

RESULTADOS FOTOMETRICOS PRELIMINARES DE SISTEMAS  
BINARIOS CERRADOS

J.J. CLARIA +\* y E. LAPASSET +

Observatorio Astronómico de Córdoba

+ Astrónomo visitante del Observatorio Interamericano de Cerro  
Tololo (Chile)

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

RESUMEN

*Se presentan resultados preliminares obtenidos a partir de datos fotoeléctricos UBV de los sistemas binarios cerrados VZ Librae, BR Muscae y CT Eridani. Se obtienen nuevos instantes de mínimo y se actualizan las correspondientes efemérides. Las curvas de luz obtenidas permiten efectuar nuevas consideraciones sobre las características generales de los sistemas estudiados.*

INTRODUCCION

Algunos años atrás y por iniciativa del Dr. R.F. Sisteró, se inició en el Departamento de Astrofísica Estelar del Observatorio Astronómico de Córdoba, el estudio sistemático de estrellas binarias eclipsantes. La fotometría fotoeléctrica fue desde el principio la técnica observacional más usada en estos trabajos, aunque en algunas ocasiones, la fotometría fue complementada con observaciones espectroscópicas. En la actualidad, el Departamento de Astrofísica Estelar cuenta con cinco astrónomos, en su mayoría dedicados al estudio sistemático de binarias eclipsantes.

Hace algo más de un año decidimos iniciar la observación de un grupo de binarias interactuantes de características interesantes y que no registraban observaciones fotoeléctricas previas. Algunos de estos objetos fueron elegidos por haber sido explícitamente recomendados por Koch y otros (1979).

En este trabajo presentamos resultados preliminares obtenidos en tres sistemas binarios de contacto, a saber: VZ Librae, CT Eridani y BR Muscae. En otro trabajo de este mismo Boletín, presentamos también resultados algo más definitivos obtenidos en RY Indii y ST Carinae.

VZ LIBRAE

Se trata éste de un sistema antes clasificado como perteneciente al tipo WUMa, con tipo espectral F5 y período aproximado de 0<sup>d</sup>3584501 (Wood y otros 1980), obtenido a partir de observaciones fotográficas.

