

VARIABLES EN M13

L96: UNA NUEVA VARIABLE

Francisco A. Violat Bordonau
Toni Bennasar Andreu

Asociación de Variabilistas de España
Asesores Astronómicos Cacereños

fviolat@yahoo.es

En este nuevo trabajo deseamos presentar un completo análisis de L96, la tercera variable descubierta por nosotros en M13, con sus curvas de brillo, periodograma y datos profesionales que la avalan como nueva variable.

Este es el tercer artículo sobre nuevas variables descubiertas por nosotros en M13: el primero de ellos (noviembre de 2002) lo dedicamos a L414 (V34) y el segundo (diciembre de 2002) a L940, bautizada por nosotros V35: todos están en Internet (<http://personales.ya.com/casanchi/astronomia.htm>) a disposición de los aficionados a la Astronomía.

Cuando comenzamos nuestro estudio en profundidad de M13, en la primavera de 2001, lo hicimos con 4 proyectos de investigación:

1) obtener curvas de brillo y medir los parámetros (rango de oscilación y período) de sus cefeidas más fáciles (V2 y V6), para poner a prueba nuestro equipo y métodos de trabajo

2) obtener curvas de brillo, rangos de oscilación y períodos de las variables del tipo *gigante roja* bastante bien conocidas

3) confirmar que las estrellas clasificadas como "variables sospechosas" lo eran, determinando sus rangos, períodos y obteniendo curvas de brillo

4) localizar nuevas estrellas variables "rápidas" como RR Lyrae o cefeidas, de las cuales se conocen muy pocas en M13.

Sin embargo en realidad ha habido un **punto 5**,

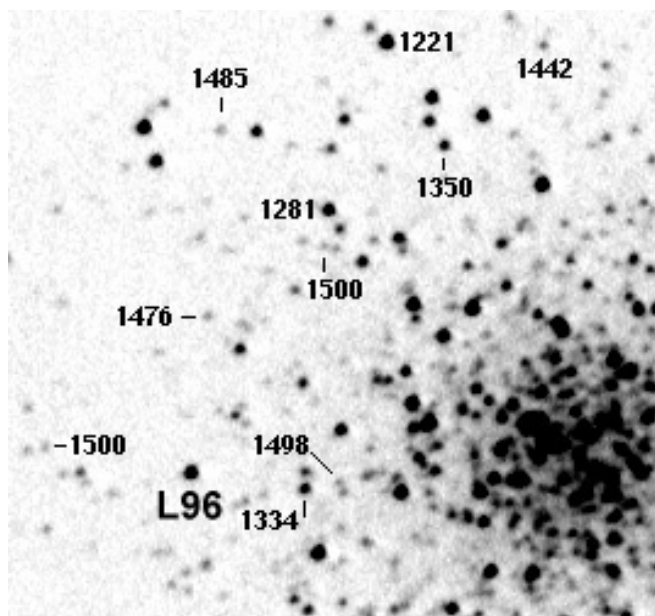


Imagen CCD de L96 y alrededores, así como fotometría en banda V de M13. (F. A. Violat, SC-203 mm).

no planificado inicialmente, en el cual también hemos trabajado: la búsqueda de nuevas variables del tipo gigante roja; este trabajo ha surgido como "subproducto" de nuestra *fotometría cruzada*, que tenía como objetivos:

a) comprobar la bondad de nuestras mediciones determinando el error estadístico

b) comprobar la estabilidad fotométrica de las distintas estrellas "no variables"

Gigantes rojas: magnitud absoluta, amplitud y espectro

Nº	V	Mv	ΔV	ΔB	Tipo
11	11.95	-2.53	0.75	0.67	K0Ib
17	11.98	-2.50	0.45	0.64	K0Ib
20	12.03	-2.45	0.48	-----	K2Ib
33	12.09	-2.39	-----	-----	
19	12.10	-2.38	0.32	-----	
L940	12.10	-2.20	0.10	-----	
L414	12.15	-1.99	0.09	0.26	G8Ib
15	12.18	-2.30	0.18	0.22	
18	12.33	-2.15	0.42	-----	
L96	12.52	-1.80	0.09	-----	G5Ib

Messier 13

Datos actualizados: junio del 2000

Nº	Nombre	Tipo	Máx.	Mín.	Δ	B-V	Período	Notas
10	L487	Gig. roja	12.47	12.65	0.18	1.29	35.62	Descubierta por Russev y Russeva en 1980.
11	L324	Gig. roja	11.88	12.63	0.75	1.59	91.77	Medida por Russev y Russeva en 1980.
15	L835	Gig. roja	12.18	12.36	0.18	1.45	39.23	Descubierta por Russev y Russeva en 1980.
17	L973	Gig. roja	11.98	12.43	0.45	1.53	43.27	Espectro K0Ib (datos del año 1978).
18	L72	Gig. roja	12.33	12.75	0.42	1.31	41.25	Temperatura efectiva: 3900° K.
19	L194	Gig. roja	12.10	12.42	0.32	1.50	44.48	Temperatura efectiva: 4000° K.
20	L70	Gig. roja	12.03	12.51	0.48	1.58	64.26	Espectro de tipo K2Ib.
24	L598	Gig. roja	12.04	12.61	0.57	1.61	45.34	Descubierta por Russev y Russeva en 1982.
33	L954	Gig. roja	12.09	12.21		1.55	40.37	Período incierto (Welty, 1985).
34	L414	Gig. roja	12.10	12.19	0.09	1.45	105.99	Confirmada por Violat y Bennasar en 2002.
35	L940	Gig. roja	12.01	12.11	0.10	1.45	143.68	Confirmada por Violat y Bennasar en 2002.
36	L96	Gig. roja	12.46	12.56	0.10	1.27	53.12	Confirmada por Violat y Bennasar en 2003.
	L629	Gig. roja	11.98	12.19	0.21	1.60	¿47?	Estudiada por Violat y Bennasar en 2003.
	L261	Gig. roja	12.20			1.39		Presunta variable (Osborn, junio de 2000).

Datos de L96

Mag. bolométrica:	-2.38 ^a
Mag. absoluta:	-1.8 ^a
Rango oscilación:	12.46-12.56
Mag. banda V:	12.52
Índice B-V:	1.27
Mag. banda K:	9.43
Índice V-K:	3.09
Masa:	0.86 solar
Temperatura:	4350° K
Log. g:	1.15
Microvelocidad:	1.85 km/s
Metalicidad [H/Fe]:	-1.49

c) localizar, si era posible, nuevas variables.

