autores han clasificado la componente roja del sistema de tipo espectral C. Se ha determinado la presencia de líneas de emisión de HI, HeI, HeII y 6830. Nuestras imágenes nos permitieron nuevamente determinar la presencia de perfiles distorsionados en  $H\alpha$  y  $H\beta$  no reportadas anteriormente. La extensión de las alas de  $H\alpha$  es del orden de 100 Å. En el azul la relación de He II (4686)/ $H\beta$  1.0. Se observan bandas moleculares de  $C_2$  y CN, confirmando que la componente roja corresponde a un tipo espectral C (Fig. 13).



### SMC Ln358

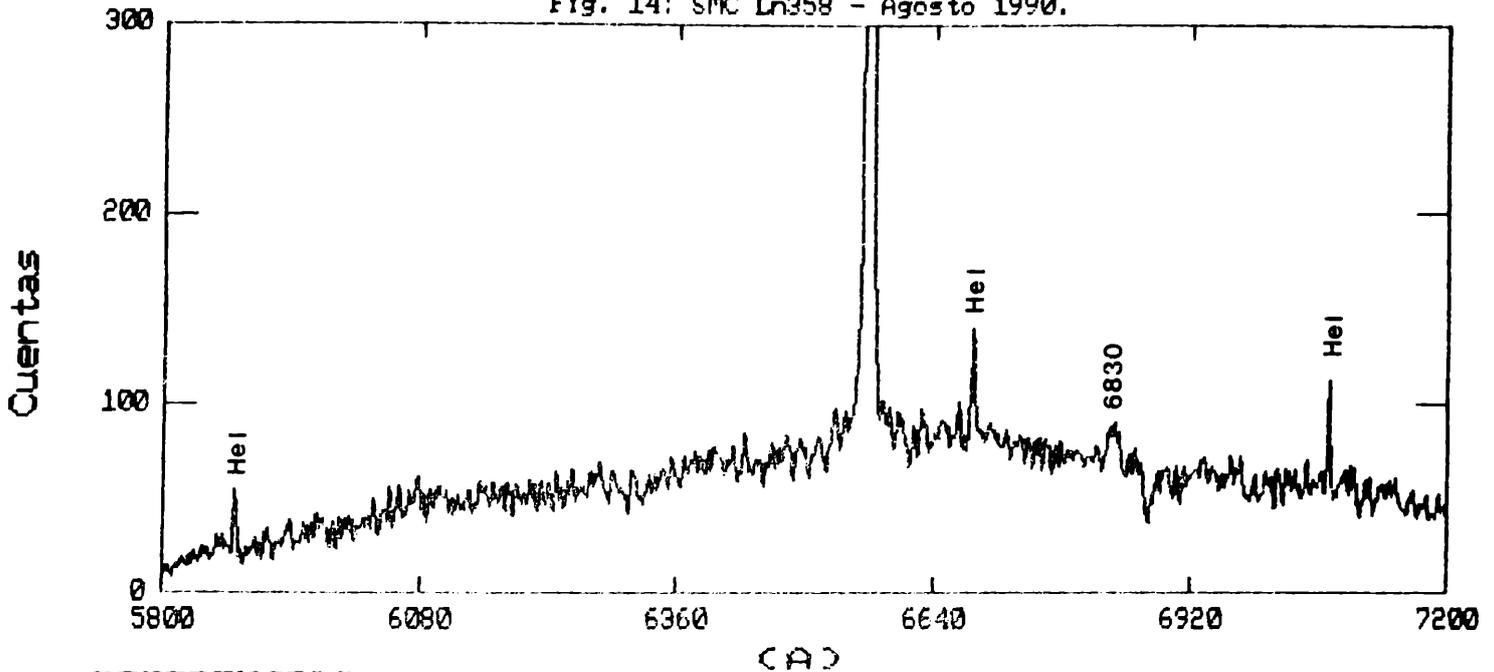
Sanduleak y Pesch (1981) comentaron que  $H\alpha$  podría ser variable con un período de años. Walker (1983) destaca la presencia de un continuo rojo suave sin bandas apreciables y podría tratarse de una componente roja de tipo espectral K. Kenyon (1986) la clasifica de tipo C e indica emisiones de HeI, HeII y  $\lambda$  6830.

Nuestras imágenes muestran un perfil asimétrico en  $H\alpha$  y la extensión de las alas de  $H\alpha$  es notablemente menor que en SMC N60. El continuo rojo es más intenso que en este último sistema y similar al de SMC N73. No se observan bandas moleculares intensas y algunas de ellas presumiblemente pueden ser identificadas como  $C_2$  y CN (Fig. 14). La relación  $HeII(4686)/H\beta \approx 1.0$ .

COMENTARIO: Nuestras relaciones de  $HeII/H\beta$  resultan siempre mayores que las dadas por Walker (1983) para los tres sistemas estudiados en la Nube Menor de Magallanes.

Presumimos que nuestros valores son reales a pesar de que las imágenes no han sido aún calibradas en flujo ni corregidas por extinción, aunque correcciones de este tipo llevarían a reafirmar nuestros resultados.

Fig. 14: SMC Ln358 - Agosto 1990.



#### REFERENCIAS

- Allen, D.A. 1984, Proc. Astr. Soc. Aust. 5, 369.
- Allen, D.A.; Glass, I.S. 1974, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. 167, 337.
- Bateson, F.M. 1971, Circ. Roy. Astr. Soc. N.Z. N° 164.
- Carlson, E.D.; Henize, K.G. 1974, Ap.J. (Letters) 188, L47.
- Duerbeck, H.W. 1989, Inf. Bull. Var. Stars N° 3283.
- Fried, J.W. 1980, Astr. Astrophys. 81, 182.
- Kenyon, S.J. 1986, The Symbiotic Stars, Cambridge University Press.
- Mochnecki, S.W.; Starkman, G. 1985, Pub. Astr. Soc. Pac. 97, 151.
- Morgan, D.H.; Allen, D.A. 1988, Mon. Roy. Astr. Soc. 234, 1005.
- Roche, P.F.; Allen, D.A.; Aitken, D.K. 1983, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. 204, 1009.

- Sanduleak, N.; Pesch, P. 1981, Pub. Astr. Soc. Pac. **93**,  
431.
- Thackeray, A.D. 1954, Obs. **74**, 258.
- Walker, A.R. 1983, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **203**, 25.
- Webster, B.L. 1973, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **164**, 381.
- Whitelock, P.A. 1987, Pub. Astr. Soc. Pac. **99**, 573.