

# 12

## Estrellas variables (Periodo 2005-2008)

**Xavier Bros**

*(Agrupación Astronómica de Sabadell)*

### Resumen / Abstract

**Objetivos:** Realizar mediciones de luminosidad de las siguientes estrellas variables:  $\xi$  Cygni, R Leonis, R Scuti, AC Herculi,  $\beta$  Lyrae, R Coronae Borealis, Nova Scorpii 2007 (V1280 Scr) y Nova Vulpeculae 2007 (V458 Vul).

**Método:** Estimación visual de la magnitud basada en la comparación con estrellas de referencia utilizando el método de Argelander.

**Resultados:** Se han obtenido las curvas de luz de cada estrella variable. Destacan el máximo inusual observado en  $\chi$  Cygni en 2006, el mínimo de R Coronae Borealis cuya duración ha superado a cualquier otro observado hasta ahora y que persiste en enero de 2009, así como los dos estallidos después del máximo observados en la nova Vulpeculae 2007. Finalmente, se ha obtenido una curva de luz de  $\beta$  Lyrae con una dispersión media de 0,04 magnitudes, precisión que confirma la utilidad de las observaciones visuales de estrellas variables.

***Aim:** To measure the luminosity of several variable stars:  $\chi$  Cygni, R Leonis, R Scuti, AC Herculi,  $\beta$  Lyrae, R Coronae Borealis, Nova Scorpii 2007 (V1280 Scr) and Nova Vulpeculae 2007 (V458 Vul).*

***Method:** Visual estimation of the magnitude based on a comparison with reference stars following the methodology described by Argelander.*

***Results:** We obtained the light curves of this sample of variable stars. Of these, it is worth noting the unusual maximum observed in  $\chi$  Cygni in 2006,*

*and also the duration of the minimum of R Coronae Borealis, which has been the longest ever observed up to now as it is still occurring in January 2009. The two detected bursts after the maximum of the Nova Vulpeculae 2007 are also notable. Finally, the light curve of  $\beta$  Lyrae was obtained with a dispersion of 0.04 magnitudes. This confirms the usefulness of visual observations of variable stars.*

## Introducción

En general, las estrellas suelen ser constantes en luminosidad. Sin embargo, hay estrellas que sí presentan variaciones considerables de luminosidad. A estas estrellas se las denomina *variables*. Hay varios tipos de estrellas variables: Por un lado están aquellas en las que la variabilidad es causada por cambios en las propiedades físicas de las propias estrellas. En esta categoría se hallan las *variables pulsantes*, aquellas cuyo radio se expande y se contrae como parte de su proceso evolutivo natural; las *variables cataclísmicas*, que son aquellas que experimentan algún cambio brusco, de carácter explosivo, de sus propiedades físicas, como las *novas* y las *supernovas*, entre otras... Por otro lado, también hay estrellas cuya variabilidad es causada por propiedades externas, como la rotación o eclipses. En este grupo están, por ejemplo, las *binarias eclipsantes*, en las que, observadas desde la Tierra, una estrella del par eclipsa a la otra ocasionalmente debido a su movimiento orbital. Mediante observaciones continuadas de este tipo de estrellas es posible detectar los cambios en la luminosidad, determinar la curva de luz y analizar su evolución.

En este trabajo nos referiremos a las observaciones visuales de estrellas variables realizadas por miembros de la Agrupación Astronómica de Sabadell entre 2005 y 2008.

## Observaciones

La observación visual de estrellas variables se fundamenta en la comparación de la variable con otras estrellas de magnitud estable y bien conocida. Aunque el método adolece de subjetividad, la utilización de la metodología de Argelander le confiere una mayor precisión. La estimación de magnitud utilizando este método y promediando los valores obtenidos mediante diversas comparaciones de luminosidad permite superar la precisión de una décima de magnitud, especialmente cuando se utilizan

**Tabla 1. Programas regulares de observación (1999-2008)**

SR	Variables pulsantes			
	RV Tauri	Mira	Otras pulsantes	
Z UMa	R Sct	R Tri	$\delta$ Cep	
ST UMa	U Mon	R Cas	TV Lib	
V CnV	AC Her	U Ori	XZ Cyg	
U Del		R Leo		
$\rho$ Cas		$\chi$ Cyg		
W Cyg		S CrB		
V1339 Cyg		R Gem		
AF Cyg				
MU Cep				
RX Lep				
X Mon				
V Boo				
$\alpha$ Ori				
Y Tau				

