

PERÍODO DE V38, EN M13, BASADO EN 14 VELOCIDADES RADIALES

Violat Bordonau, Francisco^{1,2,3,4,6}

e-mail: fviolat@yahoo.es

Arranz Heras, Teófilo⁵

Díez Gago, Alberto⁴

1 Observatorio Astronómico de Cáceres. Apartado nº 409, 10080 Cáceres (España)

2 Asociación de Variabilistas de España (AVE)

3 Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA)

4 Agrupación Astronómica de Cádiz

5 Grupo de Supernovas "M1"

6 Gruppo de Ricerca Astrofotometrico Variabilisti (GRAV)

Resumen. En un artículo anterior (Violat et al., 2005) determinamos el período, la amplitud y mostramos la forma de la curva de luz de la nueva variable V38 (L414), situada en M13 (NGC 6205, C 1639+365), usando telescopios de aficionado (35.5, 30.5 y 20.3 cm) dotados de cámaras CCD, instalados en España, además de mediciones fotométricas de dos equipos independientes (Osborn-Fuenmayor y Kopacki et al.). Basándonos en 14 mediciones espectroscópicas de velocidad radial, publicadas en diversos trabajos, encontramos un período de pulsación igual a 83 días, consistente con los períodos fotométricos previamente determinados: 80.2 días (Osborn y Fuenmayor, 1977), 80.8 días (Kopacki et al., 2003) y 81 días (Violat et al., 2005 y 2006).

Período de V38

En un artículo anterior (Violat et al., 2005) publicamos los resultados obtenidos al analizar las mediciones fotométricas fotográficas (Osborn y Fuenmayor, 1977) o CCDs (Kopacki et al., 2003, y nuestras del período 2001-2005) de la estrella variable de M13 llamada L414, V38 desde el año 2003. Los períodos encontrados utilizando el programa *Análisis de Variabilidad Estelar* (AVE), del "Grupo de Estudios Astronómicos" (G.E.A.), eran iguales a 80.2, 80.8 y 81 días, respectivamente, aunque comprobamos que las mediciones fotométricas de Violat de los años 2003-2005 eran consistentes (y originaban una buena curva de luz) con un período igual a 85.76 días; achacamos este resultado dispar a que la estrella presenta una amplitud muy baja (en torno a 0.08 magnitudes en banda V) y es semiregular, aunque la discrepancia también puede deberse a la pequeña abertura del telescopio empleado (203 mm) y a su corta focal (2 metros), lo que dificulta las mediciones fotométricas de buena calidad.

Al terminar dicho trabajo intentamos confirmar estos períodos basándonos en mediciones de su velo-

cidad radial publicadas en distintos estudios profesionales; después de recopilar toda la información publicada hasta el año 2000 (y no más recientes debido a que no son de libre disponibilidad, salvo para aquellos usuarios con clave y contraseña: no es nuestro caso) logramos reunir un total de 14 velocidades radiales, las cuales aparecen reflejadas en la Tabla I. La información contenida es la siguiente: Día Juliano Heliocéntrico de la observación (con fracción de día si está bien determinada en la bibliografía), velocidad radial con el error en la determinación de dicha velocidad y referencia de la que ha sido tomada (**a**: Lupton et al., 1987; **b**: Shetrone, 1994; **c**: Lyons et al., 1996; **d**: Soderberg et al., 1999 y **e**: Pilachowski et al., 2000); paradójicamente no hemos localizado ninguna en el trabajo de Webbink (1981) que trata, precisamente, de mediciones de velocidades radiales de estrellas de cúmulos globulares. Pese a que algunas mediciones no incluyen la fracción de día, V38 tiene un período tan dilatado (81 días) que estas ausencias no influyen mucho en el resultado final obtenido.

