

# 7

## Evolución atmosférica de Júpiter en el trienio 2006-2008

Ricard Casas

(Agrupación Astronómica de Sabadell)

### Resumen / Abstract

**Objetivos:** Una observación continuada de la atmósfera joviana permite realizar un seguimiento de sus estructuras más importantes a nivel cinemático, así como la interacción entre ellas.

**Método:** Se han utilizado imágenes de media y alta resolución obtenidas por los socios de la Agrupación durante el periodo 2006, 2007 y 2008. Se ha realizado un análisis detallado para determinar las posiciones de distintas estructuras, calculando así su velocidad de rotación y su interacción con el medio.

**Resultado:** Mientras que los resultados obtenidos en las presentaciones 2006 y 2007 se circunscriben a los hechos más destacados (mancha BA y perturbaciones en la STrZ respectivamente), en 2008 se ha abarcado todo el planeta, estableciendo un registro de las velocidades a distintas latitudes empleando como referencia las estructuras registradas.

***Aim:** A continuous observation of Jupiter's atmosphere allows us to perform a kinematic follow-up of its most important structures.*

***Method:** Low- and medium-resolution images obtained during the years 2006, 2007 and 2008 by the members of the Agrupación were analyzed to determine the positions of different structures. Its rotation velocity and interaction with the medium were also calculated.*

***Results:** The results from the 2006 and 2007 data only allowed the most important events (BA oval and two perturbations in the STrZ) to be studied.*

*On the other hand, the images from the 2008 campaign covered all the planets, and velocities at different latitudes were obtained using the registered structures as reference.*

## Introducción

La atmósfera joviana viene siendo seguida y estudiada por los astrónomos amateurs desde hace muchos años. Sus fenómenos atmosféricos muestran mayor contraste que los cambios de albedo que presenta Marte y más contraste que las pequeñas perturbaciones que muestra Saturno. En los años setenta la Agrupación tenía un importante grupo de estudio de atmósferas planetarias que realizaba la observación visualmente, registrando en dibujos las perturbaciones y tránsitos por el meridiano central de los distintos fenómenos que era posible seguir. Los coordinadores realizaban sus estudios y planisferios con lápiz y papel, reproduciendo e interpretando los dibujos que los observadores realizaban.

Hoy en día los medios electrónicos e informáticos permiten obtener espléndidas imágenes del planeta que muestran detalles que antaño eran inimaginables de conseguir desde tierra y menos por un astrónomo amateur. Los trabajos que pueden realizarse con el material que se está obteniendo se circunscriben a los cambios morfológicos que presentan las estructuras jovianas y el estudio cinemático de las mismas. El estudio de los cambios de coloración que presentan los fenómenos de la atmósfera de Júpiter, y por tanto, de su composición química, es más sutil, al haber un tratamiento informático en las imágenes que puede modificar esta coloración, haciendo que no sean comparables, habitualmente, las observaciones tomadas por distintos autores.

En cada una de las tres campañas que cubre este trabajo ha habido fenómenos interesantes que han motivado a los observadores. En 2006 fue el enrojecimiento de la que fuera la mancha oval blanca (WOS) BA y su encuentro con la gran mancha roja (GRS). En 2007 fueron las dos perturbaciones que aparecieron en la STrZ (Zona Tropical Sur), una de las cuales provocaba la migración a latitudes más australes de pequeñas manchas oscuras que se encontraban al sur de la banda ecuatorial sur (SEB), la cual, al final de la temporada se estrechó en las longitudes previas a la GRS. En 2008 destacó la aparición de una nueva mancha rojiza en la misma latitud que la GRS y su interacción con ella, así como el paso

**Tabla 1. Fechas de conjunción y oposición de Júpiter**

Año	Oposición	Conjunción
2005	—	22 de octubre
2006	4 de mayo	21 de noviembre
2007	5 de junio	23 de diciembre
2008	9 de julio	—
2009	—	24 de enero

simultáneo de la WOS BA, con tonalidades más suaves que dos años atrás, por el mismo meridiano.

## Observaciones

A groso modo puede decirse que hay dos modos de adquirir las imágenes planetarias de alta resolución. Por un lado pueden tomarse vídeos en color que posteriormente sean tratados con algún programa informático (Registax, por ejemplo) a fin de obtener una imagen final en la que se habrá acentuado la resolución y el contraste. Otra opción es obtener tres vídeos con filtros RGB que serán analizados por separado con algún programa informático para integrar posteriormente los tres canales con el fin de formar una única imagen. La dificultad que presenta cualquiera de las dos opciones es que Júpiter realiza una revolución en menos de 10 horas, por lo que sus detalles se mueven muy rápidamente y todo el proceso debe realizarse en un intervalo de tiempo relativamente corto.

