



Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES

Fernando Labarga Ávalos. PhD. Candidate

Prof. Dr. David Montes. Thesis Director

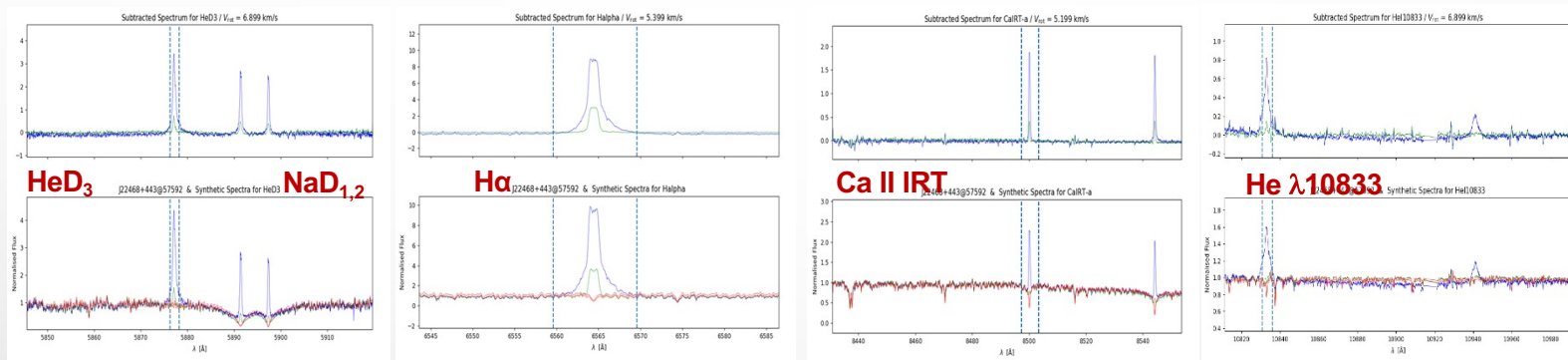
Facultad de Ciencias Físicas

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica

Universidad Complutense de Madrid



Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES

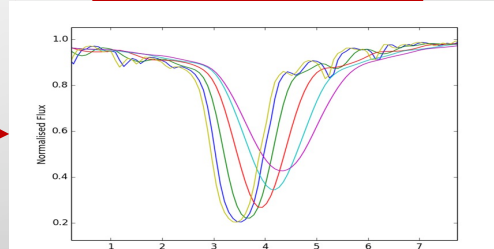
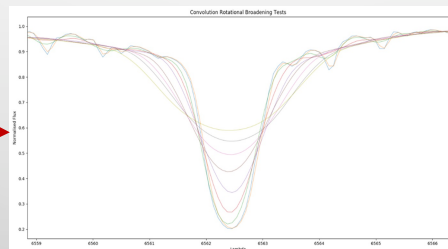


Spectral Subtraction Technique well suited for our purposes



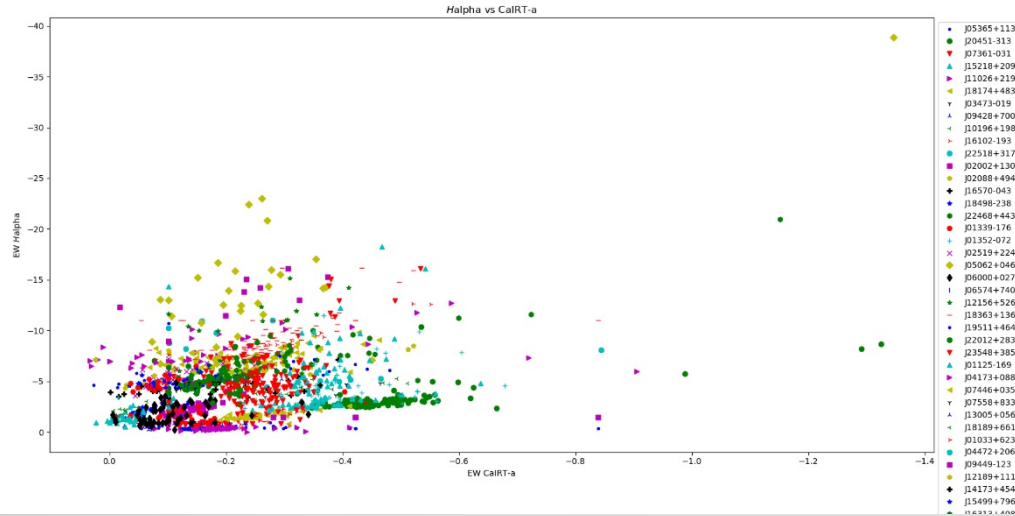
iSTARMOD

Synthetic Spectrum





Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



We start with the series of
pEWs obtained by spectral
subtraction technique
Applied to the RV-loud+
sub-sample
Tal-Or et al. (2018)
Up to 109 stars

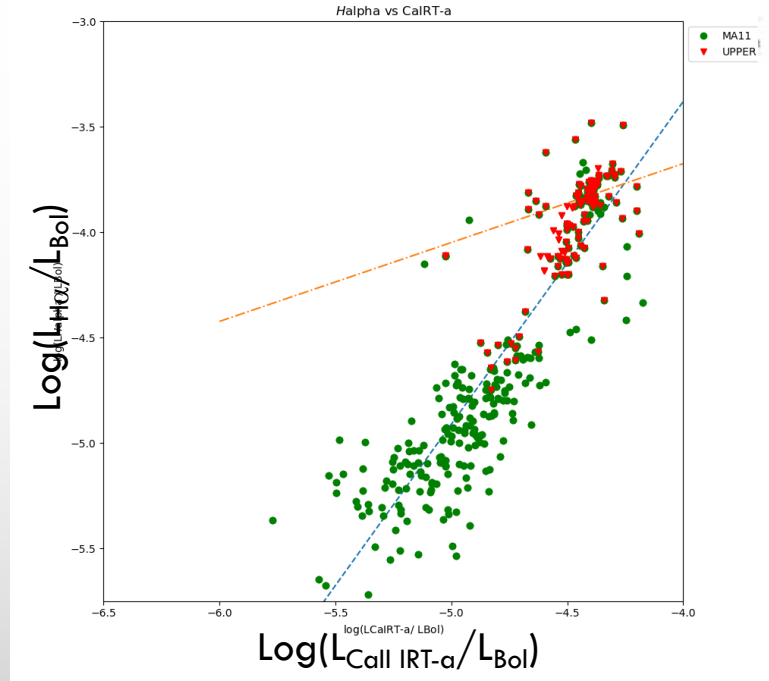
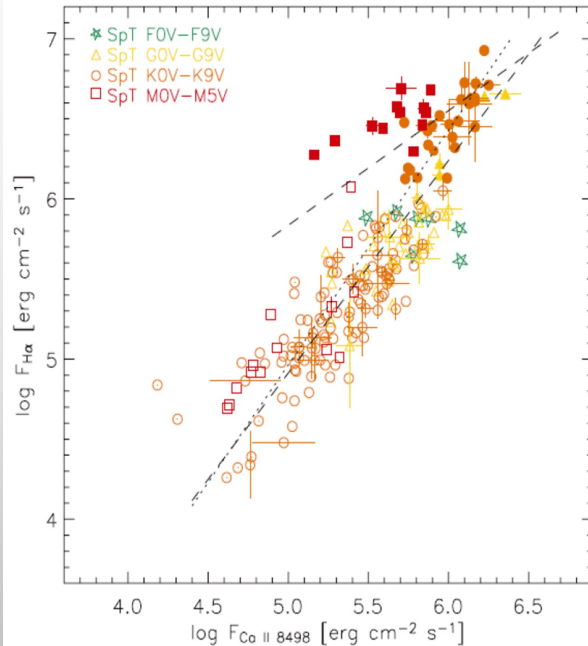


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux relationships ➔ two emitter populations (on FGKM stars) carmenes
 Related with Dynamo processes in the interior of stars

Taken from [Martínez-Arnáiz et al., \(2011\)](#)



What is the picture provided by CARMENES sample?



Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES

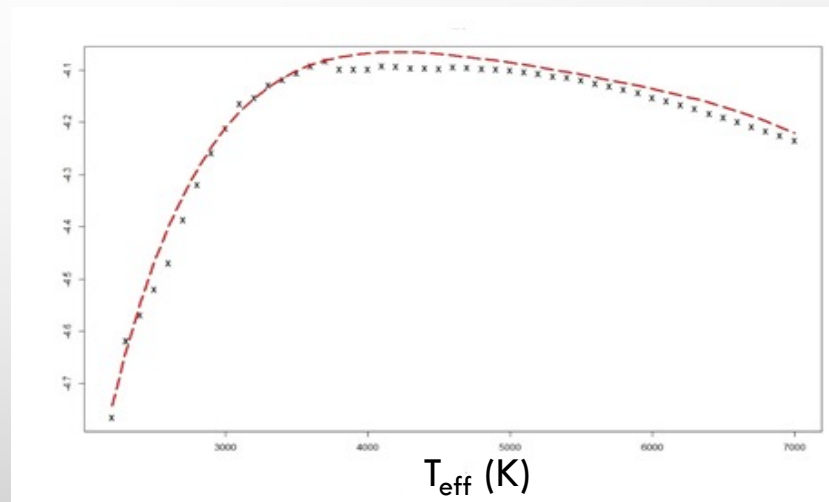
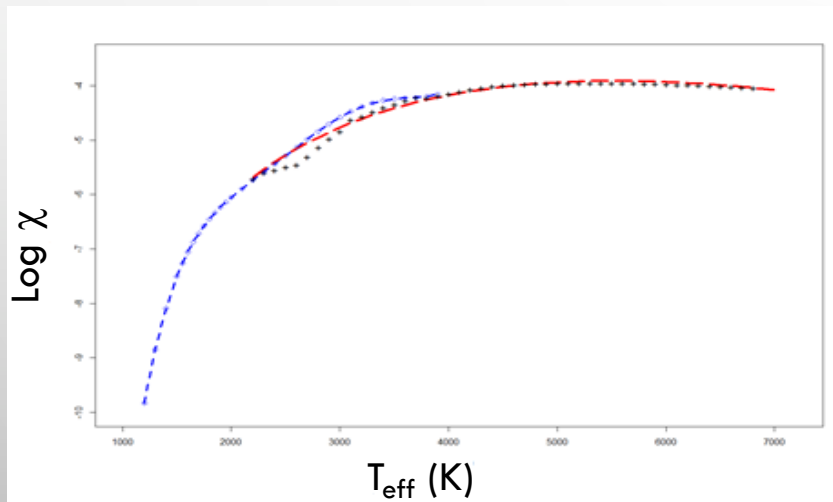


Using the χ Factor: in [Walkowicz et al., \(2004\)](#) & [Reiners/Basri, \(2008\)](#).

