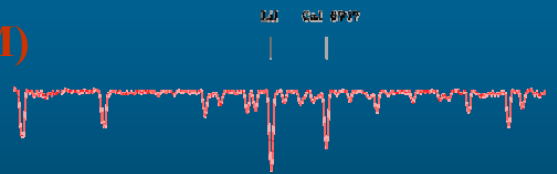
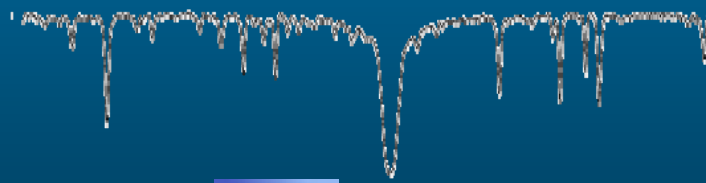


Observaciones de estrellas en el entorno solar: preparación de la muestra Darwin



David Montes (UCM)






Red Española de Planetas – 30 enero 2006

Observaciones de estrellas en el entorno solar: preparación de la muestra Darwin

 <p>Universidad Complutense Madrid</p>	<p><i>Dpto. Astrofísica, Facultad de Físicas</i> <i>Universidad Complutense de Madrid, UCM</i></p>	<p>David Montes, Raquel M. Martínez, Jesús Maldonado</p>
 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID</p>	<p><i>Grupo Astrofísica, Facultad de Ciencias</i> <i>Universidad Autónoma de Madrid, UAM</i></p>	<p>Carlos Eiroa</p>
 <p>LAEFF</p>	<p><i>LAEFF (Laboratory for Space Astrophysics and Theoretical Physics)</i></p>	<p>Benjamín Montesinos, Enrique Solano</p>
 <p>IEEC</p>	<p><i>Institut d'Estudis Espacials de Catalunya</i></p>	<p>Ignasi Ribas</p>
 <p>esa ESO Leiden, INAF</p>	<p><i>ESA</i> <i>ESO</i> <i>Leiden, INAF</i></p>	<p>M. Fridlund, A. Stankov, A. Quirrenbach, F. Paresce, A. Richini, M. Kasper, M. van den Ancker, A. Heras, R. Liseau</p>

Observaciones de estrellas en el entorno solar: preparación de la muestra Darwin

 <p>Universidad Complutense Madrid</p>	<p><i>"Caracterización espectroscópica y cinemática de las estrellas frías de la vecindad solar"</i></p> <p>MEC (AYA2005 - 02750)</p>	<p>IP: David Montes</p>
--	---	-------------------------

 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID</p> 	<p><i>" De estrellas a planetas: I) Actividades científicas precursoras de la misión Darwin, II) Discos protoplanetarios"</i></p> <p>MEC (AYA2005 - 00954)</p>	<p>IP: Carlos Eiroa</p>
---	--	-------------------------



La misión espacial Darwin



- Objetivos:

- Búsqueda de planetas tipo Tierra alrededor de estrellas cercanas (tipos F, G y K)
- Estudiar las propiedades físicas y químicas de las atmósferas de estos planetas.
- Realizar planetología comparada relacionando la propiedades de los planetas con las de sus estrellas huésped.
- Analizar las posibles características espectroscópicas de vida en sus atmósferas.

- Muestra preliminar de estrellas basada en Hipparcos

ESA Terrestrial Exoplanet-Scientific Advisory Team (TE-SAT)

Estrellas F, G, K observables por Darwin

Criterios de selección:

- Estrellas de la vecindad solar (distancia < 25 pc) ($\pi > 40$ mas según Hipparcos)
- Tipos espectrales F, G, K y M con clase de luminosidad V y IV/V
- En un cono de $\pm 45^\circ$ del plano de la eclíptica

74 F

143 G

288 K

- Estrellas relativamente aisladas
(sin planetas, componentes estelares ($d < 5''$), material circumestelar)
- Propiedades de la atmósfera de planeta (radiación de la estrella)
propiedades estelares (edad, actividad, variabilidad, etc..)

51 F

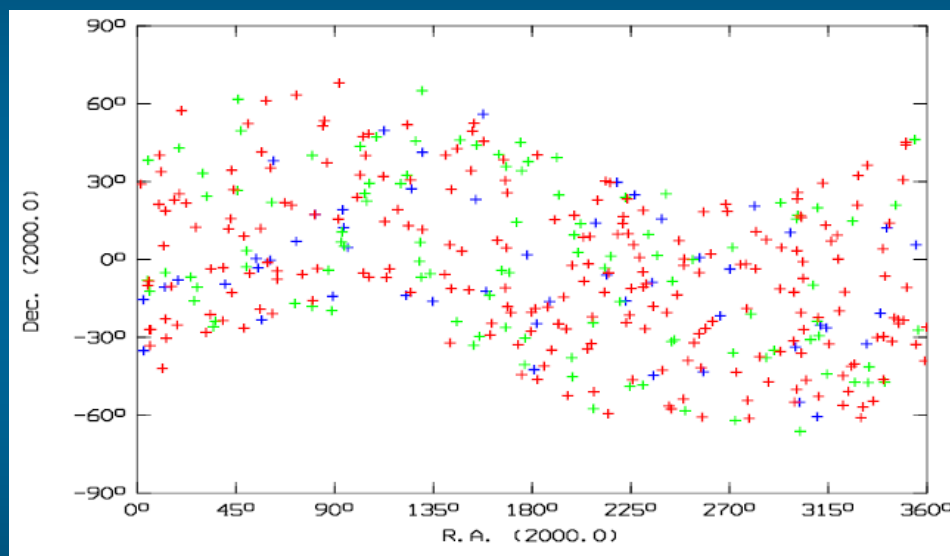
103 G

237 K

01/02/2006

5

Estrellas F, G, K observables por Darwin



01/02/2006

6

Estrellas F, G, K observables por Darwin

Catálogos y exploraciones existentes:

http://www.ucm.es/info/Astrof/irvest/actividad/cool_NS.html

Las estrellas frías de la vecindad solar / Cool stars in the solar Neighborhood

► **Catálogos y exploraciones / Catalogs and surveys**

- [Stars within 25 pc of the Sun](#) (Woolley et al. 1970)
- [CNS3, Catalogue of Nearby Stars, Preliminary 3rd Version](#) (Gliese & Jahreiss 1991)
- [CNS3R \(CNS3 Revised Version of 1998\)](#) Available only at ARI Database for Nearby Stars (ARI, Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg)
- [NStars, Nearby Stars Project](#) (NASA/JPL Nstars project)
 - [NStars Database](#)
 - [NStars Spectra](#) (Appalachian State University)
 - Contributions to the Nearby Stars (NStars) Project:
[Spectroscopy of Stars Earlier than M0 within 40 parsecs: The Northern Sample I](#) (R.O. Gray et al., 2003, AJ, 126, 2048) **NEW**
 - [Spectroscopy in the Local Neighborhood](#) (Warner and Swasey Obs.) **NEW**
 - [Stars within 15 parsecs: Abundances for a northern sample](#) (Luck & Heiter, 2005, AJ, 129, 1063) **NEW**
- [NEXXUS - The ROSAT Database for Nearby X-Ray and extreme UV emitting Stars](#) (Schmitt & Liefke, 2004, A&A, 417, 651) **NEW**
- [SolStation.com](#)
 - [Notable nearby stars](#)
- [RECONS \(Research Consortium on Nearby Stars\)](#)

The Solar Neighborhood

- [The Geneva-Copenhagen survey of the Solar neighbourhood](#)
 - [Ages, metallicities, and kinematic properties of ~14 000 F and G dwarfs](#) (Nordström B., et al., 2004, A&A 418, 989) **NEW**
 - [Milky Way Past Was More Turbulent Than Previously Known](#) (ESO, 6 Abril 2004) **NEW**

Estrellas F, G, K observables por Darwin

Observaciones espectroscópicas ya disponibles:

- **S⁴N: A Spectroscopic Survey of Stars in the Solar neighborhood - The Nearest 15 pc**
(Allende Prieto C., et al., 2004, A&A 420, 183)
- **Nearby stars of the Galactic disk and halo III.**
(Fuhrmann, K., 2004, AN, 325, 3)
- **Nearby young stars**
(Wichmann, Schmitt, & Hubrig, 2003, A&A 399, 983)
- **Spectroscopic Properties of Cool Stars (SPOCS). I. 1040 F, G, and K Dwarfs from Keck, Lick, and AAT Planet Search Programs**
(Valenti & Fischer, 2005, ApJS, 159, 141)

Estrellas F, G, K observables por Darwin

- Estrellas frías en grupos cinemáticos jóvenes

(Montes et al. 2001, MNRAS 328, 45; López-Santiago 2005 PhD; López-Santiago et al. 2006, ApJ)

- Espectros *echelle* de alta resolución (0.1-0.3 Å)
- Observaciones (11 campañas 1999 – 2002)



• 2.2m-FOCES 1999/07

• NOT-SOFIN 1999/11



• INT-MUSICOS 2000/01

• INT-MUSICOS 2000/08



• NOT-SOFIN 2000/11

• 2.2m-FOCES 2001/09

• TNG-SARG 2001/10



• HET-HRS 2001/12

• 2.2m-FOCES 2002/04

• 2.2m-FOCES 2002/07

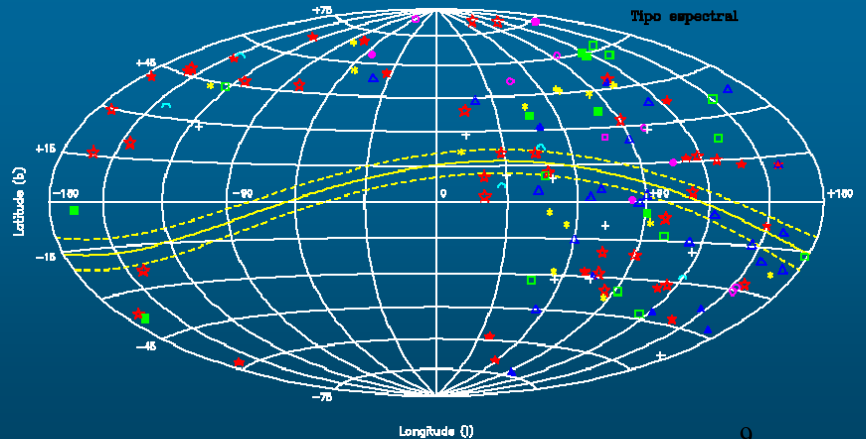
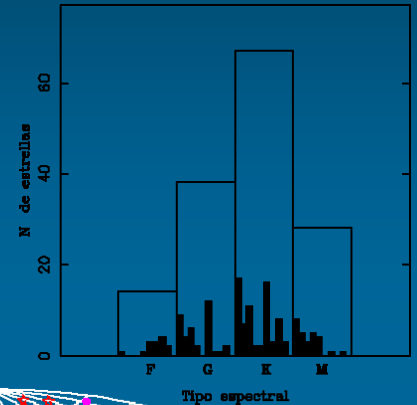


• NOT-SOFIN 2002/08

- 150 estrellas observadas

01/02/2006

http://www.ucm.es/info/Astrof/invest/actividad/skg/skg_SS.html



9

Estrellas F, G, K observables por Darwin

Dirección http://www.ucm.es/info/Astrof/invest/actividad/skg/skg_55.html

Spectroscopic Survey of Late-type Stars in Young Stellar Kinematic Groups

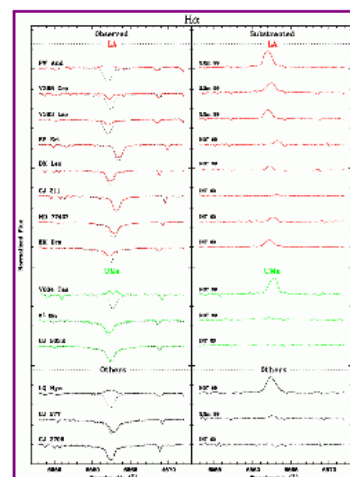
David Montes, Javier López Santiago, et al. Dpto Astrofísica, UCM

We describe here our ongoing high-resolution spectroscopic survey of single late-type stars identified in Paper I (Montes et al. 2001, MNRAS 328, 45) as members of *young stellar kinematic groups* (SKG) (Local Association (20 - 150 Myr), Ursa Mayor group (300 Myr), Hyades supercluster (600 Myr), IC 2391 supercluster (35 Myr) and Castor Moving Group (200 Myr)) or as other young disk stars.

