

0

Very low-mass stars, brown dwarfs and planets with *Gaia*



José A. Caballero
*Landessternwarte Königstuhl – ZAH
Heidelberg*

1 “BajaMasa” aim



Jump Search

gaia

RecGaia

Comisiones
Grupos de Trabajo
Lista de miembros

Reuniones REG
Workshops

El archivo de Gaia
Herramientas

La REG en:
- GREAT
- Gaia ESO Survey
- WEAVE

Twiki > RecGaia Web > GruposdeTrabajo > BajaMasa (2010-06-28, DaniMolina) Edit Attach

Estrellas de baja masa, enanas marrones y exoplanetas

(Low-mass stars, brown dwarfs and exoplanets)

Contexto. Esta es la wiki-página del grupo de trabajo "Estrellas de baja masa, enanas marrones y exoplanetas" de la Red para la Explotación Científica de *Gaia* (Rec-Gaia).

Objetivo. Poner en contacto, facilitar la colaboración y, si es necesario, coordinar los esfuerzos de los astrónomos españoles interesados en usar *Gaia* para estudiar sistemas exoplanetarios (estrellas y sus exoplanetas) y enanas ultrafrías (M tardías, L y T en el campo y en cúmulos estelares). Esta coordinación incluye el contacto con los responsables de GREAT y las *Gaia* Coordination Units.

Objetivo. Poner en contacto, facilitar la colaboración y, si es necesario, coordinar los esfuerzos de los astrónomos españoles interesados en usar *Gaia* para estudiar sistemas exoplanetarios (estrellas y sus exoplanetas) y enanas ultrafrías (M tardías, L y T en el campo y en cúmulos estelares). Esta coordinación incluye el contacto con los responsables de GREAT y las *Gaia* Coordination Units.

2 “BajaMasa” research lines



Líneas de investigación. Se definen tres líneas principales dentro del grupo de trabajo dedicadas a **sistemas exoplanetarios (EXOS)**, **enanas ultrafrías (MLT)** y **enanas marrones jóvenes (YBD)**, cada una con varias sublíneas que engloban las áreas de investigación orientadas a *Gaia* de los miembros del grupo.

- **EXOS:** sistemas exoplanetarios.
 - **EXOS-1:** seguimiento astrométrico de estrellas con candidatos conocidos a exoplanetas detectados por velocidad radial (o tránsito): determinación de ángulos de inclinación de la órbita i y masas reales (40% de las estrellas con candidatos a exoplanetas por velocidad radial en el intervalo $>5\sigma$ de *Gaia*). *Responsable: A. Mora.*
 - **EXOS-2:** seguimiento de velocidad radial de estrellas con compañeros astrométricos de baja masa detectados con *Gaia*: determinación de masas mínimas (se esperan detectar miles de sistemas con planetas jovianos de $P \sim 1.5-9.0$ años a menos de 45 pc). *Responsable: M. R. Zapatero Osorio.*
 - **EXOS-3:** estrellas F tardías, G, K y M tempranas con exoplanetas: caracterización detallada combinando datos de *Gaia* y de telescopios terrestres (véase "sinergias" más abajo). Parámetros de *Gaia* mejorables: (a) *espectroscopia*: velocidad radial, temperatura efectiva, gravedad, velocidad rotacional, actividad cromosférica (tripleto del calcio); (b) *fotometría*: variabilidad, distribución espectral de energía. Parámetros no proporcionados por *Gaia*: abundancias metálicas (excepto [Fe/H]), parámetros astrosismológicos para derivación precisa de estructura interna y masa. *Responsable: A. Moya.*
- **MLT:** enanas ultrafrías.
 - **MLT-1:** enanas M tardías del vecindario solar: distancia paraláctica y diagrama H-R, densidad espacial en función del tipo espectral, cinemática y pertenencia a grupos de movimiento. Binariedad y masas astrométricas. Interpretación de resultados de *Gaia* Coordination Unit CU8 sobre abundancias de elementos ($V < 12$ mag), extinción interestelar, parámetros atmosféricos y velocidades rotacionales ($V < 13$ mag), velocidades radiales ($V < 17$ mag). Actividad (tripleto del calcio). *Responsable: J. A. Caballero.*
 - **MLT-2:** enanas L y T: cocientes de masas y distribución de separaciones orbitales (más débiles de $V = 20$ mag como compañeros resueltos de estrellas *Gaia*), distancia paraláctica y diagrama H-R (todas). *Responsable: J. A. Caballero.*
- **YBD:** estrellas de muy baja masa y enanas marrones jóvenes en cúmulos y asociaciones estelares.
 - **YBD:** tres sublíneas principales: (a) cinemática en cúmulos: movimiento propio, velocidad de dispersión, miembros eyectados; (b) distribución espacial (clustering y sub-clustering) y segregación dinámica (ζ en 3D?); (c) parte baja de la función de masas, evolución subestelar. Necesidades: (1) precisiones de movimiento propio y paralaje en función de magnitud y temperatura efectiva; (2) compilación de listas de miembros en Pléyades, TW Hydrae, Upper Scorpius y Orion (σ Orionis, Orion Nebula Cluster, Alnilam) y sus velocidades radiales; (3) nuevas búsquedas fotométricas (p.e. VISTA) a grandes separaciones del centro; (4) identificación de candidatos a pares de movimiento propio común (sub-clustering dinámico). *Responsable: V. J. S. Béjar* (véase "sinergias" más abajo).