Para conseguir estos resultados hemos tomado noche a noche (siempre que la meteorología local en Mallorca o Cáceres lo ha permitido) imágenes CCD del cúmulo -en ocasiones incluso una decena de ellas en cada sesión de trabajo, para realizar *fotometría rápida* de cefeidas-, empleando telescopios catadióptricos de 203 mm (Cáceres, "Observatorio Astronómico de Cáceres") y 305 mm (Palma de Mallorca, Observatorio Astronómico "Ca Nostra") dotados de filtros "V" Johnson para normalizar las mediciones; tras la resta de cuadros oscuros y campos planos se han abierto y medido las imágenes con el programa **IRIS** (disponible en la página web de Christian Buil*), para determinar la magnitud de cada estrella y se han analizado estas medidas con **A.V.E.**, software empleado por el Grupo de Estudios Astronómicos (se puede descargar fácilmente de su página web**) para la búsqueda de períodos, representación de curvas de brillo y otros estudios más complejos.

Nuestro programa ha realizado un estudio fotométrico digital de 32 estrellas distintas (ampliadas a 35 en la campaña de 2002), entre variables conocidas (como V11, V17, V33, etc...), sospechosas de variabilidad sin confirmar (L414, L940, L629...) y astros de comparación que suponemos no variables (¡y es mucho suponer, sin fotometría previa!). El número de mediciones digitales ha sido ingente, pero ha merecido la pena en vista de los resultados que hemos obtenido.

Para llevar a cabo esta búsqueda de nuevas gigantes rojas elegimos muy cuidadosamente 6 estrellas del cúmulo (más tarde ampliadas a 8), solitarias si era posible para que ninguna estrella compañera afectase las mediciones fotométricas; esto no ha sido fácil (el globular presenta, sobre todo en su zona central, un fondo de abundantes estrellas débiles), por lo cual sólo nos hemos decantado por astros bastante alejados del núcleo, pero todavía dentro del campo aparente de nuestros chips trabajando a foco primario. Para referirnos a estos astros utilizamos la letra "S", abrevia-

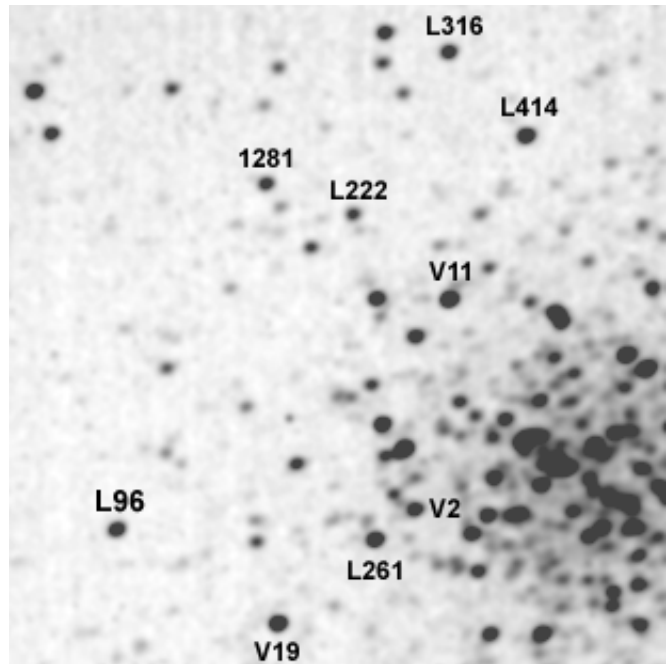


Imagen de M13: L96 aparece identificada junto con otras variables de la misma zona (Toni Bennasar, SC-305 mm).

tura de "Star", seguida del número de orden: de este modo L96 pasó a denominarse **S4**.

L96 es una estrella gigante roja, de tipo espectral G5Ib (Popper, 1947) y elevado brillo que pertenece al cúmulo por su velocidad radial, movimiento propio y posición en el diagrama *Color-Magnitud* de la página siguiente (de Cudworth y Monet, 1979): aparece situada en la Rama de las Gigantes Rojas entre los astros más brillantes del cúmulo; cerca no encontramos ninguna otra variable (confirmada) salvo V18, siendo hasta el momento la variable de tipo *gigante roja* (es decir, un astro grande y frío) más *caliente* de todas las conocidas, ya que su temperatura superficial se cifra en unos 4350° K. (En el diagrama color-magnitud aparece, muy próxima, L316: una estrella gigante roja cuya variabilidad tenemos todavía bajo estudio.)

Para los que deseen buscar más datos en la bibliografía profesional pueden encontrarla como **Barnard 7** (Barnard, 1931), **Baum 6** (Baum, 1954), **II 76** (Arp, 1955) o también **Kadla 331** (Kadla, 1966). En SIMBAD aparece como un astro de magnitud 12.52^a V y 13.79^a B de donde el índice de color B-V = 1.27.

Para poder identificar correctamente las nuevas variables hemos estudiado M13 durante un período de **521 días** (DJ 2.452.076 al DJ 2.452.596, ambos inclusive), y en él medido durante **129 noches** (DJ 2.452.076-52.204) en 2001, y **189 noches** (DJ 2.452.408-52.596) en 2002, la magnitud V de 35 estrellas diferentes (entre variables, sospechosas y estrellas elegidas cuidadosamente por nosotros) por medio de la *fotometría diferencial*.

Para la calibración del software se han empleado dos estrellas no variables utilizadas por Osborn (2000) de magnitud **V 12.21^a** (L199) y otra de