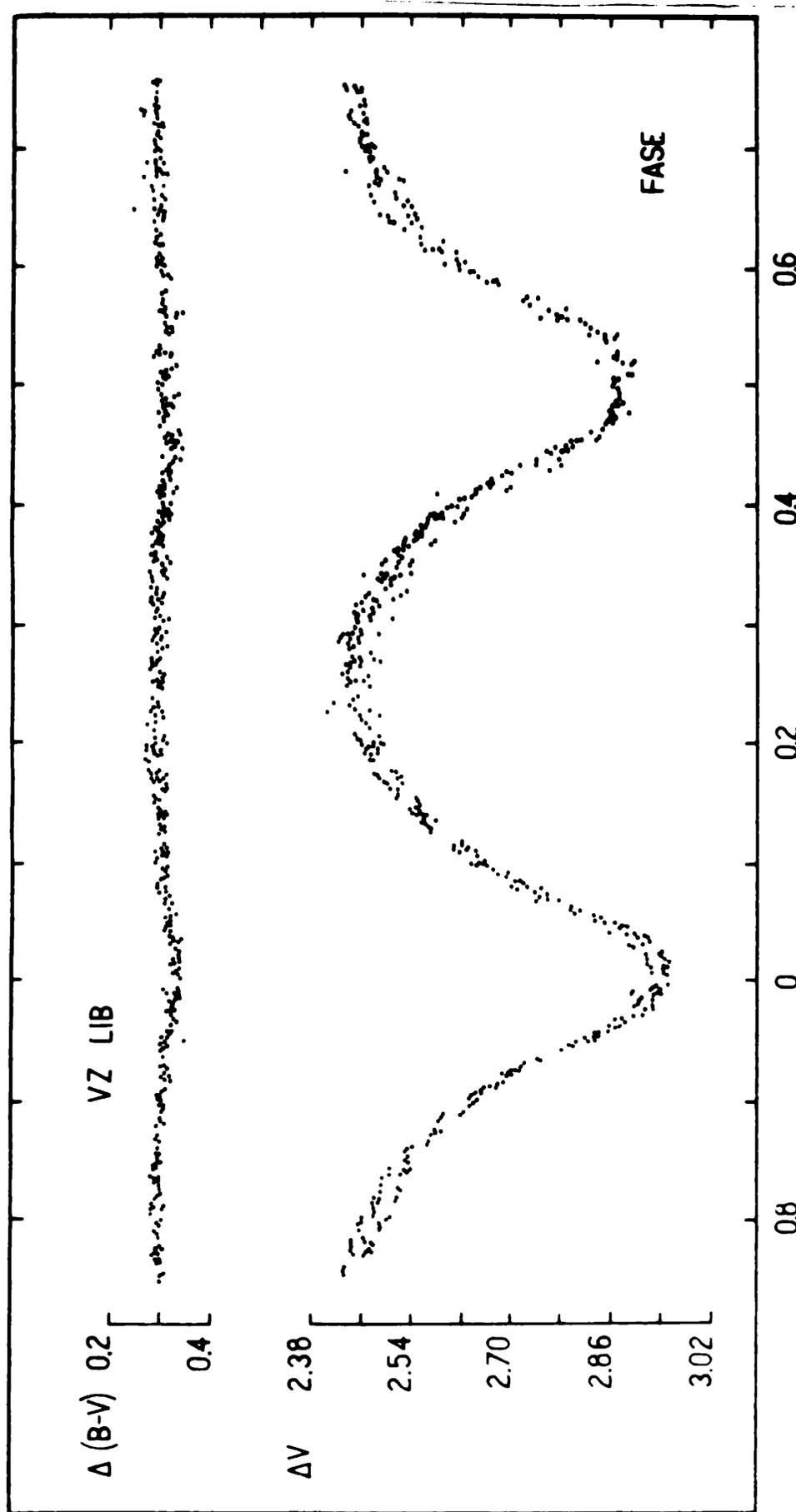


Figura 1: Curvas de luz de VZ Librae en la banda V y en el color (B-V)