Contacto. José Antonio Caballero (responsable del grupo de trabajo, e-mail: caballero @ cab.inta-csic.es).

3 “BajaMasa” research lines



- **EXOS:** exoplanetary systems
 - EXOS-1: astrometry of known systems
 - EXOS-2: radial velocity of new systems
 - EXOS-3: characterization (asteroseismology)
- **YBD:** young brown dwarfs
 - Bottom of the (I)MF in stellar clusters and associations
- **MLT:** ultracool dwarfs
 - MLT-1: late M (H-R diagram, kinematics...)
 - MLT-2: L y T (single or as companions)

4 “BajaMasa” participants



Participación (X: miembro de sub-línea; ▼: responsable de sub-línea; ?: por confirmar).

Nombre	Centro	EXOS-1	EXOS-2	EXOS-3	MLT-1	MLT-2	YBD
Alcione Mora	ESAC	▼	?				
Anastasio Díaz Sánchez	UPCT						X
Andrés Moya	CAB			▼			
Antonio Pérez Garrido	UPCT						X
Belén López Martí	CAB						X
David Barrado y Navascués	CAHA-CAB					?	?
David Montes	UCM		X		X		
Eduardo L. Martín	CAB					?	?
Enric Pallé	IAC	?	?				
Enrique Solano	CAB					?	
Francisco Jiménez Esteban	CAB					X	
Hervé Bouy	CAB						?
Isidro Villó Pérez	UPCT						X
Javier López Santiago	UCM			X	X		
Jonay I. González Hernández	IAC		?				
José A. Caballero	CAB	X	X	X	▼	▼	X
Luis M. Sarro	UNED					X	
María Magdalena Hernán Obispo	UCM	?	?				
María Rosa Zapatero Osorio	CAB	?	▼				?
Maricruz Gálvez Ortiz	CAB			X	X		
Miriam Aberasturi (Ph.D.)	CAB					?	
Nicolas Lodieu	IAC					?	?
Pedro J. Amado	IAA			X			
Rafael Rebolo	IAC		?				?
Víctor J. S. Béjar	IAC					X	▼