* <http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm>

** <http://www.astrogea.org/web-gea/software.htm>

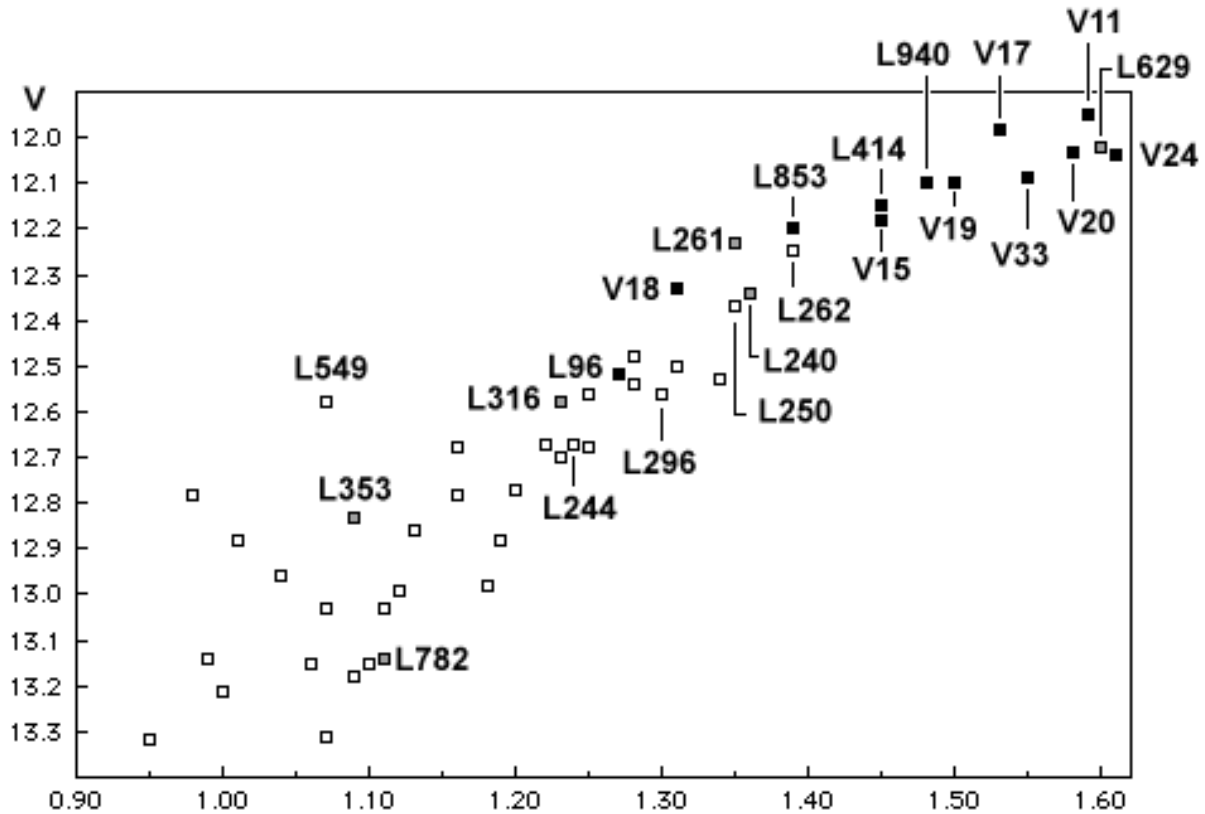


Diagrama color-magnitud de las estrellas más brillantes de M13, incluyendo L96: marcadas con cuadros negros las variables conocidas o confirmadas, con cuadros grises nuestras 6 variables todavía sin confirmar. (Francisco A. Violat Bordonau).

magnitud 12.81^a (L169); una tercera estrella no variable de magnitud 12.77^a , L77, ($B-V = 1.20$), ha sido usada para verificar la dispersión de los datos y el error cometido al medir las distintas estrellas sometidas a estudio.

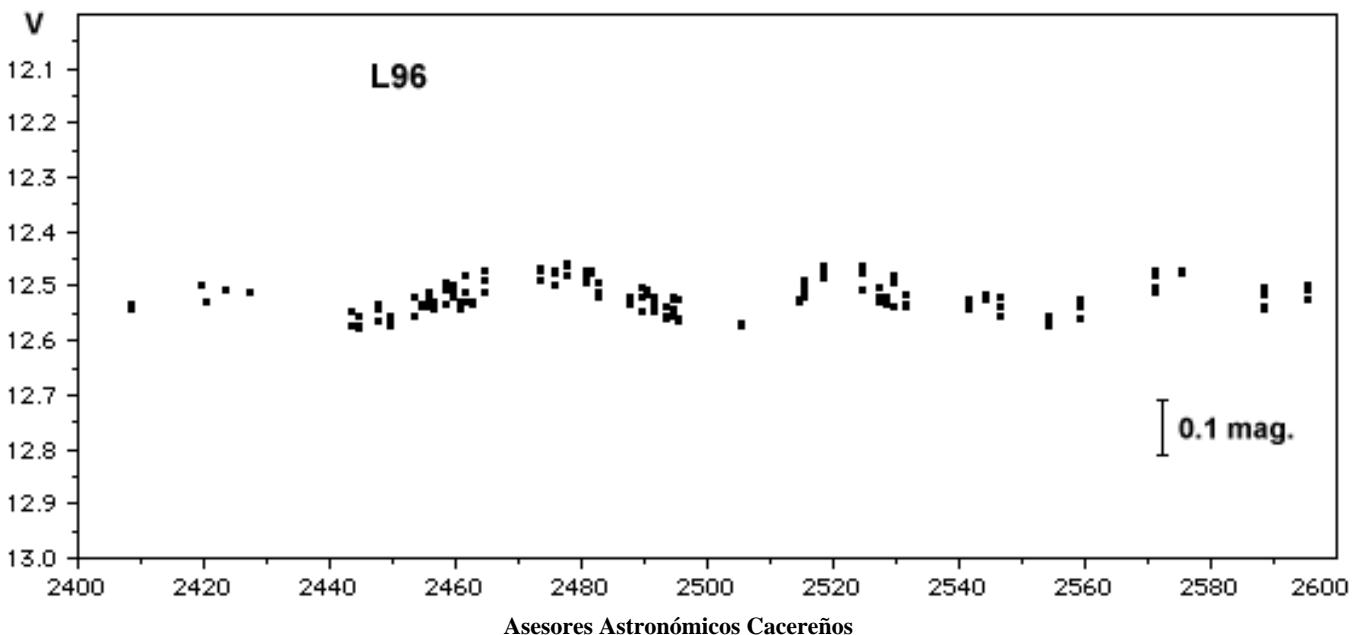
Las medidas del año 2001 se han efectuado sin filtro, aunque el sistema fotométrico es próximo al V debido a la respuesta espectral de las cámaras empleadas; sin embargo las mediciones de la campaña de 2002 sí han sido efectuadas con el filtro **V Johnson** (de color verde); los tiempos de integración han sido de 15 s (para el SC-305 mm) y