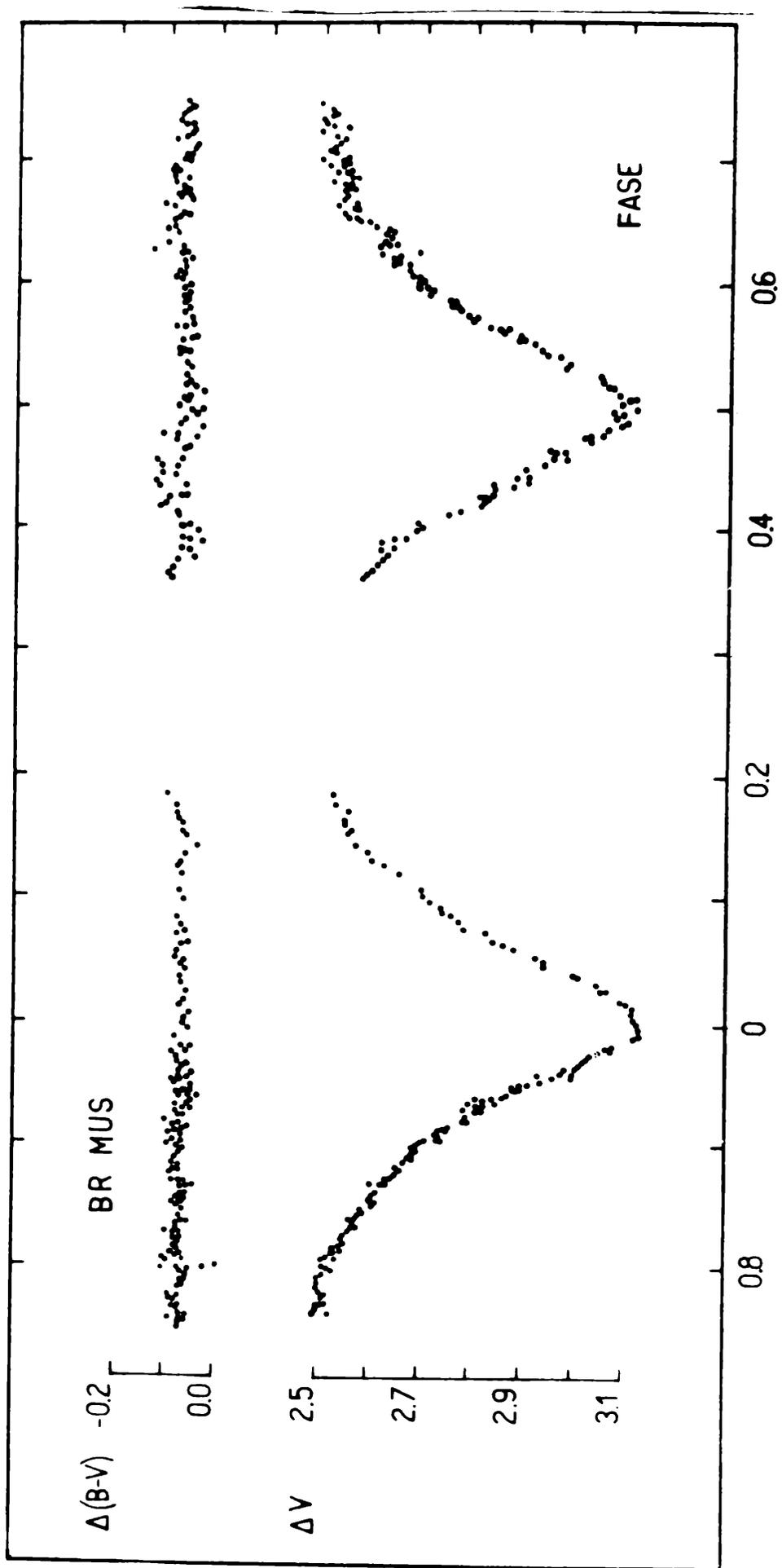


Figura 2: Curvas de luz de BR Muscae en la banda V y en el color (B-V)

Nosotros obtuvimos un total de 982 observaciones fotoeléctricas individuales en cada una de las bandas del sistema UBV. El 80% de estas observaciones fueron obtenidas en 1980 y 1981 con el telescopio de 154 cm de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre (Córdoba), usando un fotómetro convencional equipado con un fototubo RCA 1P21. El 20% restante fue obtenido en abril-mayo de 1980 con el telescopio Lowell de 61 cm del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (Chile), usando un fotómetro con contador de fotones y fotonultiplicador RCA 1P21. En ambos casos, las observaciones fueron corregidas por extinción atmosférica diferencial de primer y segundo orden.

Las observaciones de VZ Librae incluyen 20 nuevos instantes de mínimo, correspondientes a distintos meses de 1980 y 1981. La nueva efemérides, obtenida por mínimos cuadrados asignando igual peso a cada uno de los tiempos de mínimo, resultó:

$$\begin{aligned} \text{D.J. Hel Min I} &= 2444788^{\text{d}}.59010 + 0.35826335 \text{ E} \\ &\pm 0.00014 \quad \pm 0.00000025 \end{aligned}$$

La diferencia, en días julianos heliocéntricos, de los tiempos de mínimo observados y calculados con la nueva efemérides, da lugar a valores (O-C) muy pequeños, en todos los casos menores que 0.001 (Clariá y Lapasset 1981).

El nuevo período encontrado es apenas 16 segundos más pequeño que el correspondiente a la vieja efemérides. Sin embargo, este cambio es suficiente como para producir un desfase de la curva de luz de aproximadamente medio período, en tan sólo un año. Precisamente, esta pequeña diferencia nos llevó a confundir, en un principio, instantes de mínimo principal y secundario, en observaciones separadas aproximadamente un año.

En la Figura 1 se presenta la curva de luz diferencial de VZ Librae en la banda V y la correspondiente al color (B-V). Es indudable que se trata de un sistema cerrado del tipo WUMa. Los mínimos principal y secundario tienen amplitudes próximas a 0.5 y 0.4 magnitudes, respectivamente. En particular, el mínimo secundario se presenta algo achatado (eclipse total), lo que facilitará el posterior análisis de la estrella. Además, la curva de luz en la región de los máximos, muestra en forma clara la variación debida a la deformación y a la reflexión de las componentes. La variable tiene una magnitud visual de 10.13 en el máximo de luz.

Aun cuando no se muestran las curvas de luz correspondientes a las magnitudes B y U, ambas presentan características aproximadamente semejantes a la curva de la Figura 1. Sin embargo, creemos de interés comentar que las observaciones evidencian variaciones intrínsecas notables del sistema, en particular en la banda ultravioleta. Hemos detectado, incluso, variaciones apreciables de una noche para otra, lo que indicaría que se están produciendo cambios bruscos en la estructura del sistema. Al igual que el color (B-V), el índice (U-B) se mantiene prácticamente constante durante todo el período.