TABLA I

VELOCIDADES RADIALES DE V38

DJH	V (km s ⁻¹)	Referencia
2,441,073.	-240.50 ± 1.10	a
2,441,103.	-240.57 ± 0.80	a
2,441,461.	-241.38 ± 0.97	a
2,442,196.	-242.27 ± 0.76	a
2,444,030.	-242.07 ± 0.46	a
2,444,032.	-243.71 ± 0.45	a
2,444,416.	-239.64 ± 0.49	a
2,444,417.	-237.87 ± 0.45	a
2,448,458.724	-240.9 ± 0.4	b
2,448,795.954	-239.8 ± 0.7	b
2,448,795.954	-241.8 ± 0.1	b
2,449,028.	-223.0 ± 1.4	c
2,449,138.	-238.99 ± 0.44	d
2,451,322.783	-239.81 ± 0.39	e

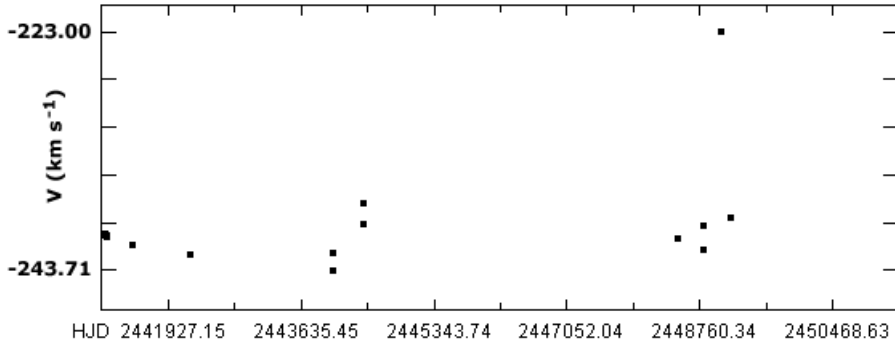


Fig. 1. Las 14 mediciones de velocidad radial que han sido tomadas de las referencias; sólo una de ellas (-223 km s^{-1}) es distinta de las demás y ha sido eliminada.

De las 14 mediciones listadas hemos eliminado sólo una (c , $-223.0 \pm 1.4 \text{ km s}^{-1}$) debido a dos motivos que consideramos de mucho peso: el primero es que es demasiado baja (la velocidad media del cúmulo M13 es igual a $-245.5 \pm 1.0 \text{ km s}^{-1}$, Soderberg et al., 1999) por lo cual pensamos que debe ser errónea; el segundo es que la medición ha sido obtenida entre los días 7-12 de febrero de 1993, así que la tenemos por incierta y no podemos utilizarla. La figura 1 muestra las 14 mediciones: en el eje X se representa el Día Juliano Helicéntrico y el eje Y la velocidad radial indicada por sus autores; se aprecia de inmediato que uno de estos valores (c , $-223.0 \pm 1.4 \text{ km s}^{-1}$) es completamente distinto a los demás (discrepa en casi 15 km s^{-1}) por lo que estimamos que es erróneo y debe ser eliminado del conjunto. Hemos intentado solventar esta discrepancia usando la estrella **L240** (la única no variable de las 10 estudiadas), también medida en este trabajo, para calcular qué diferencia existía entre la velocidad radial ofrecida en este estudio y la medida por otros equipos: este valor, según nuestros cálculos, es igual a 11.98 km s^{-1} . Sin embargo utilizando este valor y añadiendo el error de la medición ($\pm 1.5 \text{ km s}^{-1}$) continúa existiendo una discrepancia de 4.5 km s^{-1} que no sabemos a qué se debe ni cómo corregir.

Tal como puede verse en la Tabla I, V38 es una estrella cuyas velocidades radiales están siempre por debajo de la velocidad media de M13, siendo su velocidad radial media (según nuestros cálculos) igual a $-240.79 \pm 0.45 \text{ km s}^{-1}$: podemos decir, sin miedo a equivocarnos, que esta diferencia de casi 5 km s^{-1} es debida a que su movimiento orbital alrededor del núcleo del cúmulo la lleva, en estos momentos, a "alejarse" de la Tierra (esto no es cierto del todo: en realidad se aproxima *a menor velocidad* que el resto del cúmulo); un caso similar, aunque más exagerado, es el de L240 cuya velocidad radial media es igual a $-236.87 \text{ km s}^{-1}$: se "aleja" de la Tierra a casi 8.6 km s^{-1} .