Information about this spectroscopic study can be found in Montes et al. 2001, A&A 379, 976; Montes et al. 2002, 12th Cool SSS; Montes & López-Santiago, 2003, Kluwer Acad. Pub., p. 293; López-Santiago, et al., 2003, A&A, 411, 489; López-Santiago & Montes, 2004, Calar Alto Newsletter N.7; López-Santiago 2005, Ph.D. thesis, UCM; López-Santiago, et al. 2006, ApJ, in press; López-Santiago et al. 2006, in preparation.

The spectra and derived parameters database will be publicly released in these pages.

1. High resolution echelle spectra.
2. List of observed stars.
3. Spectral type and luminosity class.
4. Radial velocity.
5. Rotational velocity ($v \sin i$).
6. Lithium (LiI 6707.8 Å) EW.
7. Chromospheric activity.
8. Flare stars



Estrellas F, G, K observables por Darwin

Librerías de espectros ya disponibles:

- The ELODIE archive An on-line database of high-resolution stellar spectra
(Moultaka J., Ilovaisky S.A., Prugniel Ph., Soubiran C., 2004, PASP, 116, 693)
- A Library of High-Resolution Spectra of Stars across the Hertzsprung-Russell Diagram
(Bagnulo S., et al., 2003, The Messenger 114, 10) UVES Paranal Observatory Project (POP)
- GAUDI: The COROT Ground-based Asteroseismology Uniform Database Interface (LAEFF)
- Library of flux-calibrated echelle spectra of southern late-type dwarfs with different activity levels
(Cincunegui C., and Mauas P.J.D., 2004, A&A, 414, 699)
- High-Dispersion Spectra Collection of Nearby F--K Stars at Okayama Astrophysical Observatory: A Basis for Spectroscopic Abundance Standards
(Takeda Y., et al., 2005, PASJ 57, 13)
- NStars, Nearby Stars Project (NASA/JPL Nstars project)
Spectroscopy in the Local Neighborhood (Warner and Swasey Obs.)
Stars within 15 parsecs: Abundances for a northern sample (Luck & Heiter, 2005, AJ, 129, 1063)

01/02/2006

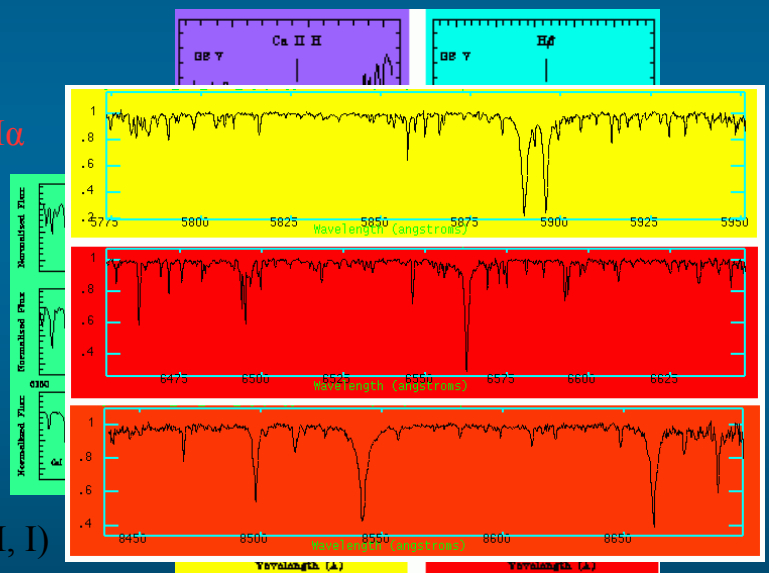
11

Estrellas F, G, K observables por Darwin

Librerías de espectros estelares (Montes et al. 1997, 1998, 1999)

• Espectros de estrellas frías (F, G, K, M)

- **I. (Montes et al. 1997)**
resolución intermedia (0.2-3 Å)
CaII H&K, H β , NaI D₁, D₂ & HeI D₃, H α
170 espectros, 116 estrellas (V, IV, III)
- **II. (Montes & Martín 1998)**
alta resolución (0.09-0.19 Å)
echelle (4800 – 10600 Å)
105 espectros, 83 estrellas (V)
- **III. (Montes, Ramsey & Welty 1999)**
resolución intermedia (0.5 Å)
echelle (3900 – 9000 Å)
345 espectros, 130 estrellas (V, IV, III, II, I)



01/02/2006

12

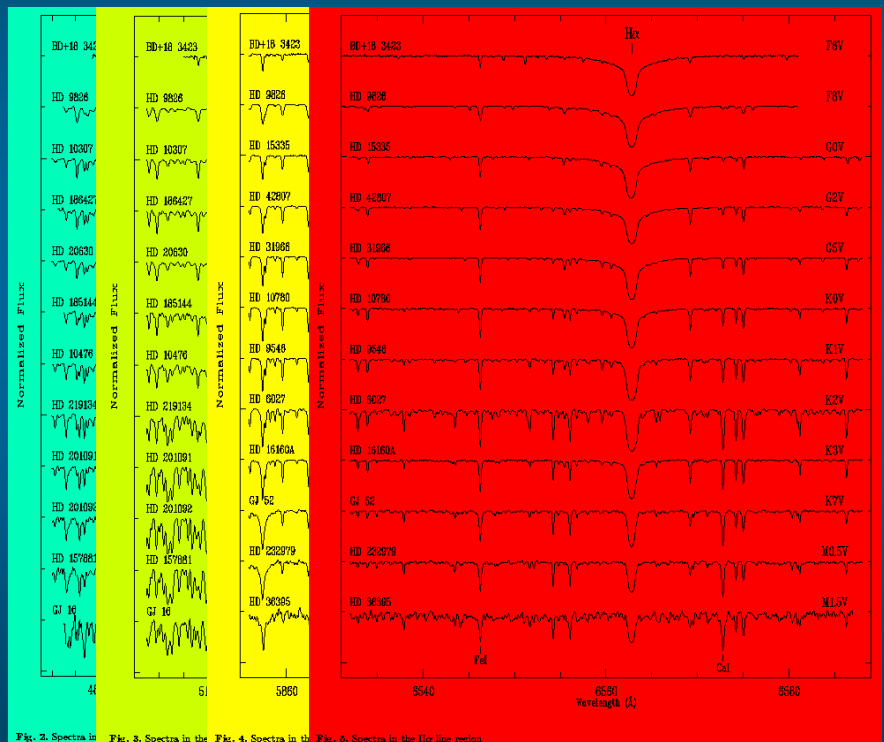
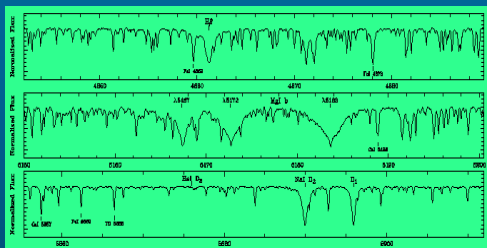
Estrellas F, G, K observables por Darwin

Librerías de espectros estelares (Montes et al. 1997, 1998, 1999)

- **II. (Montes & Martín 1998)**
alta resolución (0.09-1.19 Å)
UES/WHT

echelle (4800 – 10600 Å)

105 espectros,
83 estrellas (V)



01/02/2006

13

Estrellas F, G, K observables por Darwin

De las 74 F

- 12 en algún grupo cinemático o YD
- 13 observadas (survey + librerías)
- 21 total observas (+ otras librerías) = 28%

De las 143 G

- 27 en algún grupo cinemático o YD
- 29 observadas (survey + librerías)
- 57 total observas (+ otras librerías) = 40%

De las 288 K

- 49 en algún grupo cinemáticos o YD
- 29 observadas (survey + librerías)
- 47 total observas (+ otras librerías) = 16 %

01/02/2006

14

Observaciones Espectroscópicas

- Espectros *echelle* de alta resolución
(0.1-0.3 Å) R: 40000 - 50000
- 4 campañas 2005 – 2006
- Estrellas del Norte



- Calar Alto 2.2m-FOCES 6 noches (23 - 28 julio 2005) 95% (80 estrellas)



- La Palma TNG-SARG 4 noches (11 - 14 noviembre 2005) 0%



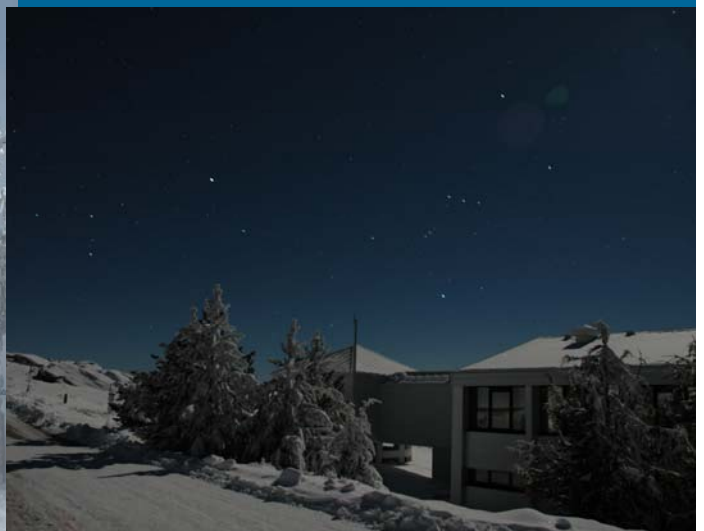
- Calar Alto 2.2m-FOCES 9 noches (8 - 16 enero 2006) 20% (38 estrellas)