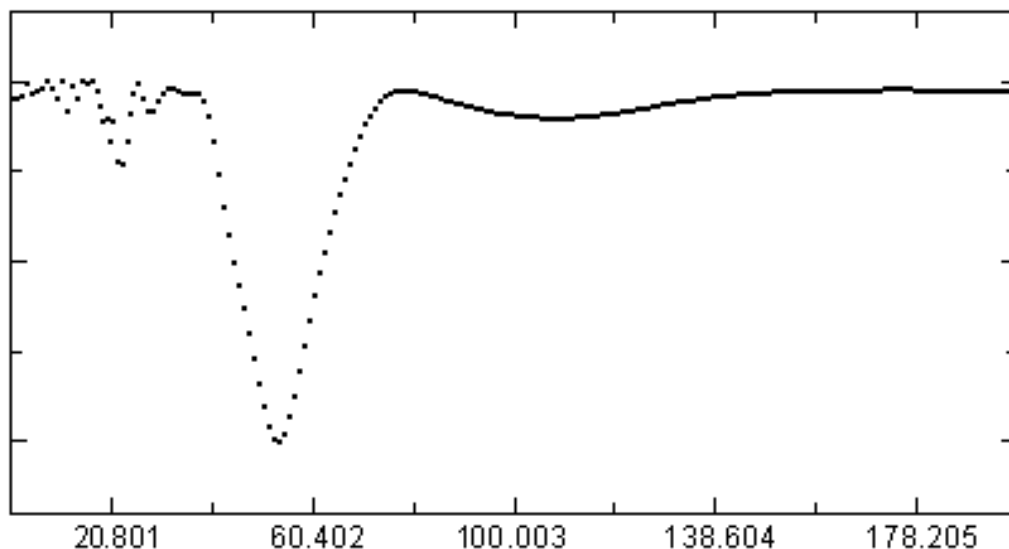
30 segundos (SC-203 mm) respectivamente, para no saturar las estrellas, ofreciendo una escala cercana a $1.3''/\text{píxel}$ (campo: $8' \times 6'$) en la peor de nuestras cámaras (Observatorio de Cáceres).

La desviación media estándar en las medidas de las estrellas no variables (L199 o L169) ha sido de 0.005-0.02 magnitudes, mejorando la precisión con respecto a la anterior campaña.

Hemos analizado **351 imágenes CCD** tomando sólo las mejores (con astros poco afectados por la turbulencia o errores de seguimiento) de cada jornada de trabajo: téngase en cuenta que medi-

Figura 1: curva de luz de L96 durante la campaña del año 2002; pueden notarse sus leves oscilaciones de brillo (en torno a 0.09-0.10 magnitudes), así como su largo período de pulsación. (Francisco A. Violat Bordonau).





Periodograma de L96: con el programa A.V.E. se obtiene un período que es ligeramente superior a los 53 días.

mos 35 estrellas por imagen y observatorio, a una media de 4-5 imágenes por noche (a veces de 10 a 12 imágenes por noche y observatorio). Una vez obtenidas las magnitudes éstas se pasan a una tabla de datos (que tabula el Día Juliano, fracción de día y magnitud) para ser analizada con el programa A.V.E. (*Análisis de Variabilidad Estelar*), el cual pone de manifiesto los posibles períodos de oscilación en forma de “periodograma”; en el caso de L96 (sobre estas líneas) encontramos un período de **53.12 días** -el que estimamos más correcto- así como otros de menor probabilidad, producidos por la desigual distribución de las observaciones a lo largo de estos dos años (incluyendo el período de no visibilidad debido a su proximidad al sol).

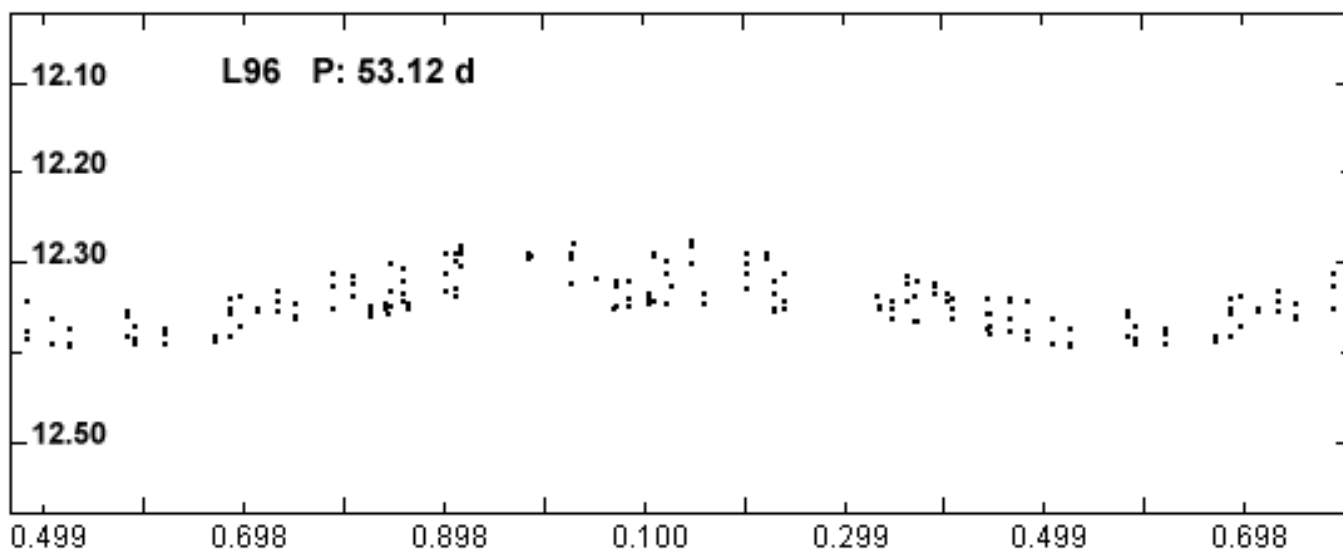
Empleando el período más probable obtenemos (bajo estas líneas) su curva de brillo: resulta ser una estrella pulsante cuyo período está en el rango 35-64 días, como las restantes gigantes rojas de M13 de medio período. (Existe un segundo grupo de gigantes rojas poco abundantes en M13: aquellas cuyos períodos de oscilación son superiores a los 70 días como V11 -91 días-, L414 -106 días- o L940 -143 días-.)

La amplitud fotométrica medida es de **0.10-0.105 magnitudes** incluyendo el inevitable error estadístico (0.02 mag.): las oscilaciones de brillo son de **0.045-0.050 magnitudes** sobre o bajo la magnitud media (12.50^a V según nuestras mediciones), presentando una amplitud real (obtenida por ajuste matemático) de sólo **0.09 magnitudes**. Es, por tanto, la tercera variable de reducida amplitud detectada por nosotros en el cúmulo, tras las confirmaciones de L414 y L940.

