

## LA COMPOSICION QUIMICA DE HD 3473

Z. López García y V. Gargiulo

Observatorio Astronómico "Félix Aguilar", San Juan

**ABSTRACT:** An abundance analysis of the Si-Mg star HD 3473 is performed with a fully line-blanketed model atmosphere. The adopted atmospheric parameters are  $T_{\text{eff}} = 12000^{\circ}\text{K}$  and  $\log g = 3.7$ . This value of  $T_{\text{eff}}$  is higher by about  $2000^{\circ}\text{K}$  than that used in a previous investigation by Naftilan. Helium is found to be extremely deficient, Si and Mg are overabundant by factors 20 and 50 respectively. Sc, Ti, Mn, Fe, Ni, Sr, Y, Zr and Rare Earths are overabundants too.

**RESUMEN:** Se determinan las abundancias químicas de la estrella CP de Si-Mg HD 3473, utilizando modelos de atmósferas que incluyen el "blanketing" de numerosas líneas espectrales y los más modernos valores de las fuerzas del oscilador. Los resultados se comparan con los obtenidos para otras estrellas de Si.

---

\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET).

## INTRODUCCION

HD 3473 fue clasificada como Ap de Si-Mg por Bidelman (1960). Posteriormente, Cowley (1961) analizó más detalladamente el espectro en placas de 125 Å/mm, destacando la presencia de líneas muy intensas de Si II ( $\lambda$  4128 y  $\lambda$  4130) y de Mg II ( $\lambda$  4481). También identificó numerosas líneas de Si II y Mg II provenientes de niveles de alta excitación.

Naftilan (1977) realizó un estudio más completo de esta estrella, utilizando técnicas de modelos de atmósferas, en tres placas coudé: dos en el azul, con una dispersión de 15 y 33 Å/mm y otra en el rojo de 16 Å/mm. Los parámetros atmosféricos estimados fueron:  $T_{\text{eff}} = 9750^{\circ}\text{K}$   $\log g = 3.4$ .

Z. López García (1980) publicó una descripción del espectro de esta estrella, identificando satisfactoriamente ciertos elementos como C II, Si III, Fe III, que Naftilan no encontró en sus placas. Evaluó provisoriamente los parámetros atmosféricos realizando una comparación entre los perfiles observacionales de las líneas  $H_{\gamma}$  y  $H_{\delta}$ , y los teóricos calculados usando el programa BALMER 5 de Petersen con la teoría ESW del ensanchamiento de las líneas del Hidrógeno. Los parámetros estimados fueron:  $T_{\text{eff}} = 11500^{\circ}\text{K}$   $\log g = 3.4$ .

En vista de las discrepancias existentes, retomamos el estudio de esta estrella, realizando, en primer lugar, una completa identificación de las líneas espectrales presentes (Z. López García y V. Gargiulo, en prensa). En este trabajo presentamos ahora una nueva determinación de los parámetros atmosféricos y de las abundancias, calculados utilizando los programas: ATLAS 6 para la generación de los modelos de atmósferas; BALMER 6 para el cálculo de los perfiles teóricos de las líneas del Hidrógeno y WIDTH 6 para la determinación de las abundancias.

## OBSERVACIONES Y REDUCCIONES

Para la realización de este trabajo se utilizaron dos placas tomadas por H. Levato en el Kitt Peak Observatory con el telescopio de 2.1m. Las observaciones abarcan la región del azul  $\lambda 3700 \text{ \AA} - \lambda 4700 \text{ \AA}$ . La dispersión es de  $16.9 \text{ \AA/mm}$  y el ancho del espectro es de 0.6 mm.

Los registros de intensidad fueron tomados con el PDS de Kitt Peak y sobre ellos se midieron los anchos equivalentes con un planímetro polar.

## ANALISIS

### a - DETERMINACION DE LOS PARAMETROS ATMOSFERICOS

Desafortunadamente no se dispone de mediciones fotométricas de esta estrella, por lo cual, la única manera de determinar sus parámetros atmosféricos, es realizar una comparación entre los perfiles observacionales y los teóricos de las líneas del Hidrógeno. Los perfiles teóricos fueron calculados usando el programa BALMER 6 (Kurucz 1983) que utiliza la teoría Vidal-Cooper-Smith del ensanchamiento de las líneas. Este programa utiliza modelos de atmósferas calculados con el programa ATLAS 6 (Kurucz 1982). Estos modelos incluyen el Blanketing, de aproximadamente un millón de líneas espectrales.

La velocidad rotacional proyectada de HD 3473 ha sido estimada en 75 km/seg y fue tomada en cuenta en la determinación de los perfiles teóricos.

Los perfiles observados y calculados se dan en la Tabla I. La Figura 1 muestra la comparación entre el perfil observado de  $H_\gamma$  y el calculado.

Los valores finalmente adoptados fueron:  $T_{\text{eff}} = 12000^\circ\text{K}$  y  $\log g = 3.7$ .

