

# HI VINCULADO CON REGIONES H II

C. CAPPA DE NICOLAU y W.G.L. PÖPPEL

Instituto Argentino de Radioastronomía

*RESUMEN: A study is being made of three different H II - regions located in Ophiuchus, Scorpius and Libra (see Table I). H $\alpha$  photographs by Sivan are compared with extinction data and radio maps of the continuum and the 21 cm line of several authors. It is concluded that some of the H $\alpha$  sources are associated with HI - features related to Gould's belt.*

KEY WORDS: H II-regions - Gould's belt-Interstellar HI.

## 1. INTRODUCCION

Se están estudiando algunas regiones H II de gran extensión angular, presuntamente locales, en Ophiuchus, Scorpius y Libra a los efectos de investigar la distribución de densidades y características cinemáticas del HI que pudiese estar vinculado con ellas.

Las regiones H II consideradas en esta primera etapa son las N°9 y 10 de Sivan (1974<sup>a,b</sup>) y la región S 27 de Sharpless (1959). Estas zonas son particularmente apropiadas para su estudio radioastronómico por su gran extensión angular y latitud galáctica relativamente elevada. En la Tabla I se describen las tres regiones H II consideradas. En la columna 1 figura la designación de la zona; en la 2 sus coordenadas galácticas l,b; en la 3 su tamaño angular  $\phi$ ; en la 4 su distancia r; en la 5 sus centros más intensos en emisión H $\alpha$ , con sus respectivas coordenadas l',b' en la 6; su tamaño angular  $\phi'$  en la 7; su probable estrella excitatriz con su tipo espectral en la 8; y su velocidad radial referida al sistema local de referencia,  $V_{LSR}$ , en la 9. Los números entre paréntesis indican las referencias: (1) Sivan (1974<sup>a,b</sup>); (2) Sharpless (1959); (3) Lesh (1968); (4) Georgelin y Georgelin (1970); (5) Georgelin et al (1973); (6) Georgelin (1975); y (7) Rodgers et al (1960).

En la figura 1 hemos esquematizado a partir de una reproducción fotográfica de una placa tomada por Sivan (1974) en H $\alpha$  con filtros de 10 Å la ubicación de las regiones de H II consideradas, conjuntamente con varias de las estrellas más brillantes de la zona. En la figura 1 los tonos más oscuros corresponden a los tonos más luminosos de la placa.

Las estrellas excitatrices, incluyendo a la "run-away star"  $\zeta$  Oph. (Blaauw 1961), pertenecen todas ellas a la asociación de Scorpius-Centaurus (Blaauw 1964, Bertiau 1958). Esta asociación formaría parte del Cinturón de Gould, complejo sistema de estrellas, gas y polvo, presuntamente en expansión, cuyo plano medio, inclinado en unos 18° con el plano galáctico, atraviesa la zona aquí estudiada (Stothers y Frogel 1974).

Consecuentemente, las regiones H II de tabla I pertenecerían al Cinturón de Gould. Esto parecería confirmarse también por sus velocidades radiales positivas, compatibles con el modelo cinemático de Lindblad et al 1973 para el gas asociado con el sistema del Cinturón de Gould. Estudios de las características del HI asociado con dicho sistema han sido hechos recientemente por Franco y Pöppel (1978), Strauss et al (1979), Morras (1979) y