Los periodos de observación de un planeta se hallan entre sus conjunciones con el Sol, siendo el punto culminante la época situada en torno a la oposición. Por tal motivo en la tabla 1 se indican las fechas de oposición y conjunción del planeta y, por tanto, los periodos que cubren las tres campañas resumidas en este artículo.

El número de observaciones ha ido incrementándose campaña a campaña, como muestra la tabla 2, donde se indica la contribución de cada uno de los observadores. Año tras año se ha podido ver la mejora que cada observador ha tenido, a pesar de que la declinación del planeta ha sido menor y, por consiguiente, la altura sobre el horizonte ha ido disminuyendo, afectando a la calidad de las imágenes.

**Tabla 2. Contribución de cada observador**

Observador	2006	2007	2008
Eugeni Anselmet	-	1	-
Albert Bosch	-	-	9
Joaquín Camarena	-	1	-
Óscar Canales	1	8	-
Jaume Castellà	17	31	60
Albert Ferigle	1	-	-
Camilo Fumega	4	4	5
Eduard García	-	-	2
Carles Labordena	10	16	19
Juan A. Moreno	-	2	-
Jaume Oliver	-	-	10
Jordi Ortega	-	23	46
Carles Perelló	3	-	-
Joan Rovira	12	9	17
Máximo Ruiz	4	1	-
Jesús R. Sánchez	42	33	21
Francisco San Emeterio	3	-	-
Alfredo Vidal	2	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>129</b>	<b>189</b>

Al tratarse mayoritariamente de imágenes obtenidas a partir de un vídeo —o tres si era una tricomía— la hora de la observación no era demasiado precisa. Este hecho se ha hecho evidente cuando la imagen mostraba alguno de los satélites galileanos cuya posición no se correspondía con la que debería haber tenido. En estos pocos casos la hora de la observación ha podido ser corregida, pero no en los que no había ningún tipo de referencia, por lo que este error en el tiempo puede dar lugar a una cierta dispersión en los datos de posición.

## **Análisis**

La herramienta empleada para el análisis de las imágenes de Júpiter ha sido el programa WinJuPos, de Grisha Hahn (<http://www.grischa->