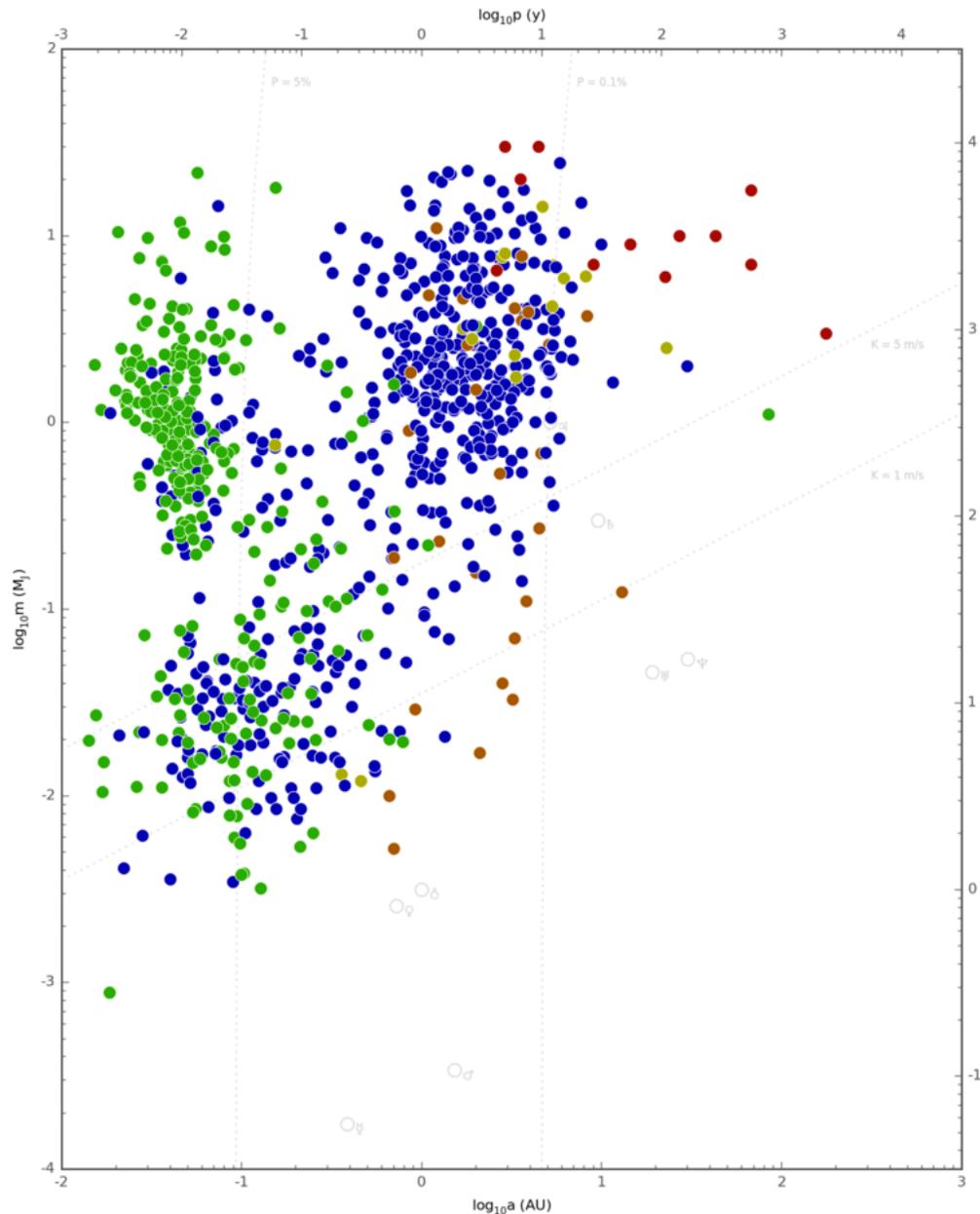
5 *Realistic working plan: EXOS*



Gaia DR1 (incl. TGAS) in Sep 2016:

- ~~**EXOS: exoplanetary systems**~~
 - ~~EXOS-1: astrometry of known systems (except for *parallaxes of exoplanet host stars in Tycho/TGAS and continuing transiting and radial-velocity surveys*)~~
 - ~~EXOS-2: radial velocity of new systems~~
 - ~~EXOS-3: characterization (asteroseismology)~~

6 EXOS: exoplanetary systems



EXOS-1: parallaxes of exoplanet host stars in Tycho/TGAS

→ Improve
determination of stellar parameters: masses, luminosity, Galactocentric space velocities

Who: ?