TABLA I

1	2 l b	3 $\phi$	4 r	5	6 l' b'	7 $\phi'$	8	9 $V_{LSR}$
	(°) (°)	(°) <sup>2</sup>	psc	-	(°) (°)	(°)		km.s <sup>-1</sup>
Sivan 10 <sup>(1)</sup>	352 +24	14x12	174 <sup>(1)</sup>	S1 <sup>(1)</sup> S7 <sup>(1)</sup>	347.2 +20.3 <sup>(2)</sup> 349.8 +22.3 <sup>(2)</sup>	1.5 <sup>(2)</sup> 4 <sup>(2)</sup>	$\pi$ Sco-B2 <sup>(2)</sup> $\delta$ Sco-B0 <sup>(2)</sup>	
Sivan 9 <sup>(1)</sup>	351.5 +12	10x 7	182 <sup>(1)</sup>	RCW 129 <sup>(1)</sup> S9	351.9 +12.7 <sup>(7)</sup> 351.3 +17.0 <sup>(2)</sup>	3x3 <sup>(7)</sup> 1.3 <sup>(2)</sup>	$\tau$ Sco-B0 <sup>(2)</sup> $\sigma$ Sc0-B1 <sup>(2)</sup>	+ 3.5 <sup>(6)</sup> + 3.5 <sup>(4)</sup>
S27 <sup>(2)</sup>	6.3 +23.5	8x 8	170 <sup>(5)</sup>				$\zeta$ Oph-09.5 <sup>(5)</sup>	+ 5.9 <sup>(4)</sup>

Datos de las regiones H II estudiadas

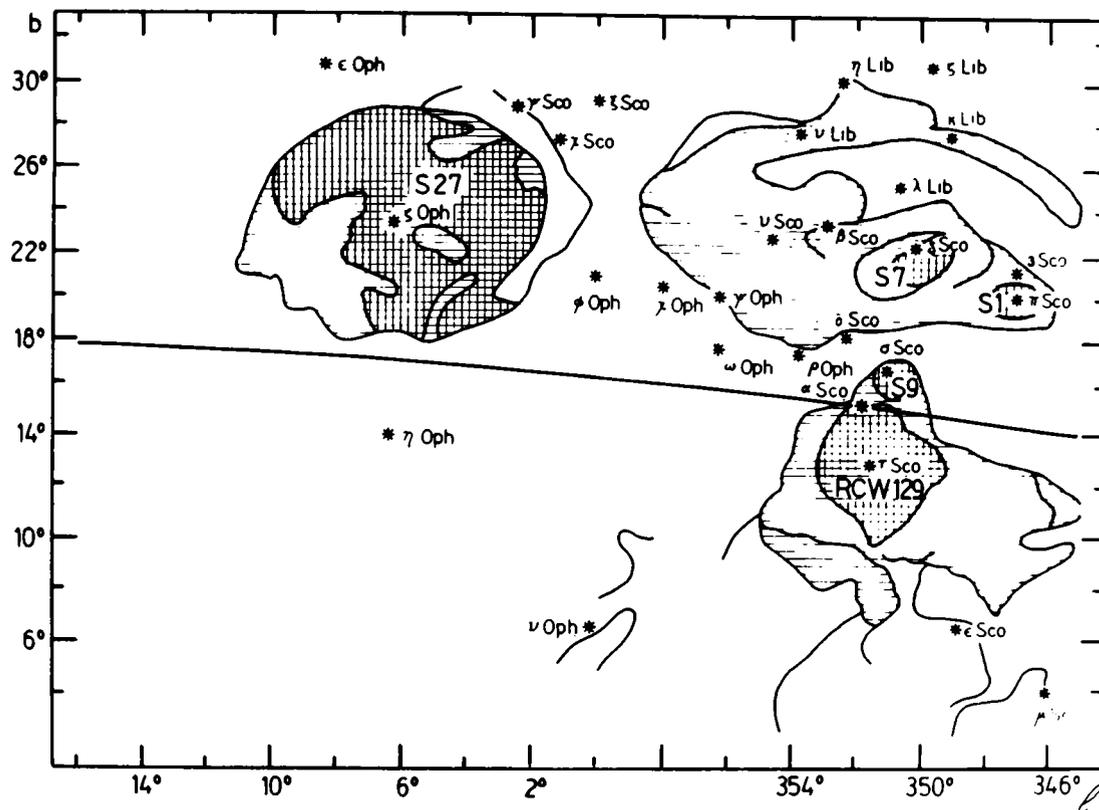


FIGURA 1

Esquema de la placa tomada por Sivan en  $H\alpha$  donde aparecen las tres regiones H II consideradas. La línea llena da la posición aproximada del plano medio del Cinturón de Gould (Stothers y Frogel 1974).