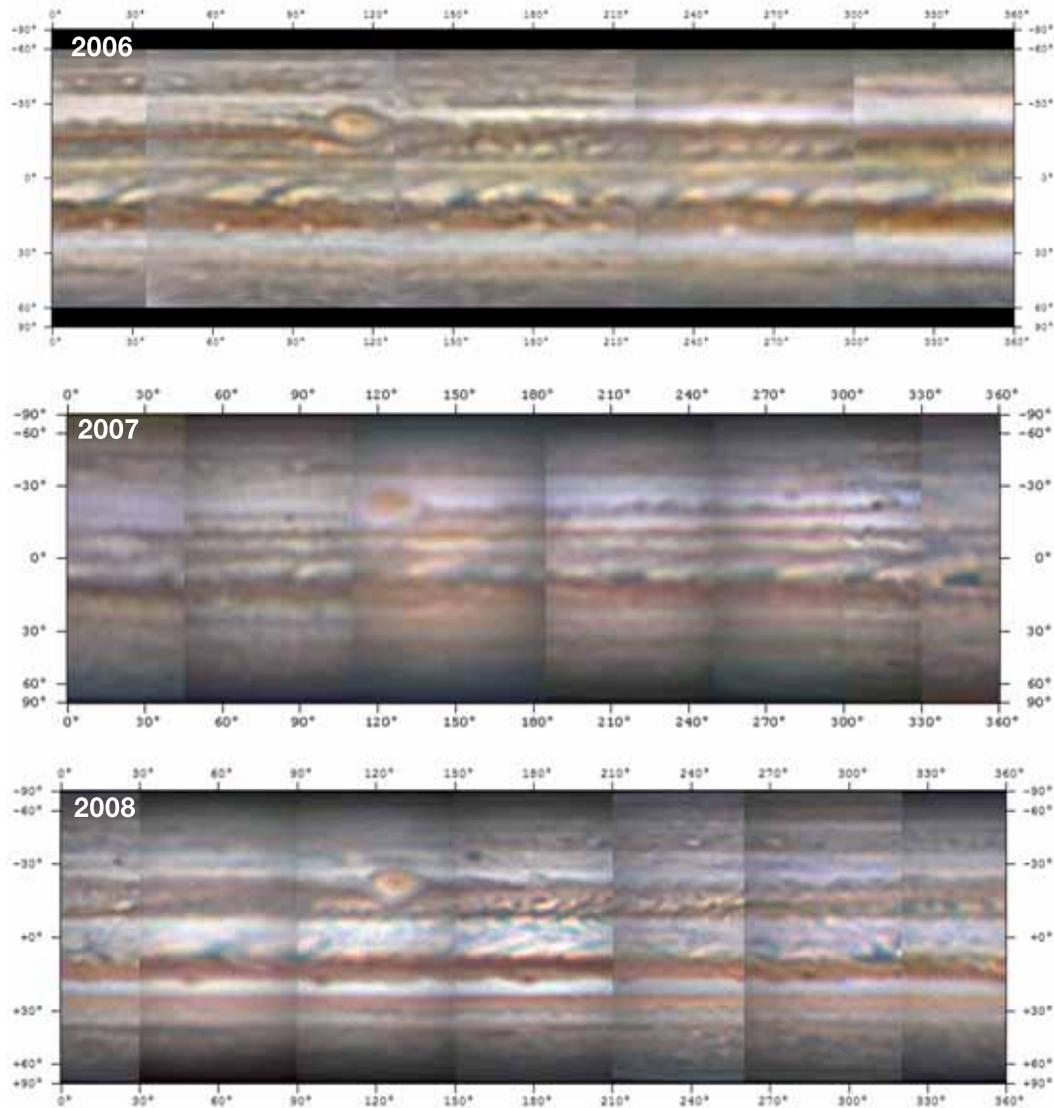


Figura 1. Planisferios de las tres campañas, 2006, 2007 y 2008. Las longitudes están expresadas con respecto al sistema II.

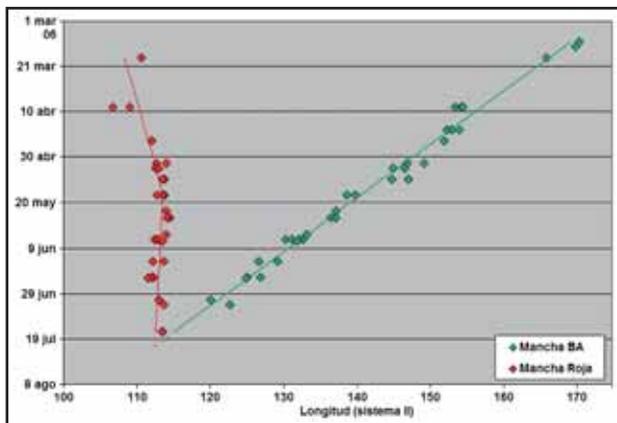


Figura 2. Desplazamiento de las manchas BA y Gran Mancha Roja en 2006.

hahn.homepage.t-online.de). Este programa, que puede leer imágenes en distintos formatos, permite determinar la posición de las estructuras, confeccionar planisferios y otras muchas tareas. Para este trabajo hemos empleado las dos tareas señaladas, la primera para determinar las velocidades de las estructuras con respecto al sistema II y la segunda para confeccionar los planisferios que vienen a ser un resumen de cada campaña. (Figura 1).

## Resultados

Como ya se ha dicho, en 2006 destacó el hecho de que la WOS BA apareciera enrojecida, pero dado el tratamiento diverso que sufren las imágenes que llegan a la Agrupación, es prácticamente imposible realizar un estudio cromático del evento. Así, pues, el trabajo se ha centrado en la cinemática de esta mancha, la de la GRS y el encuentro entre ambas a finales de julio, fuera del periodo de observación.

En la figura 2 se muestra la deriva de BA y de GRS y como su movimiento converge en torno al 22 de julio de 2006. La separación entre ambas manchas es la suficiente como para que su interacción, que existe, apenas perturbe su evolución. Pero en tanto que la mancha BA muestra una velocidad constante, la Mancha Roja hace un quiebro a finales de mayo. Este cambio de velocidad es atribuible a una oscilación en longitud de 90 días de periodo que fue descubierta a finales de los años sesenta (Solberg, 1968). En la figura 3 puede verse la película del encuentro.