En la Tabla I se presentan la magnitud y los colores de VZ Librae

(en el máximo de luz) y la estrella usada como comparación (HD 138187), reducidos al sistema internacional de Johnson y Morgan. Los índices (U-B) obtenidos en Bosque Alegre fueron transformados al sistema de Cerro Tololo, usando una de las ecuaciones recientemente obtenidas por Clariá (1981). Los colores de VZ Librae corresponden a un tipo espectral F9, no enrojecido, de la secuencia principal.

TABLA I

Datos UBV de VZ Librae y la estrella de comparación HD 138187

HD 138187 (comparación)			VZ Librae		
V	B-V	U-B	V	B-V	U-B
7.689	0.322	0.076	10.130	0.612	0.046

CT ERIDANI

Esta estrella fue reconocida como binaria eclipsante por Strohmeier en 1968. Hace algo más de 10 años Strohmeier y Knigge (1969) la clasificaron como WUMa, aunque dicha clasificación aparecía entonces como dudosa, en virtud de que la profundidad del mínimo secundario no se conocía bien. Con anterioridad a nuestras observaciones sólo existen datos fotográficos, aunque repartidos en varias décadas. El período conocido de CT Eri es de  $0^d.634196$  y fue obtenido por Strohmeier (1968) usando datos fotográficos.

Entre noviembre de 1980 y enero de 1981 obtuvimos en Bosque Alegre 855 observaciones individuales UBV (285 en cada banda). Todas las mediciones fueron corregidas por extinción diferencial de primer y segundo orden. Nuestros datos incluyen 9 tiempos de mínimo principal y 6 de mínimo secundario (15 en total).

Para actualizar las efemérides decidimos: 1) separar los mínimos fotográficos existentes en 4 grupos más o menos equiespaciados en el tiempo, desde 1903 hasta 1967, y 2) obtener por mínimos cuadrados la nueva efemérides usando los 4 mínimos fotográficos medios y los 15 nuevos mínimos fotoeléctricos, todos incluidos con igual peso. El período finalmente resultante ( $P = 0^d.634195498$ ) demuestra que esta variable prácticamente no sufrió variaciones en los últimos 80 años. Nuestra efemérides, sin embargo, incluye un período estimado con un error de  $8 \times 10^{-8}$  días, mientras que el anterior es incierto en la quinta cifra decimal.

Curvas de luz correspondientes a la banda V y al índice de color (B-V) han sido publicadas recientemente por Lapasset y Clariá (1981a). Aun cuando estas curvas deben todavía ser completadas, se advierte que: 1) no resulta nada evidente el tipo WUMa, como se suponía para esta estrella. La profundidad del mínimo principal es prácticamente el doble de la del mínimo secundario, siendo esta última de 0.25 magnitud. Esta característica favorece más un tipo  $\beta$  Lyrae que un tipo WUMa. 2) El mínimo secundario corresponde aparentemente a un eclipse total, ya

que la luz permanece constante durante 90 minutos. 3) No se advierte cambio del color (B-V) a lo largo del período.

#### BR MUSCAE

Este es sin duda un sistema binario cerrado de características interesantes. BR Muscae aparece en el nuevo Catálogo de Binarias Eclipsantes de Wood y otros (1980) como perteneciente al tipo  $\beta$  Lyrae, pero con espectro desconocido. Observaciones fotográficas de Hoffmeister de hace aproximadamente 30 años permitieron obtener la siguiente efemérides:

$$D.J. \text{ Hel Min I} = 2434401.^d_{.501} + 0.^d_{.798168} E$$

Esta variable fue observada por nosotros en el sistema UBV con el telescopio Lowell de 61 cm del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo en abril-mayo de 1980. Un total de 325 observaciones individuales en cada banda (975 en total) fueron obtenidas. Nuestros datos incluyen 6 instantes de mínimo, a partir de los cuales obtuvimos la nueva efemérides (Lapasset y Clariá 1981b):

$$D.J. \text{ Hel Min I} = 2444360.^d_{.60167} + 0.^d_{.79887} E \\ \pm 0.00037 \quad \pm 0.00021$$

El nuevo período encontrado resulta algo más de un minuto mayor que el obtenido fotográficamente, lo que representa una sensible mejora.