## 2. COMPARACION CON RECUEOTOS ESTELARES Y OBSERVACIONES EN RADIO.

Se comenzó por comparar la figura 1 con un mapa de Rossano (1978) que da extinciones fotográficas  $A_{ph}$  en Scorpius y en Ophiuchus basado en recuentos estelares de van Hoof (1969) Este mapa (Figura 2) cubre gran parte de Sivan 10 y S27.

En Sivan 10 se destacan dos amplias zonas de transparencia: a) una incluyendo S7 y S1 y la parte que las rodea conteniendo el borde  $b=19$  de Sivan 10; b) la otra centrada en  $l \sim 357^{\circ}5$ ,  $b \sim +22^{\circ}$  conteniendo parcialmente otro borde de Sivan 10. Ambas zonas de transparencia también pueden ser reconocidas en los mapas de Javtassi (1960) y Lynds (1968). Además hay zonas muy oscurecidas cerca de  $\sigma$  y  $\nu$  Sco y en una amplia zona entre Sivan 10 y Sivan 9.

En S27 hay una amplia franja oscura limitando con  $\zeta$  Oph y con todo el borde inferior de S27 y zona adyacente. Además se destacan otras dos amplias zonas oscuras, una entre Sivan 10 y S27 centrada en  $l \sim 360^{\circ}$ ,  $b \sim +21^{\circ}$ , la otra en forma de arco alrededor de  $l \sim 357^{\circ}$ ,  $b \sim +18^{\circ}5$ .

Lo anterior sugiere que las regiones H II Sivan 10 y S27 podrían ser más extensas que lo visible en  $H\alpha$ .

A fin de corroborar esto se comparó las figuras 1 y 2 con diversos relevamientos en el continuo de radio. A bajas frecuencias, adecuadas para ver las regiones H II en absorción,

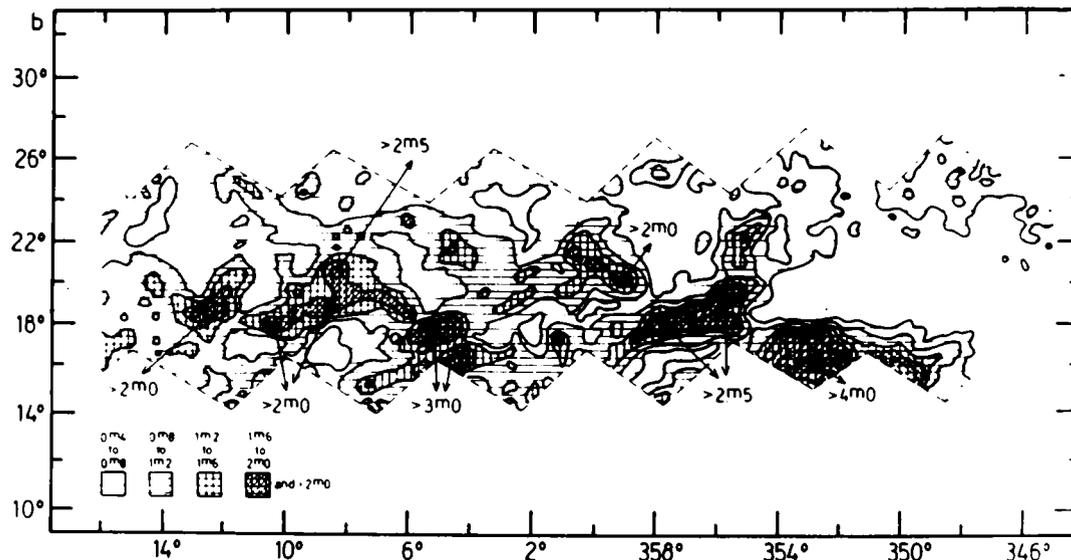


FIGURA 2

Distribución de la extinción Aph en Scorpius y Ophiuchus. Las flechas indican las zonas de mayor extinción (de Rossano 1978).

entre otras, se consideró las observaciones de cane y Whitham (1977) a 5.6 MHz con una resolución de  $\sim 4.5$ , en las que se destaca una intensa fuente en absorción aproximadamente coincidente con las partes más intensas de Sivan 9 ( $\tau$  y  $\sigma$  Sco). Consecuentes con ello son también las observaciones de Jones y Finlay (1974) a 29.9 MHz.