Las 13 velocidades radiales restantes han sido analizadas con el programa *Análisis de Variabilidad Estelar* (A.V.E.) como si fuesen mediciones fotométricas normales, determinando cuál es el posible período de oscilación en el intervalo 10-200 días. Al trabajar de este modo encontramos un período de pulsación $P = 83$ días (Figura 2) que dibuja una buena curva de velocidades radiales; la barra permite comprobar que la dispersión en las velocidades, aunque han sido obtenidas por distintos investigadores, instrumentales y épocas diferentes, no es muy elevada y dibuja bastante bien (aunque incompleta en algunos momentos) una curva sinusoidal similar a su curva de luz.

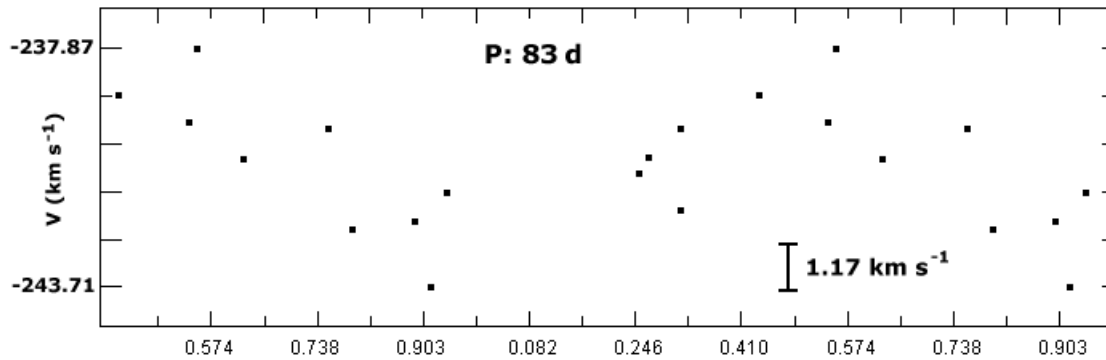


Fig. 2. Curva de velocidades de V38 dibujada utilizando 13 valores recopilados de diversos estudios de estrellas gigantes en cúmulos globulares. El período encontrado es igual a 83 días, los cambios en su velocidad ascienden a 5.84 km s^{-1} . Hemos dibujado casi dos ciclos completos para mayor claridad.

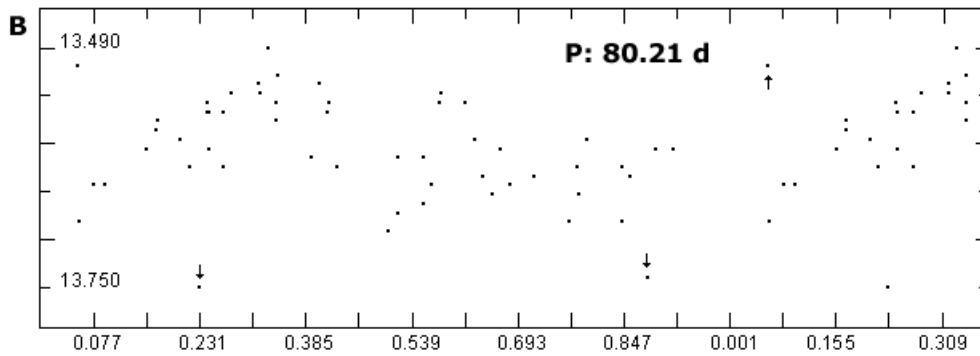


Fig. 3. Curva de luz, en banda B, obtenida por AVE con las 55 mediciones de Osborn utilizando un período igual a 80.21 días: sólo 3 puntos (marcados con flechas) son discordantes.