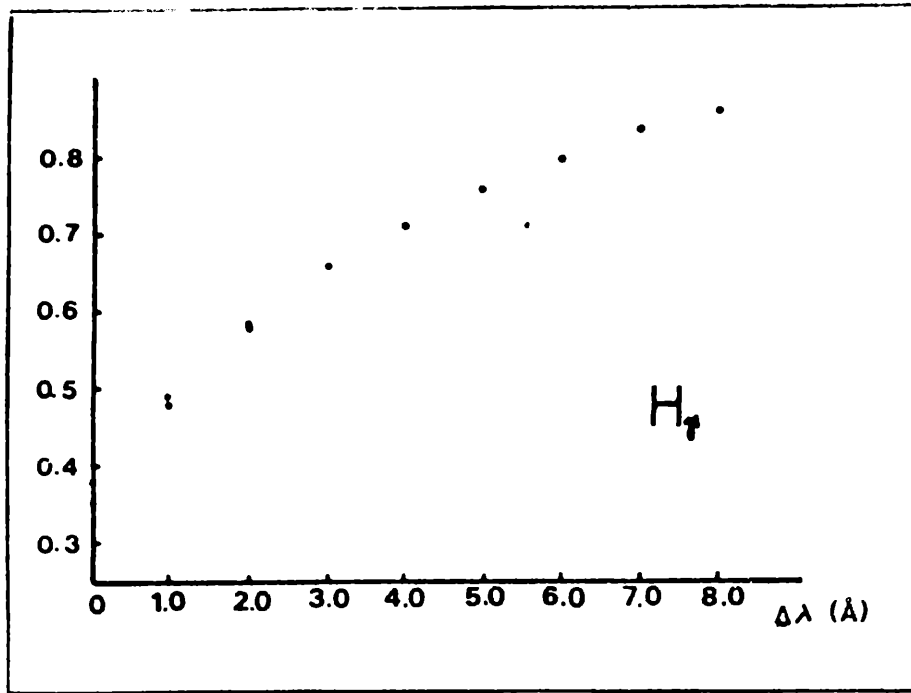


FIGURA 1

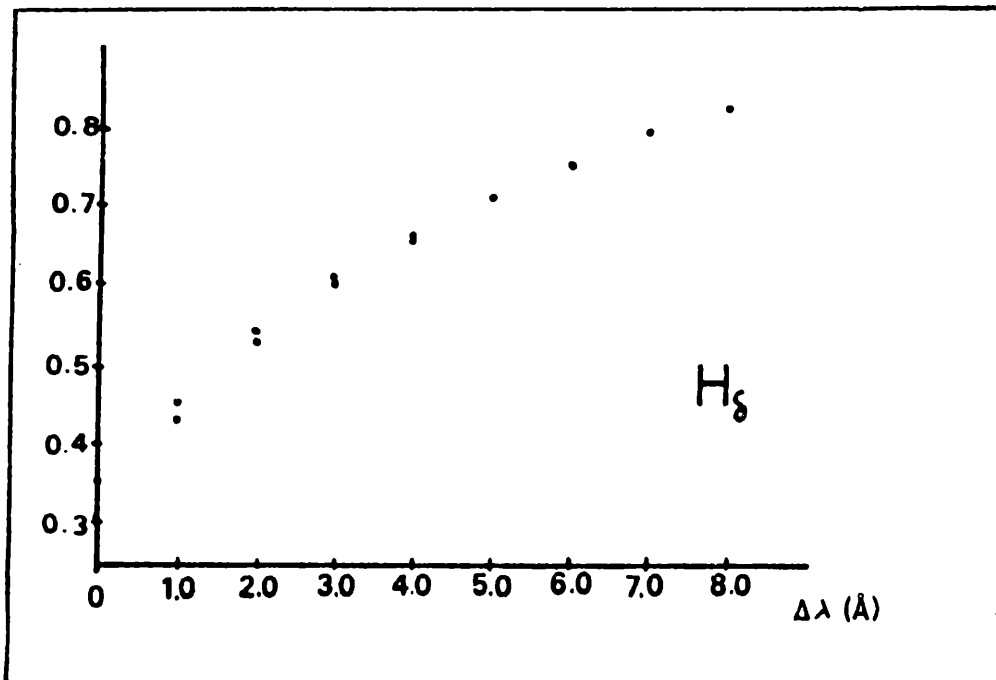


TABLA I

Perfiles  $H_{\gamma}$  y  $H_{\delta}$  de HD 3473

$H_{\delta}$			$H_{\gamma}$	
Estrella	Modelo	$\Delta\lambda$	Estrella	Modelo
0.315	0.350	0.0	0.350	0.380
0.433	0.449	1.0	0.480	0.491
0.530	0.542	2.0	0.580	0.582
0.603	0.610	3.0	0.660	0.661
0.653	0.665	4.0	0.710	0.711
0.710	0.715	5.0	0.765	0.765
0.753	0.754	6.0	0.805	0.805
0.790	0.790	7.0	0.840	0.840
0.820	0.820	8.0	0.860	0.860

## b - VELOCIDAD DE MICROTURBULENCIA

Con los parámetros determinados se generó un modelo de atmósferas que luego se utilizó en el programa WIDTH 6 para la determinación de las abundancias químicas.