A frecuencias más altas, adecuadas para ver las regiones H II en emisión se consultaron las isofotas a 2.3 GHz de Baart et al. (1979), que cubren gran parte de Sivan 10 (incluidas S1 y S7), y en Sivan 9 las zonas más intensas S9 y RCW 129 (Figura 3). Sus radiofuentes en emisión muestran una buena correlación general con las regiones H II. Sin embargo, hay tres diferencias interesantes:

a) Una zona de emisión en radio no lo es en  $H\alpha$  constituyendo un arco prolongado desde  $l \sim 356^\circ$ ,  $b \sim +19^\circ$  hasta  $l \sim 358^\circ$ ,  $b \sim +16^\circ$ ; que corresponde al arco de extinciones alrededor de  $l \sim 357^\circ$ ,  $b \sim +18.5$  mencionado más arriba. Podría tratarse por lo tanto de una extensión de la región H II no visible en  $H\alpha$  por la extinción interestelar.

b) Una zona visible en  $H\alpha$  no está detectada en radio, constituyendo una banda desde  $358^\circ$ ,  $+23^\circ$  hasta  $352^\circ$ ,  $+26^\circ$

c) La débil radiofuente 14 de Baart et al., de no ser espúrea, tampoco tiene contrapartida en  $H\alpha$ .

### 3. DATOS OBSERVACIONALES EN LA LINEA DE 21 CM.

Se cuenta con los datos de dos atlas grabados en cinta magnética: el de Heiles y Habing

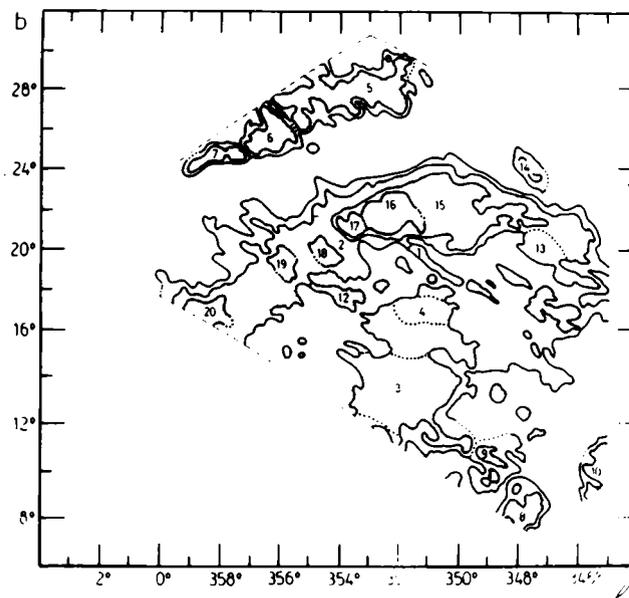


FIGURA 3

Distribución de la temperatura de brillo  $T_b$  en el plano  $l, b$  para el continuo en 2.3 GHz con las fuentes de emisión (de Baart et al. 1979).

(1974) realizado en Berkeley para  $|b| \geq 10^\circ$ , y el de Pöppel et al. (1979) realizado en el Parque Pereyra Iraola para  $+3^\circ \leq b \leq +17^\circ$ . Ambos atlas fueron observados con equipos de características similares:  $\sim 0.5$  de resolución angular y  $2 \text{ Km s}^{-1}$  de resolución en velocidades radiales. Luego de multiplicar las temperaturas de antena de Heiles y Habing (1974) por el factor 1.18 a fin de reducir las a temperaturas de brillo  $T_b$  (Williams 1973), las escalas de  $T_b$  de ambos atlas coinciden dentro de los errores experimentales (Jackson 1976). Para poder hacer uso de los datos grabados del atlas de Heiles y Habing fue necesario un prolongado trabajo previo de computación para poder adaptar la respectiva cinta magnética original a los equipos de computación del CESPI de la UNLP.