Variables cataclísmicas, novas, eclipsantes y peculiares				
Cataclísmicas	Novas	Eclipsantes	Peculiares	Cuásares
SS Cyg	N Cyg 2001-2 (V2275 Cyg)	$\beta$ Per	R CrB	3C273
AH Her	N Sco 2007 (V1280 Sco)	$\beta$ Lyr	$\delta$ Sco	BL Lac
U Gem	N Aql 1999-2 (V1494 Aql)	RZ Cas		
V838 Mon	N Sgr 2002-3 (V4743 Sgr)			
WZ Sgr	N Sgr 2001-2 (V4739 Sgr)			
	N Vul 2007 (V459 Vul)			

estrellas de referencia de magnitud contrastada, con precisión de centésimas de magnitud, y se promedian valores obtenidos por varios observadores en la misma fecha.

Previamente, y a modo de balance, debemos indicar que desde que se iniciaron las actividades del grupo de observadores de estrellas variables, en 1999, se han reunido cerca de ocho mil mediciones de magnitud que han sido promediadas a partir de más de veintidós mil comparaciones. Los programas de observación regular han incluido 45 estrellas variables

**Tabla 2. Participantes en el periodo 2005-2008**

Javier Alonso	Burgos
Antoni Ardanuy	Terrassa (Barcelona)
Jordi Bros	Sabadell
Xavier Bros	Sabadell
Emili Capella	Sabadell
Ricard Casas	Sabadell
Mario Fernández	Vallirana (Barcelona)
Manuel Flores	Casas de San Juan (Albacete)
Ricard Josa	Barcelona
Carlos Labordena	Castellón
Rodrigo Losada	Las Palmas de Gran Canaria
Germán Nieto	Cornellà (Barcelona)
Ángel Otero	Madrid
Juan Pastor	Aspe (Alicante)
Martí Pinto	Castellbisbal (Barcelona)

de distintos tipos que se relacionan en la tabla 1. Muchas otras han sido observadas de forma ocasional, remitiendo las mediciones en todos los casos a los centros de coordinación mundial de este tipo de observaciones: AAVSO, American Association of Variable Stars Observers, y en algunos casos, AFOEV, Association Française des Observateurs d'Étoiles Variables, y VSNET, Variable Star Network.

## **Análisis y resultados**

Por lo que se refiere a las observaciones realizadas en el periodo 2005-2008, han participado 15 observadores (tabla 2). A continuación se detallan los resultados de las variables más relevantes.

### **Estrellas tipo Mira**

#### **$\chi$ Cygni**

La curva de luz obtenida con datos del 2006 (figura 1) muestra un máximo mucho más brillante de lo habitual, situándose en la magnitud 3,6. Revisando valores históricos se evidencia que en raras ocasiones ha

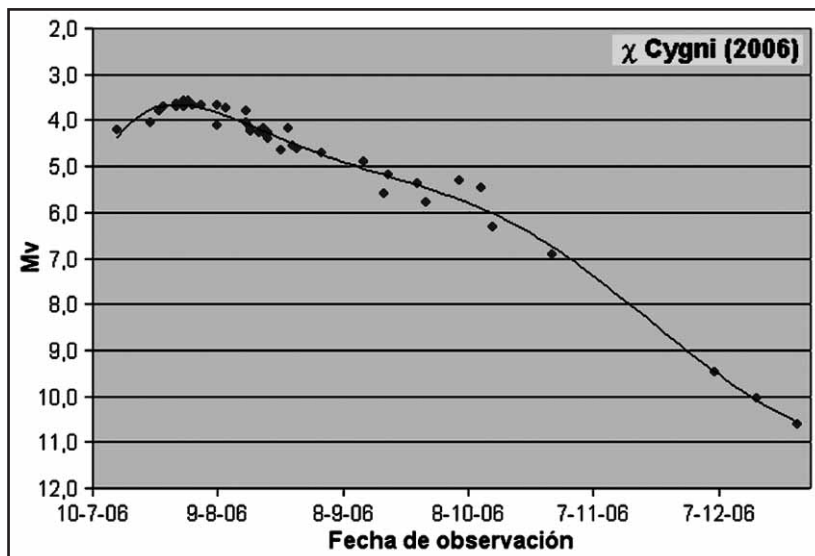


Figura 1. Curva de luz de χ Cygni (2006).