Calibrations of line-flux from the synth spectra of [Cifuentes et al., \(2018\)](#)

$$\frac{L_{H\alpha}}{L_{Bol}} = \chi EW(H\alpha)$$

$$\log \chi = \frac{F_{H\alpha}}{F_{Bol}}$$

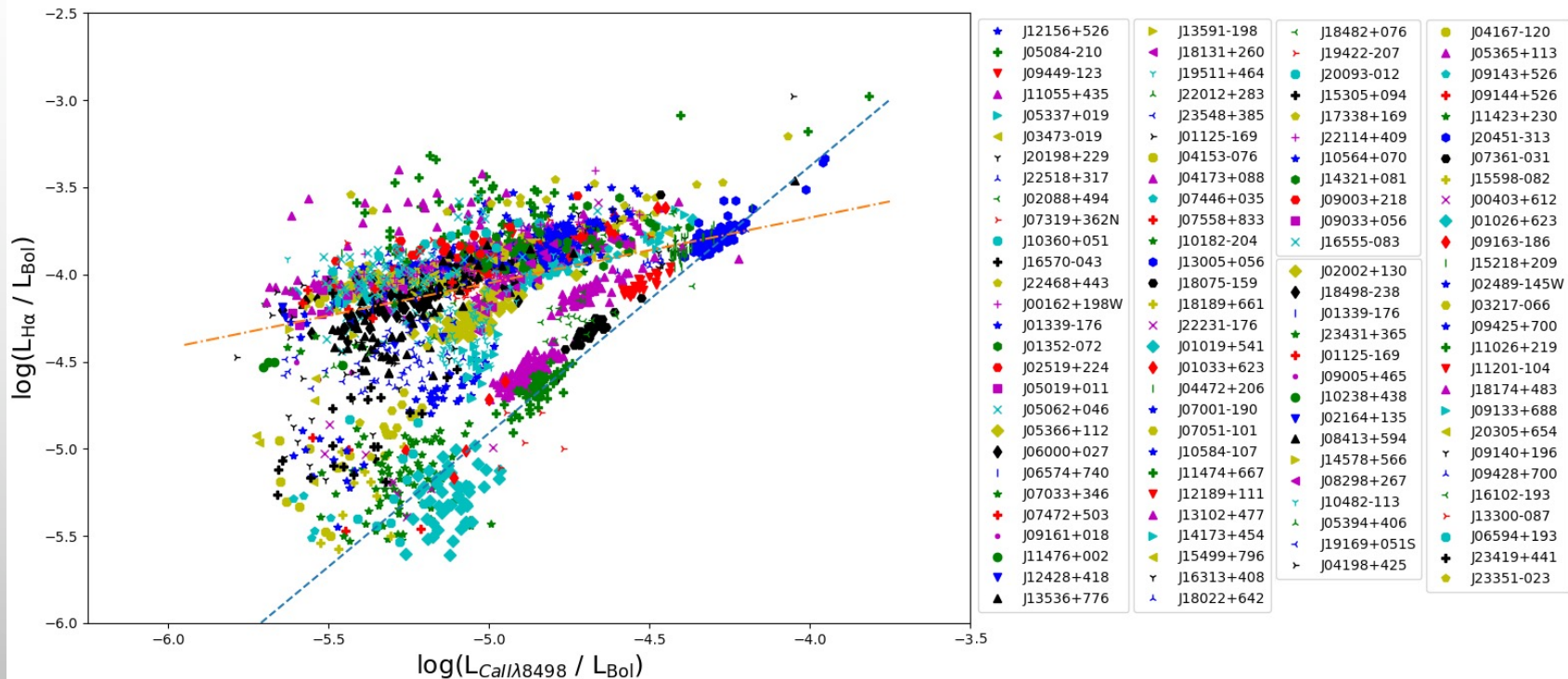




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



→ End up in the flux-flux relationship from the whole subsample

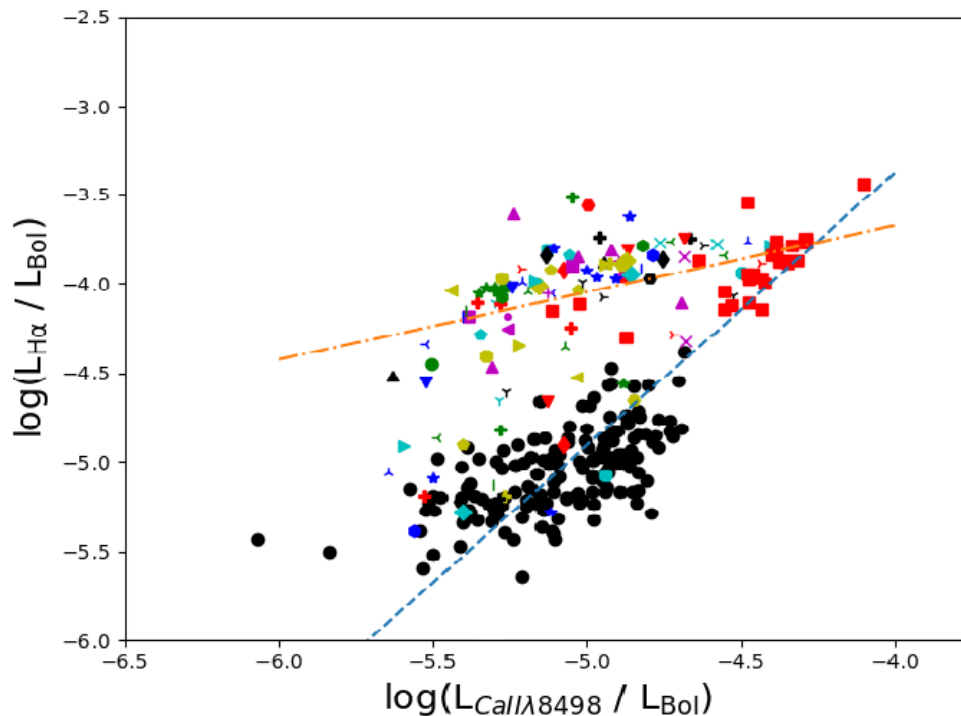




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



→ End up in the flux-flux relationship from the whole subsample
Taking averages and adding the [Martínez-Arnaiz et al.,\(2011\)](#) values with the fits

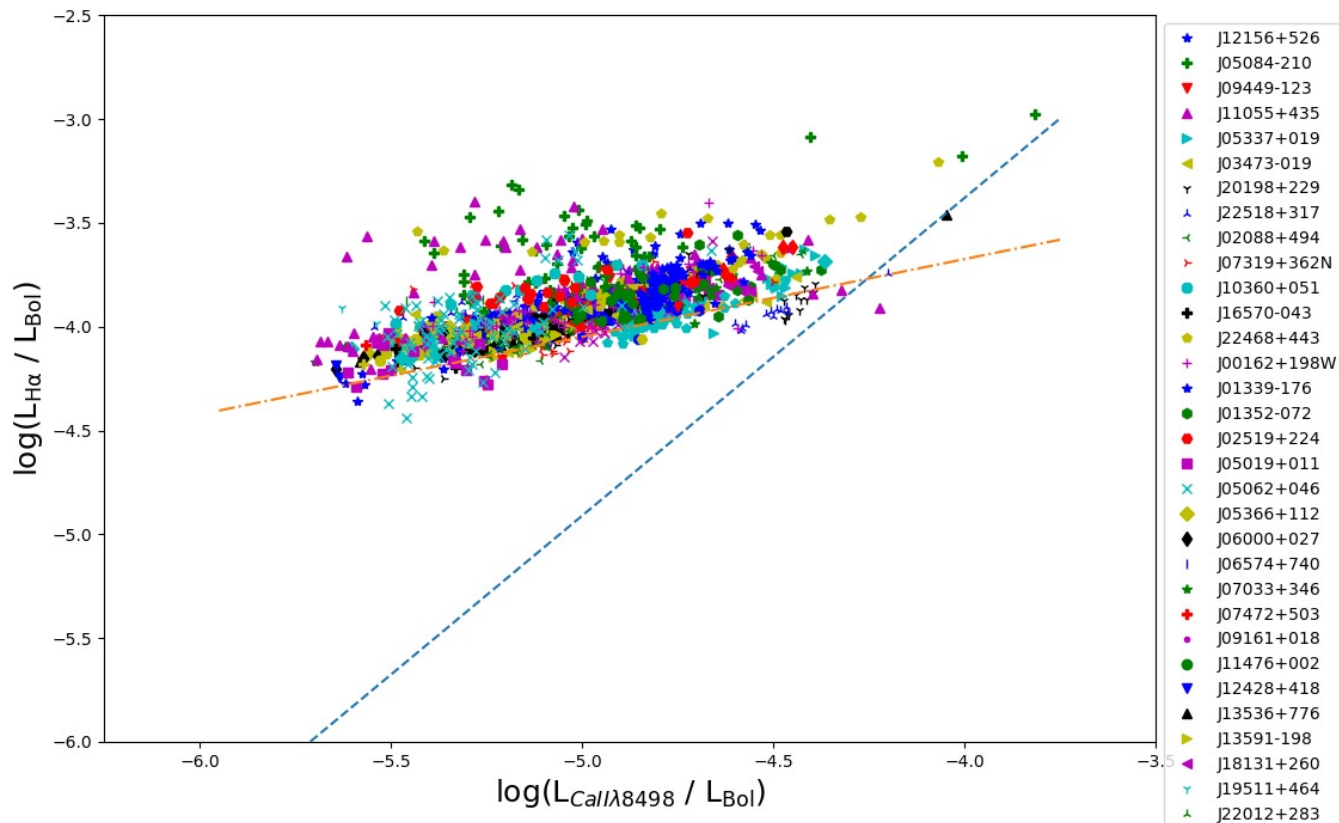




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Three branches instead of two?