- La Palma TNG-SARG 2 medias noches (18 - 19 febrero 2006) ?%

01/02/2006

15



Observaciones espectroscópicas



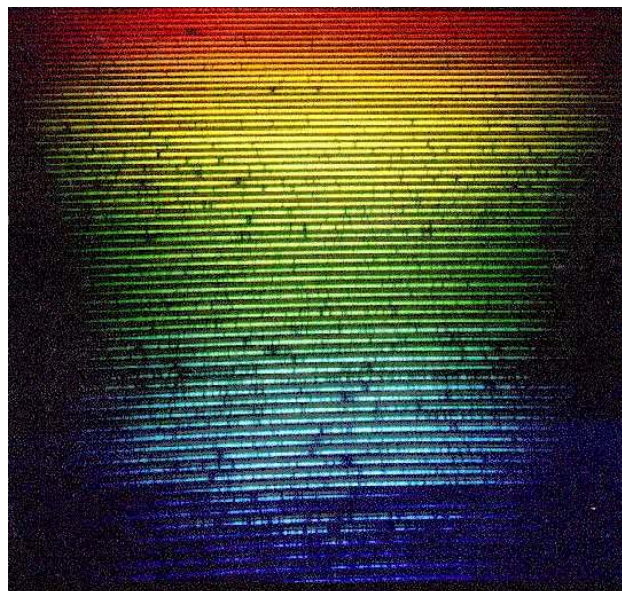
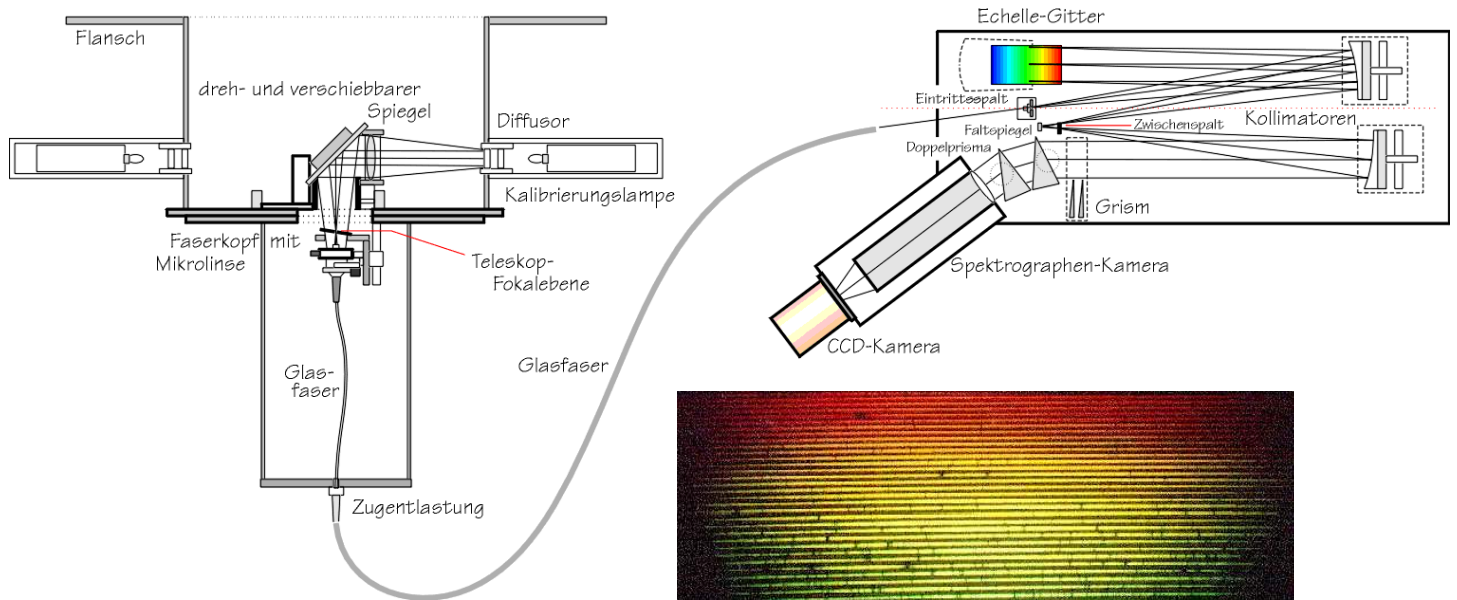
• Calar Alto 2.2m-FOCES 6 noches (23 - 28 julio 2005) 95% (80 estrellas)

FOCES (Fibre Optic Cassegrain Echelle Spectrograph)



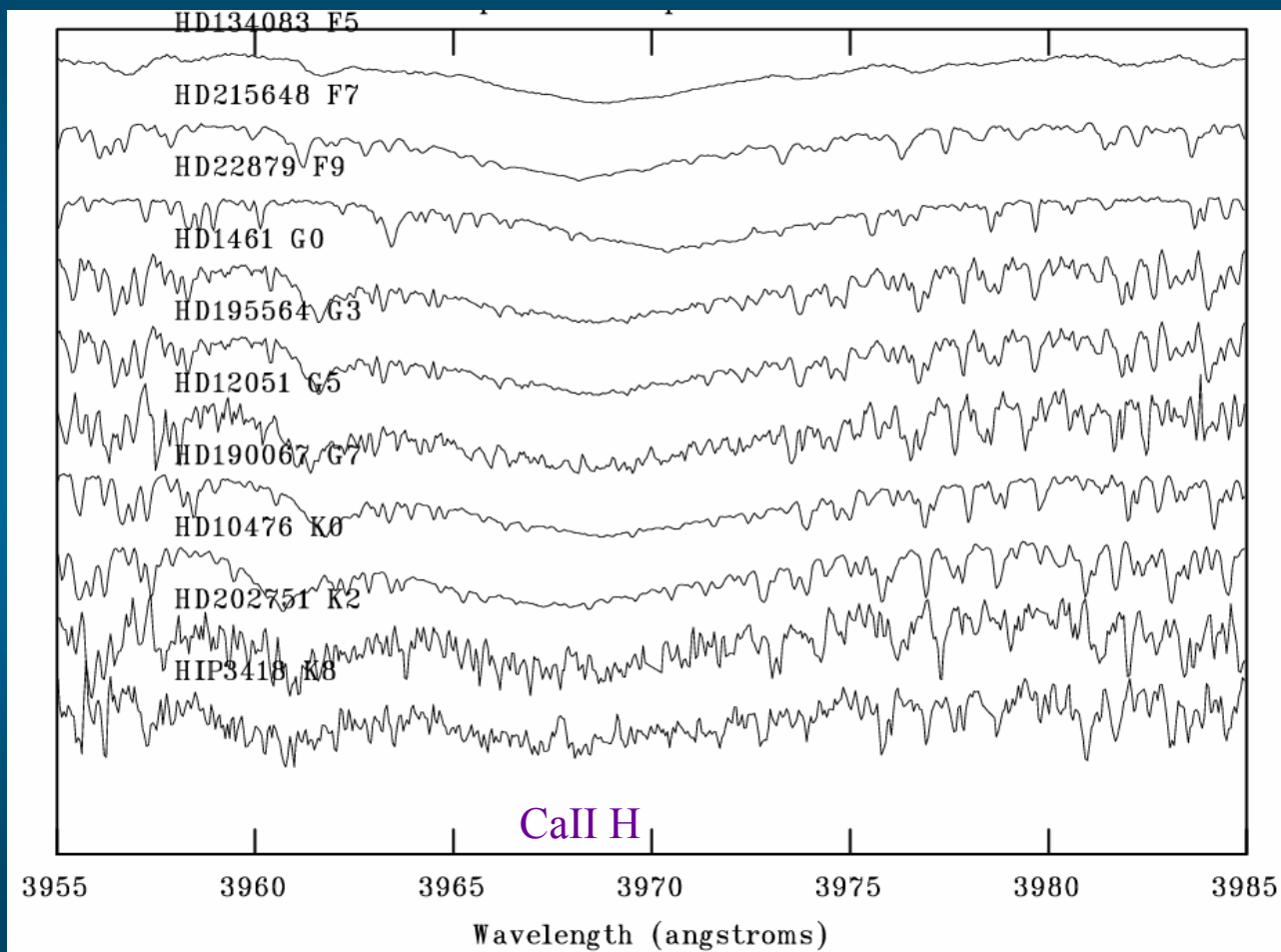
01/02/2006

FOCES (Fibre Optic Cassegrain Echelle Spectrograph)