Con los datos de ambos atlas se procedió a confeccionar curvas isofotas para la zona de interés en el plano l-b a velocidades radiales  $V_{\text{LSR}}$  fijas. En las figuras 4 y 5 se muestran sendos ejemplos para  $V_{\text{LSR}} = 0.0$  y  $\sim +3 \text{ Km s}^{-1}$  respectivamente. Nótese que el mapa de isofotas es un mosaico. La parte inferior para  $b \leq 16$  proviene de los datos de Pöppel et al. (1979), y la parte superior para  $b > 16^\circ$ , de los datos de Heiles y Habing. Como puede comprobarse la concordancia entre ambas escalas de  $T_b$  es muy buena. En las figuras 4 y 5 los blancos en  $b = 26^\circ$  a  $28^\circ$  y alrededor de  $l = 346^\circ$ ,  $b = 19$  corresponden a zonas no cubiertas por ninguno de los dos atlas. Próximamente se tratará de llenar estos blancos con observaciones a realizar en el IAR. Una comparación de las figuras 4 y 5 y otras isofotas no reproducidas aquí con la figura 1 muestra algunas características interesantes:

1) Se destaca un evidente predominio del HI asociado a velocidades positivas sobre el asociado a velocidades negativas. Esto ha sido vinculado a la presencia de gas perteneciente al Cinturón de Gould (Franco y Pöppel 1978, Strauss et al. 1979).