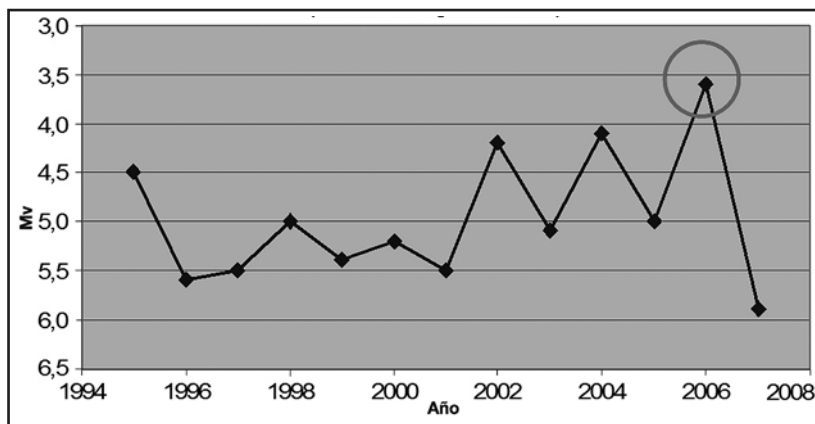


Figura 2. Magnitud alcanzada en los últimos máximos de χ Cygni según observaciones de la Agrupación Astronómica de Sabadell y de la AAVSO.

superado este nivel. En la figura 2 se dan las magnitudes máximas alcanzadas en los últimos 13 máximos, según observaciones de la AAVSO y de la Agrupación. Puede advertirse que existe bastante dispersión en los valores alcanzados, como es habitual en las variables del tipo Mira. Destaca la

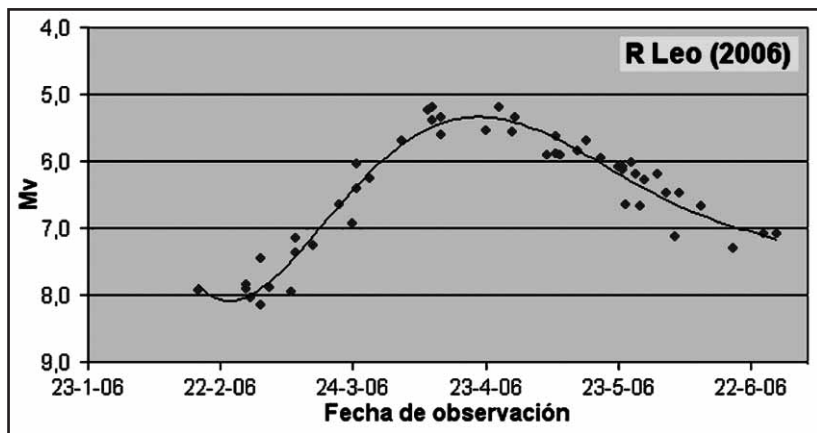


Figura 3. Curva de luz de R Leonis (2006).

alternancia de máximos brillantes con máximos débiles en los últimos siete máximos. Esto nos permitió especular, en su día, que el máximo correspondiente a 2007 sería bastante más débil, pronóstico que se cumplió ya que apenas alcanzó la magnitud 5,9, y que el máximo correspondiente a 2008 sería de nuevo bastante brillante, circunstancia que también se ha confirmado ya que ha alcanzado la magnitud 4,0, que si bien no ha sido tan notable como en 2006, sí se ha tratado de un máximo considerable.

### R Leonis

Esta estrella fue objeto de una campaña de observación en 2006. La curva obtenida ha permitido determinar las particularidades del máximo: alcanzó la magnitud 5,3 el 23 de abril (figura 3). Los observadores pudieron practicar la medición de magnitud sobre una estrella de marcada coloración rojiza, relativamente brillante, fácil de localizar y al alcance de pequeños telescopios y de prismáticos.