PRUEBAS PROFESIONALES DE VARIABILIDAD

Como ya hicimos en el caso de L414 y L940, presentamos a continuación algunos estudios realizados por astrofísicos los cuales corroboran (de modo indirecto pero indiscutible) nuestros resultados. Algunos de ellos, sólo unos pocos para no cansar al lector, son los siguientes:

Osborn y Fuenmayor (1977) estudian en profundidad distintas gigantes rojas lanzando en su trabajo una atrevida hipótesis: “*Lo más probable*



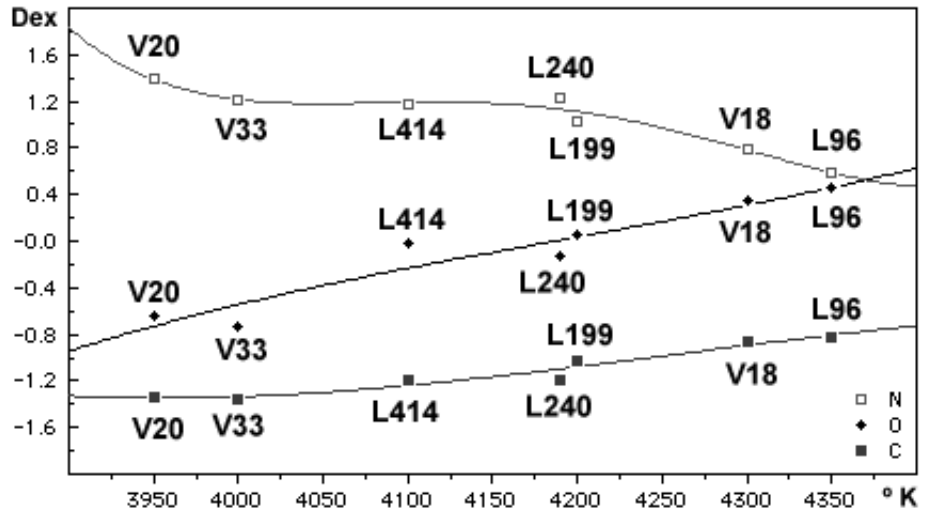
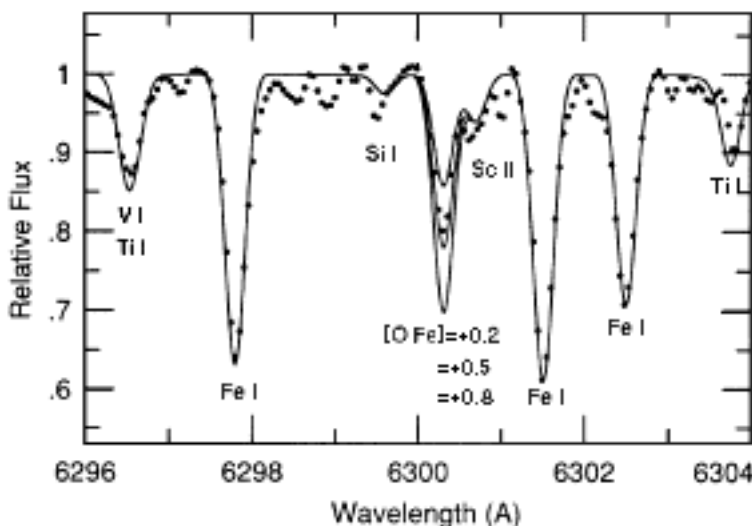
es que todas las gigantes rojas de M13, cuyo índice de color B-V es igual o superior a 1.45, sean variables". El índice de color B-V de L96 es 1.27 y, por tanto, **no debería ser variable**...

Lupton *et al.* (1987), en su trabajo sobre los movimientos radiales de 154 estrellas en M13, aprecian muy leves oscilaciones en la velocidad de L96 exactamente igual que las variables bien conocidas, aunque de reducida amplitud (1.52 km/s con un error de 0.7-1.2 km/s).

Kraft *et al.* (1993) estudian la anticorrelación del sodio y oxígeno en 22 estrellas gigantes rojas de M13: su estudio muestra que L96 es muy rica en oxígeno (0.46 dex, la más alta de toda la muestra: parte del espectro puede verse al pie de esta página) y pobre en sodio (-0.34 dex, la más baja de todas), exactamente *al revés* que las demás variables gigantes rojas; esto sería sólo una anécdota sino fuese porque V18, de temperatura similar, presenta también abundancia de oxígeno (0.36) y pobreza en sodio (-0.04), lo cual demuestra que ambas son muy parecidas.

Shetrone (1996) mide la abundancia de sodio, oxígeno, aluminio, magnesio y europio en 14 gigantes rojas: L96 es el astro más rico en oxígeno de toda la muestra (0.46), por encima del valor de V18 (0.34), L629 (0.25) o V24 (0.15), y muy lejos del valor de V19 (-0.26), V20 (-0.64), V15 (-0.71) o V33 (-0.74). Es muy curioso que tres estrellas gigantes rojas de similar temperatura como son L96 (4350° K), V18 (4300° K) y L745 (4290° K) presenten una muy baja abundancia de aluminio (-0.07, -0.19 y -0.04 respectivamente), sean abundantes en magnesio (0.24, 0.23 y 0.34 respectivamente), muy lejos de los valores de otras variables como V19 (0.05) o V33 (0.04) y, las

Fragmento del espectro sintético de L96: puede verse la intensidad de la línea del oxígeno; el modelo es consistente con una abundancia próxima a 0.5 dex (de Kraft *et al.*, 1993).



Abundancia de carbono, oxígeno y nitrógeno en gigantes rojas de M13: nótese la relación existente entre la abundancia de nitrógeno y de oxígeno (de Smith *et al.*, 1996).