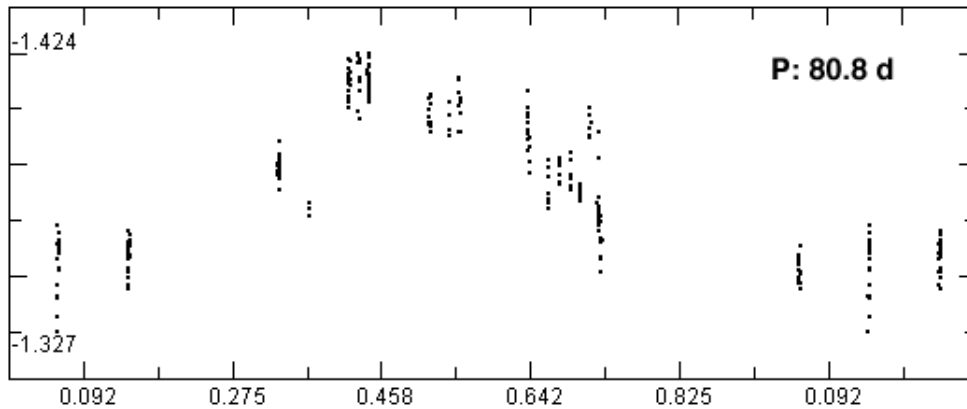


Fig. 4. Curva de luz dibujada por AVE empleando 272 mediciones de Kopacki con un período igual a 80.8 días: sólo una noche (fase 0.73) presenta una dispersión un poquito más elevada que las demás.

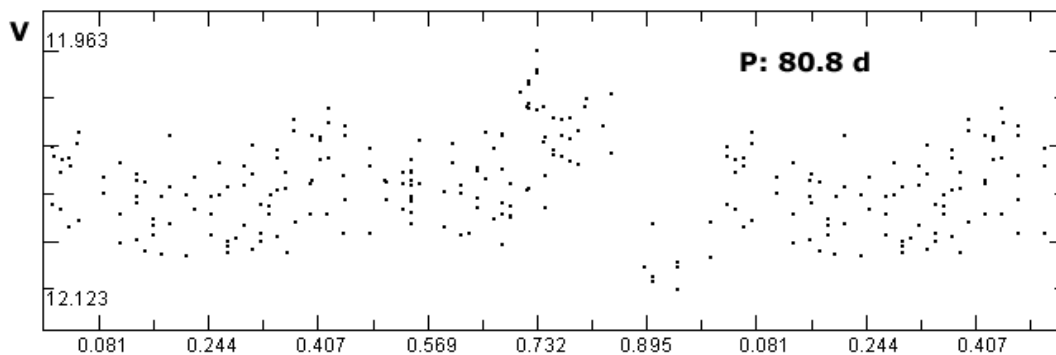


Fig. 5. Curva de luz de V38 dibujada empleando 173 mediciones de Arranz con un período igual a 80.8 días: únicamente cuatro *malas noches* fotométricas (15 puntos) discrepan del resto.

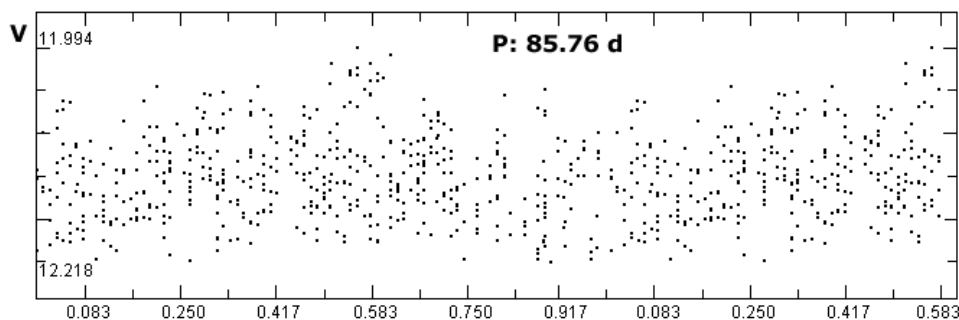


Fig. 6. Curva de luz obtenida empleando 501 mediciones fotométricas de Violat, correspondientes a los años 2003-2005, con un período igual a 85.76 días.