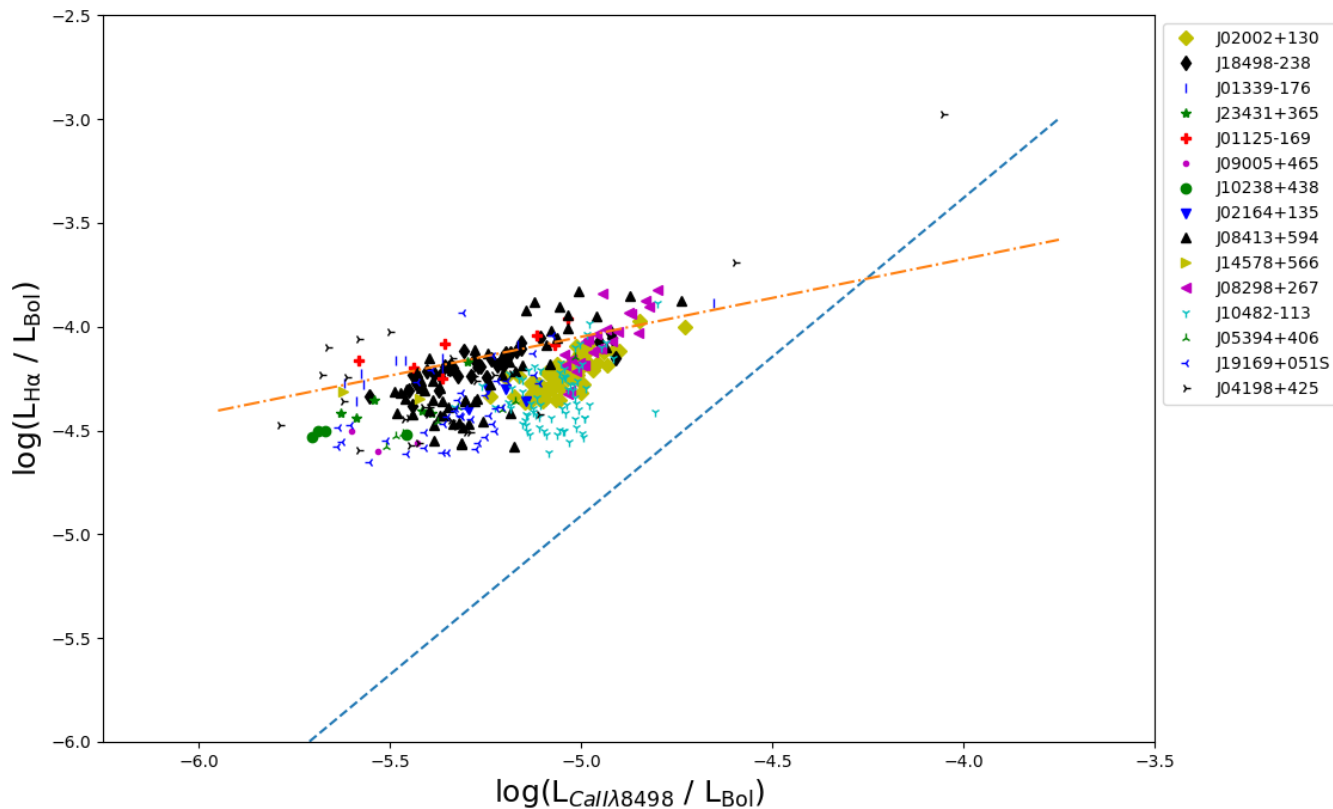




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Three branches instead of two?

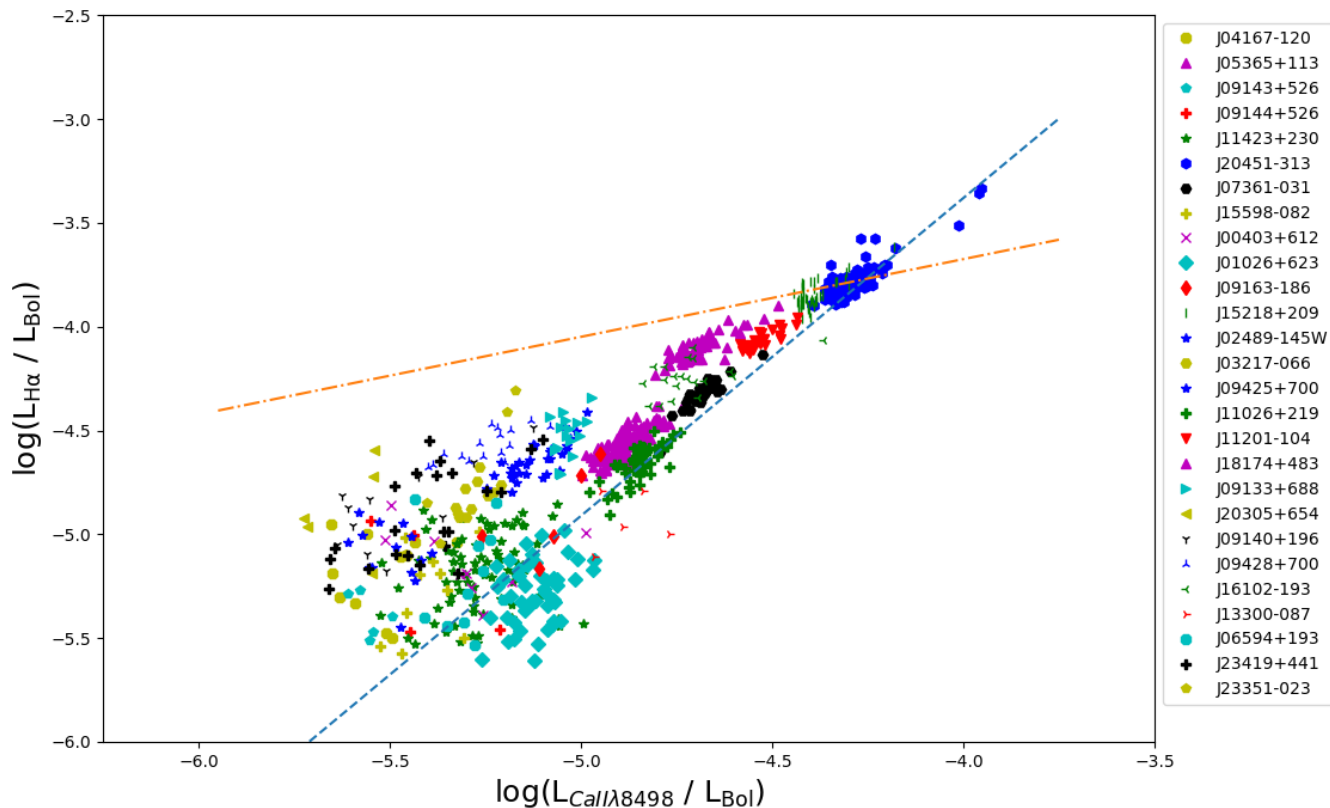




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Three branches instead of two?