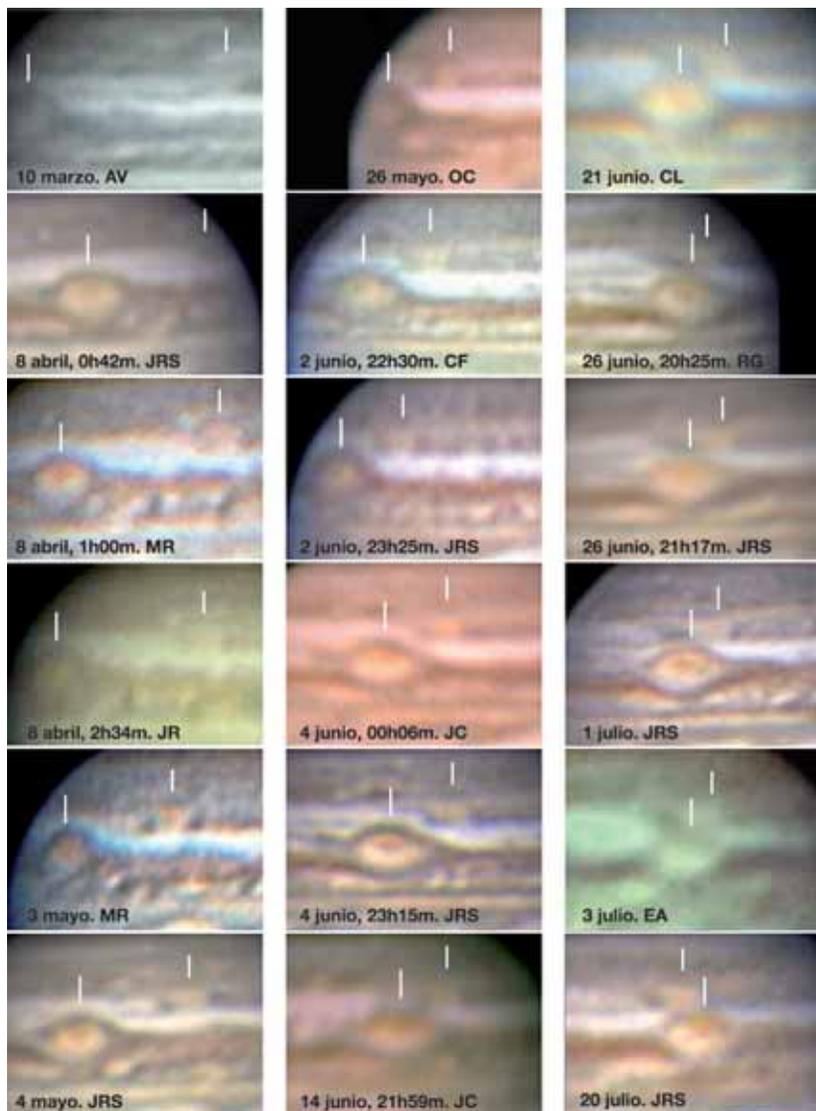


Figura 3. Secuencia de imágenes con el desplazamiento de las manchas BA y Gran Mancha Roja entre el 10 de marzo y el 20 de julio de 2006.

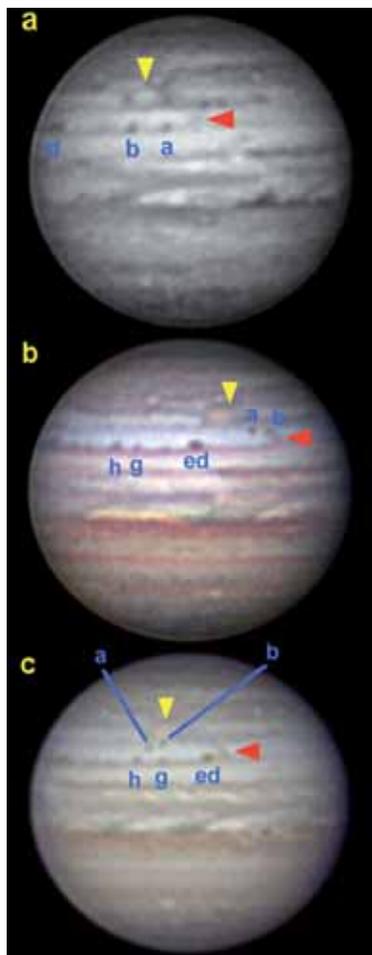


Figura 4. Manchas en la STrZ en 2007. Imágenes de Jordi Ortega. (Ver texto).

La campaña de 2007 se abrió con la presencia de dos perturbaciones en la STrZ. La primera de ellas, seguida por los observadores de la Agrupación, mostraba como proyectaba las manchas oscuras presentes en el sur de la SEB ( $-19^\circ$ ) al norte de la STB ( $-26^\circ$ ). Debido al pequeño tamaño de estas manchas muy pocos observadores las pudieron detectar de forma satisfactoria y útil, por lo que no se han podido obtener medidas a pesar de poder apreciar sus evoluciones (figura 4).