Antes de calcular estas abundancias es necesario determinar la velocidad de microturbulencia  $v_t$ . Para ello, se calcularon las abundancias del Ti II y del Fe II para un cierto rango de valores de  $v_t$ , buscando la condición de que la pendiente de la recta de abundancias vs. anchos equivalentes  $W$ , fuese nula. Esta condición se cumple para  $v_t = 4.0 \text{ km/seg} \pm 0.3$ . Este valor para  $v_t$  es un poco alto; en general las estrellas CP tienen una velocidad estimada entre 0 y 2 km/seg. Es muy probable que haya una contribución del campo magnético aún no medido en esta estrella.

### c - ABUNDANCIA DE He

$\lambda$  4026 es la única línea de He II identificada en esta estrella, con un ancho equivalente  $W = 27$  mÅ. La abundancia de Helio es extremadamente deficiente.

La diferencia entre la abundancia de Helio en HD 3473 y la abundancia adoptada por el modelo lleva a una corrección del log g de 0.05, el cual está dentro de los errores de la determinación.

### d - ABUNDANCIA DE LOS ELEMENTOS MAS PESADOS

El programa WIDTH 6 (Kurucz 1983) fue usado para calcular las abundancias de los elementos más pesados que el He.

La Tabla II contiene los datos y resultados para cada línea. Las sucesivas columnas dan el número de multiplete (Moore 1959), la longitud de onda en Å, el valor del log gf y su bibliografía, el ancho equivalente medido y la abundancia derivada con respecto al Hidrógeno (log N/H). Solamente las líneas libres de blends y con buenas estimaciones del valor de log gf fueron elegidas para la determinación de las abundancias.

TABLA II

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	log gf	Ref.	W(mÅ)	Abund.
C II	4	3920.67	-0.240	WS	6.64	-2.925
	39	4011.16	0.540	WS	1.17	-1.963
	45	4371.59	-0.020	WS	2.35	-0.824

TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	log gf	Ref.	W(mÅ)	Abund.
N II	12	3994.99	0.276	WS	4.91	-2.541
	15	4447.03	0.290	WS	3.89	-1.900
	39	4035.08	0.620	WS	2.98	-1.829
	39	4043.53	0.730	WS	1.12	-2.755
O II	2	4366.89	-0.230	WS	3.46	-0.706
	15	4590.96	0.450	WS	2.93	-0.557
	15	4596.20	3.290	WS	3.04	-3.307
	17	3911.96	0.070	WS	2.83	-0.590
Mg II	4	4081.23	0.980	WS	91.75	-3.469
	5	3848.21	-1.550	WS	15.58	-2.794
	9	4433.99	-0.900	WS	14.58	-3.500
	10	4384.64	-0.780	WS	27.23	-2.686
	10	4390.58	-0.580	WS	20.27	-3.343
Al II	23	4237.57	-1.190	KP	4.71	-3.409
Si II	1	3853.66	-1.610	WS	27.29	-2.739
	1	3856.02	-0.650	WS	41.60	-3.158
	1	3862.59	-0.900	WS	49.68	-2.730
	3	4128.06	0.310	WS	91.36	-2.487
	3	4130.89	0.460	WS	107.58	-2.500
Si III	2	4552.61	0.290	WS	7.95	-2.139
	2	4567.82	0.070	WS	2.72	-3.196
	2	4574.76	-0.410	WS	3.31	-2.500

TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda(\text{\AA})$	log gf	Ref.	W(m $\text{\AA}$ )	Abund.
P II		4910.53	-1.730	KP	2.65	-4.384
		4230.22	-1.260	KP	1.92	-3.464
		4288.59	-0.570	KP	5.37	-3.642
		4420.70	-0.340	KP	1.37	-5.441
Cl II	24	4253.52	0.090	KP	4.10	-3.362
	25	3850.97	0.440	KP	6.19	-3.012
	25	3860.80	0.730	KP	3.20	-4.302
	76	3990.20	-0.020	KP	5.17	-2.125
		3928.68	-1.050	KP	2.02	-2.180
Ca II	1	3933.66	0.140	WS	123.63	-4.044
Sc II	7	4246.83	0.320	WF	17.02	-6.535
	14	4400.39	-0.510	WF	4.27	-7.265
Ti II	13	3759.29	0.220	WF	11.25	-4.793
	13	3761.32	0.120	WF	14.67	-4.746
	19	4395.03	-0.650	WF	10.45	-6.221
		4292.24	-1.350	SW	3.20	-5.464
	19	4443.80	-0.810	WF	6.90	-6.465
	20	4287.89	-2.010	WF	9.50	-4.978
	20	4294.09	-1.100	WF	6.07	-6.246
	31	4468.49	-0.770	WF	3.01	-6.992
	31	4501.27	-0.860	WF	4.08	-6.746
	34	3900.54	-0.459	WF	4.92	-6.899
	34	3932.01	-1.780	WF	2.24	-6.106
	40	4417.72	-1.420	WF	6.56	-5.851
	40	4464.46	-2.070	WF	3.13	-5.650



TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	log gf	Ref.	W (mÅ)	Abund.
	41	4290.22	-1.100	WF	10.81	-5.684
	41	4300.05	-0.750	WF	10.72	-6.033
	41	4314.98	-1.410	WF	8.75	-5.590
	50	4563.76	-0.950	WF	5.71	-6.394
	51	4399.77	-1.450	WF	4.90	-5.983
	72	3741.63	-0.140	WF	3.31	-5.401
	82	4571.97	-0.530	WF	8.00	-6.386
	104	4386.86	-1.270	WF	1.97	-5.980
	115	4488.33	-0.840	WF	5.33	-5.604
V II	11	3903.26	-1.200	YF	5.23	-6.250
	32	4005.70	-0.760	YF	5.12	-6.603
	32	4023.38	-0.880	YF	1.76	-7.063
Cr II	20	3754.57	-2.180	SW	15.47	-0.310
	20	3765.58	-3.300	SW	0.90	-4.379
	20	3766.64	-3.320	SW	2.24	-3.565
	31	4261.92	-1.720	SW	6.19	-5.406
	31	4275.57	-1.850	SW	2.72	-5.768
	31	4284.21	-2.160	SW	5.87	-5.006
	31	4252.64	-2.360	SW	4.11	-5.032
	31	4269.27	-2.580	SW	6.62	-4.500
	39	4565.77	-2.440	SW	4.43	-4.819
	44	4588.20	-1.160	SW	21.46	-3.536
	44	4618.79	-1.500	SW	4.48	-5.736
	44	4634.09	-1.720	SW	6.73	-5.240
	44	4592.05	-1.180	SW	5.39	-5.939
	161	4195.38	-1.685	SW	6.08	-4.740
	162	4224.82	-1.220	SW	7.41	-5.047
	166	4017.94	-2.188	SW	3.31	-4.603

TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	$\log gf$	Ref.	$W$ (mÅ)	Abund.
Mn II		3701.39	-1.400	SW	9.17	-0.440
		3703.96	-1.940	SW	6.29	-0.221
		3778.32	-0.090	SW	12.32	-2.406
		3844.20	-0.730	SW	7.79	-4.775
		3879.39	-1.350	SW	11.52	-4.106
		3917.32	-0.700	SW	3.41	-5.341
		4292.24	-1.350	SW	3.20	-5.464
		4343.97	-0.720	SW	4.80	-4.289
		4478.71	-0.650	SW	4.74	-5.330
Fe I	4	3886.28	-1.050	BL	3.79	-2.519
	41	4383.54	0.190	BK	4.74	-3.986
	45	3841.05	-0.010	BK	5.44	-2.323
	152	4250.12	-0.340	BK	3.09	-3.222
	152	4271.16	-0.130	BH	6.08	-3.029
Fe II	3	3938.29	-3.830	MO	4.75	-4.101
	26	4580.05	-3.480	PH	3.41	-4.231
	27	4303.16	-2.490	MO	23.10	-1.939
	27	4351.76	-2.150	MO	15.90	-2.944
	27	4416.82	-2.610	BS	10.78	-4.019
	28	4178.85	-2.710	BS	17.77	-2.562
	28	4296.56	-2.950	MO	4.43	-4.542
	37	4472.92	-3.370	MO	4.11	-4.112
	37	4489.18	-2.910	MO	11.47	-3.595
	37	4491.39	-2.700	BS	5.70	-4.560
	37	4515.34	-2.480	BR	6.83	-4.643
	37	4520.22	-2.600	BR	4.80	-4.803
	37	4582.83	-3.080	BA	3.52	-4.494

TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	log gf	Ref.	W (mÅ)	Abund.
	37	4629.34	-2.370	BR	4.27	-5.108
	38	4541.52	-2.990	BS	4.27	-4.465
	38	4576.33	-2.950	BA	4.42	-4.486
	38	4583.83	-1.800	BR	15.37	-3.926
	38	4620.51	-3.320	BA	2.93	-4.362
Fe III	4	4419.59	-0.165	AP	4.10	-5.446
	4	4430.95	-0.556	AP	6.61	-4.533
	4	4395.77	-2.180	AP	3.57	-3.564
	118	4140.51	0.110	WA	2.88	-1.448
Ni II	9	4362.10	-1.650	SW	3.52	-6.143
	13	3881.92	0.530	SW	3.36	-6.109
Sr II	1	4215.52	-0.170	AL	8.80	-7.863
	3	4161.79	-0.500	AL	19.26	-4.505
Y II	6	3950.35	-0.420	HL	2.24	-7.908
	7	3818.34	-0.720	KA	3.52	-7.311
Zr II	30	3991.13	-0.650	AL	3.31	-7.179
	41	4029.68	-0.760	KA	2.18	-7.325
	41	4149.22	-0.030	KA	2.08	-8.035
	42	4150.97	-1.360	KA	2.40	-6.646
	43	4048.67	-0.740	AL	2.77	-7.186
	43	4050.32	-1.000	KA	4.80	-6.655

TABLA II (continuación)