### Estrellas tipo RV Tauri

#### R Scuti

Esta variable es objeto de observación continuada desde el año 2000 por miembros de la Agrupación. En 2005 se reunieron 146 mediciones obtenidas por nueve observadores. La curva de luz obtenida (figura 4) muestra dispersiones tan escasas que es posible seguir pequeñas ondulaciones

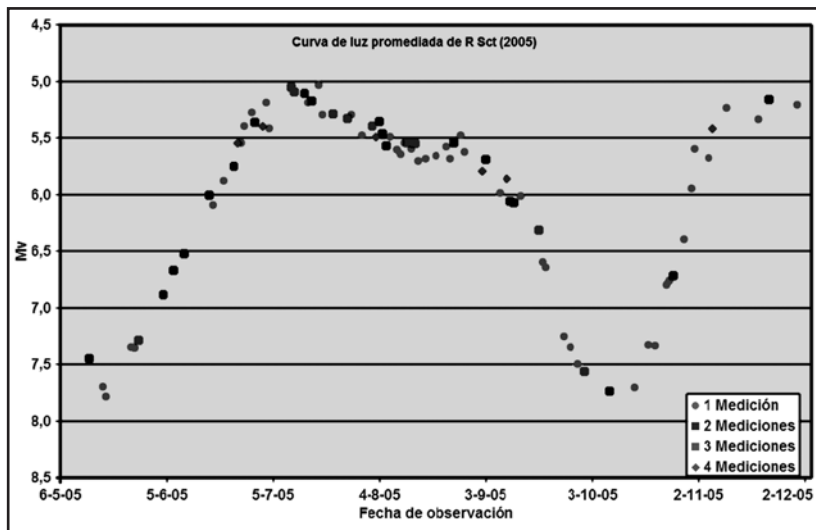


Figura 4. Curva de luz de R Scuti (2005).

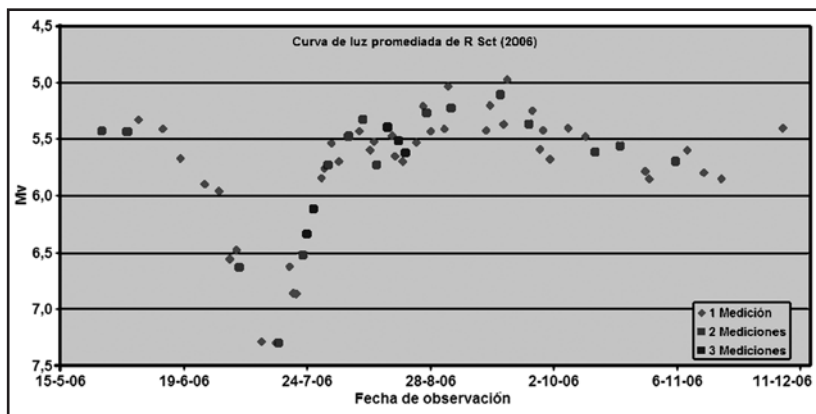


Figura 5. Curva de luz de R Scuti (2006).

de apenas alguna décima de magnitud. Se trata, junto a la curva obtenida en 2004, de una de las más precisas obtenidas visualmente por miembros de la Agrupación.

El primer mínimo primario se observó el 19 de mayo de 2005 en la magnitud 7,79 y a continuación incrementó su brillo de forma regular hasta alcanzar el máximo el 10 de julio con magnitud 5,06. A partir de

ese día inició el descenso aunque con tasas distintas que provocaron dos claras ondulaciones. El mínimo primario se alcanzó el 8 de octubre con magnitud 7,74. El incremento fue muy rápido hasta el 6 de noviembre, con magnitud 5,42, pero el máximo no se alcanzó hasta unos días después, el 22 de noviembre, con magnitud 5,17.

En la campaña de 2006 se reunieron 92 mediciones de 11 observadores. La curva de luz obtenida (figura 5) muestra una mayor dispersión, pero expresa con claridad la evolución de la estrella. A partir del 6 de junio, con magnitud 5,33 inició un descenso que la llevó al mínimo primario entre el 11 y el 16 de julio, con magnitud 7,30. A continuación, tras un rápido ascenso, alcanzó el máximo el 9 de agosto, con magnitud 5,33, para experimentar un breve descenso y una recuperación hasta un nuevo máximo alrededor del 17 de septiembre con magnitud 5,11. El seguimiento de esta estrella en el máximo es mucho más difícil que en el ascenso y descenso, debido en parte al hecho de que los observadores utilizan distintas estrellas de referencia y que sus magnitudes ofrecen incertidumbres.