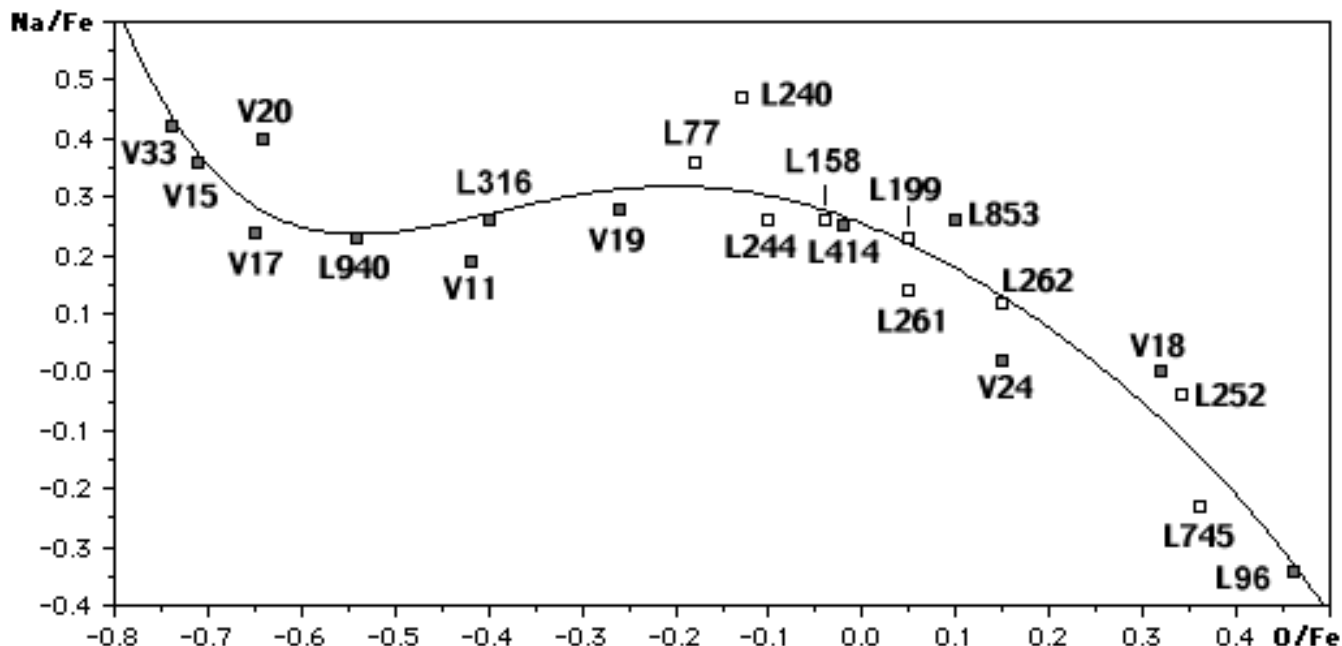
tres, sean abundantes en oxígeno (0.34, 0.46 y 0.36 respectivamente)...

Pilachowski *et al.* (1996) determinan la abundancia de sodio y magnesio en 130 gigantes rojas de M13: su estudio demuestra que L96 es un astro muy pobre en sodio (-0.31 dex) cuando lo comparamos con las demás variables (0.49 en V33, 0.44 en V20, 0.41 en V11, -0.01 para V18 y -0.22 en el caso, de nuevo, de L745); por contra es rica en magnesio (0.20) presentando una abundancia no muy distinta de la de V11 (0.20), V24, V19 y L745 (0.25).

Smith *et al.* (1996) miden la abundancia de C, N y O en 11 gigantes rojas de M13: allí muestran que la abundancia de carbono de L96 (-0.82) es más alta que el valor de V33 (-1.36), V20 (-1.34) o L414 (-1.14) pero similar a la de V18 (-0.86), una variable de temperatura parecida como ya vimos en el estudio de Kraft *et al.*, lo cual seguramente no se debe a la simple casualidad.

Carretta *et al.* (1997) miden la metalicidad en gigantes rojas de 24 cúmulos globulares; de su estudio se extrae que L96 presenta una metalicidad $[Fe/H] = -1.48$: idéntica a la de V11, aunque un poco más elevada que V20 (-1.47), V24 (-1.44), V19 (-1.41) y más alta que la de V15 (-1.23), aunque levemente menor que la de nuestra nueva variable L629 (-1.49).

Estos estudios, sobre todo los más recientes, no están completos del todo: se necesitarían nuevas mediciones más profundas y detalladas para poder elaborar modelos más refinados o confirmar las variabilidades de los astros sospechosos. (En nuestro trabajo "Criterios de variabilidad en estrellas gigantes rojas de M13" analizaremos más a fondo el comportamiento de V18, L96 y otras estrellas variables *calientes*, determinando cuáles son los parámetros físicos ne-



Anticorrelación en la abundancia de Na con respecto al O en gigantes rojas de M13; podemos ver que L96 sigue la misma pauta que las demás variables más ricas en oxígeno, como V18 o V24: cuanto más ricas en oxígeno son, más pobres en sodio aparecen. (Francisco A. Violat, tomado del trabajo de Kraft *et al.*, 1993).

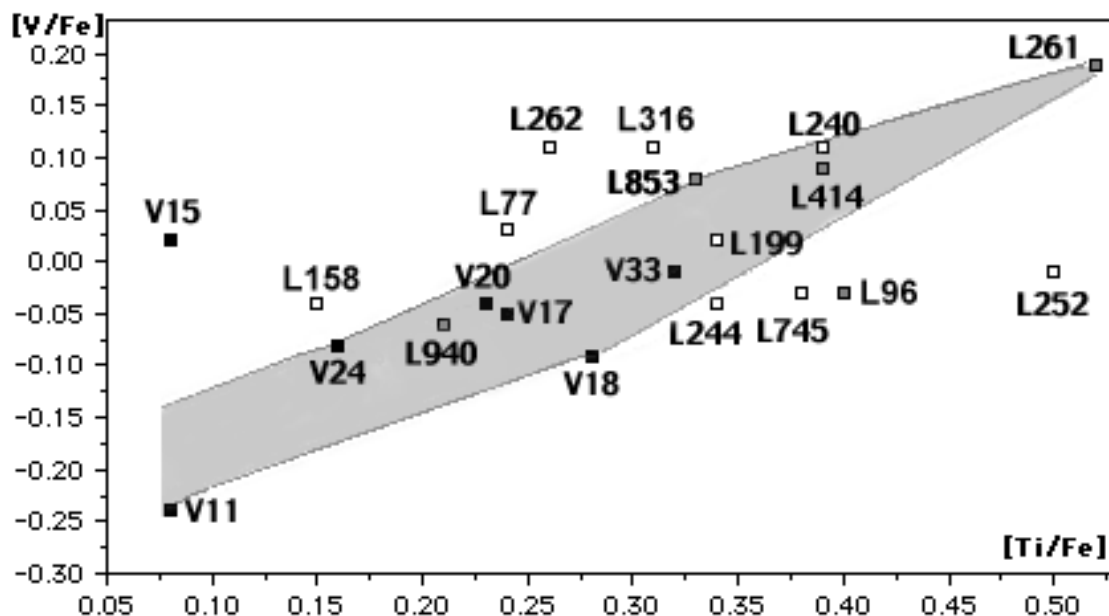
cesarios para demostrar que las estrellas gigante rojas que los cumplen son siempre variables.)