Elem.	Mult.	$\lambda$ (Å)	log gf	Ref.	W(mÅ)	Abund.
Ce II	1	4628.16	-0.140	KP	1.65	-6.205
	2	4151.97	0.100	KP	3.09	-6.375
	2	4418.78	0.300	KP	6.19	-5.901
	11	4118.14	-0.130	KP	3.41	-5.862
	12	3993.82	0.210	KP	2.45	-6.312
	37	3942.15	-0.340	KP	3.36	-6.028
	57	3942.75	0.640	KP	5.01	-6.365
	57	3999.24	0.090	KP	7.79	-5.756
	57	4486.91	-0.620	KP	1.12	-6.182
	60	4083.23	-0.040	KP	3.89	-5.900
	84	3967.05	-0.430	KP	2.51	-5.493
	129	3792.33	-0.580	KP	1.92	-5.332
	134	4300.33	-0.450	KP	4.00	-5.630
	140	4042.58	-0.220	KP	0.37	-6.978
	172	3982.89	-0.080	KP	10.30	-4.925
	172	4085.23	-0.370	KP	2.88	-5.738
	186	4202.94	-0.340	KP	12.32	-4.706
188	3896.79	-0.230	KP	1.92	-5.883	
252	3984.68	0.180	KP	3.95	-5.949	
Pr II	8	3964.83	-0.640	KP	4.53	-4.917
	11	3908.03	-0.370	KP	2.67	-5.444
	28	4008.71	-0.010	KP	2.88	-5.758
Nd II	10	4358.17	-0.980	KP	3.41	-4.319

---

## REFERENCIAS

- AL : Allen (1976)  
AP : Astrophysical Values, Peters and Aller (1970)  
BA : Baschek et al. (1970)  
BH : Banfield and Huber (1973) with +0.02 dex added to given values  
BK : Bridges and Kornblith (1974)  
BL : Blackwell et al. (1976)  
BR : Bridges (1973)  
BS : Blackwell et al. (1980)  
HL : Hannaford et al. (1982)  
KA : Krueger et al. (1980)  
KP : Kurucz and Feytremann (1975)  
MO : Moity, J. (1983)  
PH : Phillips (1979)  
SW : Warner's values as corrected by Smith (1976)  
WA : Warner (1967)  
WF : Wiese and Fuhr (1975)  
WS : Wiese, Smith and Glennon (1966) ó Wiese, Smith and Miles (1949)  
YF : Younger et al. (1978)

## DISCUSION

La Tabla III presenta las abundancias promedio de cada elemento de HD 3473; las abundancias derivadas por Adelman (1984) para las estrellas B normales, y en la última columna, las abundancias solares junto con su referencia. La Figura 2 muestra la comparación con las estrellas B normales, en función de  $\left[ N/H \right]$ , es decir, la abundancia logarítmica con respecto al Hidrógeno y relativa al valor solar. Vemos que en HD 3473 hay una sobreabundancia de todos los

elementos metálicos, distinguiéndose principalmente los puntos correspondientes al F, Cl y al Mn, sobreabundantes por factores que oscilan entre 200 y 4000; para estos elementos no se tienen buenas estimaciones del log gf, es posible que esto influya en los resultados finales. Son también quizás demasiado altos los valores de las abundancias del C y del O (sobreabundantes por factores 30 y 55 respectivamente) lo cual también probablemente se deba a errores en los valores del log gf, como ha sido precisado en otras publicaciones (ver p.e Mon et al. 1981). En cuanto al resto de los elementos, el Mg y el Si son sobreabundantes por factores 20 y 50 respectivamente, mientras para elementos del "pico del Fe" los factores de sobreabundancia oscilan entre 3 y 10. Los elementos Sr, Y y Zr son sobreabundantes por factores 830, 140 y 190 respectivamente, y las tierras raras, por factores del orden de 100000 quizás demasiado altos.

TABLA III

Abundancias Estelares y Solar

Especie Atómica	HD 3473 log N/H	n	Estrellas B Adelman 1984 log N/H	n	SOL	Referencias
C	-1.90	3	- 3.50	6	- 3.33	1
N	-2.26	4			- 4.01	1
O	-1.29	4	-3.26		- 3.08	1
Mg	-3.16	5	-4.26	6	- 4.40	2
Si	-2.67	8	-4.42	8	- 4.37	2
P	-4.23	4			- 6.55	3
Cl	-2.42	6			- 6.60	3