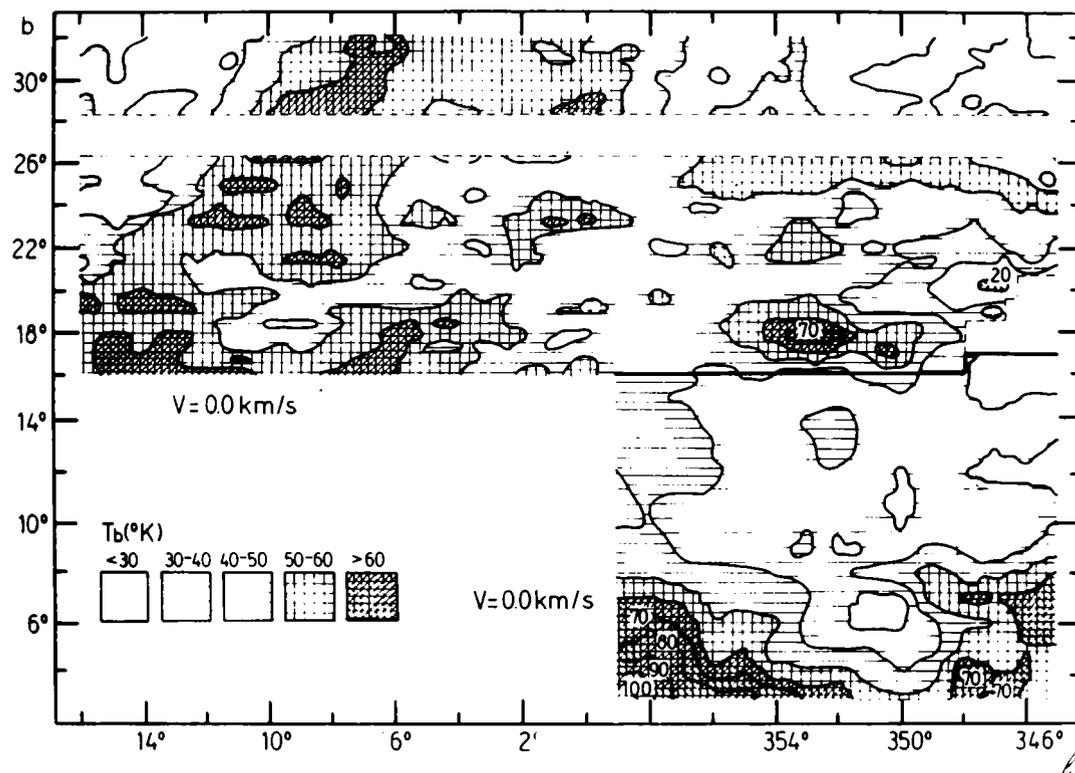


FIGURA 4

Distribución de la temperatura de brillo  $T_b$  en el plano l, b. Nótese que la escala de latitud es diferente para los dos atlas usados en este mosaico.

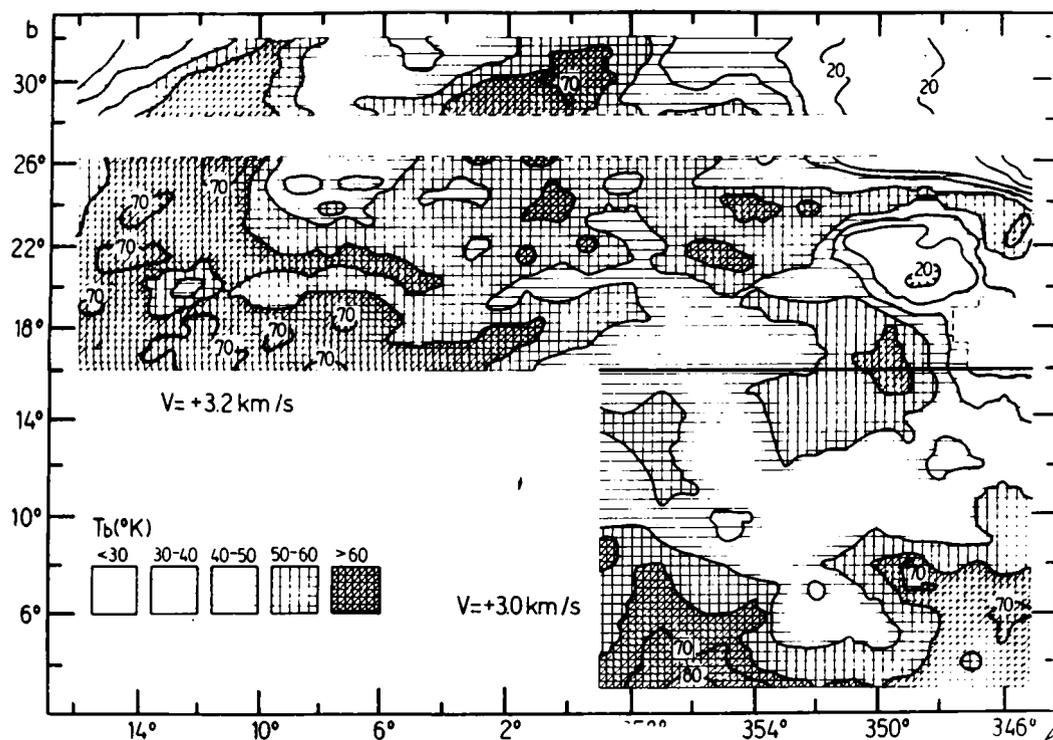


FIGURA 5  
Idem figura 4.

2) Una comparación entre la presente figura 5 y la figura 3 de Strauss et al. (1979) parece sugerir que la concentración de HI que se destaca centrada en  $l \sim 349^{\circ}5$ ,  $b \sim 16$  a un costado de S9 (Figura 5), como también parte de la densa concentración de HI a velocidades positivas para  $l > 6^{\circ}$ , pertenecen ambas al Cinturón de Gould.

3) Entre S1 y S7 hay una zona con una notable ausencia de HI especialmente a velocidades positivas.