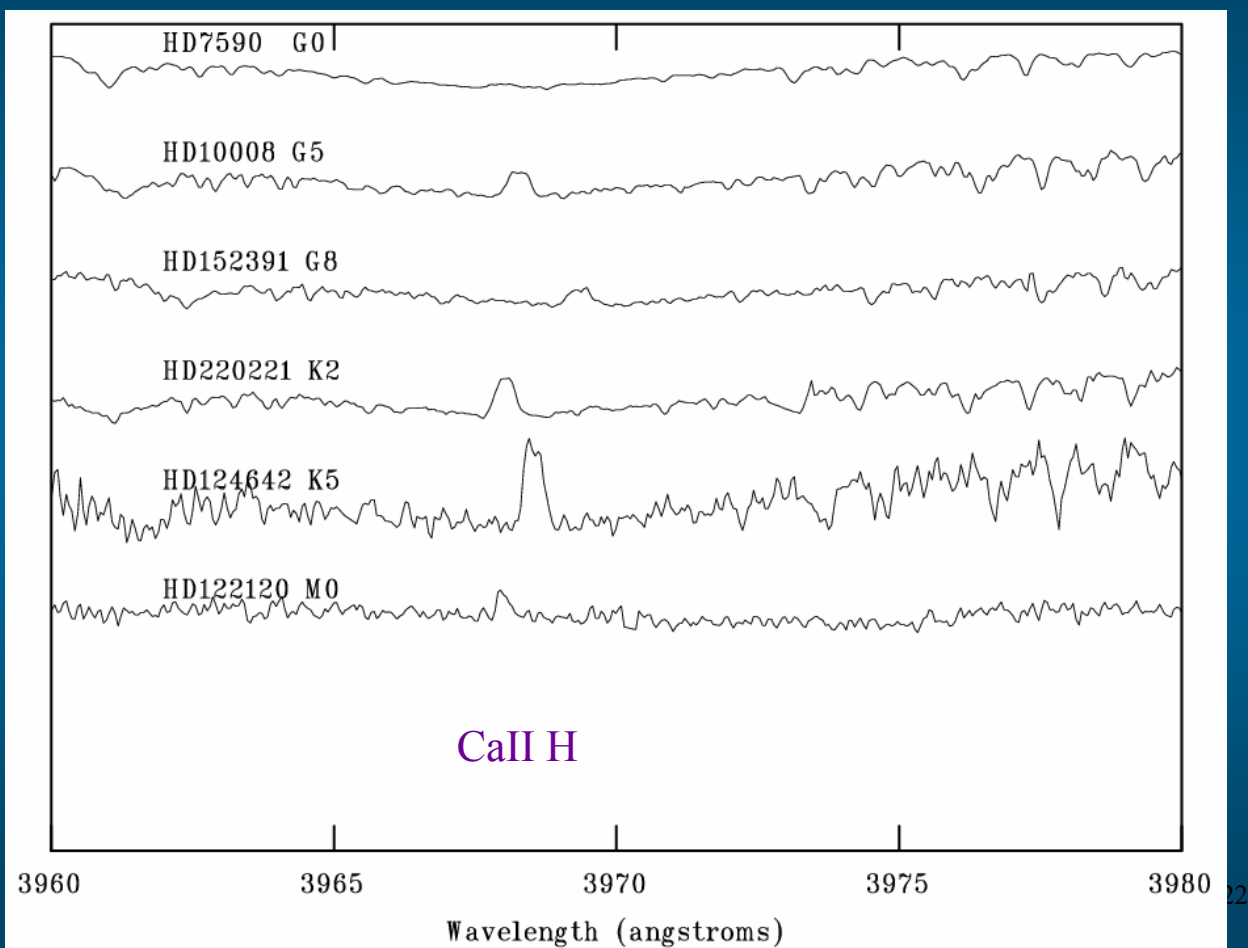


01/02/2006

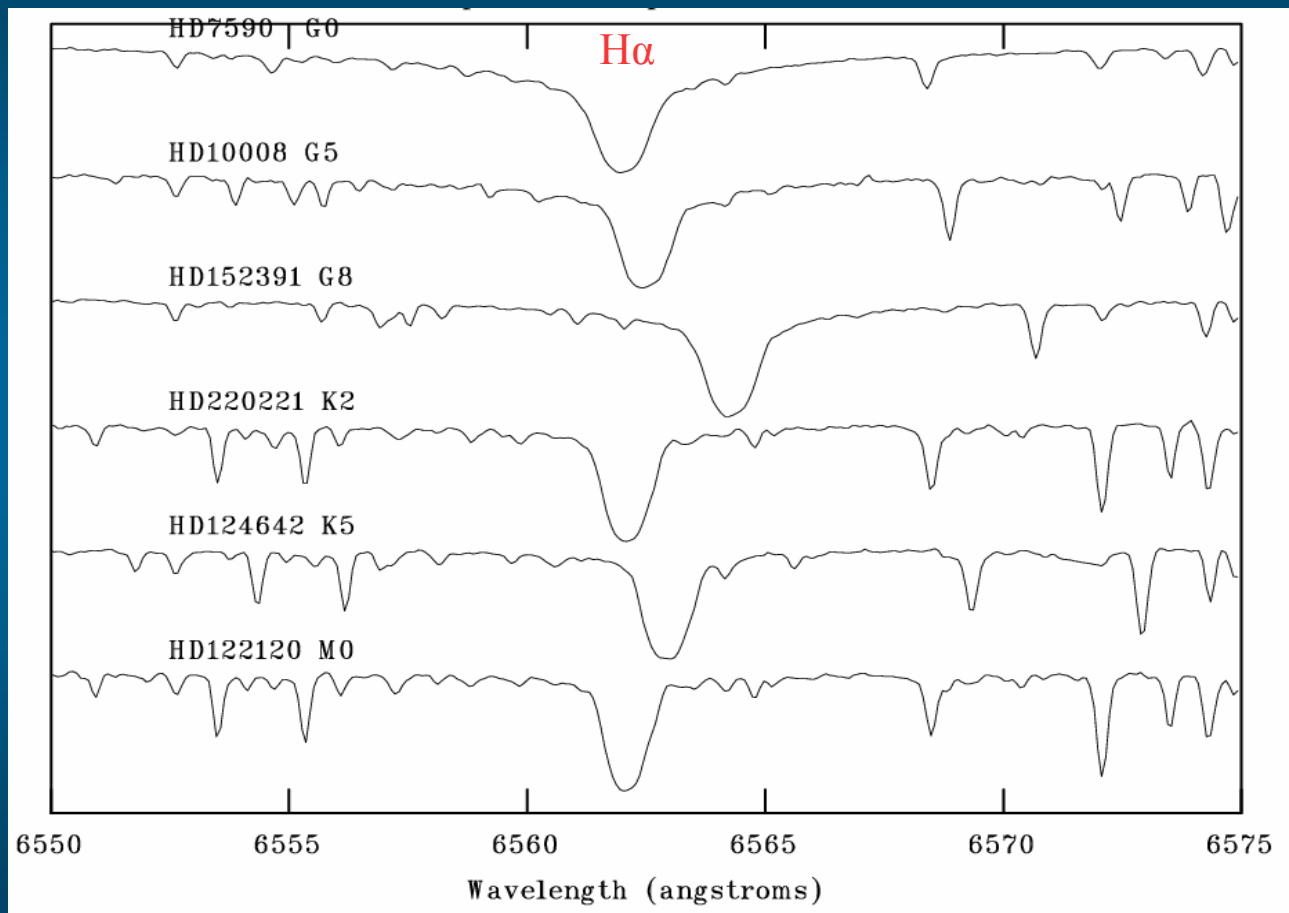
Espectros reducidos FOCES 05 y 06 **Estrellas No Activas**



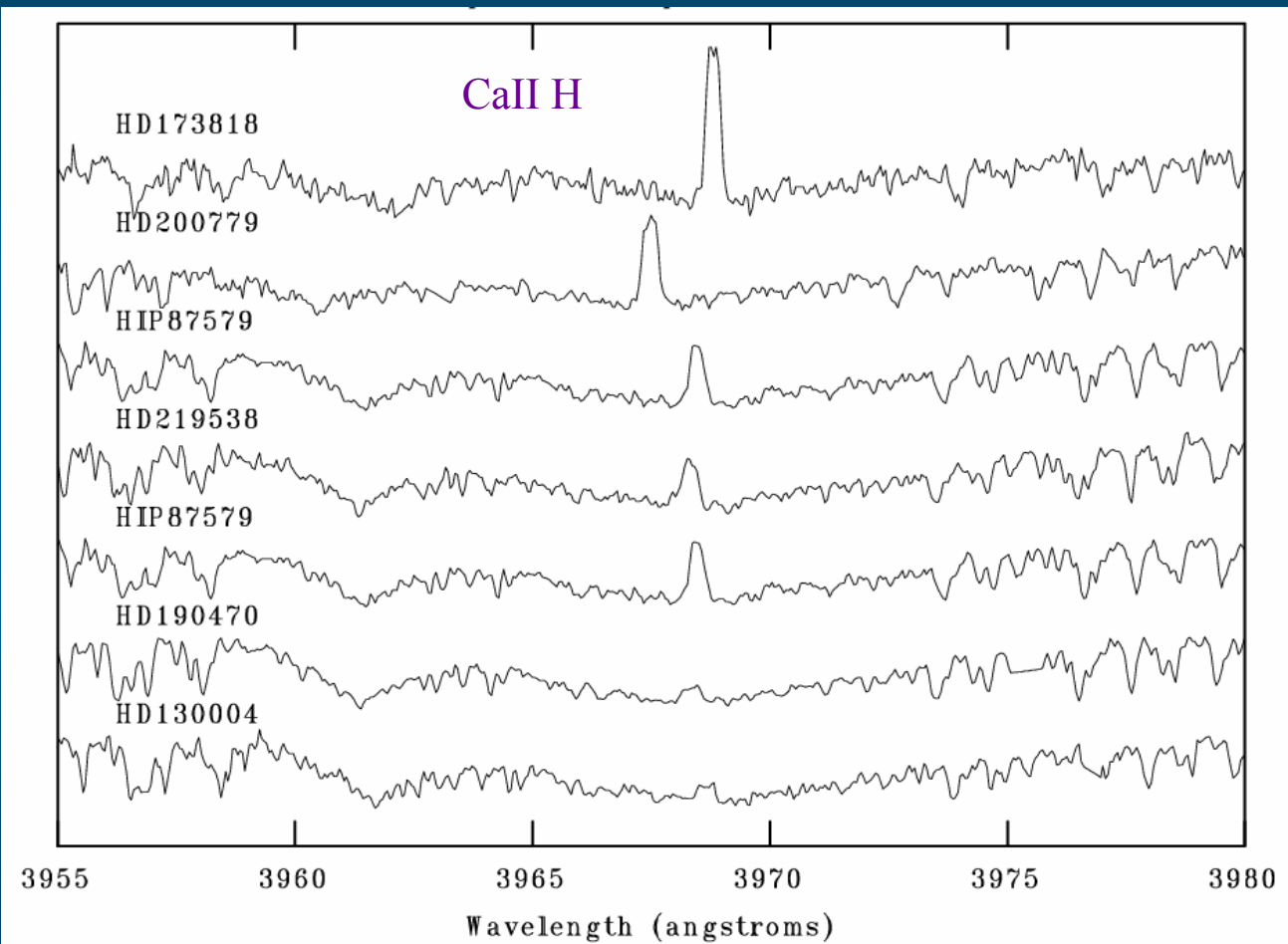
Espectros reducidos FOCES 05 y 06 **Estrellas Activas**