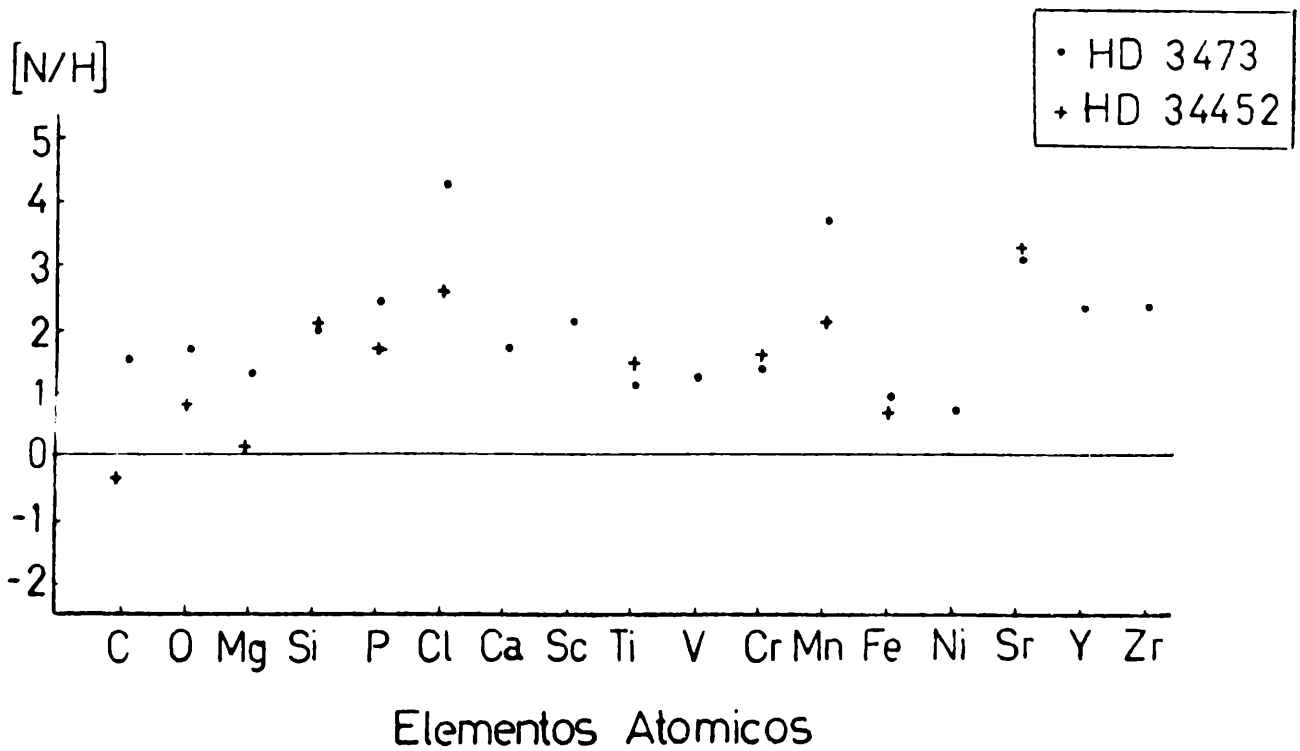
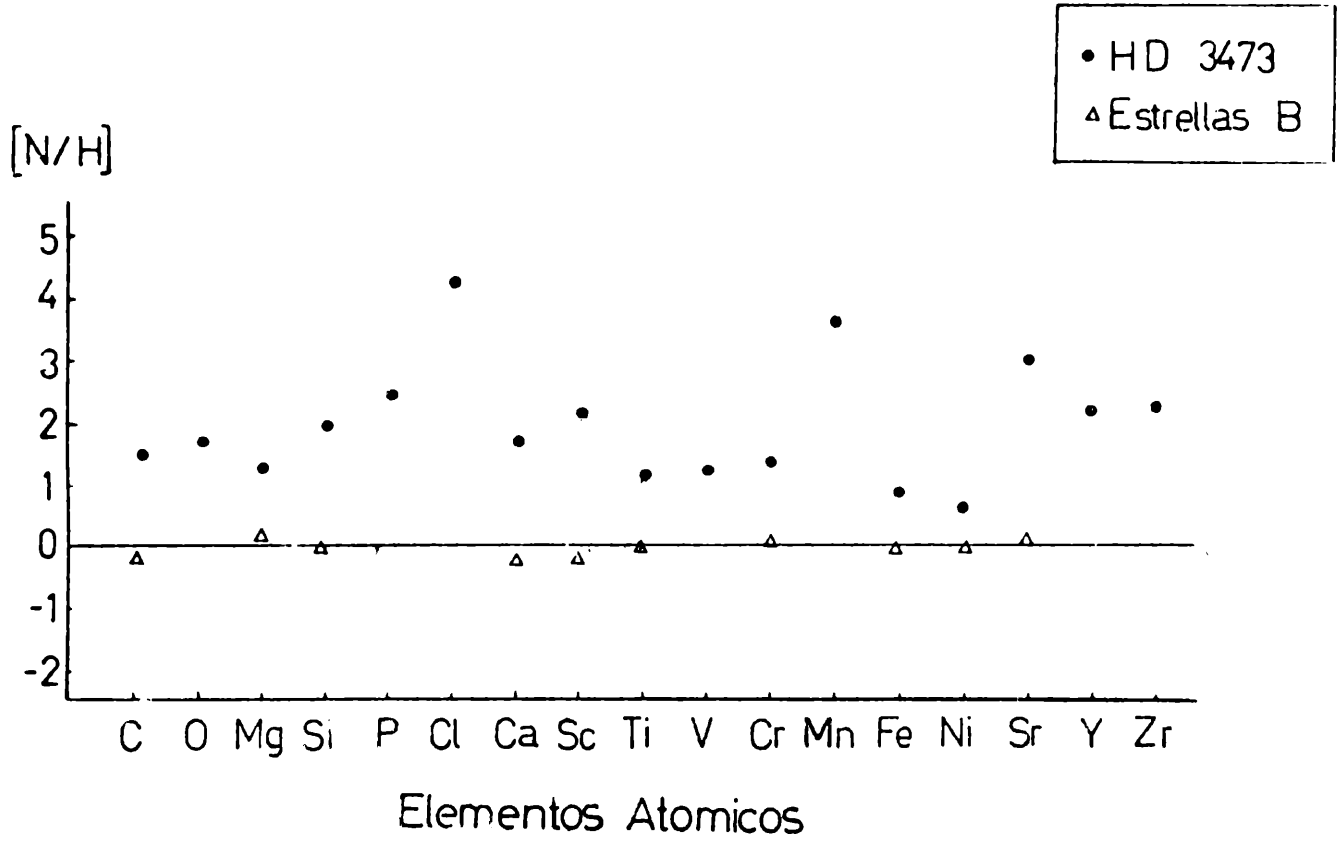
TABLA III (continuación)