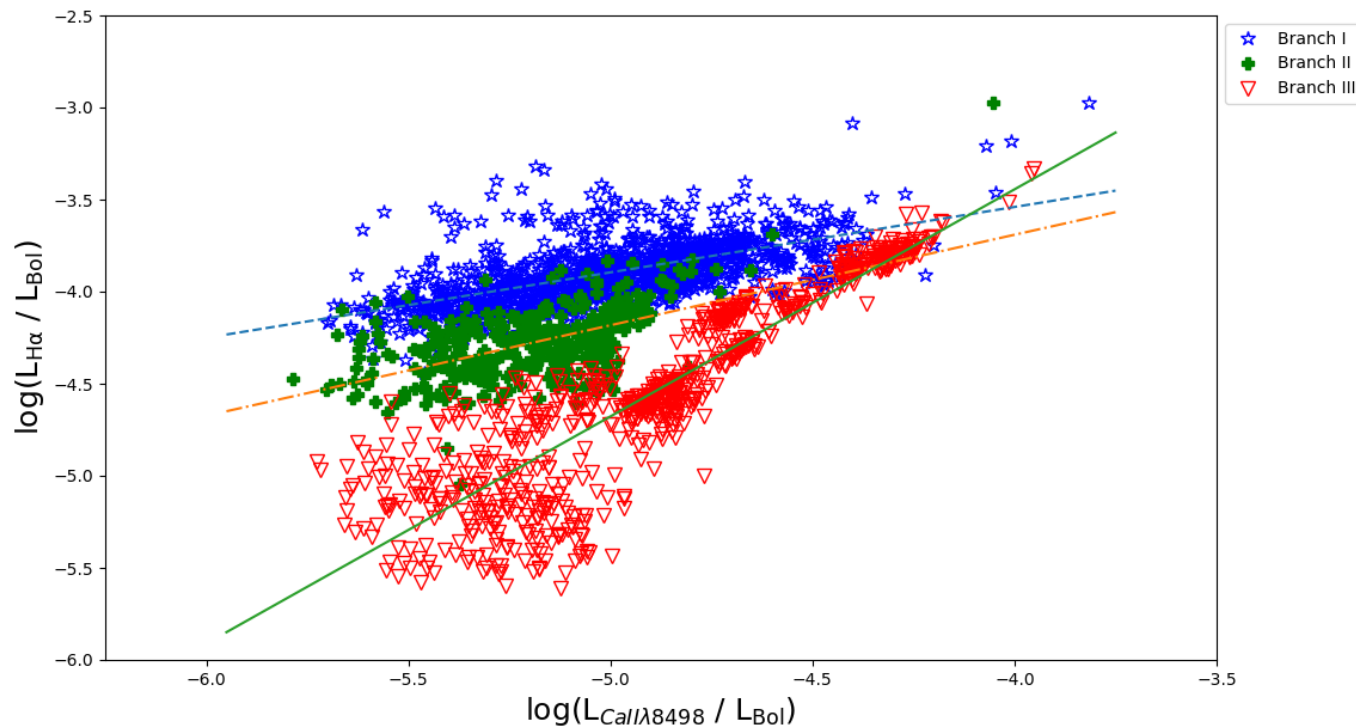




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Three branches instead of two?

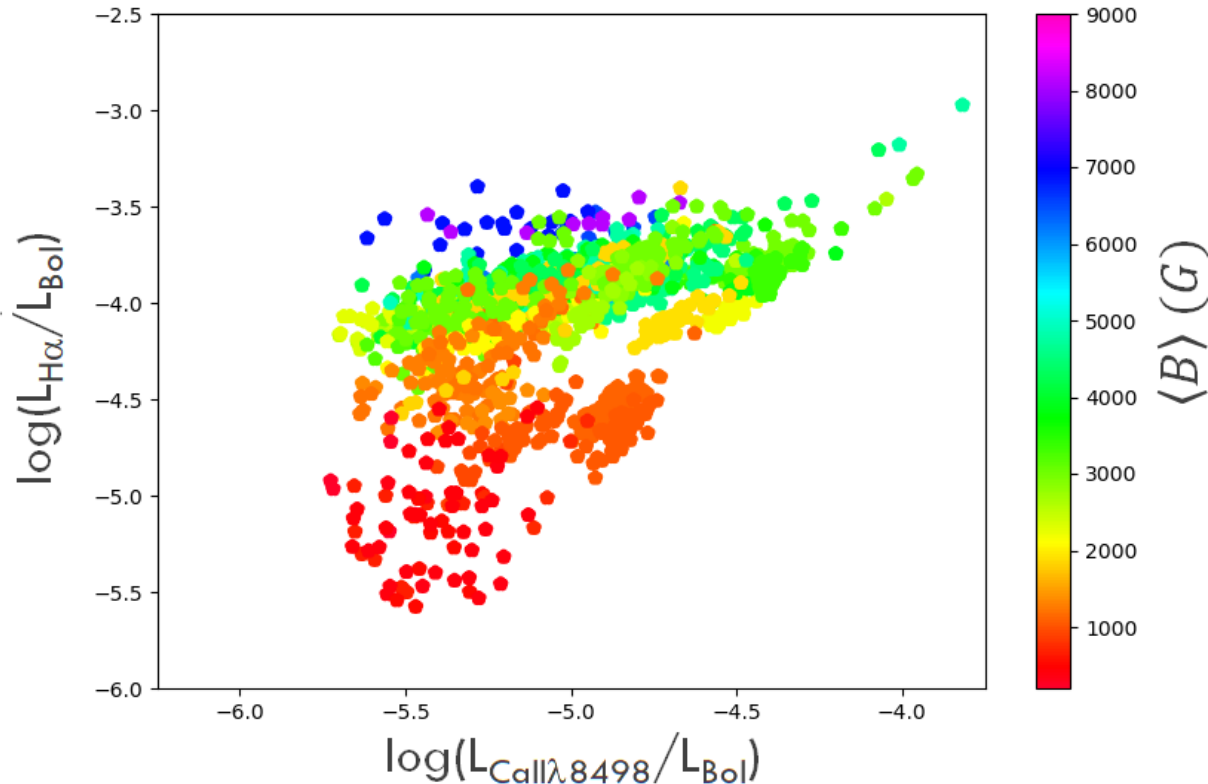




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Trying to elucidate this incorporating the Magnetic Fields for the stars of the CARMENES sample – [Reiners et al. \(2022\)](#)

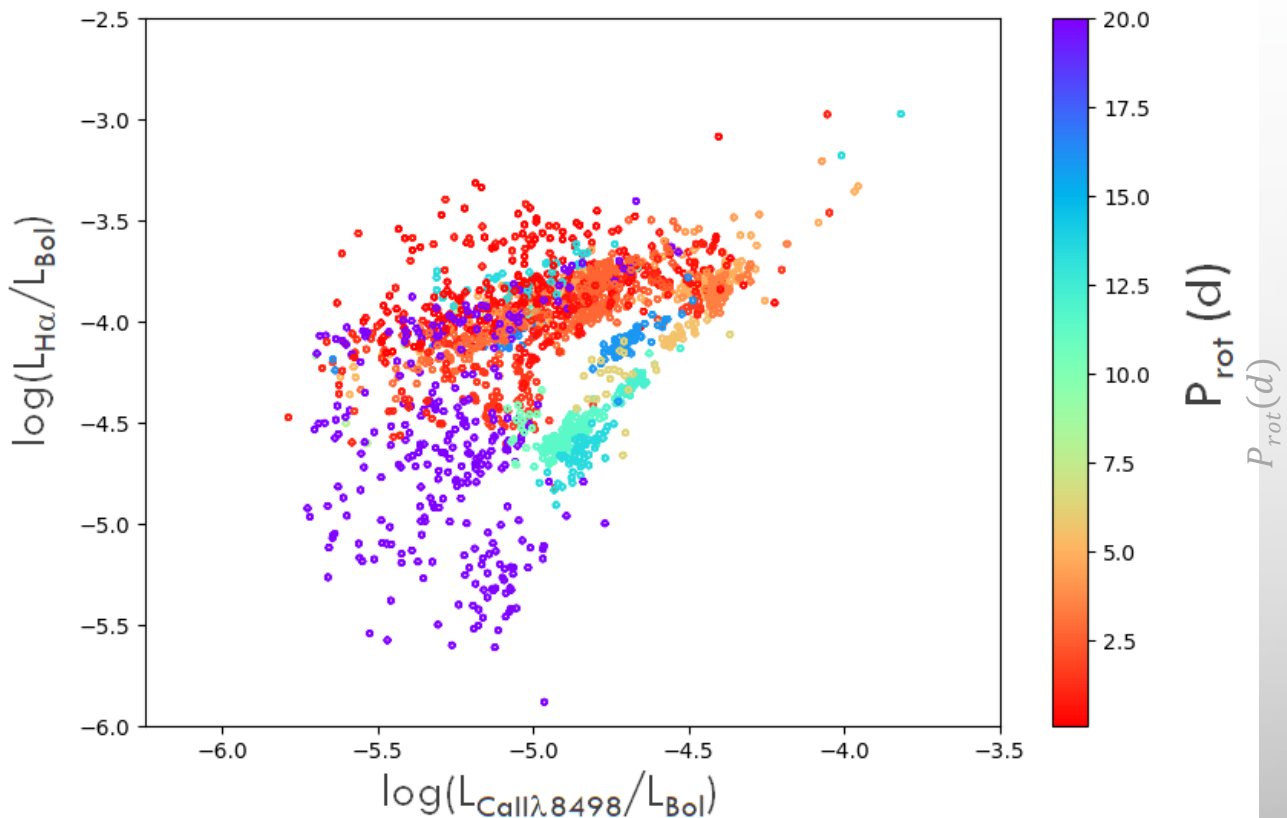




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and rotation period w. data from [Shan et al.](#)