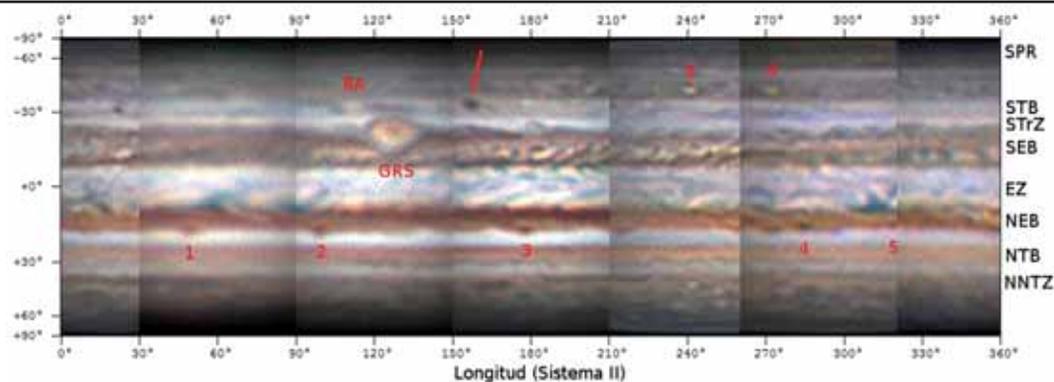


Figura 5. Planisferio construido a partir de imágenes de observadores de la Agrupación en 2008. Aparte de la Gran Mancha Roja y del óvalo BA se indica la situación del óvalo oscuro de la STZ, de las condensaciones oscuras de la NEBn y de dos óvalos blancos en la SSTB.

La presentación de 2008 se extendió desde el 13 de abril hasta el 7 de septiembre, mostrando una gran actividad atmosférica que pudo ser seguida por nuestros astrónomos. Dada la gran actividad habida en el planeta, en este trabajo comentaremos las bandas y zonas de norte a sur. La figura 5 muestra un planisferio creado con las observaciones realizadas en 2008. En su margen derecho se han indicado las abreviaciones oficiales (en inglés) de algunas de las bandas y zonas.

### **Zona templada norte-norte (NNTZ)**

A principios de la campaña de 2008 se observó una gran mancha roja (LRS) en esta región que, con bastante dificultad, pudo ser seguida sólo en cinco imágenes. La latitud media fue de  $42 \pm 1^\circ$ , mientras que la longitud varió de  $95^\circ$  (24 de abril) a  $85^\circ$  (27 de julio) en el sistema II; su velocidad diferencial con respecto a este sistema fue de  $-0,08 \pm 0,02^\circ/\text{día}$ . En la misma latitud se pudo seguir una pequeña mancha clara que varió su longitud de  $43^\circ$  a  $36^\circ$  con una velocidad similar a la mancha rojiza.

### **Banda ecuatorial norte componente norte (NEBn)**

Se pudieron seguir cinco condensaciones rojizas, la primera situada en una longitud media de  $50,4 \pm 1,5^\circ$  y una latitud de  $17,0 \pm 0,5^\circ$ . Su velocidad con respecto al sistema II era de sólo  $-0,02 \pm 0,01^\circ$  por día. La segunda estructura se desplazaba entre las longitudes de  $99^\circ$  a  $112^\circ$  con

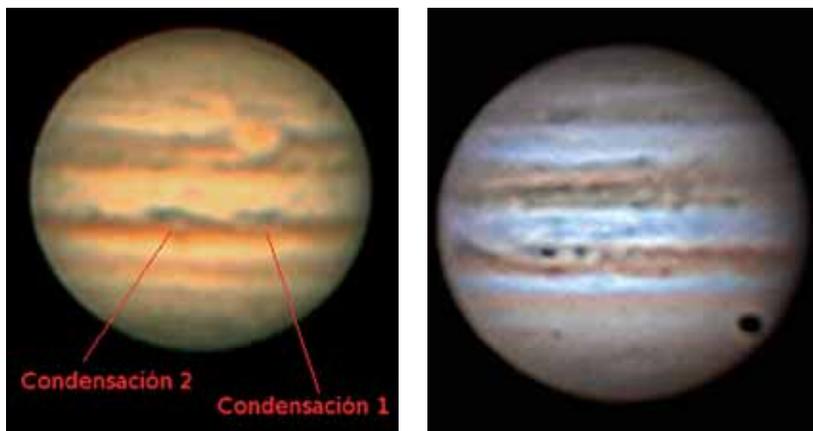


Figura 6 (izquierda). Imagen obtenida por Carles Labordena el 22 de julio de 2008 en la que se indican las dos condensaciones oscuras presentes en el sur de la NEB.