Especie Atómica	HD 3473 log N/H	n	Estrellas B Adelman 1984 log N/H	n	SOL	Referencias
Ca	-4.04	1	-5.89	6	- 5.66	2
Sc	-6.90	2	-9.17	2	- 8.96	3
Ti	-5.94	21	-7.04	4	- 7.02	4
V	-6.64	3			- 7.79	5
Cr	-4.89	15	-5.86	6	- 5.88	5
Mn	-4.53	7			- 7.16	5
Fe	-3.90	22	-4.38	7	- 4.37	6
Ni	-6.13	2	-6.74	5	- 6.70	5
Sr	-6.18	2	-9.04	2	- 9.10	3
Y	-7.61	2			- 9.76	7
Zr	-7.17	6			- 9.44	8
Ce	-5.87	19			-10.45	3
Pr	-5.37	3			-11.34	3
Nd	-4.32	1			-10.77	3

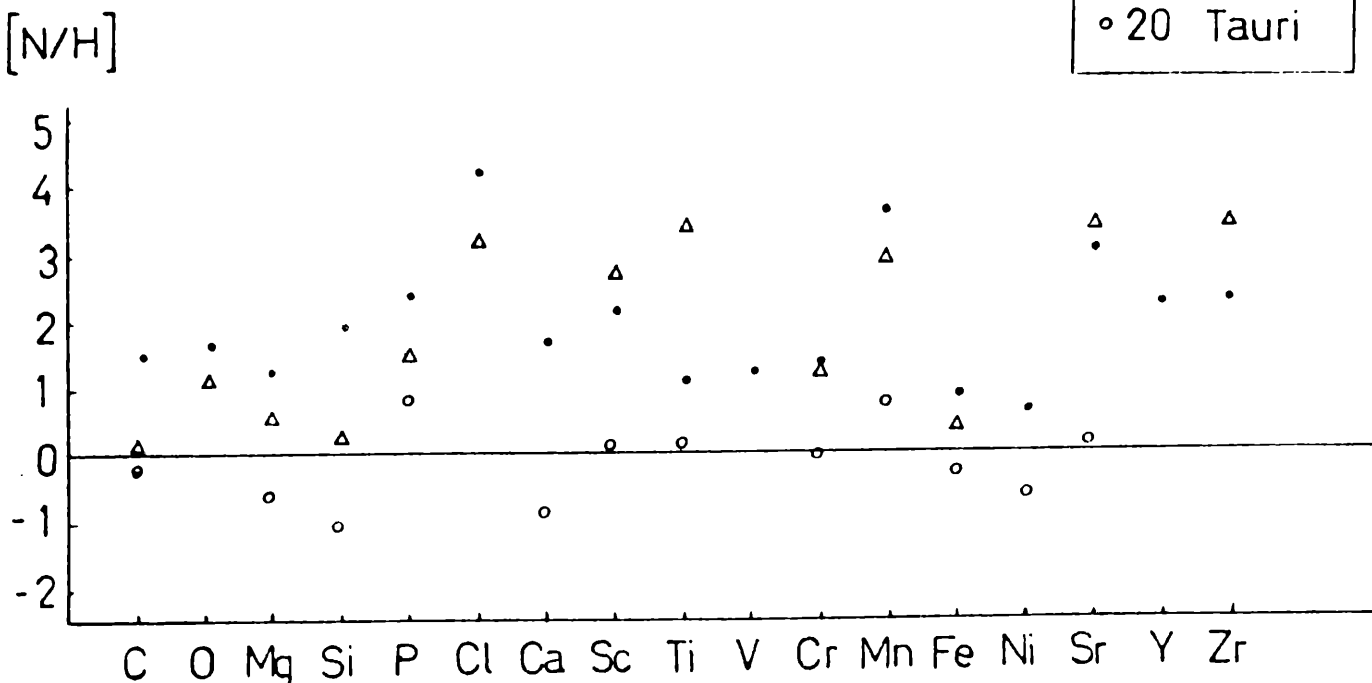
---

REFERENCIAS

- 1: Lambert, 1978
- 2: Lambert and Luck, 1978
- 3: Ross and Aller, 1976
- 4: Whaling et al., 1977
- 5: Smith, 1976
- 6: Simmons and Blackwell, 1982
- 7: Hannaford et al., 1982
- 8: Biemont et al., 1982.







## Elementos Atomicos

Las Figuras 3 y 4 presentan una comparación de las abundancias derivadas para la estrella típica de Si HD 34452 (Tomley et al. 1970), y para las débiles de Helio HD 213918 (López-García y Levato, 1986), y 20 Tauri (Mon et al. 1981), respectivamente. De la comparación con la estrella de Si surge:

1) la abundancia del Si es similar en ambas estrellas, lo mismo que los elementos del pico del Fe (salvo la divergencia existente con el Mn), y el Sr y Zr.

2) los elementos C, O, F y Cl aparecen también sobreabundantes en exceso con respecto a HD 34452.