7 EXOS: exoplanetary systems



03-May-2016 10:44:24

NON-CIRCULAR PHASE-FOLDED ORBOTRANSIT PLOT

$$P0_{\text{given}} = 2.64389803 \pm 0.00000027 \text{ days}$$

$$P = 2.64389805 \pm 0.00000030 \text{ days}$$

$$T = 2457471.151 \pm 0.033 \text{ JD}$$

$$e = 0.210 \pm 0.015$$

$$\omega = 318.7 \pm 4.2 \text{ degrees}$$

$$K = 0.01871 \pm 0.00051 \text{ km s}^{-1}$$

$$\gamma = -0.02744 \pm 0.00034 \text{ km s}^{-1}$$

$$T0(\text{transit})_{\text{given}} = 2454865.084034 \pm 0.000035 \text{ JD}$$

$$a_1 \sin i = 0.00000445 \pm 0.00000012 \text{ AU}$$

$$f(m) = (0.168 \pm 0.014) \times 10^{-11} M_{\odot}$$

$$q = 0.0001188 \pm 0.0000032 (M_1 = M_{\text{sun}}, \sin i = 1)$$

$$N = 30$$

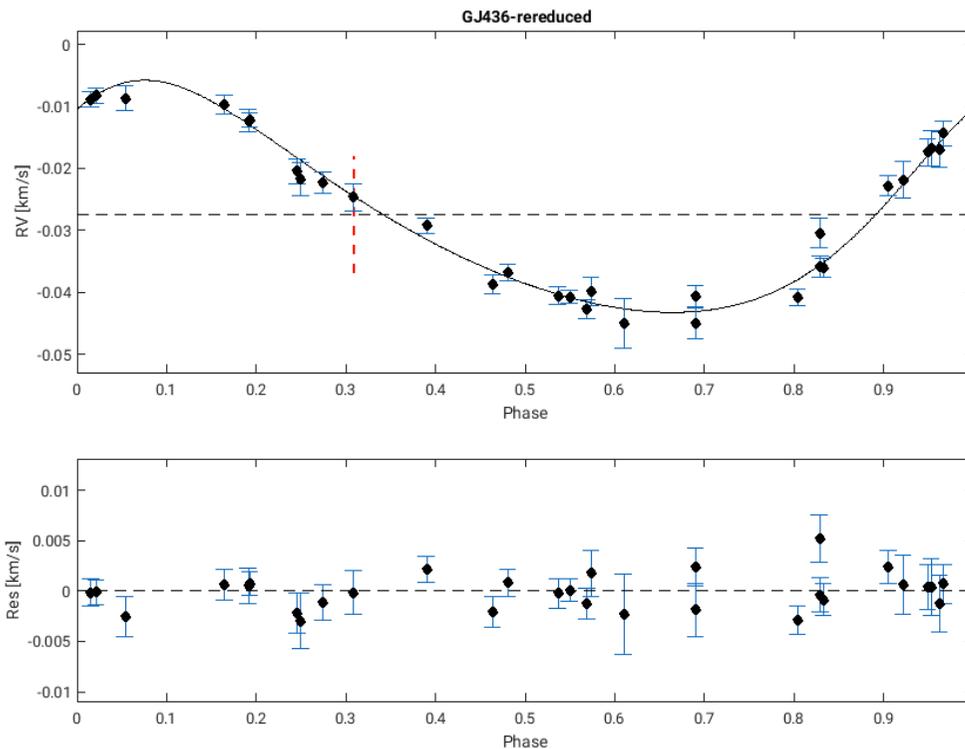
$$\chi^2 = 26.00$$

$$\sigma (\text{unbiased}) = 0.002 \text{ km s}^{-1}$$

EXOS-1: continuing transit and radial-velocity surveys

→ Significant statistics, **comparative planetology**, cornerstone/weird systems

Who: all at CAB, IAC and UCM (+ ICE, IAA)



8 *YBD: young brown dwarfs*



Gaia DR1 (incl. TGAS) in Sep 2016:

- **YBD:** young brown dwarfs
 - Bottom of the (I)MF in stellar clusters and associations

(but very few of them brighter than $G = 21$ mag;
several dozens in Pleiades, Upper Scorpius, σ/λ
Orionis...)