### **AC Herculi**

Esta es una variable incansable en sus fluctuaciones. No permanece un solo día con magnitud constante: sube o baja permanentemente, experimentando mínimos primarios y secundarios y mostrando tasas de incremento y de disminución oscilantes. Sus características principales son: variación máxima entre las magnitudes 6,85 y 9,0 y periodo medio de 75,01 días. Está catalogada como subtipo RVA, es decir, del mismo subtipo que R Sct.

El seguimiento de AC Herculi en la campaña de 2005 resultó ser muy interesante. La variación luminosa fue continuada, de manera que observaciones en un intervalo de 2-3 días siempre reflejaron una clara variación. O se encontraba en fase de ascenso o en fase de descenso sin detenerse más de un día o dos en el mínimo o en el máximo. Fueron especialmente puntuales los mínimos primarios, característica habitual de las estrellas RVA.

Entre el 9 de abril y el 30 de noviembre de 2005, se obtuvieron un total de 152 mediciones visuales promediadas a partir de 324 comparaciones realizadas por diez miembros de la Agrupación. La curva de luz resultó ser una de las más precisas y espectaculares que se han obtenido



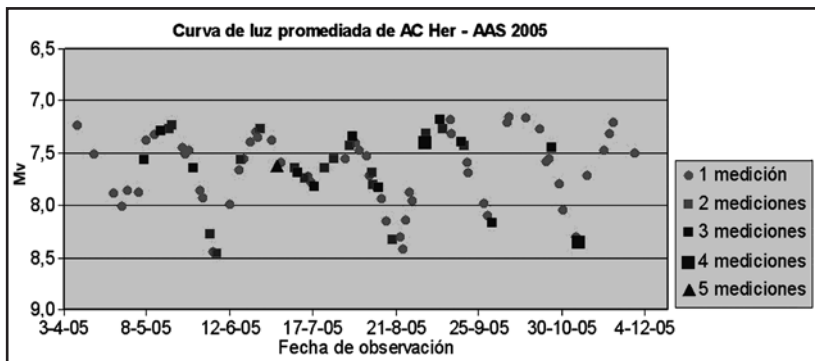


Figura 6. Curva de luz de AC Herculi (2005).

**Tabla 3. AC Her. Máximos y mínimos primarios y secundarios**

	Fecha	Magnitud
Máximo	09-04-2005	7,23
Mínimo secundario	28-04-2005	8,01
Máximo	19-05-2005	7,24
Mínimo primario	07-06-2005	8,47
Máximo	25-06-2005	7,28
Mínimo secundario	18-07-2005	7,82
Máximo	03-08-2005	7,34
Mínimo primario	24-08-2005	8,42
Máximo	09-09-2005	7,18
Mínimo primario	01-10-2005	8,18
Máximo	08-10-2005	7,15
Mínimo primario	06-11-2005	8,34
Máximo	21-11-2005	7,21

mediante observaciones visuales en la Agrupación (figura 6).

Se han observado siete máximos, cuatro mínimos primarios y dos mínimos secundarios, cuyas fechas y magnitud se indican en la tabla 3. El intervalo de variación máximo que se ha determinado en esta campaña (magnitudes promediadas) ha resultado estar entre las magnitudes 7,15 y 8,47.

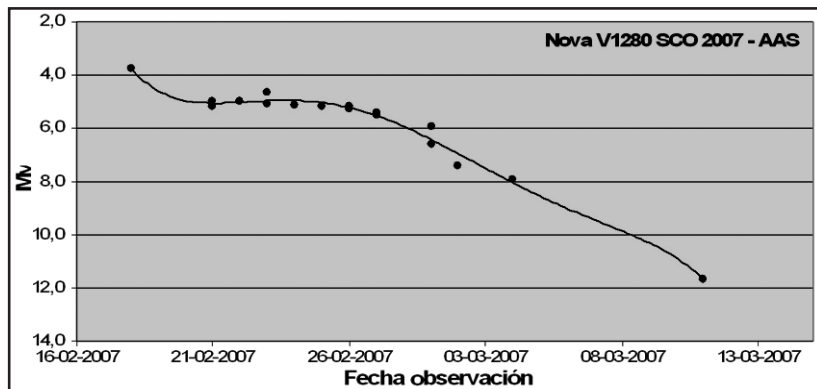


Figura 7. Curva de luz de la nova Scorpii 2007 (V1280 Sco).