3) la abundancia del Mg es superior, a pesar de que las dos estrellas han sido clasificadas como del tipo Si-Mg.

De la comparación con las estrellas débiles de Helio vemos que las discrepancias con ciertos elementos: C, O, F, Cl, Mn persisten, siendo menos notorias con respecto a HD 213918, analizada por el mismo método.

TABLA IV

ESPECIES ATOMICAS	HD 3473 N/H	Naftilan HD 3473 N/H
C	1.43	
N	1.74	
O	1.80	0.00
Mg	1.24	2.30
Si	1.70	3.00
P	2.32	
Cl	3.60	
Ca	1.62	1.20
Sc	2.06	1.30
Ti	1.08	1.30
V	1.15	1.10
Cr	0.99	1.70
Mn	2.63	
Fe	0.47	1.40
Ni	0.57	
Sr	2.92	0.40
Y	2.15	3.20
Zr	2.27	
Ce	4.58	2.70
Pr	5.97	

La Tabla IV nos permite comparar las abundancias de HD 3473 con las derivadas por Naftilan. De la comparación surgen las siguientes conclusiones:

- a) el O y el Ca presentan una mayor sobreabundancia en nuestro estudio.

- b) el Mg y el Si son también sobreabundantes, pero en menor grado que el valor determinado por Naftilan.
- c) los elementos del pico del Fe son más sobreabundantes en la determinación de Naftilan, lo mismo que el Y.
- d) en nuestras placas se identificaron C, N, P, Cl, Mn, Ni, Zr y Pr, no encontrados por Naftilan, quien en cambio identificó Europio en sus placas.

## BIBLIOGRAFIA

- Adelman, S.J. 1984, M.N.R.A.S. **206**, 637.
- Allen, M.S. 1976, F.A.S.P. **88**, 338.
- Banfield, F.P.; Huber, M.C.E. 1973, Ap. J. **186**, 335.
- Baschek, B.; Garz, T.; Holweger, H.; Richter, J. 1970, Astron. Astrophys. **4**, 229.
- Bidelman, W.P. 1966, Vistas in Astronomy **8**, 53.
- Biemont, E.; Grevesse, N.; Hannaford, P.; Lowe, R.M. 1981, Ap. J. **248**, 867.
- Blackwell, D.E.; Ibbertston, P.A.; Pettford, A.D.; Willis, R.B. 1976, M.N.R.A.S. **177**, 219.
- Blackwell, D.E.; Shallis, M.J.; Simmons, G.J. 1980, Astron. Astrophys. **81**, 340.
- Bridges, J.M. 1973, International Conference on Phenomena in Ionized Gases N<sup>o</sup> 11.
- Bridges, J.M.; Kornblith, R.L. 1974, Ap. J. **192**, 793.
- Cowley, A.P. 1965, Ap. J. **141**, 1288.
- Hannaford, P.; Lowe, R.W.; Grevesse, N.; Biemont, E. 1982, Ap. J. **261**, 736.
- Krueger, T.K.; Aller, L.H.; Ross, J.; Czyzak, S.J. 1968, Ap. J. **152**, 765.
- Kurucz, R.L. 1983, Comunicación privada.
- Kurucz, R.L.; Peytremann, E. 1975, Smithsonian Astrophysical Report N<sup>o</sup> 362.

- Lambert, D.L. 1978, M.N.R.A.S. 182, 249.
- Lambert, D.L.; Luck, R.E. 1978, M.N.R.A.S. 183, 79.
- López García, Z. 1981, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica.
- López García, Z.; Levato, H. 1986, Astrophysical Letters, en prensa.
- López García, Z.; Gargiulo, M.V. 1986, Boletín de la A.A.A. 30, en prensa.
- Moity, J. 1983, Astron. Astrophys. Suppl. 52, 1.
- Mon, M.; Hirata, R.; Sadakane, K. 1981, Pub. Astr. Soc. Japon 33, 413.
- Moore, C.E. 1945, N.B.S. Tech Note N<sup>o</sup> 36.
- Naftilan, S.A. 1977, P.A.S.P. 89, 309.
- Peters, G.J.; Aller, L.H. 1970, Ap. J. 159, 525.
- Phillips, M.M. 1979, Ap. J. Suppl. 39, 377.
- Ross, J.E.; Aller, L.H. 1976, Science 191, 1223.
- Simmons, G.J.; Blackwell, D.E. 1982, Astron. Astrophys. 112, 209.
- Smith, F.L. 1976, M.N.R.A.S. 177, 275.
- Tomley, L.J.; Wallerstein, G.; Wolff, S.C. 1970, Astron. Astrophys. 9, 380.
- Warner, B. 1967, M.N.R.A.S. 70, 165.
- Whaling, W.; Scolo, J.M.; Testerman, L. 1977, Ap. J. 212, 581.
- Wiese, W.L.; Smith, M.W.; Glennon, B.M. 1966, Atomic Transition Probabilities 1, NSRDS-NBS 4.
- Wiese, W.L. and Fuhr, J.R. 1975, J. Phys. Chem. Ref. Data 4, 263.
- Younger, S.M.; Fuhr, J.R.; Martin, G.A.; Wiese, W.L. 1978, J. Phys. Chem. Ref. Data 7, 495.