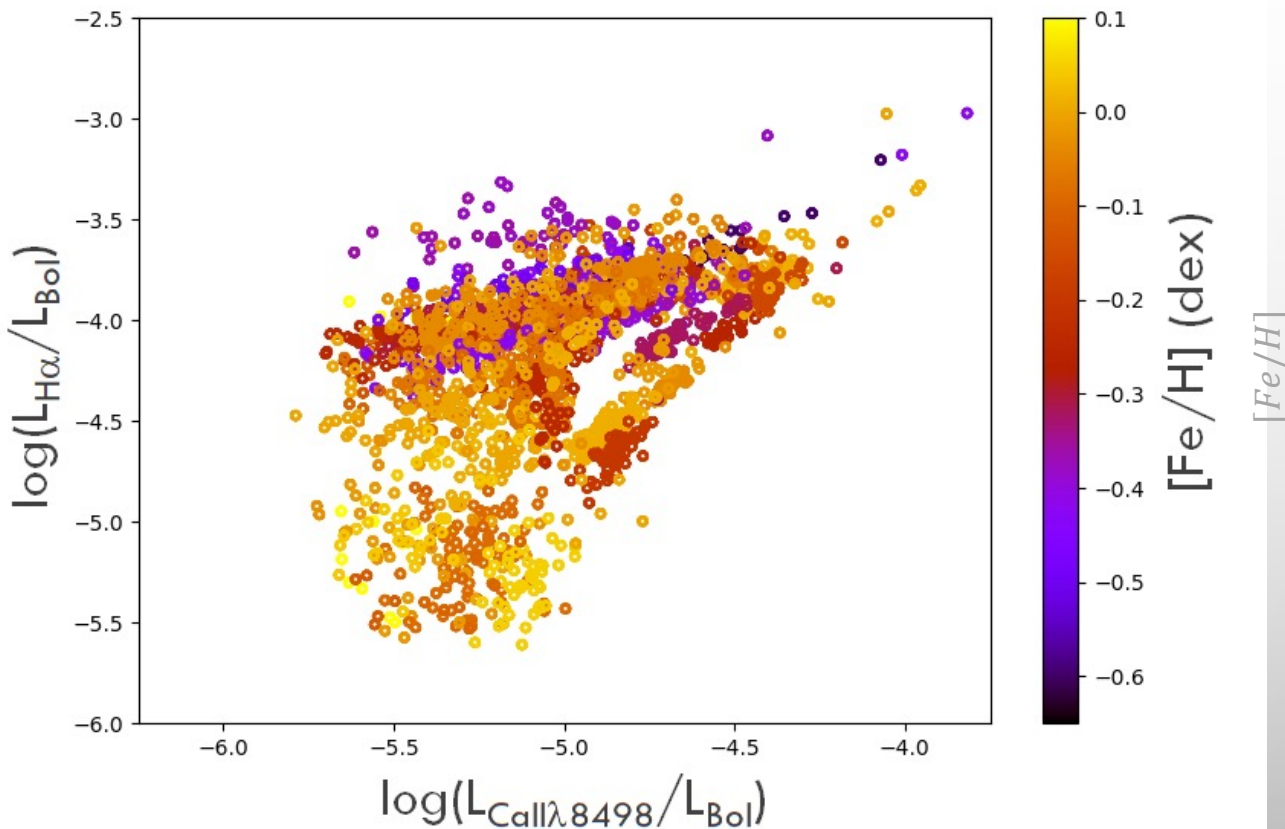




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and Metallicity. From the $[\text{Fe}/\text{H}]$ data in carmencita v104

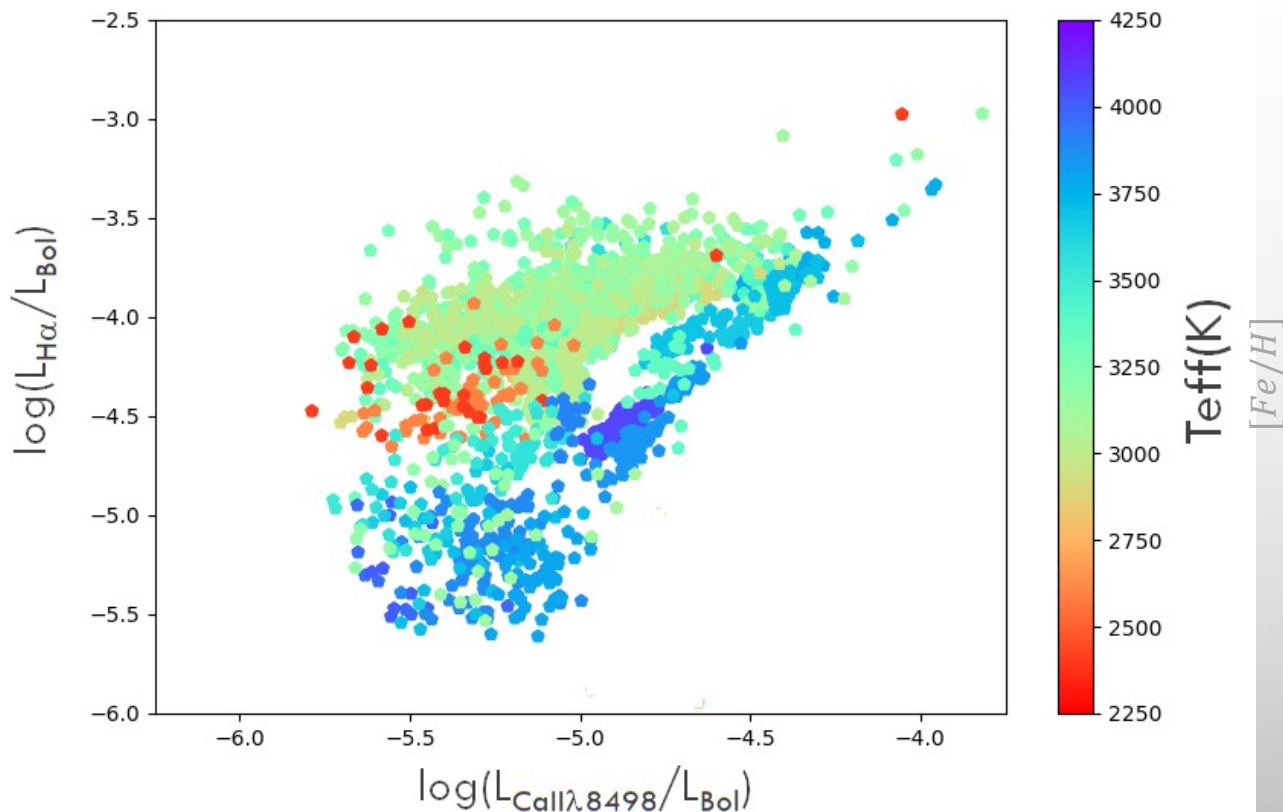




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and Teff. Data in carmencita v104

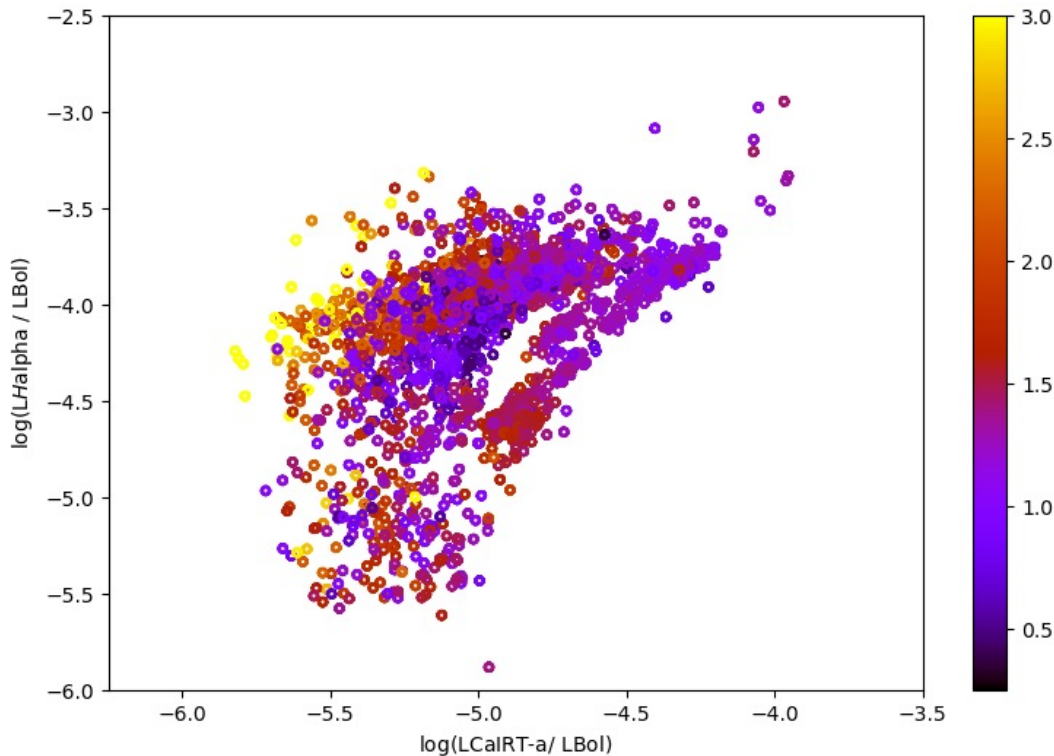




Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and ratio pEW(Call IRT-b)/pEW(Call IRT-a)



$$\frac{pEW(Call\ IRT-b)}{pEW(Call\ IRT-a)} = 1.5-3 \text{ plagues}$$

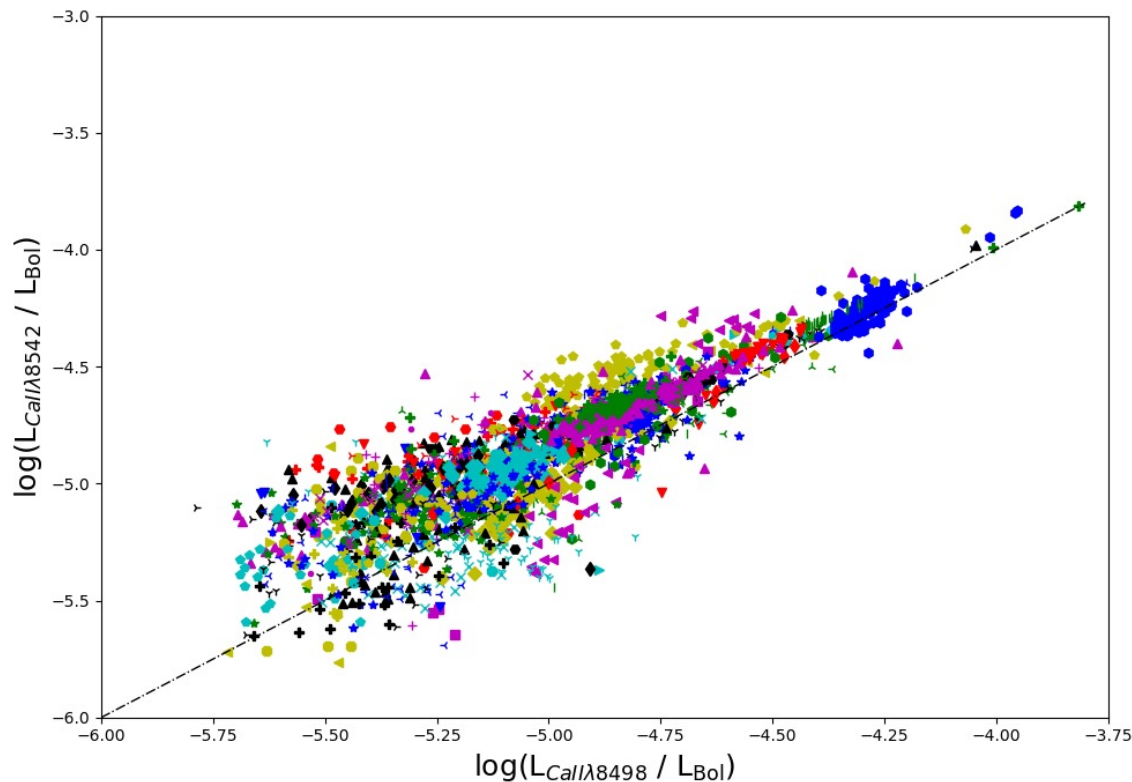
$$\frac{pEW(Call\ IRT-b)}{pEW(Call\ IRT-a)} = 3-9 \text{ prot.}$$



Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and ratio pEW(Call IRT-b)/pEW(Call IRT-a)



$$\frac{\text{pEW(CaII IRT-b)}}{\text{pEW(CaII IRT-a)}} = 1.5-3 \text{ plagues}$$

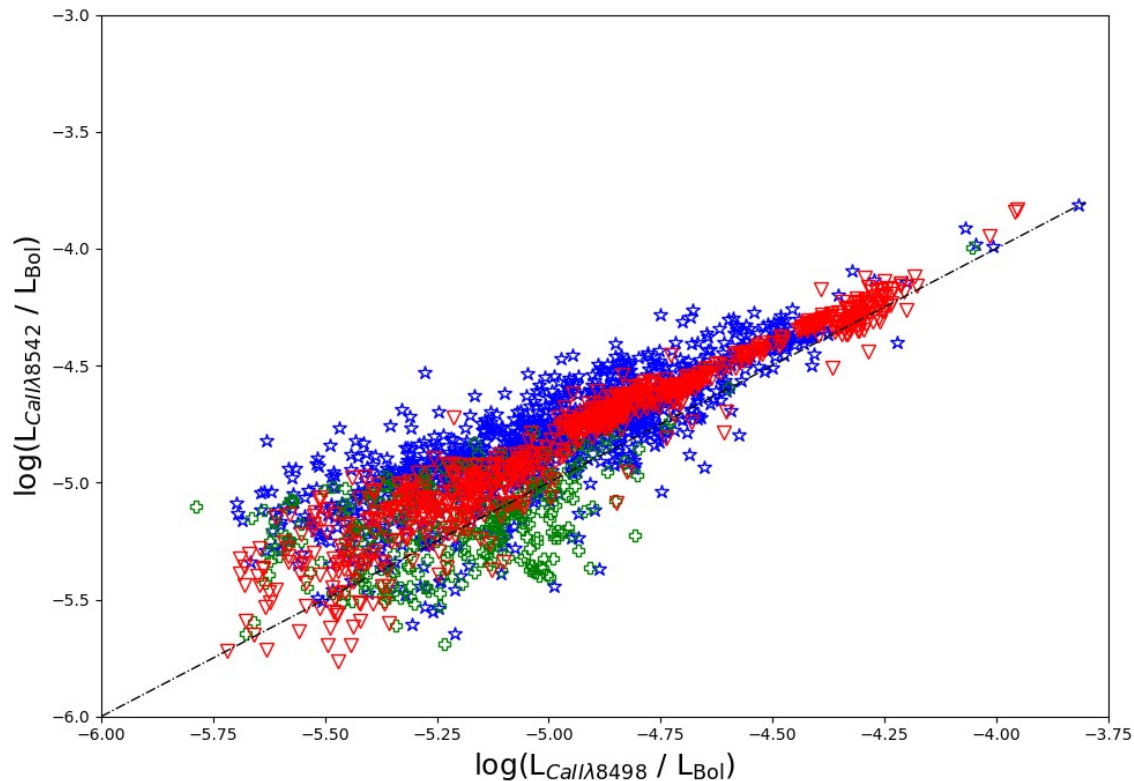
$$\frac{\text{pEW(CaII IRT-b)}}{\text{pEW(CaII IRT-a)}} = 3-9 \text{ prot.}$$



Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Flux-flux and ratio pEW(CaII IRT-b)/pEW(CaII IRT-a)



$$\frac{pEW(CaII\ IRT-b)}{pEW(CaII\ IRT-a)} = 1.5-3 \text{ plagues}$$

$$\frac{pEW(CaII\ IRT-b)}{pEW(CaII\ IRT-a)} = 3-9 \text{ prot.}$$

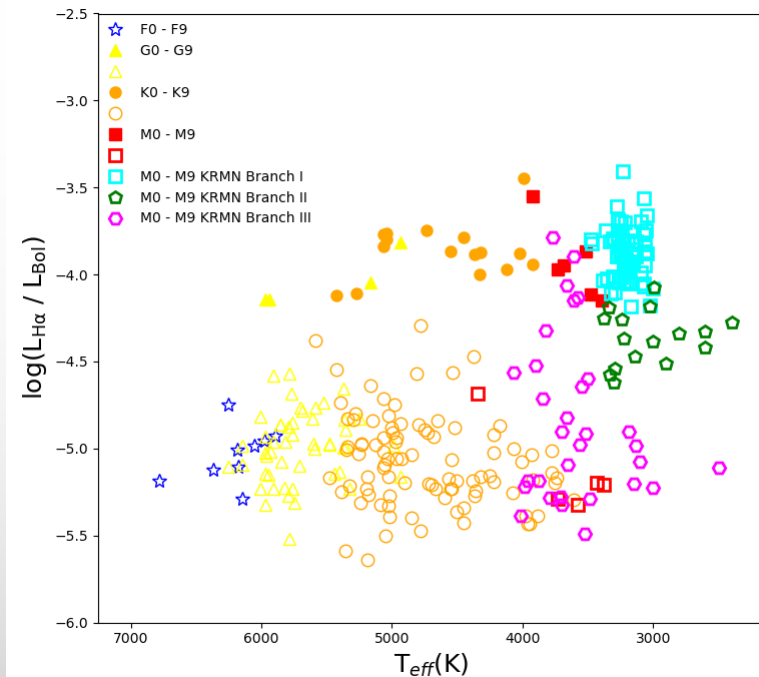
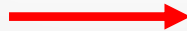
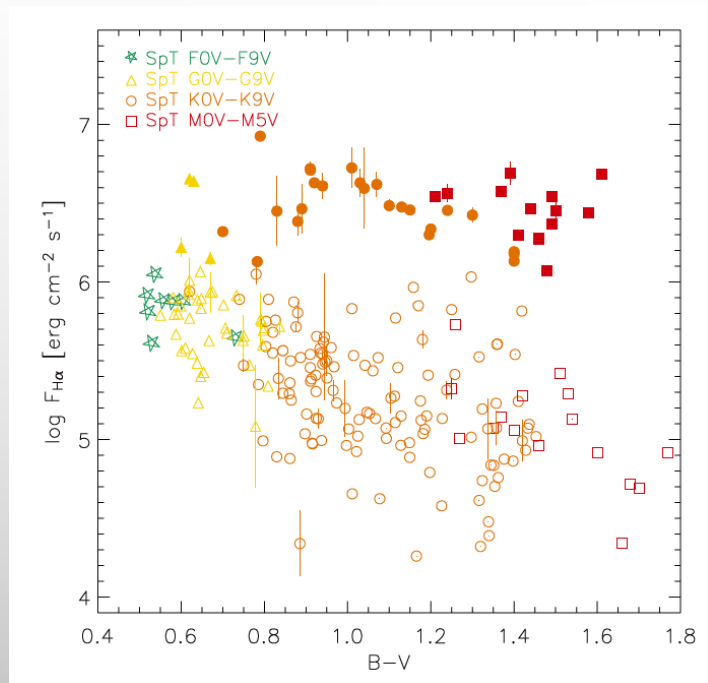


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



$pEW(H\alpha)$ vs T_{eff} (data from carmencita v104)

Filling the Vaughan-Preston gap?