9 YBD: *young brown dwarfs*



gaia

Jump

Search

RecGaia

Comisiones
Grupos de Trabajo
Lista de miembros

Reuniones REG
Workshops

El archivo de Gaia
Herramientas

La REG en:
- GREAT
- Gaia ESO Survey
- WEAVE

Divulgación científica

Jobs & Fellowships
Circulares
Documentación

Gaia en la web

Red Gaia-Francia

Log In

TWiki > RecGaia Web > ReuRed > SanFernando (2014-07-11, DaniMolina)

Edit Attach

Gaia: Primera Reunión Científica de la REG

ROA, San Fernando, 17-18 junio 2010



- [Presentación](#)
- [Organización](#)
- [Programa](#)
- [Inscripciones](#)
- [Información para los participantes](#)
- [Participantes](#)
- [Contacto](#)
- [Pósters](#)

10 YBD: *young brown dwarfs*



Gaia and the Unseen The Brown Dwarf Question

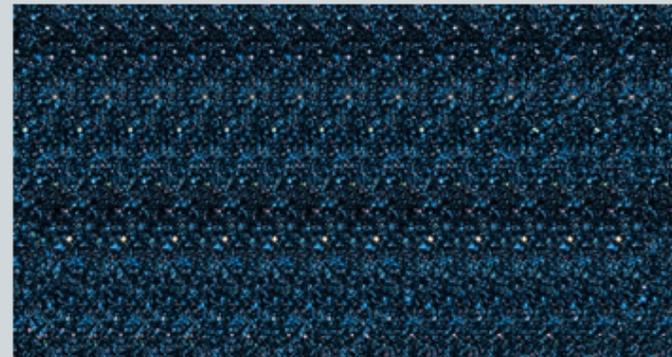
[HOME](#) :: [PROGRAMME](#) :: [LOGISTIC](#) :: [IPERCOOL](#) :: [PARTICIPANTS](#) :: [PROCEEDINGS](#) :: [CONTACTS](#)

A GREAT-ESF workshop

Rettorato, Torino University **March 24-25-26 2014**

Gaia will revolutionise Astronomy and the study of brown dwarfs is no exception. We are organizing this meeting to mix the brown dwarf and Gaia communities at this important time when the mission is working and we can realistically evaluate the possibilities for advances in this field.

Can you spot the brown dwarf ?