De estas observaciones deducimos que, pese a tratarse de una semi-regular RV Tauri, del mismo subtipo que R Scuti, su dinámica de fluctuación es bastante distinta, con máximos menos duraderos y fluctuaciones bastante más rápidas.

### Estrellas novas

Dos han sido las estrellas novas de especial interés durante este periodo: la nova Scorpii 2007 (V1280 Sco) y la nova Vulpeculae 2007 (V459 Vul). Lo han sido por motivos diferentes.

La nova Scorpii (figura 7) se caracterizó por un rápido descenso de magnitud, con una tasa de unos 11 días para caer tres magnitudes. En la figura 8 se muestra la tasa de disminución de luminosidad de las ocho novas cuya evolución ha podido ser monitorizada por miembros de la Agrupación Astronómica de Sabadell. En este ranking, la nova Scorpii 2007 se ha situado entre las más rápidas observadas, sólo superada por la nova Cygni 2001-2 y la histórica nova Cygni 1975, una de las más brillantes observadas hasta hoy.

Por lo que se refiere a la nova Vulpeculae 2007, su comportamiento ha sido muy distinto pero de igual o más interés. Su evolución ha sido mucho más lenta (30 días, aproximadamente, para disminuir tres magnitudes), pero destaca el hecho de que ha presentado dos explosiones *post-máximo* observadas por Carlos Labordena.

La nova fue descubierta cuando aún no había alcanzado su máximo brillo, el 9 de agosto de 2007. Nuestros observadores se dedicaron a la nova unas

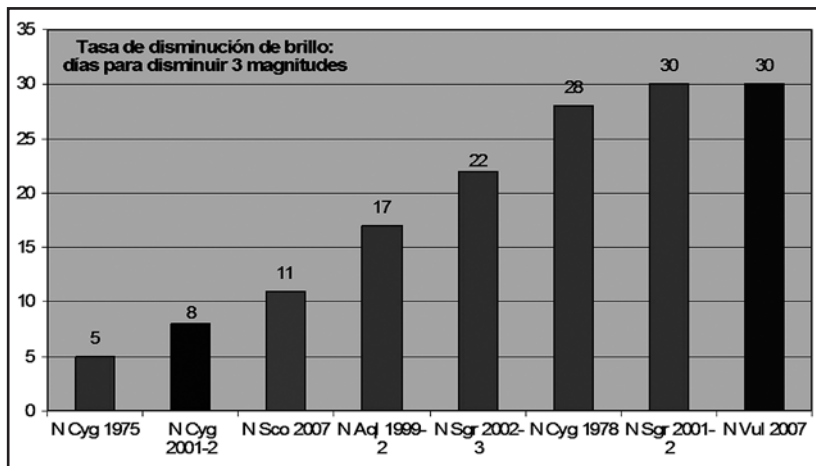


Figura 8. Tasa de disminución de luminosidad de ocho novas observadas por miembros de la Agrupación Astronómica de Sabadell.

horas después, cuando ya estaba en declive, aunque el día 13 volvió a subir de magnitud, alcanzando la 8,4. Un máximo que tuvo una duración de unas pocas horas, pero que se volvió a producir hacia el 20 de agosto, alcanzando en este caso la magnitud 8,6. Después de este pico su magnitud fue decayendo, siendo observable sólo con telescopios de mediana potencia (figura 9).

El comportamiento ondulante de esta nova tiene cierta similitud con la de la nova WZ Sge que estalló en 2001.

### Otros tipos de variables

Entre los diversos tipos de variables que se han observado visualmente destacan también cuásares variables, estrellas eclipsantes y cataclísmicas.