En el esquema superior, elaborado a partir del trabajo de Kraft *et al.*, 1993, podemos apreciar la anticorrelación existente entre la abundancia de Na y O en las gigantes rojas de M13, incluyendo nuestras nuevas variables L414 y L940: L96 es el astro más rico en oxígeno y pobre en sodio.

Hemos elaborado un diagrama, a partir del trabajo de Kraft *et al.* (1993), en el que comparamos la abundancia de vanadio (V) con la de titanio (Ti) en gigantes rojas. Podemos apreciar de inmediato que, si unimos las variables V11, V24 y V18 con las sospechosas de variabilidad L853 y L261 obtenemos una curiosa *banda de variabilidad*: dentro de ella encontramos de modo natural a V20, V17, V33, L414 y L940 (variables recién

confirmadas), así como L199 y L240, de las cuales no tenemos fotometría hasta la fecha (aunque esperamos obtenerla de nuestras numerosas imágenes digitales). Fuera de la banda nos quedan V15 y nuestras variables L96 y L316: es muy posible que este esquema nuestro tenga una base científica, pero que todavía sea preciso *repulirlo un poco* para incluir otras variables que, por falta de tiempo de procesamiento de datos y cálculo, todavía no hemos podido confirmar con nuestra fotometría: es el caso de L261, L240 o L199 (es muy improbable que esta última sea variable, ya que la hemos utilizado como astro de calibración fotométrica y no ha mostrado variabilidad al efectuar *fotometría cruzada* con L169 o L77).

En la Tabla I aparecen, ordenadas por su magnitud absoluta M_v (el brillo aparente de un astro



situado a la distancia normalizada de 10 pc) y magnitud V, los datos de las variables de M13 mejor estudiadas (en cursiva las nuevas variables descubiertas por nosotros) comparándolos con los de L96; la columna 1 muestra el nombre, la 2 y 3 la magnitud V e índices B-V (Osborn, 2000) y la 4 la magnitud absoluta (Kraft *et al.*, 1997):

Tabla I. Datos de las variables de M13

Nombre	V	B-V	Mv
V11	11.95	1.59	-2.3
V17	11.98	1.53	-2.3
<i>L629</i>	<i>11.98</i>	<i>1.60</i>	<i>-2.3</i>
V24	12.04	1.61	-2.3
V19	12.10	1.50	-2.3
V20	12.03	1.58	-2.2
V33	12.09	1.55	-2.2
<i>L940</i>	<i>12.10</i>	<i>1.48</i>	<i>-2.2</i>
<i>L414</i>	<i>12.15</i>	<i>1.45</i>	<i>-2.2</i>
V15	12.18	1.45	-2.2
L853	12.25	1.39	-2.1
V18	12.33	1.31	-2.0
L96	12.52	1.27	-1.8

Es fácil apreciar que L96 aparece bastante alejada del conjunto, ya que presenta una magnitud absoluta e índice de color B-V menores que los de L414, V15 o incluso V18, la variable gigante roja de mayor temperatura superficial (4300° K).

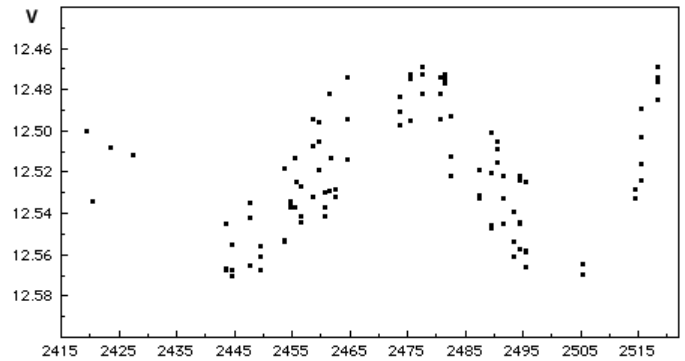
Busquemos variaciones en la velocidad radial de L96 basándonos en el estudio de Lupton *et al.* (1987) y veamos qué encontramos:

Tabla II. Velocidades radiales

Nombre	Rango	Amplitud	B-V
L414	3.79 a 9.63	5.84	1.45
V18	0.23 a 5.92	5.69	1.31
V17	-1.08 a -6.62	5.54	1.53
V24	8.30 a 13.82	5.52	1.61
V20	4.85 a 9.96	5.11	1.58
V19	4.20 a 8.88	4.68	1.50
V33	-3.98 a -8.59	4.61	1.55
V15	-10.87 a -15.33	4.46	1.45
L629	11.02 a 14.63	3.61	1.60
L240	9.14 a 11.73	2.59	1.36
L940	-0.23 a -2.67	2.44	1.48
V11	0.89 a 3.41	2.23	1.59
L96 (S4)	7.81 a 9.33	1.52	1.27
L853	-1.78 a -3.19	1.41	1.39
L316 (S5)	6.18 a 7.07	0.89	1.23

Encabezando la relación tenemos a L414 (V34), astro variable tal como ya demostramos en un artículo anterior. Si tomamos 4 km/s como el límite mínimo (a partir del cual una estrella es variable) V11 nos queda fuera del grupo al igual que L940, L853, L96 (S4) y L316 (S5), todas ellas **nuevas variables** según nuestras mediciones. Si bajamos el listón hasta los 2 km/s, con la idea de incluir a V11 entre las variables (y lo es sin duda alguna), entonces deben serlo también L629,

L240 y L940: en esta última ya encontramos evidentes oscilaciones de brillo que la identificaron como nueva variable (V35), mientras que en la primera nuestras mediciones encuentran fuertes oscilaciones de brillo (0.22 magnitudes). Hemos insertado una última columna con el índice de color B-V: notamos enseguida que **todas las estrellas cuyo índice de color B-V es igual o superior a 1.35 son variables sin duda alguna...** (ver esquema en pág. 3).