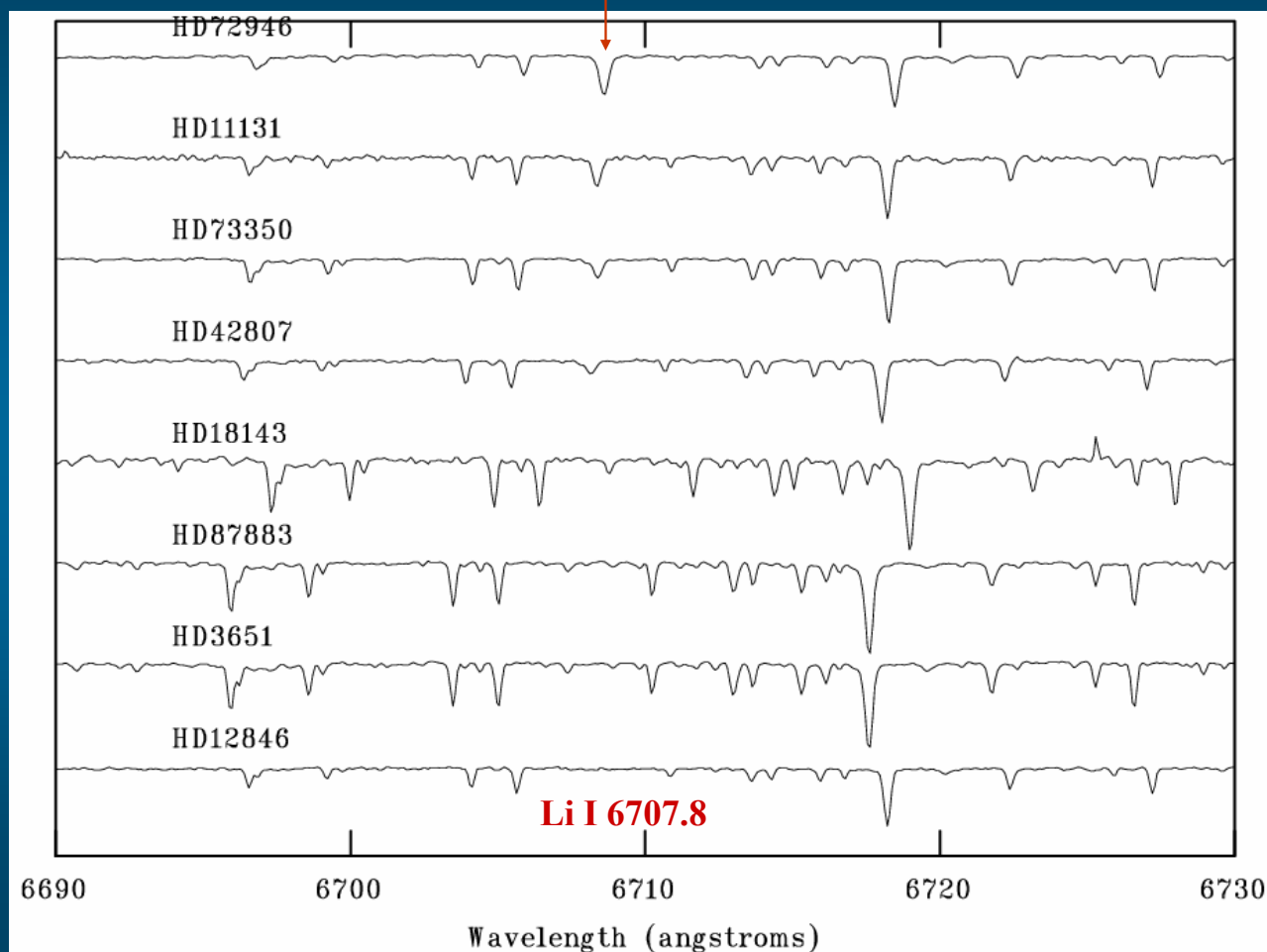


Espectros reducidos FOCES 05 y 06 **Estrellas Activas**



Espectros reducidos FOCES 05 y 06 **Estrellas Activas**

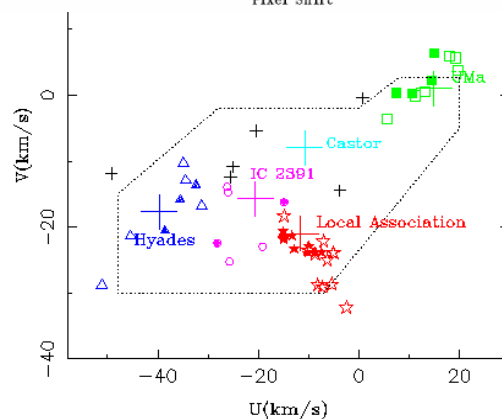
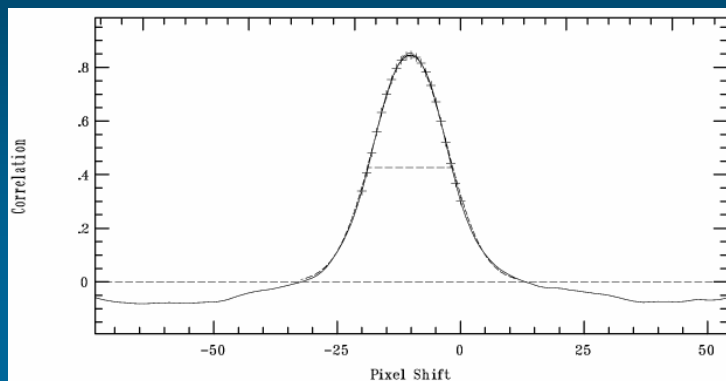




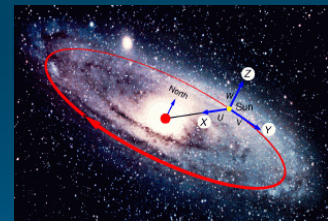
Análisis espectroscópico

➤ Cinemática:

- Velocidad radial (V_r)
 - correlación cruzada * std V_r
 - posición del max de la CCF
- Paralajes y movimientos propios. (Hipparcos, Tycho 2)
- Componentes de velocidad galáctica: (U, V, W)



Grupos Cinemáticos Estelares



• Grupo de movimiento (Supercúmulo)

Grupo de estrellas no ligado gravitacionalmente que comparte la misma cinemática.

• Origen:

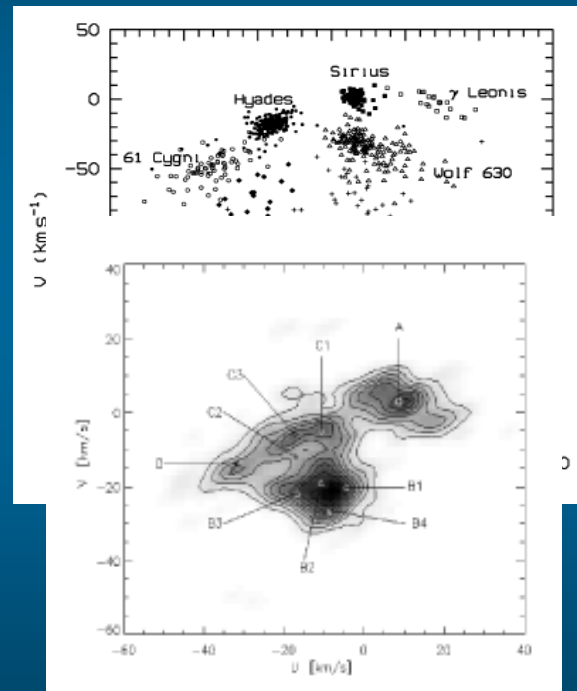
- Evaporación de cúmulos abiertos.
- Disolución de grandes complejos estelares.
- Yuxtaposición de pequeños brotes formación estelar

• Diagrama de Boettlinger:

- (U, V) y (U, W)
- Rotación galáctica.
- Calentamiento del disco.

• Estudios con datos de HIPPARCOS:

- Confirman la existencia de MG.
- Mayor dispersión de velocidad.
- Subestructuras dentro de los MG clásicos

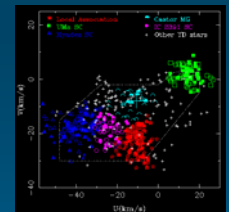


01/02/2006

Montes et al., 2001, MNRAS 328, 45

27

Grupos Cinemáticos Jóvenes



- Grupos con edades < 600 Myr.
- Comparten los mismos movimientos espaciales que cúmulo abiertos jóvenes bien conocidos.

Nombre / Name	Cúmulos / Clusters	Edad / Age	U	V	W
Local Association (Pleiades moving group) (Stream 0)	Pleiades (M45, Melotte 22) α Persei (Melotte 20) M34 (NGC 1039) delta Lyr (Stephenson 1) NGC 2516 (Mel 82) IC 2602 (theta Carinae)	20 – 150 Myr	-11.6	-20.7	-10.5
IC 2391 supercluster	IC 2391 (o Velorum)	35 – 55 Myr	-22.4	-17.5	-9.4
Castor Moving Group	-	~200 Myr	-10.7	-8.0	-9.0
Ursa Mayor group (Sirius supercluster) (Stream II)	Ursa Mayor (Collinder 285) M39 (NGC 7092)?	~300 Myr	+14.7	+1.5	-10.0
Hyades supercluster (Stream I)	The Hyades (Melotte 25) Praesepe (M44) NGC 1901 (Bok 1)	~600 Myr	-41.4	-18.5	-1.9

<http://www.ucm.es/info/Astrof/invest/actividad/skg/skg.html>

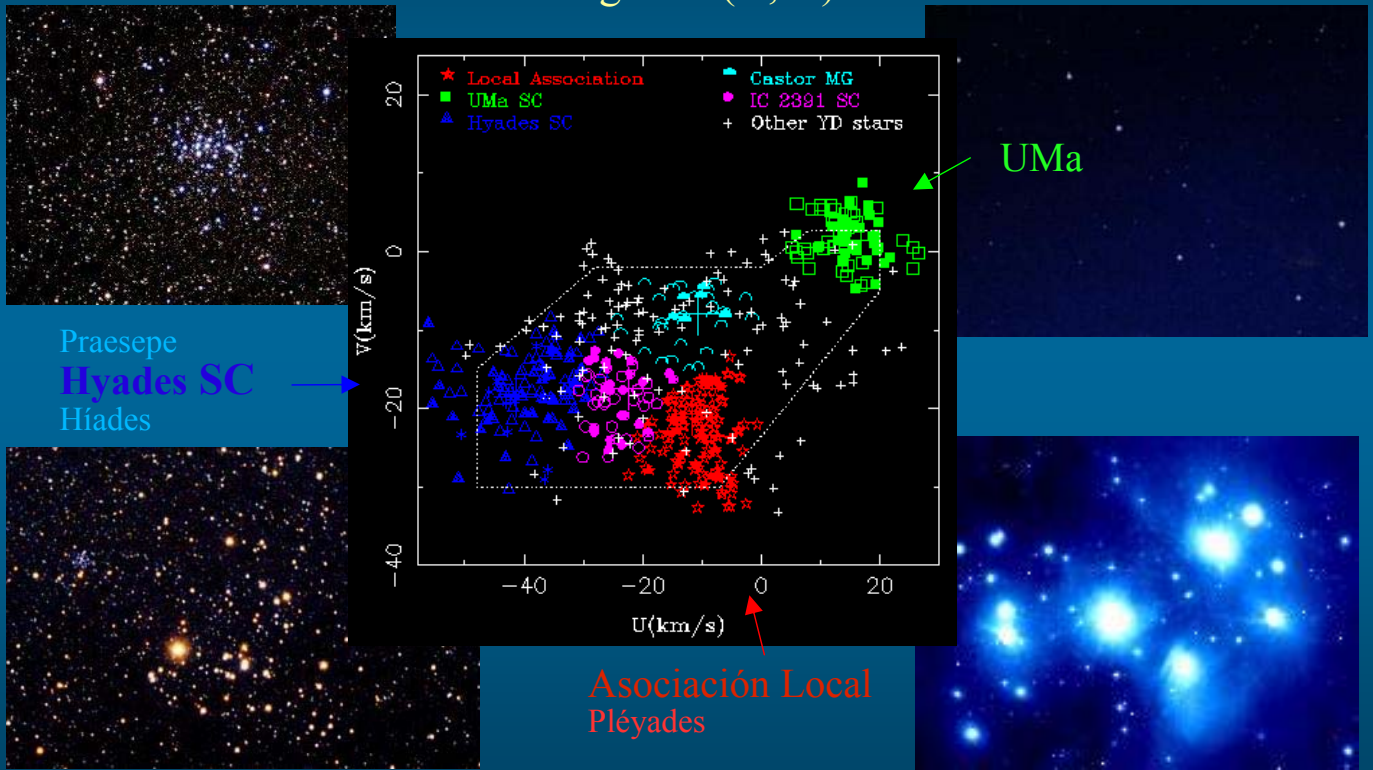
01/02/2006

Montes et al., 2001, MNRAS 328, 45

28

Grupos Cimemáticos Jóvenes

Diagrama (U, V)



01/02/2006

Montes et al., 2001, MNRAS 328, 45

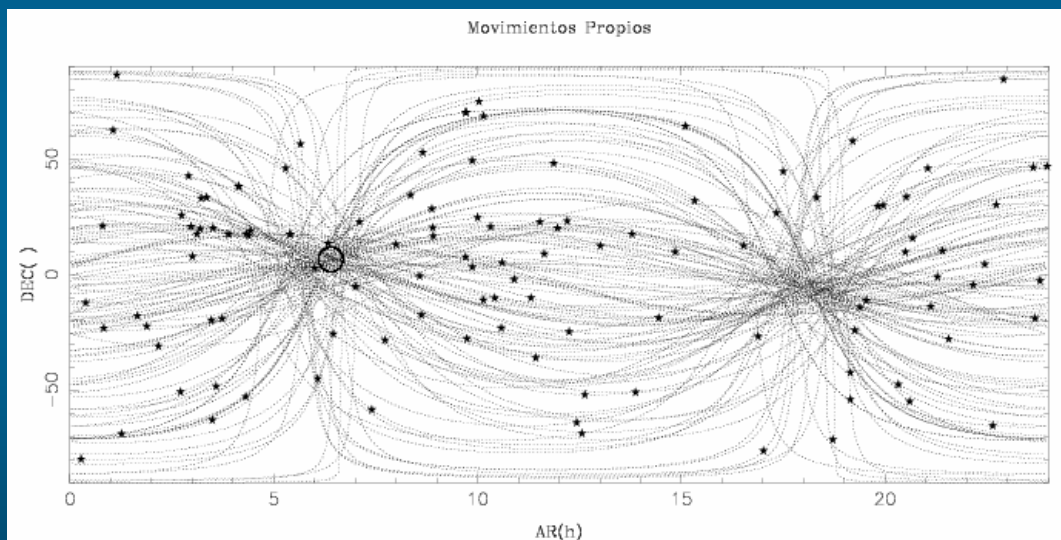
29

Grupos Cimemáticos Jóvenes

Criterios de Eggen

PV: Velocidad peculiar (desviación respecto del punto de convergencia)
 ρ_c : Velocidad radial predicha