### $\beta$ Lyrae

Se trata de una de las estrellas eclipsantes más conocidas. Su seguimiento puede realizarse a simple vista o con unos prismáticos; es bastante sencillo, pero sólo un trabajo constante y la utilización de las mismas estrellas de referencia (con magnitudes bien conocidas) permite la obtención de una curva de luz precisa. En la figura 10 se han sobrepuesto cinco periodos de fluctuación entre el 28 de julio de 2007 y el 19 de septiembre del mismo año, realizando un total de 73 comparaciones de luminosidad que se han promediado en 37 mediciones de un mismo observador, de las cuales sólo

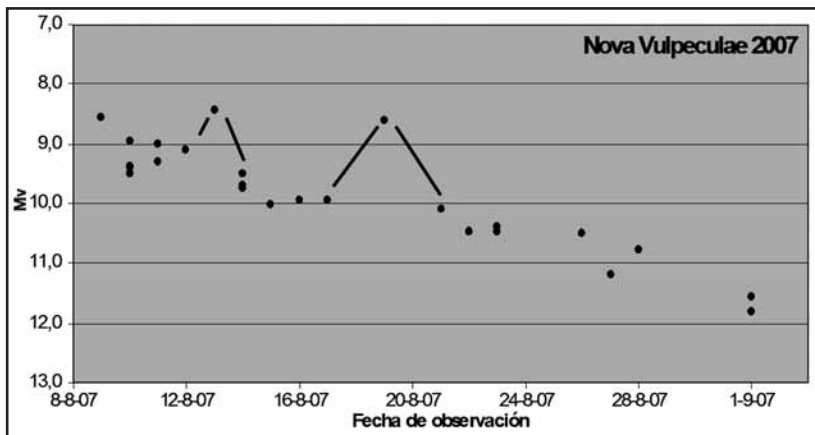


Figura 9. Curva de luz de la nova Vulpeculae 2007 (V458 Vul).

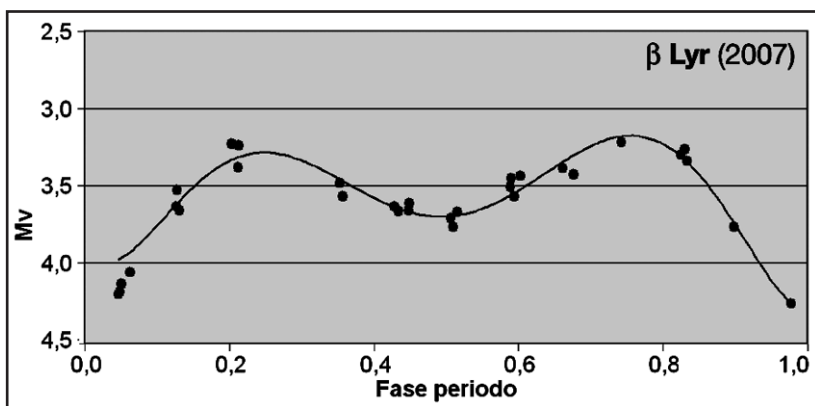


Figura 10. Curva de luz de β Lyrae (2007).

una se ha rechazado por su baja calidad. El resultado final es una curva muy precisa con una dispersión media de sólo 4 centésimas de magnitud. Esto quiere decir que en muchos casos la dispersión ha sido inferior a la indicada. Con ello se demuestra que la observación visual de estrellas variables es de suficiente precisión cuando se utilizan estrellas de referencia adecuadas, con brillo conocido a la centésima de magnitud.

### R Coronae Borealis

Es una de las variables más conocidas y espectaculares. Permanece bastante

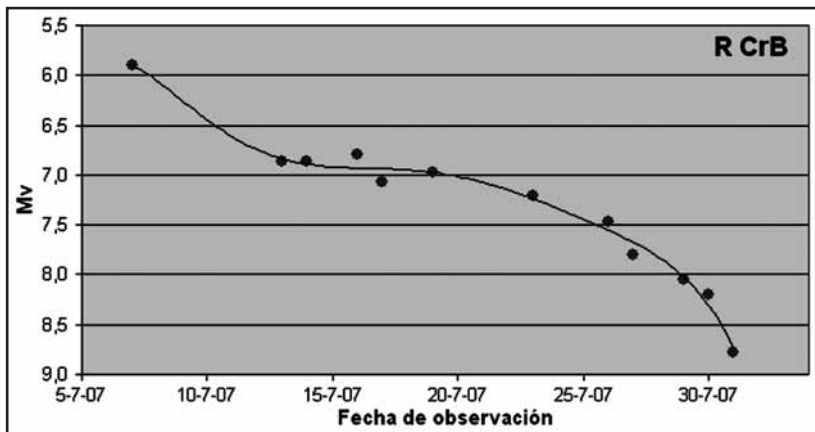


Figura 11. Curva de luz de R Corone Borealis (2006-2008).