Figura 7 (derecha). Imagen tomada por Jaume Castellà el 7 de septiembre de 2008 en la que destacan las dos manchas oscuras de la banda ecuatorial norte.

una velocidad de  $-0,10 \pm 0,01^\circ$  por día y una latitud media de  $16^\circ 8 \pm 0^\circ 6$ . La tercera se encontraba en una longitud media de  $176,4 \pm 2,4^\circ$ , con una velocidad respecto al sistema II de  $+0,04 \pm 0,02^\circ$  por día y una latitud media de  $17,0 \pm 0,4^\circ$ . La cuarta y la quinta mancha oscura se encontraban relativamente cerca una de otra. Mientras que la cuarta se desplazó de  $290^\circ$  a  $232^\circ$  a una velocidad media de  $-0,36 \pm 0,02^\circ$  por día, en una latitud de  $15,6 \pm 0,7^\circ$ , la quinta lo hizo entre  $315^\circ$  y  $268^\circ$  a una velocidad media de  $-0,43 \pm 0,04^\circ$  por día y a una latitud de  $15,5 \pm 0,4^\circ$ . Destaca la velocidad en torno a cero de las tres primeras y el valor elevado y, a la vez, parejo de las dos últimas.

### **Banda ecuatorial norte componente sur (NEBs)**

Aparecieron varias condensaciones oscuras que se introducían en la zona ecuatorial (norte); en particular se siguió la que el 22 de julio de 2008 empezaba a apreciarse de forma clara en la imagen tomada por Carles Labordena (figura 6) y en la que está señalada como condensación 1. A partir de las medidas realizadas en 12 imágenes se ha establecido una velocidad de rotación, con respecto al sistema II de  $-7,56 \pm 0,06^\circ$  por día, lo que la hace dar una vuelta completa en un mes y medio.

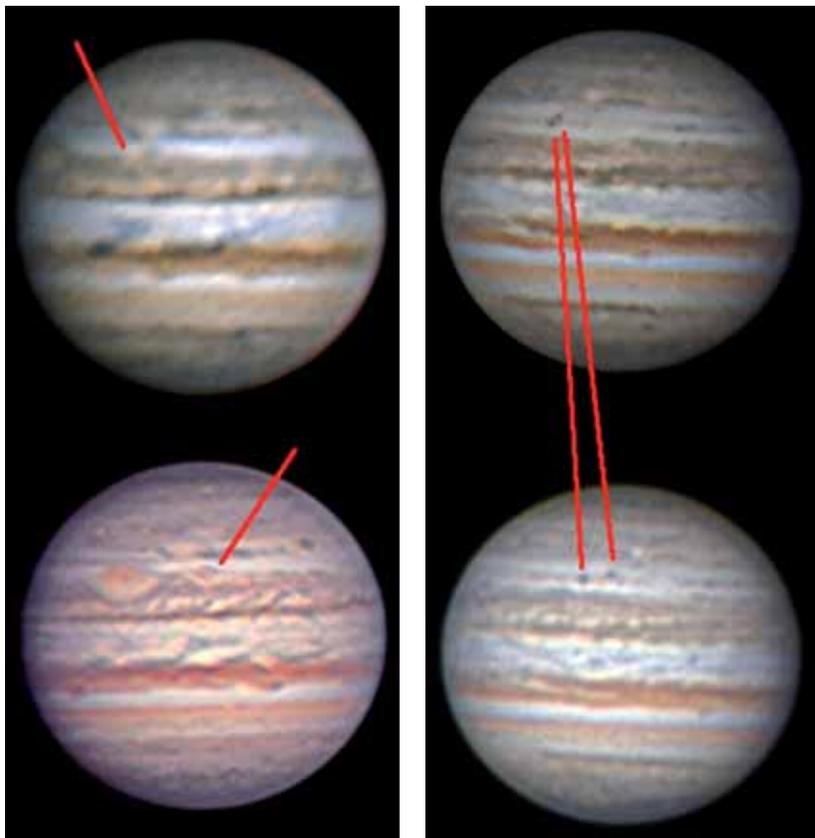


Figura 8 (izquierda). Imágenes tomadas por Jaume Castellà (superior) el 15 de abril de 2008 y por Jesús R. Sánchez (inferior) el 23 de mayo. Se ha indicado la posición de la mancha roja que apareció en la misma latitud que la GRS y que a principios de julio fue absorbida parcialmente por ésta.

Figura 9 (derecha). Imágenes de Jordi Ortega (superior) tomada la noche del 12 al 13 de agosto de 2008 y de Jesús R. Sánchez (inferior) tomada el día 15. En ambas se aprecian los dos óvalos oscuros que se separan a gran velocidad.