El gráfico muestra la verdadera amplitud de su oscilación lumínica (rango), determinada por métodos matemáticos: vemos que **su amplitud real**, sin la influencia de los molestos y aleatorios errores de medición, **es próxima a 0.09 magnitudes**: no es de extrañar, por tanto, que sus levísimas oscilaciones de brillo no fuesen detectadas con anterioridad.

CONCLUSIÓN

Todas las pruebas profesionales demuestran, siempre de modo indirecto pero contundente, que **L96** no sólo es una estrella similar o idéntica a las demás variables gigantes rojas en composición química, luminosidad, temperatura superficial (poco más alta que la de las demás, salvo V18 que es de parecida temperatura), velocidad radial, líneas espectrales o magnitud absoluta, sino que **presenta exactamente las mismas propiedades físicas que las estrellas variables gigantes rojas bien conocidas**.

Los trabajos de diferentes grupos profesionales, unidos a nuestras amplias curvas de luz, demuestran de modo inequívoco que **L96 es una estrella variable de reducida amplitud** (0.10 magnitudes fotométricamente, 0.09 magnitudes por ajuste matemático) y **período no muy largo (53.12 días)** que pertenece al tipo “gigante roja”, perfectamente clasificable como **SRd**.

Esta es la tercera estrella variable descubierta por nosotros en M13 después de **L414** (noviembre de 2002) y **L940** (diciembre de 2002), pero no es la última ya que nuestras observaciones apuntan hacia **L629** y **L782** como nuevas variables.

En comunicación privada (30 de diciembre de 2002), la Dra. Clement (Universidad de Toronto,

Canadá) nos agradecía nuestra información sobre el descubrimiento de 3 nuevas variables en M13 y medición de sus parámetros, a la vez que confirmaba su inclusión en la futura actualización de su "Catálogo de Estrellas Variables en Cúmulos Globulares" con estos términos:

Dear Francisco,

Thank you for this information. I will include it when we make the next update to the globular cluster catalogue. Yours sincerely,

Christine Clement

Como la última variable en el cúmulo es V33 (Clement et al., 2001), denominamos V34 a nuestra primera estrella variable (L414) y V35 a la segunda (L940), proponemos ahora el nombre de **V36** para L96.

Observatorio Astronómico de Cáceres (España), 13 de enero de 2003.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean mostrar su agradecimiento al Dr. Wayne Osborn (Central Michigan University) por su asistencia y ayuda; al Dr. Jason Rowe (Universidad de Ontario) por sus indicaciones, consejos y nuevas líneas de trabajo, así como a Josep M^a. Gómez (Grupo de Estudios Astronómicos), por sus valiosos comentarios, consejos y ayuda prestada. Hemos contado también con las ideas, apoyo, interés y ánimos de Donn Starkey (AAVSO), Roger Pickard (director de la 'Variable Star Section' de la British Astronomical Association), Mr. Emile Schweitzer (AFOEV), la Dra. Vittoria Caloi (Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica, IASF), Marco Castellani (Rome Astronomical Observatory), la Dra. Christine Clement (Universidad de Toronto), Andras Holl (Konkoly Observatory) o Richard Hill (Lunar and Planetary Lab., University of Arizona) entre otros muchos.

REFERENCIAS

- Arp, H. C. (1955). AJ **60**, 1.
 Barnard, E. E. (1900). ApJ **12**, 176B.
 Barnard, E. E. (1909). ApJ **29**, 72B.
 Barnard, E. E. (1914). ApJ **40**, 173B.
 Baum, W.A. (1954). AJ **59**, 422B
 Clement et al. (2001). AJ **122**, 2587.
 Cudworth, K. M. y Monet, D. G. (1979). AJ **84**, 774C.
 Joy, A. H. (1949). ApJ **110**, 105J.
 Kadla, Z. I. (1966). Iz. Pulk. **181**, 93K.
 Kraft, R. P., Sneden, C., Langer, G. E. y Shetrone, M. D. (1993). AJ **106**, 1490.
 Ludendorff, H. (1905). Publ. Postd. Obs., 15, No **50**.
 Lupton, R. H., Gunn J. E. y Griffin, R. F. (1987). AJ **93**, 1114L.

- Osborn W. (1973). AJ **186**, 7250.
 Osborn W. y Fuenmayor, F. (1977). AJ **82**, 3950.
 Osborn W. (2000). AJ **119**, 2902.
 Popper, D. M. (1947). ApJ **105**, 204.
 Rowe, J. (2001). JAAVSO.
 Russev, R. (1974). Astr. Zh. **51**, 122.
 Shetrone, M. D. (1994). PASP **106**, 161.
 Shetrone, M. D. (1996). AJ **112**, 1517.
 Welty, D. E. (1985). AJ **90**, 2555.

BIBLIOGRAFÍA

- 3rd. Catalogue of Variable Stars in Globular Clusters. Helen Sawyer-Hogg. Publicaciones del David Dunlap Observatory, Vol. 3, N^o 6 (1973).
 A search for giant and asymptotic-giant-branch variable stars in six globular clusters. Daniel E. Welty (AJ **90**, 1555, 1985).
 On the nature of the variables in M13. C. D. Pike y Caroline J. Meston (MNRAS, **180**, 1977).
 Spectral types of stars in the globular clusters Messier 3 and Messier 13, Daniel M. Popper (ApJ **105**, 204P, 1947).
 Spectra of the brighter variables in globular clusters, Alfred H. Joy (ApJ **110**, 105J, 1949).
 Variable Stars in M13, Wayne Osborn (AJ **119**, 2902-2902, 2000).
 Astrometry in the globular cluster M13. I. New proper motions and membership probabilities, Cudworth, K. M. y Monet, D. G. (AJ **84**, 774C, 1979).
 Catalog of parameters for Milky Way globular clusters. William E. Harris (AJ **112**, 1487, 1999).
 Crowded Field Photometry with small telescopes. Jason Rowe (in preparation for JAAVSO, 2001).
 Micrometric measures of star clusters. E. E. Barnard (Publ. Yerkes Obs., **6**, 1-106 (1931).
 Aluminum Abundances, Deep Mixing, and the Blue-Tail Second Parameter Effect in the Globular Clusters M3 and M13. Cavallo, Robert M. y Nagar, Neil M. (AJ **120**, 1364, 2000).
 Radial Velocities of Giant Stars in Globular Clusters. Soderberg A. M., Pilachowski C. A., Barden S. C., Willmarth D., Sneden C. (PASP **111**, 1233S, 1999).