NEWS

11 YBD: young brown dwarfs

Mem. S.A.It. Vol. 85, 757
© SAIIt 2014

Memorie della



Gaia and brown dwarfs from Spain

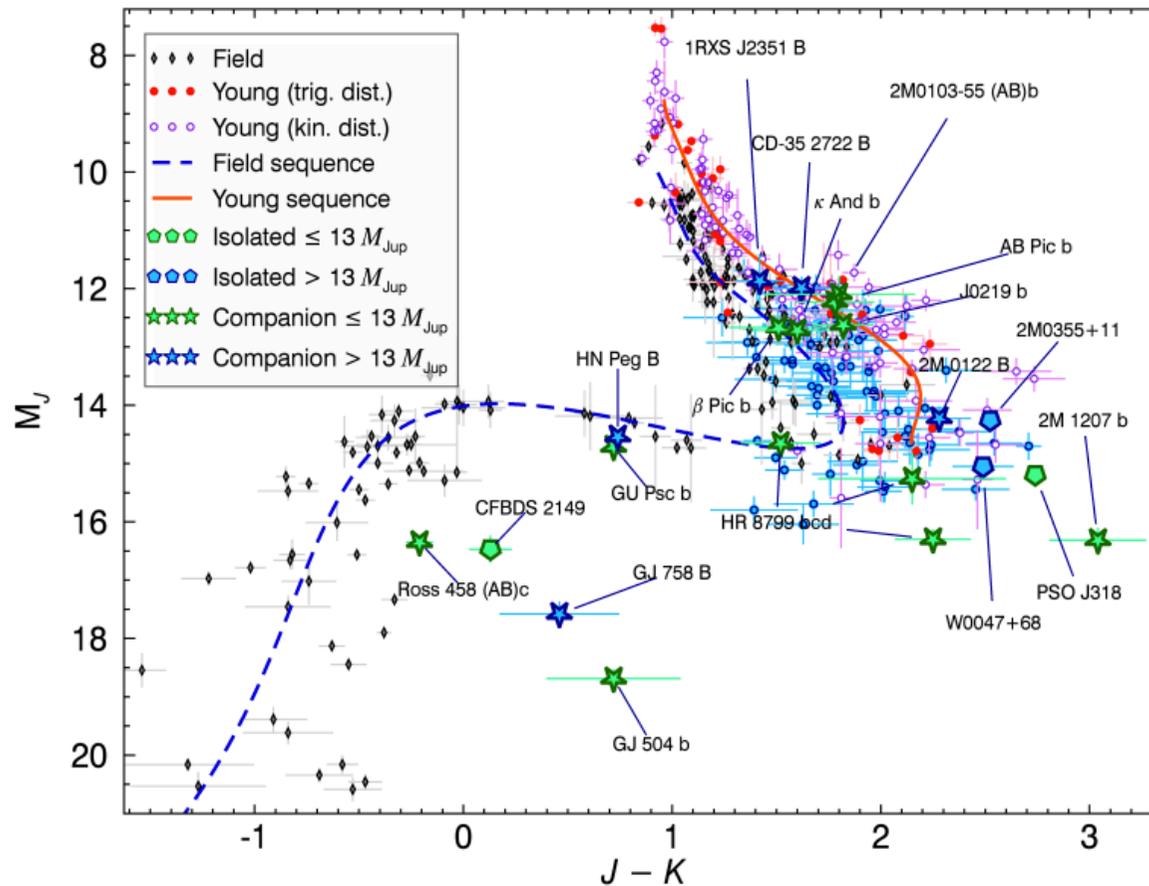
J. A. Caballero

Departamento de Astrofísica, Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), PO Box 78, 28691, Villanueva de la Cañada, Madrid, Spain, e-mail: caballero@cab.inta-csic.es

Abstract. *Gaia* will not observe 50 000 brown dwarfs, but about 100 times less. However, these $\lesssim 500$ brown dwarfs will be benchmarks for many substellar topics. It is possible to identify them in advance and make the list public to all astronomers worldwide through a virtual observatory-compliant “*Gaia* brown dwarf” catalogue. This *M*-, *L*- and *T*-dwarf *Archive of Interest for Astrophysics* would tabulate precise *Gaia* astrometry, multiband photometry, high- and low-resolution spectroscopy and homogeneously derived astrophysical parameters. Spanish observatories may play a key role in the catalogue preparation.

Key words. Astronomical databases: miscellaneous – Catalogues – Stars: brown dwarfs – Stars: late-type

12 YBD: young brown dwarfs



YBD: **determine distance to clusters!** (or to bright primary in young moving group if YBDs are in resolved binary system). Note: *distance*, age and model uncertainties are the largest error contributors to mass determination

Who: CAB, IAC (UCM)

13

Realistic working plan: MLT



Gaia DR1 (incl. TGAS) in Sep 2016:

- **MLT:** ultracool dwarfs
 - MLT-1: late M (H-R diagram, kinematics...)
 - MLT-2: L y T (single or as companions)

14 *MLT: ultracool dwarfs*



MLT-1: late M (H-R diagram, astrophysical parameters, exoplanets, abundances, activity, multiplicity, kinematics...) → CARMENES (R = 82,000, $\Delta\lambda = 0.5-1.7 \mu\text{m}$, 1 ms^{-1})

Carmencita: CARMENES Cool dwarf Information and daTa Archive (“the input catalogue”). All (>2200) the brightest (G < 21 mag) M dwarfs in each SpT observable from Calar Alto...

Carmencita 2012-16 (CAFOS, CAFÉ, FastCam) + CARMENES 2016-18 + *Gaia* 2016-20 = **the M-dwarf Encyclopædia**