En las imágenes obtenidas por Jaume Castellà el 7 de septiembre de 2008 (figura 7) puede apreciarse la aparición de dos manchas oscuras en la misma latitud que la condensación seguida y que habían provocado una importante modificación en la componente sur de la NEB. En un principio se supuso que podía haberse tratado de la evolución de la

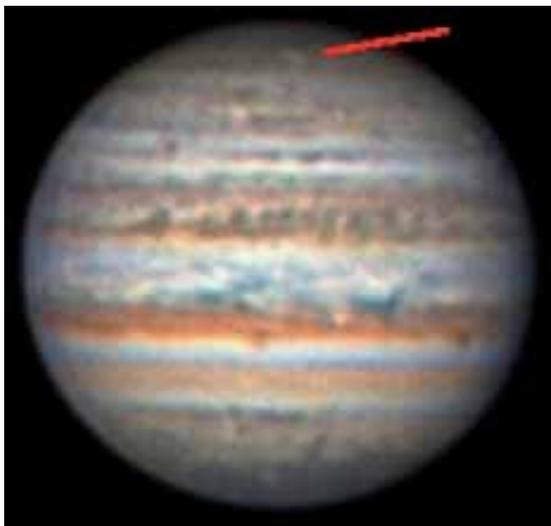


Figura 10. Imagen obtenida por Jesús R. Sánchez el 29 de julio de 2008 en la que puede apreciarse el óvalo claro situado en la región polar sur.

misma, pero más tarde se comprobó que había aparecido en longitudes mayores a las que correspondía la condensación. En concreto a  $231,1 \pm 0,2^\circ$  y  $241,5 \pm 0,4^\circ$  (Sistema II).

### **Banda ecuatorial sur (SEB)**

Al finalizar la campaña de 2007, esta banda mostraba una deformación o pérdida de grosor en las longitudes previas a la Gran Mancha Roja (GRS). En 2008 recuperó su grosor, pero siguió presentando una intensa actividad, debido a que en esa zona, pero en su lado norte, apareció una perturbación.

La GRS se desplazó de  $123^\circ$  a  $129^\circ$ , a una velocidad de  $+0,03 \pm 0,01^\circ$  por día y una latitud media de  $-21 \pm 1^\circ$ . En muchas imágenes es posible apreciar cierta estructura de tonalidades grises-azuladas en el interior de este vórtice, desde el centro, más oscuro y rojizo, a la periferia. Las estructuras son estiradas en su interacción con el borde sur de la SEB. Pero quizás lo más destacable fue la mancha, también roja, que fue observada a principios de la temporada de 2008 en latitudes superiores a la de la GRS. Esta nueva mancha tenía una gran velocidad ( $2,4^\circ$  por día) que la hizo colisionar con

la GRS en julio y ser absorbida en parte. Su detección fue difícil al ser una estructura relativamente pequeña, pero imágenes de Jaume Castellà (15 de abril) y Jesús R. Sánchez (23 de mayo) la mostraron antes del encuentro con la GRS. (Figura 8).

### **Zona tropical sur (STrZ)**

En la noche del 12 al 13 de agosto de 2008, Jordi Ortega registró la presencia de dos pequeñas manchas oscuras muy juntas en el centro de la STrZ, separadas  $3,7^\circ$ . El día 15, sólo tres días después, Jesús R. Sánchez las registraba con una separación de  $9,6^\circ$ . Las imágenes obtenidas con posterioridad no registraron estos detalles que precisaban de una buena resolución para poderlos captar. Con anterioridad se apreció una sola mancha oscura. La mancha más meridional del doblete parecía proceder de la mancha original, pues su latitud prácticamente se mantuvo (de  $-31,1^\circ$  a  $-31,0^\circ$ ), mientras que la septentrional se encontraba en  $-28,3^\circ$ . Por lo que respecta a las velocidades, la situada al sur mostraba una velocidad media con respecto al sistema II de  $+0,28^\circ$  por día, mientras que en la norte era de  $-2,05^\circ$  por día. Parece detectarse un efecto de acción y reacción entre ambas manchas (figura 9).

No tan destacable fue la presencia de una pequeña mancha blanca visible en la segunda quincena de junio a una longitud de  $45,3 \pm 0,8^\circ$  (sistema II) y una latitud de  $-30,4 \pm 0,8^\circ$ .

### **Banda templada sur (STB)**

En esta banda destacaba la mancha BA que, nuevamente, se encontró con la GRS. Seguía teniendo una cierta coloración anaranjada, aunque no tan intensa como la GRS. Con una velocidad de  $-0,48 \pm 0,01^\circ$  por día se encontró con la GRS en torno al 30 de junio de 2008. Su latitud media era de  $-33,2 \pm 0,9^\circ$ . En torno a la BA se apreciaban deformaciones de la STB que interaccionaron con la GRS en su conjunción.