Hyades SC



Círculos máximos definidos por el movimiento propio y la posición de cada estrella

01/02/2006

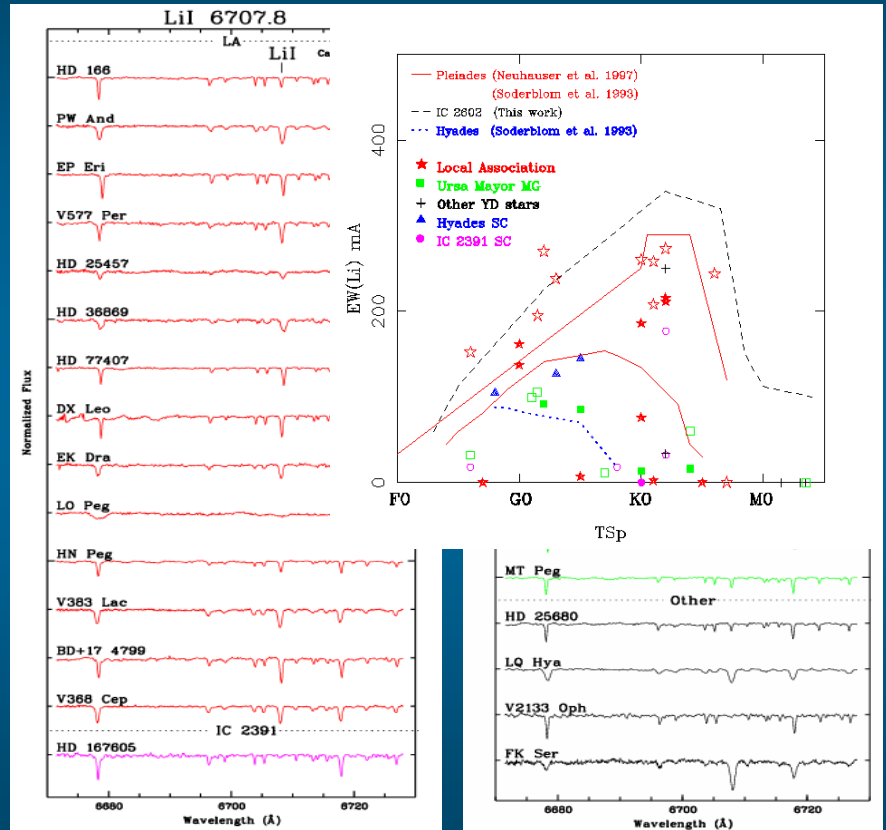
Montes et al., 2001, MNRAS 328, 45

30

Análisis espectroscópico

➤ Edad (Li I 6707.8Å).

- EW (LiI)
- Comparación con cúmulos abiertos jóvenes



01/02/2006

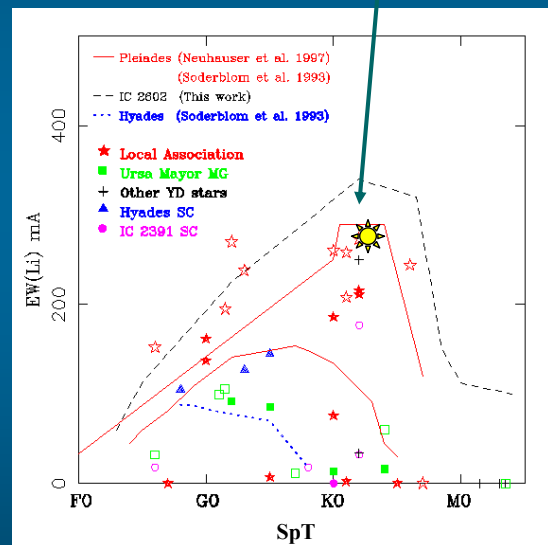
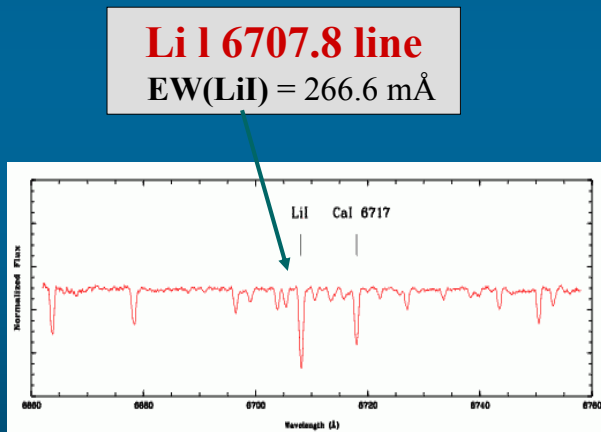
Montes et al., 2001, MNRAS 328, 45

31

PW And

(EW(Li I), SpT) Diagram

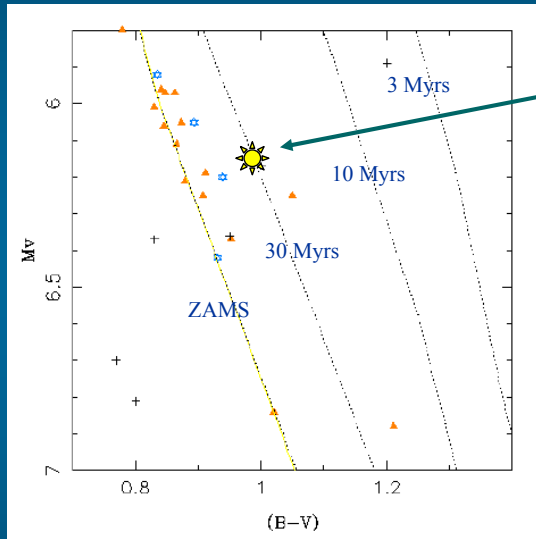
Comparison with EW(LiI) of well-known young open clusters



01/02/2006

(López-Santiago et al. 2003, A&A, 411, 489)

32



Color-Magnitude Diagram

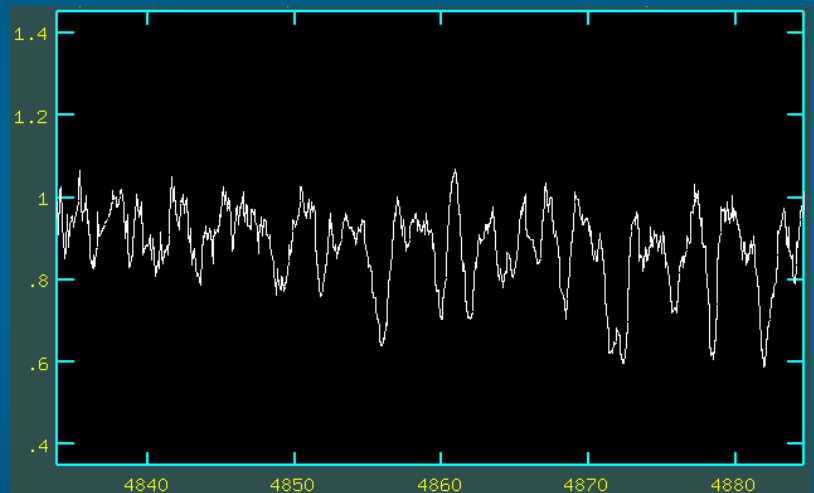
($M_V = 6.4$, $B-V = 1.04$)

Pre-main sequence isochrones from
Siess et al. (2000)

Actividad cromosférica

• Indicadores ópticos:

- CaII H&K
- Serie de Balmer:
 $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$, $H\epsilon$, ...
- MgIb
- NaI D_1 , D_2
- HeI D_3
- CaII IRT

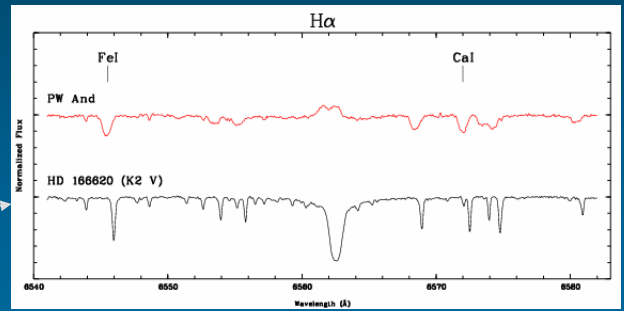


Actividad cromosférica

- Técnica de sustracción espectral:

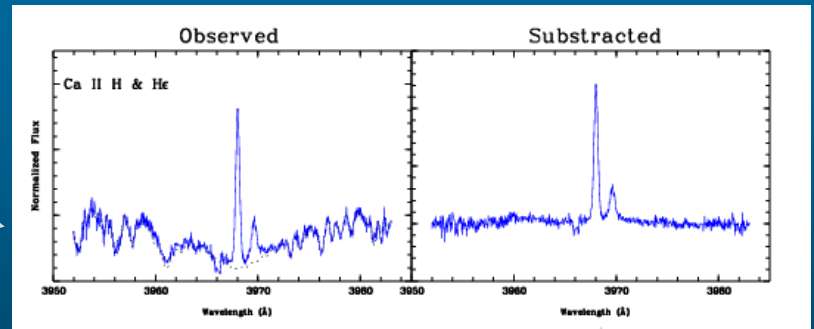
- Espectro sintético:

- Espectros estrellas referencia:
 - no activas (sin emisión en: CaII H&K)
 - v_{seni} pequeño
 - mismo T_{esp} , clase luminosidad
- Desplazamiento en λ
- Ensanchamiento rotacional (v_{seni})
- Peso en intensidad relativa S_H , S_C



- Espectro sustraído:

- Esp Observado – Esp Sintético
- Contribución cromosférica

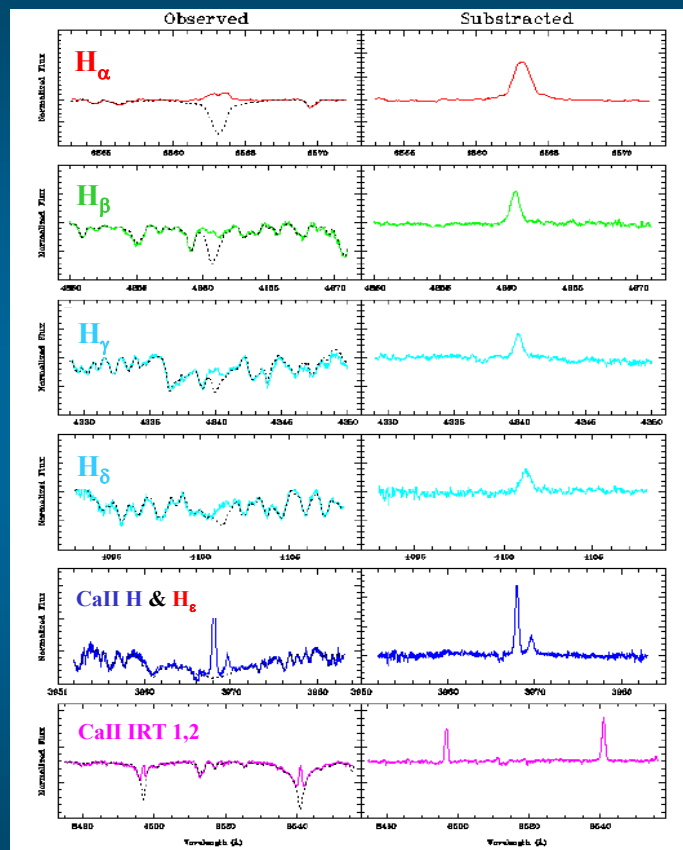


01/02/2006

35

PW And

Actividad cromosférica en el estado quiescente



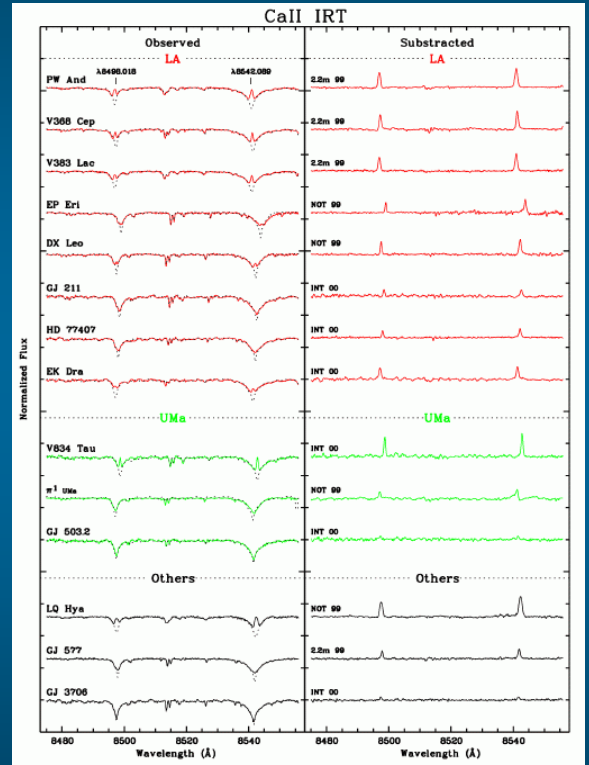
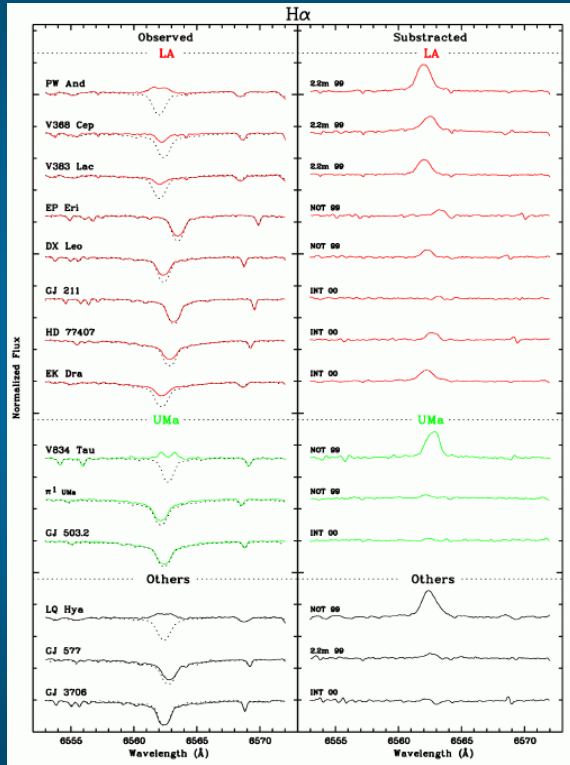
01/02/2006

(López-Santiago et al. 2003, *A&A*, 411, 489)

36

Análisis espectroscópico

Actividad cromosférica.



01/02/2006

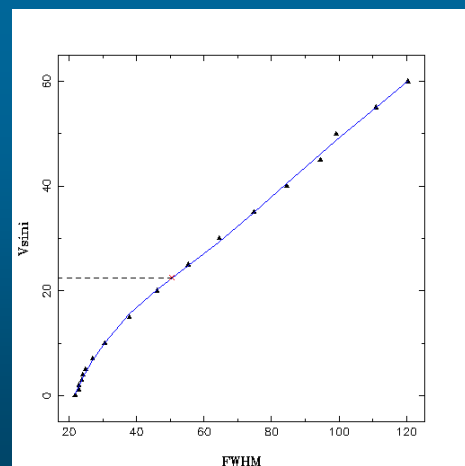
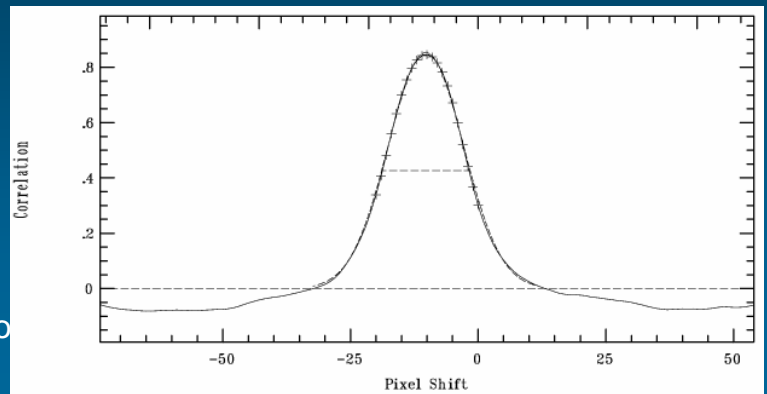
Montes et al., 2001, A&A 379, 976

37

Análisis espectroscópico

Rotación (v_{seni}).

- Correlación cruzada * similar Tsp,
* v_{seni} pequeño
- FWHM de la CCF
- calibración con v_{seni}
- Otros métodos
- FWHM de las líneas espectrales



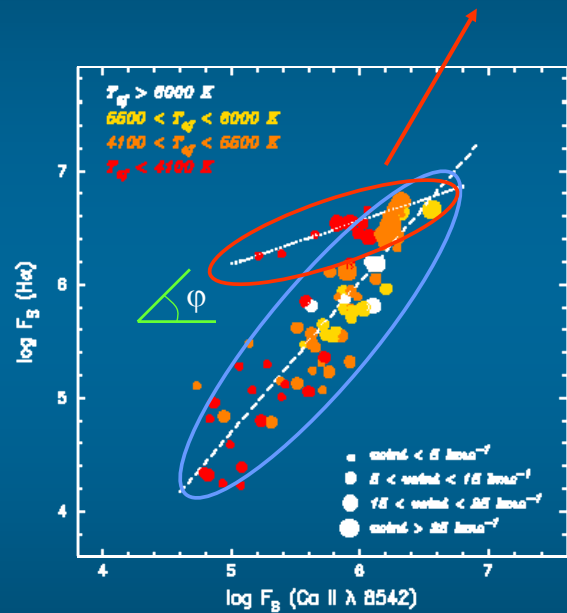
01/02/2006

38

Análisis espectroscópico

Estrellas con fulguraciones

- ✓ **Caracterización espectroscópica**
(pertenencia, parámetros, actividad, etc.)
- ✓ **Relación actividad –rotación**
- ✓ **Relaciones flujo-flujo**
- ✓ **Variabilidad**
(manchas, modulación, fulguraciones, etc.)
* observadas durante diferentes campañas:

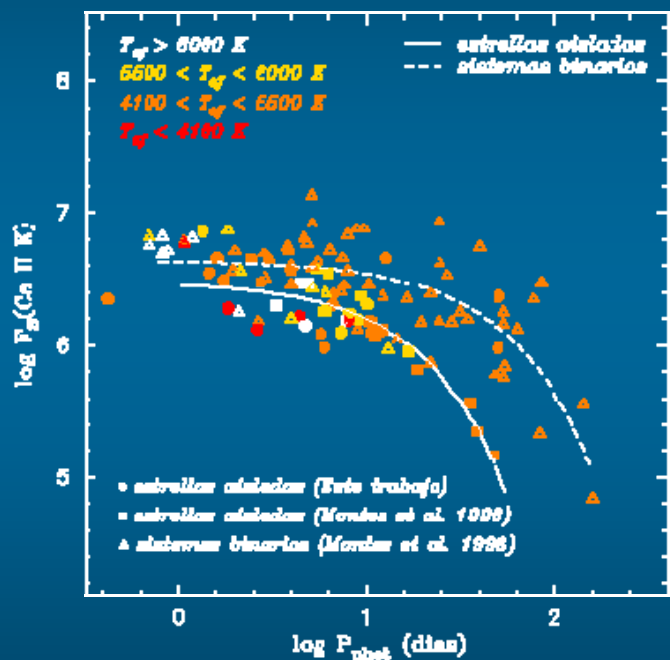


01/02/2006

39

Análisis espectroscópico

- ✓ **Caracterización espectroscópica**
(pertenencia, parámetros, actividad, etc.)
- ✓ **Relación actividad –rotación**
- ✓ **Relaciones flujo-flujo**
- ✓ **Variabilidad**
(manchas, modulación, fulguraciones, etc.)
* observadas durante diferentes campañas:

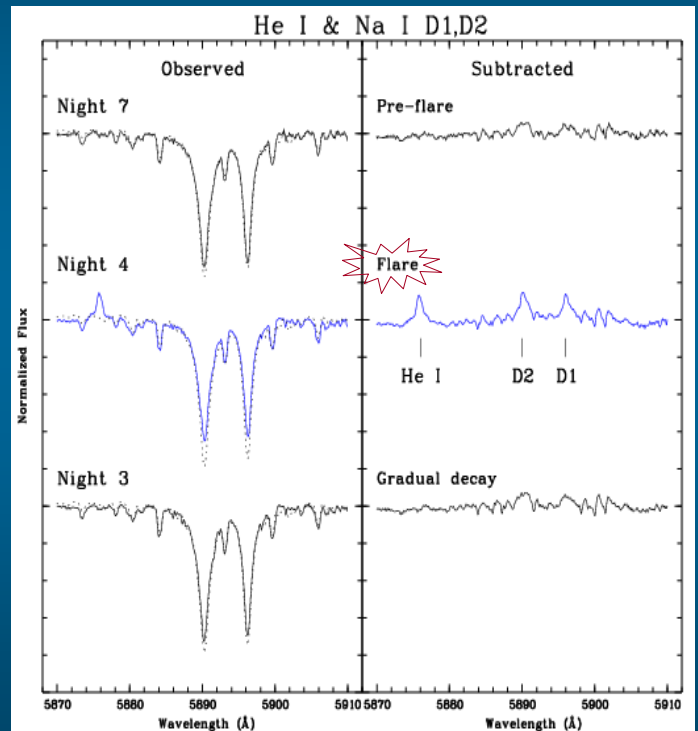
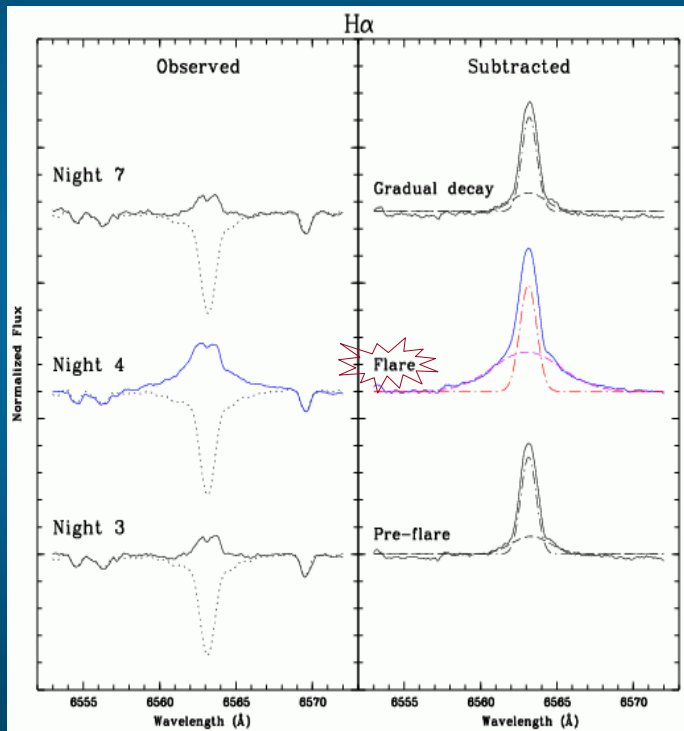