Taken from [Martínez-Arnáiz et al., \(2011\)](#)

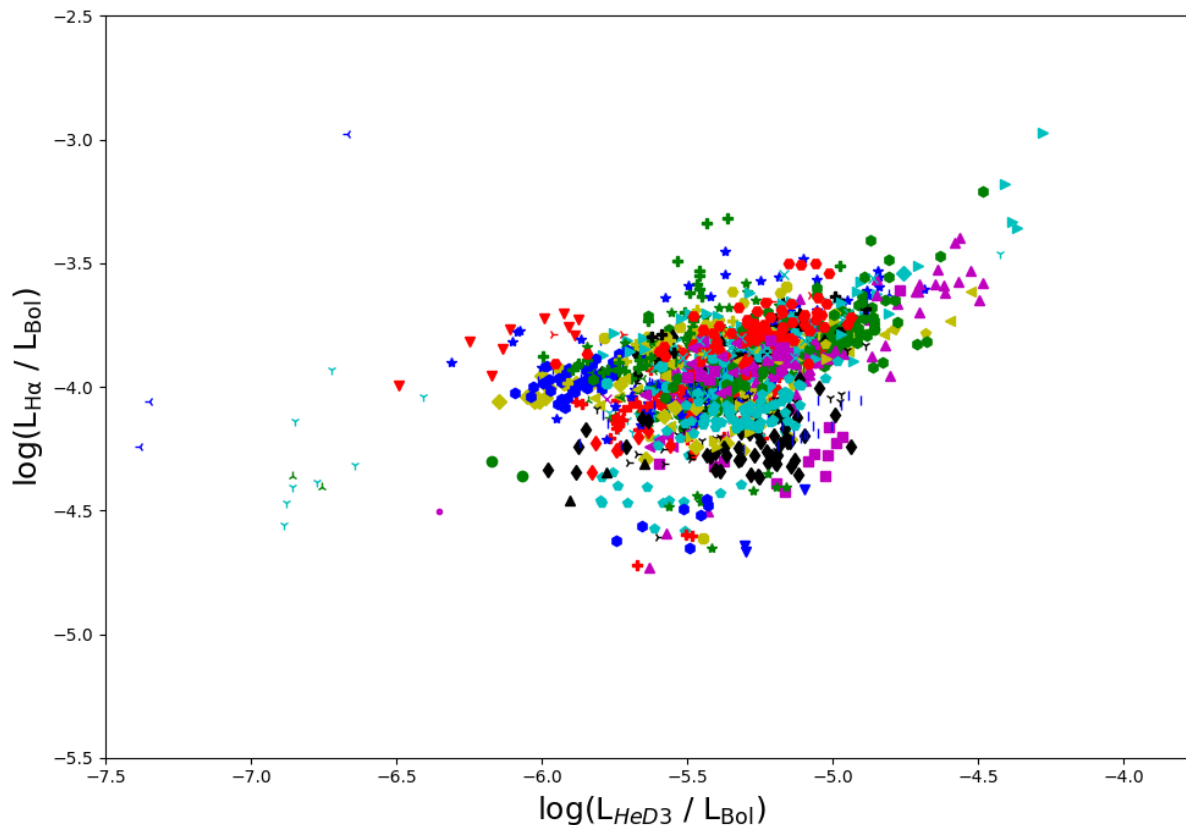


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



What about other flux-flux relationships?

H α vs HeD3



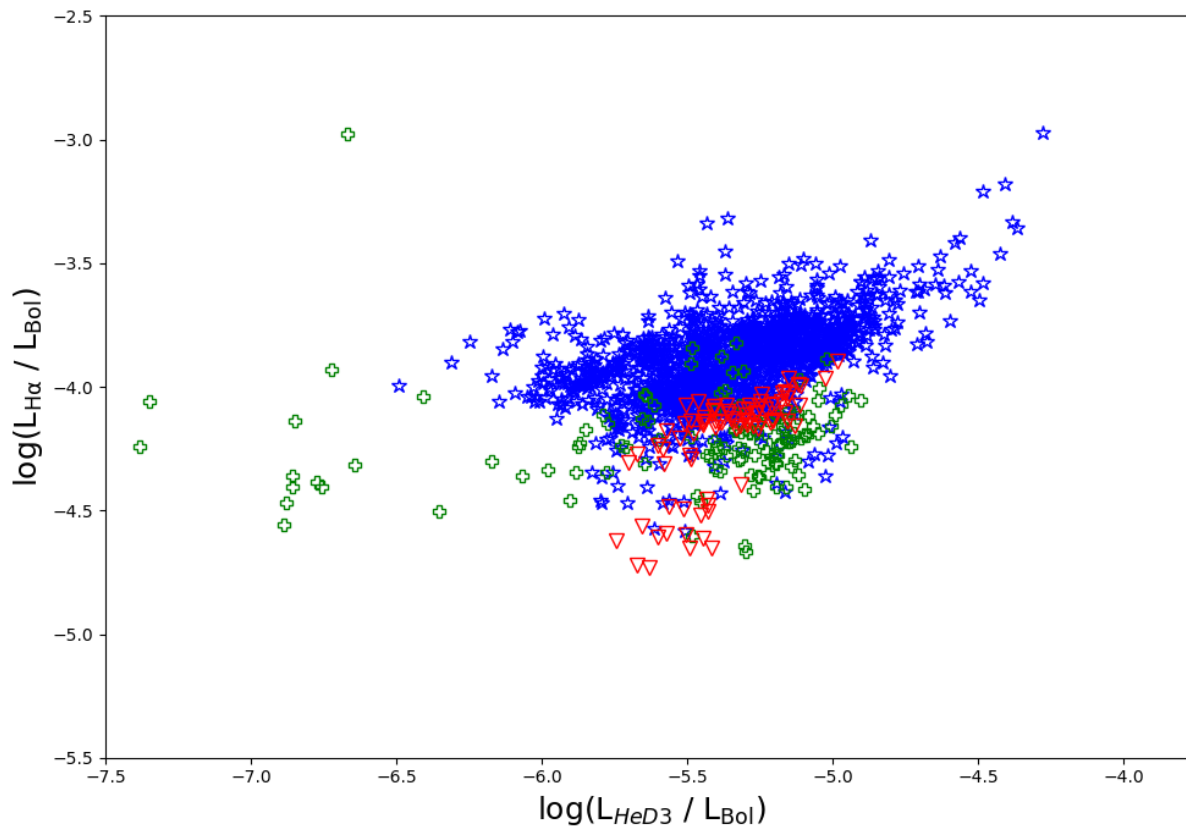


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



What about other flux-flux relationships?

H α vs HeD3



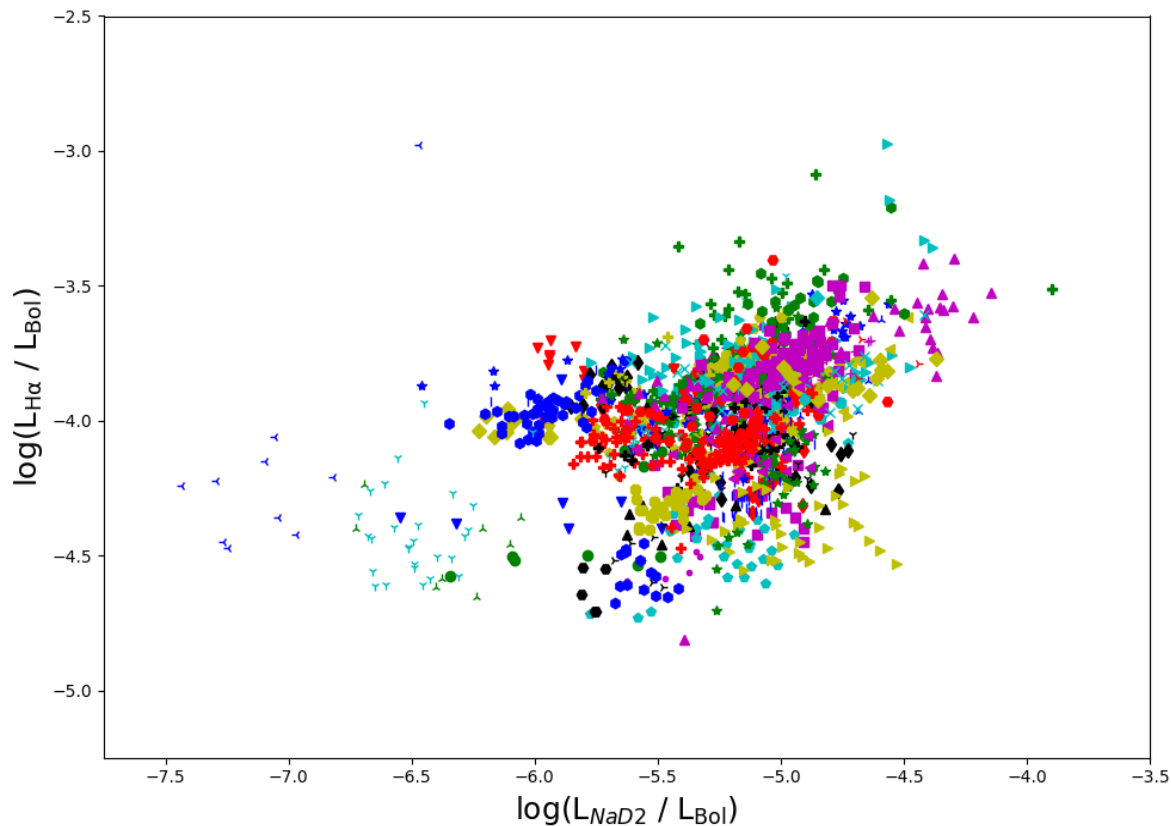


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



What about other flux-flux relationships?