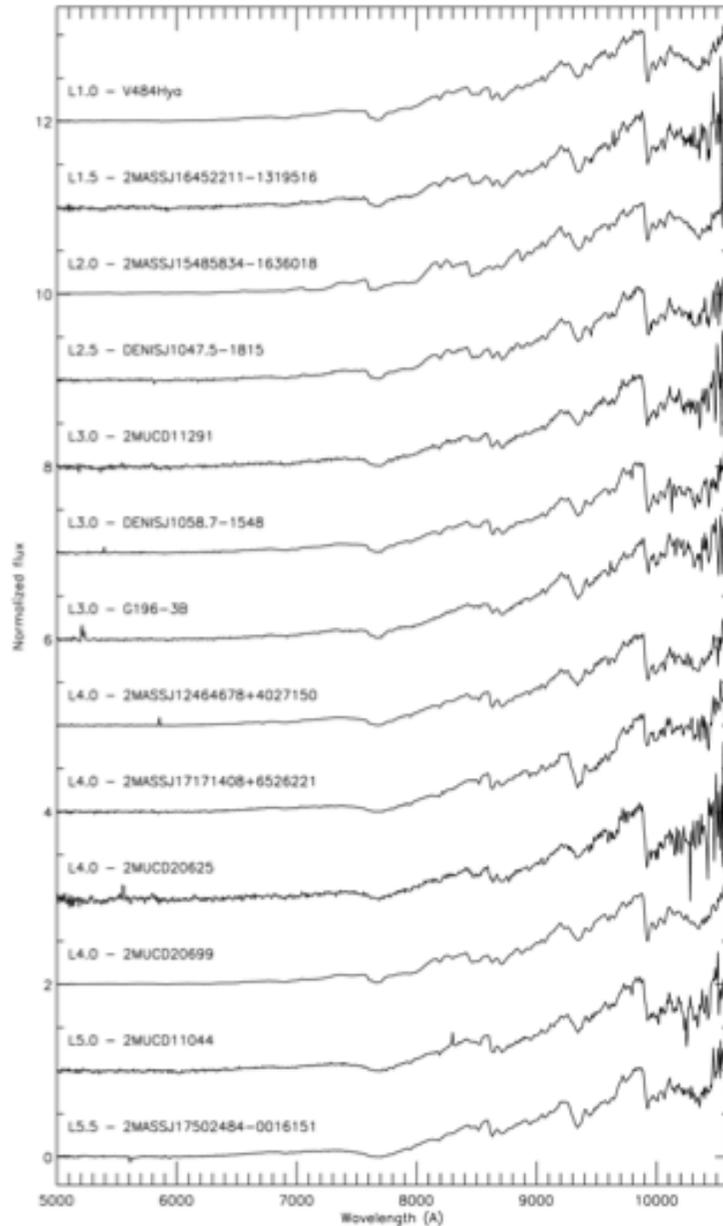
Who: UCM, CAB



Carmencita

carmenes

MLT: ultracool dwarfs



MLT-2: L y T \rightarrow d, μ

Faint companions to TGAS stars

Bright single

- 2 T (ϵ Ind Bb, Luhman 16B)
- 21 L5.5-9.5
- \sim 500 L0.0-L5.0

Sarro et al. (2013), Smart et al. (2014)

Homogeneous OSIRIS spectroscopy

(Caballero, Marocco, Smart, Montes) \rightarrow

Preparation for DR2

16 June 2010



- Day+0: *Gaia* Third Data Release (~2017)
- Day+1: A&A paper on d to σ Orionis
- Day+2: VLMSs and BDs in the Pleiades?
- Day+5: bright, field, L-type dwarfs
- Day+10: Carmencita+CARMENES+*Gaia*

17 May 2016



- Day+0: *Gaia* **First** Data Release (**Sep. 2016**)
- Day+1: A&A **letter** on *d* to σ Orionis **with TGAS**
- Day+10: Carmencita+CARMENES+*Gaia*

- T+Day+0: *Gaia* Second Data Release (Jul. 2017?)**
- Day+2: VLMSs and BDs in the Pleiades?
- Day+5: bright, field, L-type dwarfs (**single and as companions**)

“BajaMasa”



- **MLT**: ultracool dwarfs

- **MLT-1**: late M (H-R diagram, kinematics...) → See next slide...

- **MLT-2**: L y T (single or as companions) → First, forget T (and Y) (e.g., ϵ Ind BC: $R = 20.8$ mag). Next, **#Q2**: how many **L dwarfs Gaia will observe?**

#A2: **don't know!** Again, **Jordi et al. (2010)+...**

Please, talk to me later (convolve real L-dwarf spectra with Gaia bands, normalize with 2MASS J band, take densities from Caballero, Burgasser & Klement 2008, and count...)