4) Superpuestas parcialmente con S27 aparecen dos zonas de escasez de HI, la más notable hacia  $l \sim 8^{\circ}$ ,  $b \sim 25^{\circ}$ , la otra hacia  $l \sim 3^{\circ}5$ ,  $b \sim 24^{\circ}5$ .

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. J. P. Sivan por habernos facilitado una ampliación fotográfica de una de sus placas; al Prof. C. Heiles por habernos facilitado los datos del atlas de Heiles y Habing grabados en cinta magnética; a la Srta. Judith Soukup del City College de New York por elaborar y proveernos de los programas necesarios para hacer dicha cinta legible IBM; y a la Calculista Científica M. V. Chedrese por su eficaz colaboración para el trabajo computacional. En esta fase también es necesario agradecer la colaboración de los Dres. E. Bajaja y F. R. Colomb. Todos los cómputos se realizaron en el CESPI de U.N.L.P.

#### REFERENCIAS

- Baart, E.E., de Jager, G., Mountfort, P.I., 1979, IAU-Symposium N° 85, 105 (editado por J.E. Hesser, en preparación).
- Bertiau, F.C., 1958, *Astrophys. J.* 128, 533
- Blaauw, A., 1961, *Bull. Astron. Inst. Neth.* 15, 265.
- Blaauw, A., 1964, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 2, 213.
- Cane, H.V., Whitham, P.S., 1977, *Month. Not. R.A.S.* 179, 21

- Franco, M.L., Pöppel, W.G.L., 1978, *Astrophys. Sp. Sc.* 53, 91
- Georgelin, Y.P., Georgelin, Y.M., 1970, *Astron. Astrophys.* 6, 349
- Georgelin, Y.P., Georgelin, Y.M., Roux, S., 1973, *Astron. Astrophys.* 25, 337.
- Georgelin, Y.M., 1975, *Thèse Doctorale, Marseille.*
- Heiles, C., Habing, H.J., 1974, *Astron. Astrophys. Supp.* 14, 1.
- Jackson, P.D., 1976, *Astron. Astrophys. Supp.* 25, 433
- Javtassi, T., "Atlas Galaktičeskij Tiémnij Tumanuóstei", Tiflis 1960.
- Jones, B.B., Finlay, E.A., 1974, *Austral. J. Phys.* 27, 687.
- Lesh, J.R., 1968, *Ap. J. Supp.* 17, 371
- Lindblad, P.O., Grape, K., Sandquist, A., Schober, J., 1973, *Astron. Astrophys.* 24, 309.
- Lynds, B.T., 1968, en "Stars and Stellar Systems". 7, 119, Chicago University Press.
- Morras, R., 1979, *Astrophys. Lett.* 20, 45.
- Olano, C.A., Pöppel, W.G.L., 1979, (propuesto para publicación, ver este Boletín)
- Pöppel, W.G.L., Vieira, E.R., Olano, C.A., Franco, M.L., 1979, *First Latin American Regional Astronomy Meeting, Universidad de Chile.*
- Rodgers, A.W., Campbell, C.T., Whiteoak, J.B., 1970, *Month. Not. R.A.S.*, 121, 103
- Rossano, G.S., 1978, *Astron. J.* 83, 241.
- Sharpless, S., 1959, *Ap. J.* 4, 257.
- Sivan, J.P., 1974<sup>a</sup>, *Compte Rendu Acad. Sc. Paris*, 278B, 127.
- Sivan, J.P., 1974<sup>b</sup>, *Astron. Astrophys. Supp.* 16, 163.
- Stothers, R., Frogel, J.A., 1974, *Astron. J.* 79, 456.
- Strauss, F.M., Pöppel, W.G.L., Vieira, E.R., 1979, *Astron. Astrophys.* 71, 319.
- van Hoof, A., 1969, *Bull. Astron. Inst. Neth. Supp.* 3, 137
- Williams, D.R.W., 1973, *Astron. Astrophys. Supp.* 8, 505.

#### NOTA DEL EDITOR

*C. Cappa de Nicolau es Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y W.G.L. Pöppel es Miembro de la Carrera del Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*