H α vs NaD2



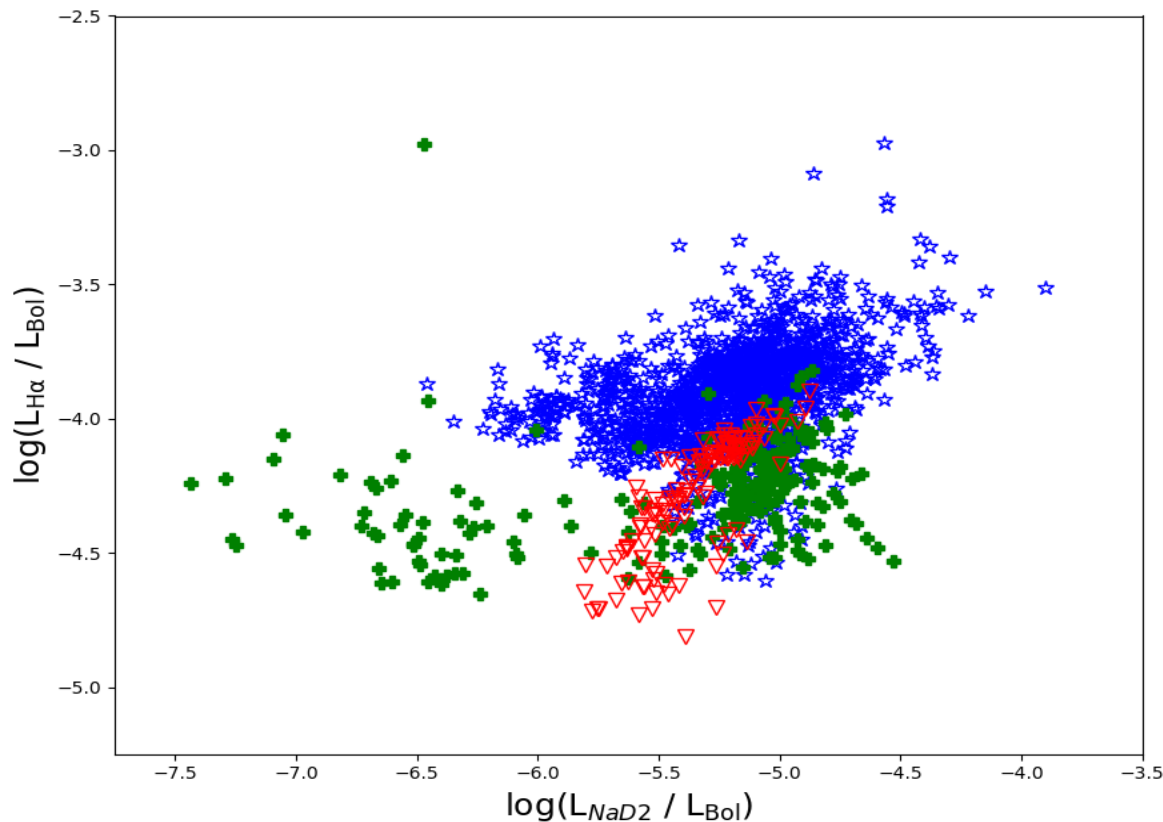


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



What about other flux-flux relationships?

H α vs NaD2



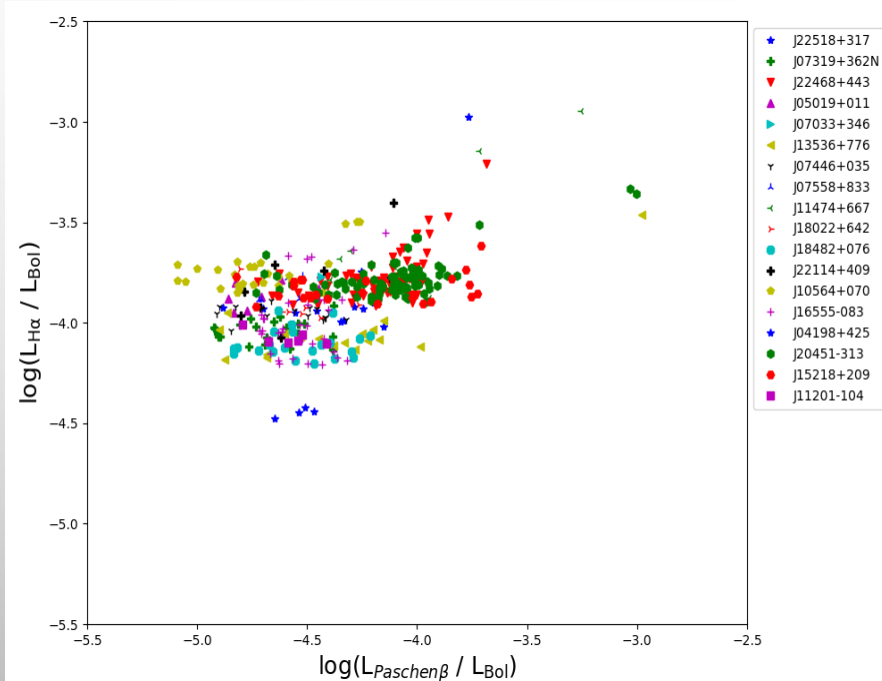


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES

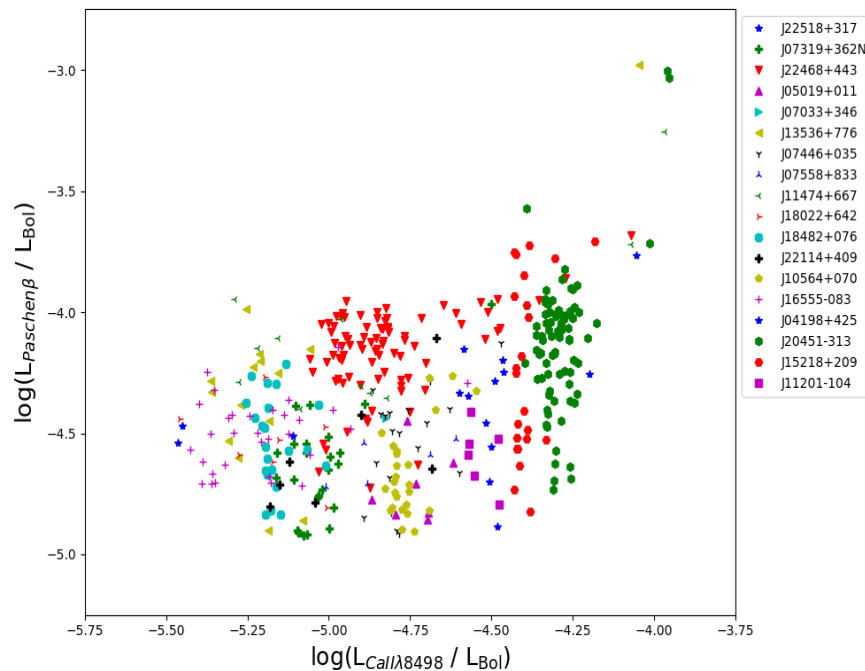


What about other flux-flux relationships?

H α vs Paschen β



Paschen β vs CaIRT-a



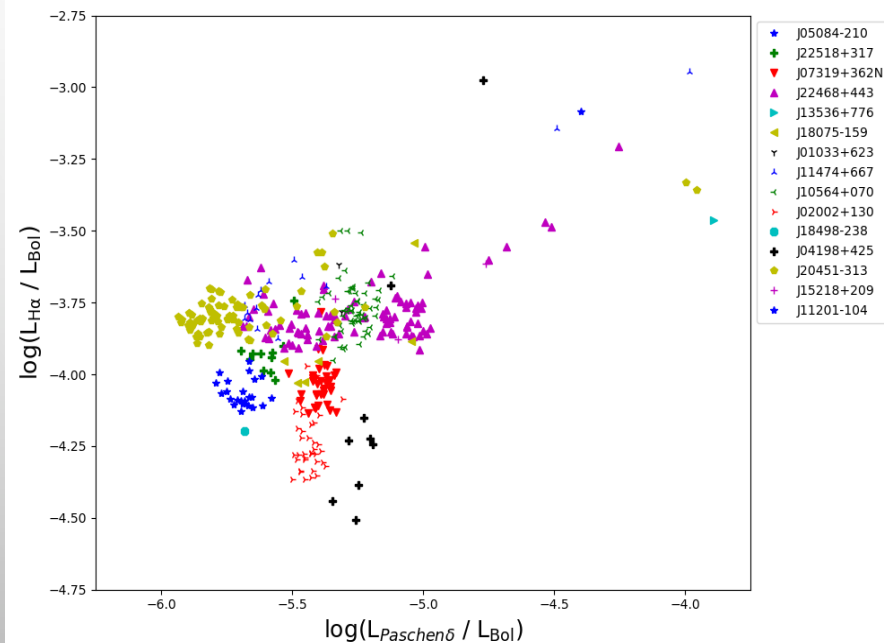


Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES

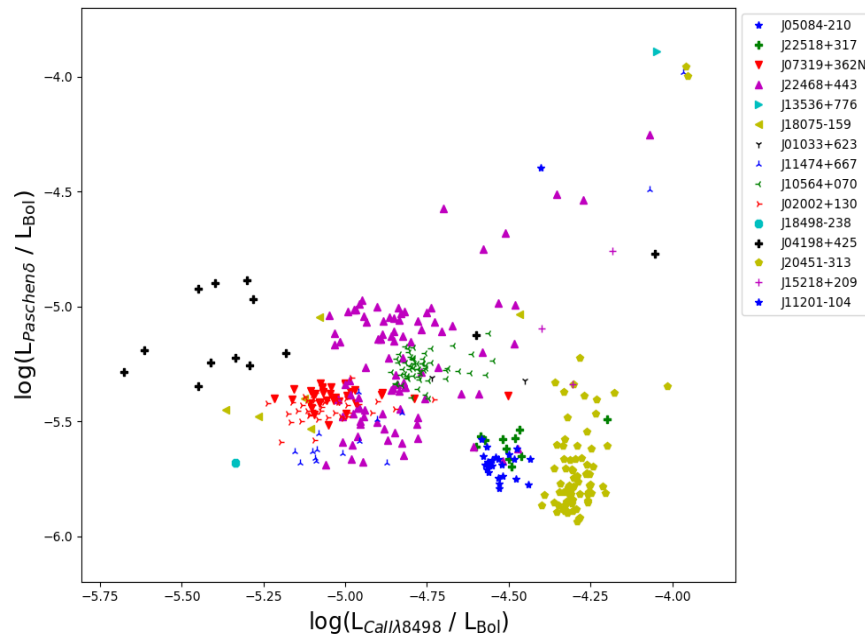


What about other flux-flux relationships?

H α vs Paschen δ



Paschen δ vs CaIRT-a





Actividad cromosférica y relaciones flujo-flujo en las estrellas M de CARMENES



Next steps:

- Publish!!!!