En la Figura 2 se presenta la curva de luz diferencial de BR Muscae en la banda V y la correspondiente al color (B-V). Aun incompleta, la curva de luz visual muestra las características propias de las estrellas del tipo WUMa, y no del tipo  $\beta$  Lyrae, como se pensaba. El mínimo principal tiene una profundidad de 0.7 mag., en tanto que el mínimo secundario tiene una profundidad levemente menor (0.6 mag.). La estrella tiene una magnitud visual de 10.64 mag. en el máximo y, si fuera tratada como una única estrella de la secuencia principal, las ecuaciones (1) y (2) de Clariá (1977) conducen a un tipo espectral B3V, con excesos de color  $E(B-V) = 0.34$  y  $E(U-B) = 0.25$ . Los colores integrados del sistema, corregidos por absorción interestelar, resultan:  $(B-V)_0 = -0.21$  y  $(U-B)_0 = -0.78$ . Esto indica que BR Muscae no pertenece al grupo clásico de las WUMa, consideradas dentro del tipo espectral F o más tardías. Por las características de la curva de luz, correspondería ubicarla como perteneciente al grupo de las denominadas "Binarias Tempranas de Contacto", a las que Leung ha dedicado especial atención. Típicos ejemplos de binarias tempranas de contacto son SV Cen (Rucinski 1976); BH Cen (Leung y Schneider 1977, Sisteró y otros 1981); V 701 Sco (Wilson y Leung 1977); V 1010 Oph (Leung y Wilson 1977); 29 CMa, V 729 Cyg, V 1073 Cyg, AU Pup, V 535 Ara y quizás A0 Cas (Leung 1977). Sin embargo, este es un grupo bastante reducido de estrellas y en su mayoría son del tipo espectral A. En consecuencia, BR Muscae se presenta como una de las estrellas más tempranas, o tal vez la más temprana, del grupo de las "Binarias tempranas de contacto". Será sin duda interesante continuar observando esta estrella y, de ser posible, trataremos de obtener datos espectroscópicos.

Una vez completadas las observaciones, particularmente de CT Eri y BR Mus, las curvas de luz serán analizadas por el método computacional sintético de Wilson y Devinney (1971).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Director del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, DR. P. Osmer, por haberles permitido disponer de las facilidades de aquel Observatorio. Asimismo, expresan su gratitud a los Sres. J. Puerta, J.E. Laborde y J. Albarracín por su colaboración en la obtención de las observaciones y la confección de dibujos y fotografías. Este trabajo ha sido en parte financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la República Argentina.

#### REFERENCIAS

- Clariá, J.J. 1977: *Astronomy & Astrophysics Suppl.* 27, 145.  
Clariá, J.J. 1981: *Astronomy & Astrophysics Suppl.* (en prensa).  
Clariá, J.J. y Lapasset, E. 1981: *Inf. Bull. Variable Stars* (en prensa).  
Koch, K.C.; Wood, F.B.; Florkowski, D.R. y Oliver, J.P. 1979: *Inf. Bull. Variable Stars* 1709.  
Lapasset, E. y Clariá, J.J. 1981a: *Inf. Bull. Variable Stars* 1973.  
Lapasset, E. y Clariá, J.J. 1981b: *Inf. Bull. Variable Stars* (en prensa).  
Leung, K.C. 1977: *IAU Trans. XVI B, Report of Comission* 42.  
Leung, K.C. y Schneider, D.P. 1977: *Astrophys. J.* 211, 844.  
Leung, J.C. y Wilson, R.E. 1977: *Astrophys. J.* 211, 853.  
Rucinski, S.M. 1976: *Publ. Astron. Soc. Pacific* 88, 244.  
Sisteró, R.F.; Grieco, A. y Candellero, B. 1981: *Comunicación privada*.  
Strohmeier, W. 1968: *Inf. Bull. Variable Stars* 262.  
Strohmeier, W. y Knigge, R. 1969: *M.N.A.S.S.A.* 7, 75.  
Wilson, R.E. y Devinney, E.J. 1971: *Astrophys. J.* 166, 605.  
Wood, F.B.; Oliver, J.P.; Florkowski, D.R. y Koch, R.H. 1980: A finding list for observers of interacting binary stars, *Publ. of the Department of Astronomy, University of Florida*, Vol. I.