estable (alrededor de la magnitud 6) en el transcurso de los años hasta que, de forma imprevista, sufre una rápida caída de brillo que puede llevarla hasta la magnitud 14 durante un periodo de meses. Entonces presenta oscilaciones hasta que inicia una recuperación del brillo y alcanza de nuevo la magnitud 6. Este patrón de comportamiento lo sigue desde que fue descubierta en 1795 pero sin que exista ninguna periodicidad en sus crisis. R CrB es la estrella prototipo de una clase de variables de las que hay 40 catalogadas en la tercera edición del Catálogo General de Estrellas Variables.

Desde 1999 hemos seguido la evolución de la estrella de forma más o menos regular. Ahora nos referimos a las observaciones recibidas durante 2006, 2007 y 2008.

Tal como se aprecia en la curva de luz (figura 11), durante 2006 permaneció estable, del mismo modo a como había estado en los años precedentes, con leves fluctuaciones de pocas décimas de magnitud alrededor de la magnitud 6. Este comportamiento continuó hasta julio de 2007, momento en que inició una profunda crisis que continúa en la actualidad, tratándose del mínimo más duradero del que se tienen noticias. Según las bases de datos de AAVSO, en el momento de escribir estas líneas (enero de 2009), esta estrella está acumulando más de 460 días en este mínimo sin que sea posible predecir cuando va a iniciar la recuperación de luminosidad.

En la figura 12 se muestra el comportamiento que tuvo al iniciar su caída de brillo. Se ha obtenido promediando las 43 observaciones efectuadas

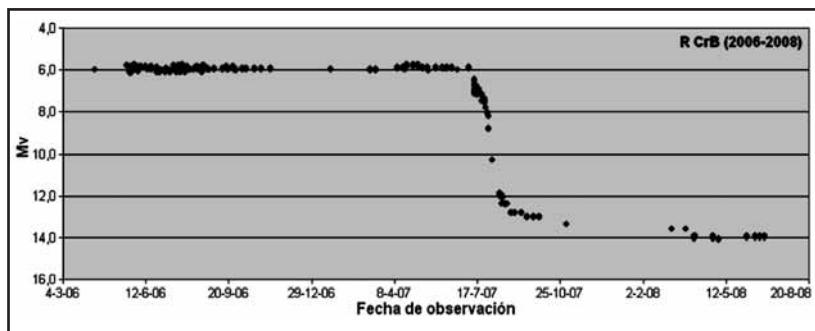


Figura 12. Caída de luz de R Coronae Borealis entre los días 7 y 31 de julio de 2007.

durante julio de 2007. La caída mostró una clara ondulación. Entre los días 7 y 13 de julio disminuyó en casi una magnitud para frenar el ritmo de disminución y permanecer casi estable entre los días 13 y 19 de julio (disminución de apenas una décima de magnitud). Posteriormente aceleró el ritmo de caída (0,5 magnitudes entre los días 19 y 25) para desplomarse a continuación (disminución de 1,3 magnitudes entre los días 25 y 31).

La disminución de brillo adquirió un ritmo casi regular hasta alcanzar la magnitud 12,4 el 22 de agosto de 2007 (6,5 magnitudes en 46 días con una tasa de 0,14 magnitudes por día). Posteriormente suavizó el ritmo hasta llegar a la magnitud 14 en abril de 2008 y mantenerse estable en el mínimo (13,97 el 28 de junio y 14,12 el 25 de octubre de 2008), brillo que mantiene en la actualidad con leves ondulaciones.

## Agradecimientos

A los observadores que han participado aportando sus mediciones y a Carles Perelló que ha realizado una notable tarea en la recopilación y ordenación de las observaciones.