01/02/2006

40

PW And

Fulguración (HET-HRS 2001/12) $EW(H_{\alpha})$ increase a factor 2.1, HeI D3 in emission



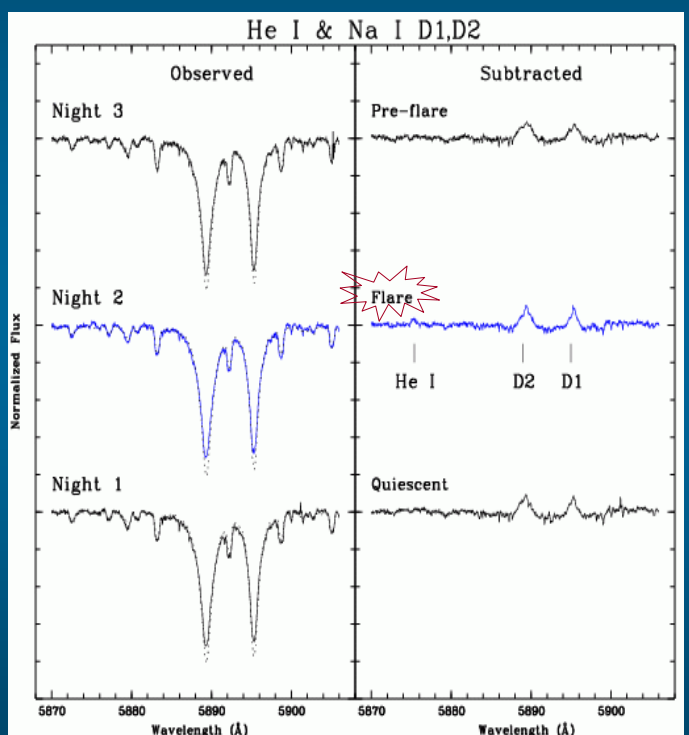
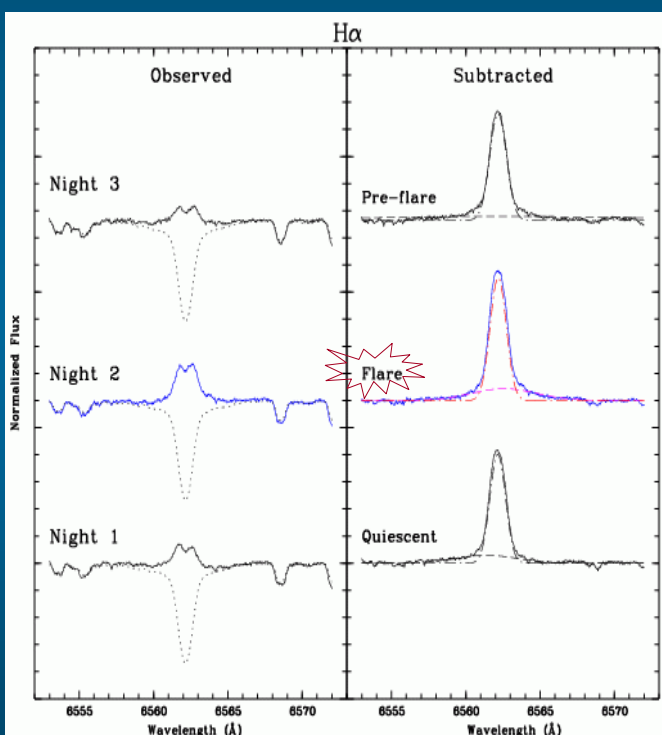
01/02/2006

(López-Santiago et al. 2003, *A&A*, 411, 489)

41

PW And

Fulguración (NOT-SOFIN 2002/08) $EW(H_{\alpha})$ increase a factor 1.5



01/02/2006

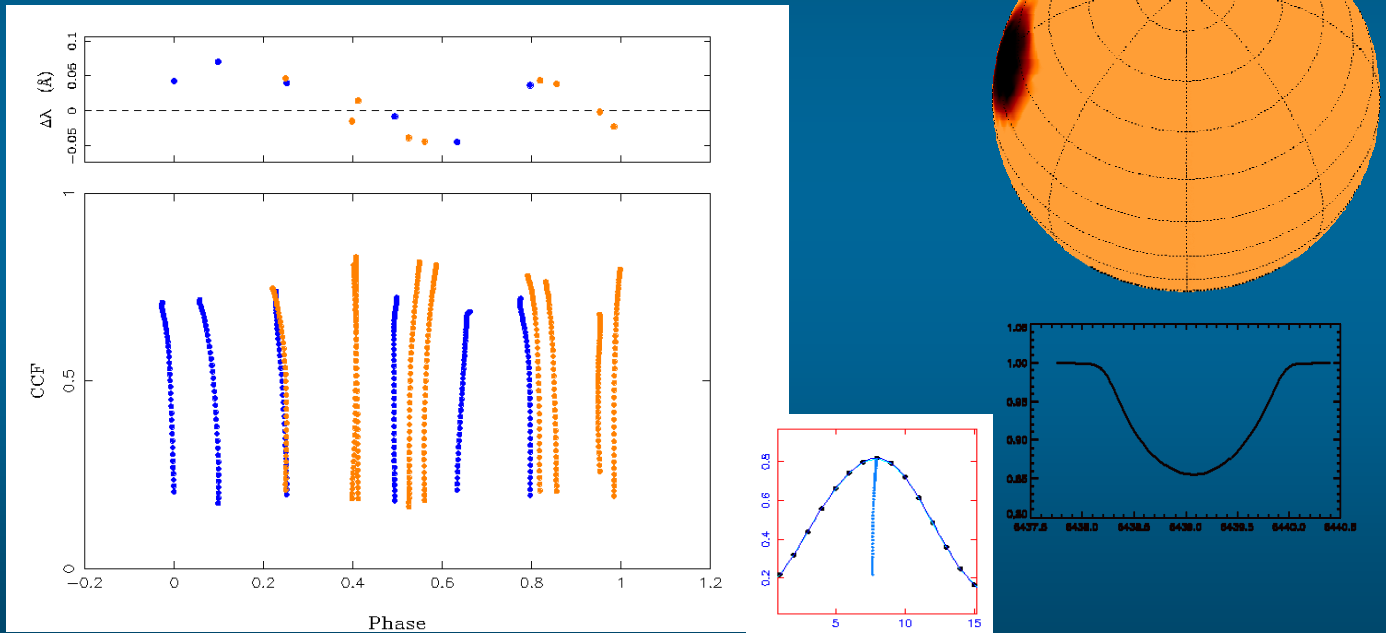
(López-Santiago et al. 2003, *A&A*, 411, 489)

42

PW And

Manchas Fotoféricas

- PW And:** K2V. $P_{\text{orb}} = 1.48$ d
bisectores de la función de CCF
- Jul 1999 (FOCES)
Dec 2001 (HET)



01/02/2006

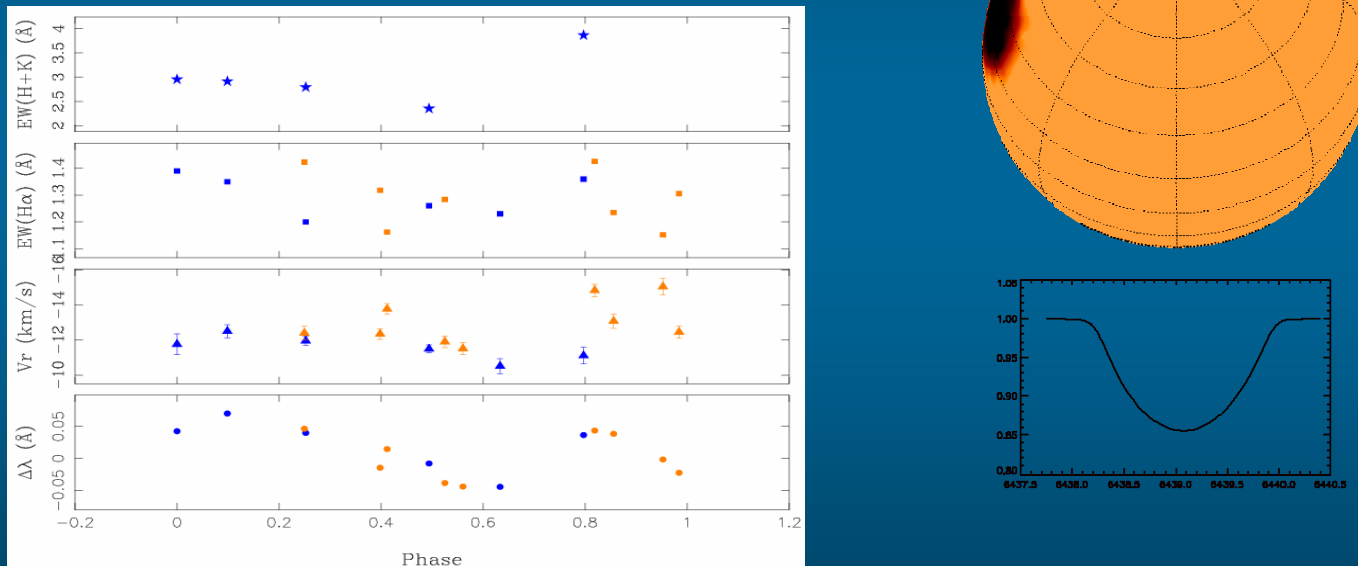
(López-Santiago et al. 2003, *A&A*, 411, 489)

43

PW And

Manchas Fotoféricas

- PW And:** Comparación con la actividad cromosférica
→ Región activa asociada con las manchas
- Jul 1999 (FOCES)
Dec 2001 (HET)



01/02/2006

(López-Santiago et al. 2003, *A&A*, 411, 489)

44

Caracterización de la muestra Darwin

Recopilación de los datos existentes y realización de nuevas observaciones espectroscópicas

- Tipo espectral, temperatura efectiva, luminosidad, radio, y estado evolutivo.
- El nivel de actividad fotosférica y cromosférica (variabilidad, fulguraciones, etc.).
- La rotación
- La abundancia de Litio y edad.
- La cinemática (pertenencia a grupos de movimiento).
- Binariedad.
- Abundancias metálicas (metalicidad).

Por otro lado:

- Estudio de la variabilidad fotométrica.
- Estudio del entorno estelar (multiplicidad física o proyectada).
- Creación de una base de datos de estas estrellas con herramientas del tipo observatorio astronómico virtual (AVO).

01/02/2006

45

Caracterización de la muestra Darwin



- ▶ Caracterización precisa de las estrellas y estudio detallado de la población estelar en el entorno solar.
- ▶ Depurar el catálogo, eliminando aquellas que no sean idóneas para la detección de exoplanetas terrestres con *Darwin* (fundamentalmente por restricciones observacionales).
- ▶ Establecer criterios de priorización (por ejemplo en base a la edad para satisfacer el criterio de planetología de *Darwin*).

01/02/2006

46