Durante la elaboración de este trabajo (enero de 2006) se han remitido varios correos electrónicos a distintos astrónomos y espectroscopistas norteamericanos, especialistas en velocidades radiales, solicitándoles valores actualizados (posteriores al año 2000) para completar nuestro estudio o confirmar estos datos; se ha recibido respuesta de la Dra. Catherine Pilachowski comentándonos que no disponía de nuevas mediciones radiales de esta estrella.

En la página 3 presentamos 4 curvas de luz basadas en mediciones fotométricas de tres equipos distintos: la Figura 3 corresponde a Osborn y Fuenmayor en el período 1967-1969, la Figura 4 a Kopacki et al. de 2001 mientras que las Figuras 5 y 6 son las curvas de luz determinadas de las mediciones de Arranz (2005) y Violat (en el período 2003-2005), respectivamente. Como podemos ver los períodos determinados de las mediciones fotométricas (en torno a 81 días) son muy similares al calculado de las 13 mediciones de su velocidad radial (83 días), de manera que le damos por correcto.

De todos modos sería deseable disponer de un número mayor de mediciones, más recientes, para confirmar este período, poder refinarlo y dibujar completa esta curva de velocidades radiales.

Resumen

Utilizando 14 velocidades radiales recopiladas de distintos estudios espectroscópicos de estrellas gigantes de cúmulos globulares, hemos obtenido un período de pulsación igual a 83 días para la estrella variable V38 (L414 o Arp III-56), situada en el cúmulo globular M13. Dicho período es muy similar al que obtuvimos del análisis de las mediciones fotométricas de Osborn y Fuenmayor (80.2 días), Kopacki et al. (80.8 días) y de nuestras imágenes CCD (Violat et al., 2005 y 2006) capturadas desde España con pequeños telescopios (35.5 a 20.3 cm) en el período 2001-2005 (81 días), valores ya publicados en un artículo anterior. A pesar de la buena coincidencia entre ambos grupos de datos, fotométricos antes y espectroscópicos ahora, sería deseable disponer de nuevas y más abundantes velocidades radiales para confirmar este resultado, refinar el período y mejorar la curva obtenida.

Referencias

- Kopacki, G., Kolaczowski, Z., Pigulski, A., 2003, A&A, 398, 541
Kraft, R. P., Sneden, C., Langer, G. E., Shetrone, M. D., 1993, AJ, 106, 1490
Lupton, R. H., Gunn, J. E., Griffin, R. F., 1987, AJ, 93, 1114
Lyons, M. A., Kemp, S. N., Bates, B., Shaw, C. R., 1996, MNRAS, 280, 835
Osborn, W., Fuenmayor, F., 1977, AJ, 82, 3950
Pilachowski, C. A., Sneden, C., Kraft, R. P., Harmer, D., Willmarth, D., 2000, AJ, 119, 2895
Shetrone, M. D., 1994, PASP, 106, 161
Soderberg, A. M., 1999, PASP, 111, 1233
Violat Bordonau, F., Arranz Heras, T., Díez Gago, A., 2005 (diciembre), "Período de V38", web Casanchi, en la dirección electrónica: <http://personales.ya.com/casanchi/ast/v3801.htm>
Violat Bordonau, F., Arranz Heras, T., Díez Gago, A., 2006 (enero), "Period, Amplitude and ligh curve of V38 in M13", en el *Open European Journal on Variable Stars*, 2006 (23 de enero): <http://var.astro.cz/oejv/issues/oejv0019.pdf>
Webbink, R. F., 1981, ApJS, 45, 259