Una mancha muy oscura se desplazaba en dirección a la GRS, pero a una latitud más meridional,  $-33,6 \pm 0,9^\circ$ . Pasó de  $216^\circ$  de longitud en abril de 2008 a  $140^\circ$  en septiembre a una velocidad diferencial de  $-0,57 \pm 0,03^\circ$  por día con respecto al sistema II.

Su encuentro con la GRS debería ocurrir durante la conjunción del planeta con el Sol en 2009, por lo que en la siguiente temporada quizás se podrán ver sus efectos.

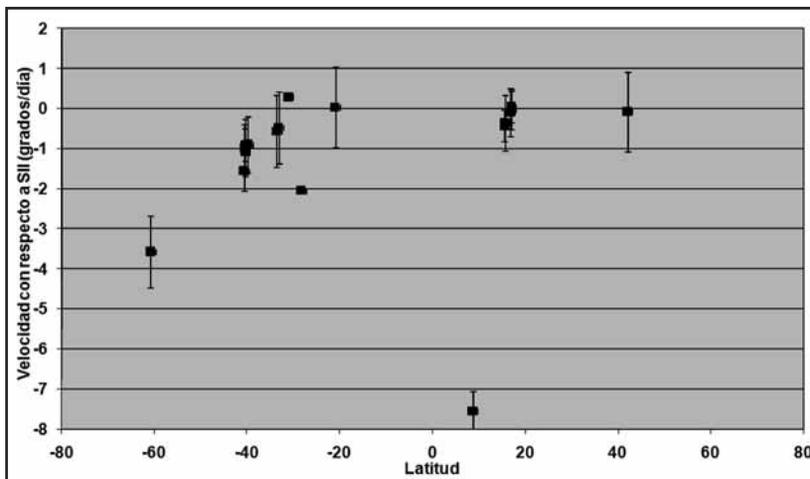


Figura 11. Velocidad de rotación con respecto al Sistema II en función de la latitud. En este gráfico se han dibujado todas las estructuras citadas en el texto.

### Banda templada sur-sur (SSTB)

En esta banda apareció un rosario de óvalos claros de los que seis de ellos fueron registrados por nuestros observadores. El primero se desplazó desde una longitud de  $72^\circ$  a  $9^\circ$  a una velocidad de  $-0,90 \pm 0,02^\circ$  por día en una latitud de  $-39,8 \pm 0,7^\circ$ . El segundo se desplazó de  $126^\circ$  a  $27^\circ$  con una velocidad de  $-0,99 \pm 0,01^\circ$  por día en una latitud de  $-40,6 \pm 0,6^\circ$ . El tercero de  $268^\circ$  a  $139^\circ$  con una velocidad de  $-0,91 \pm 0,02^\circ$  por día en la latitud de  $-40,4 \pm 0,4^\circ$ . El cuarto de  $332^\circ$  a  $236^\circ$  con una velocidad de  $-0,96 \pm 0,02^\circ$  por día en  $-40,4 \pm 0,7^\circ$ . El quinto de  $360^\circ$  a  $280^\circ$  con una velocidad de  $-1,09 \pm 0,16^\circ$  por día en  $-40,4 \pm 0,6^\circ$ , y el sexto de  $355^\circ$  a  $307^\circ$  con una velocidad de  $-1,56 \pm 0,10^\circ$  por día a una latitud de  $-40,7 \pm 0,5^\circ$ .

Como puede verse, todos estos óvalos claros estaban situados en una latitud media de  $40,4^\circ$  y tenían velocidades relativamente altas que indicaban la presencia de la corriente templada sur-sur (SSTC).

### Región polar sur (SPR)

Finalmente cabe destacar la presencia de una mancha blanca (figura 10) en la región polar sur que pudo ser seguida desde el 17 de julio de 2008 hasta el 12 de agosto entre las longitudes  $131^\circ$  a  $55^\circ$ , con una velocidad

media con respecto al sistema II de  $-3,57 \pm 1,08^\circ$  por día y una latitud media de  $-60,8 \pm 0,9^\circ$ .

A modo de resumen del trabajo realizado en 2008, la figura 11 muestra el perfil de velocidades registrado de acuerdo con el movimiento de las distintas estructuras señaladas en el texto, perfil que puede compararse con el obtenido por otros autores.

## **Bibliografía**

Casas, R., *Astrum* 190, 28-34 (2006).

Casas, R., *Astrum* 197, 30-32 (2007).

Solberg, H. G. jr., *Icarus* 8, 82-89 (1968).