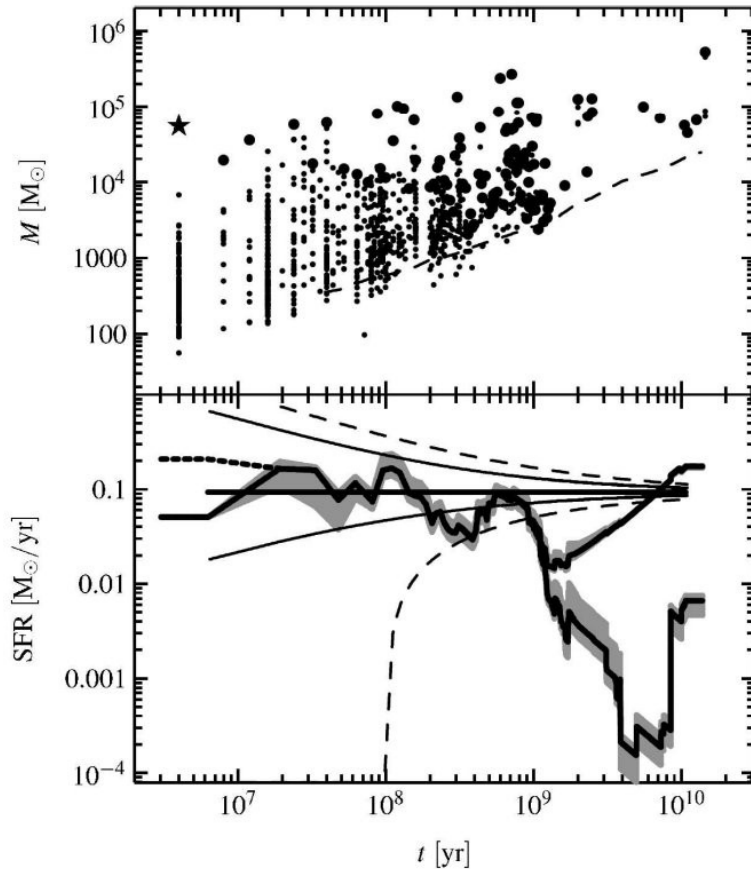


Formació estel·lar en una galàxia

Maschberger & Kroupa 2007, 2010



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Formació estel·lar en una galàxia

Índex de continguts

- Mètode dels cúmuls de massa màxima
- Proves amb cúmuls sintètics
- Gran núvol de Magallanes
- Conclusions

Formació estel·lar en una galàxia

Perquè utilitzar els cúmuls?

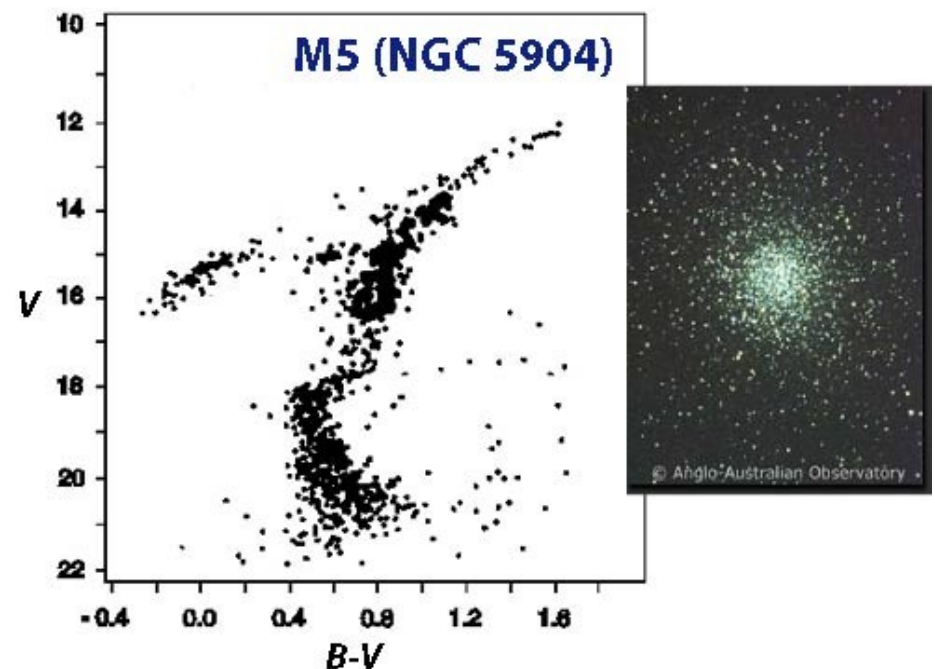
- Les estrelles es formen en cúmuls
- Vida extensa
- Relacionats amb interaccions amb altres galàxies
- Empremtes de la història de la formació estel·lar



Formació estel·lar en una galàxia

Mètode d'estudi a partir de diagrames color-magnitud

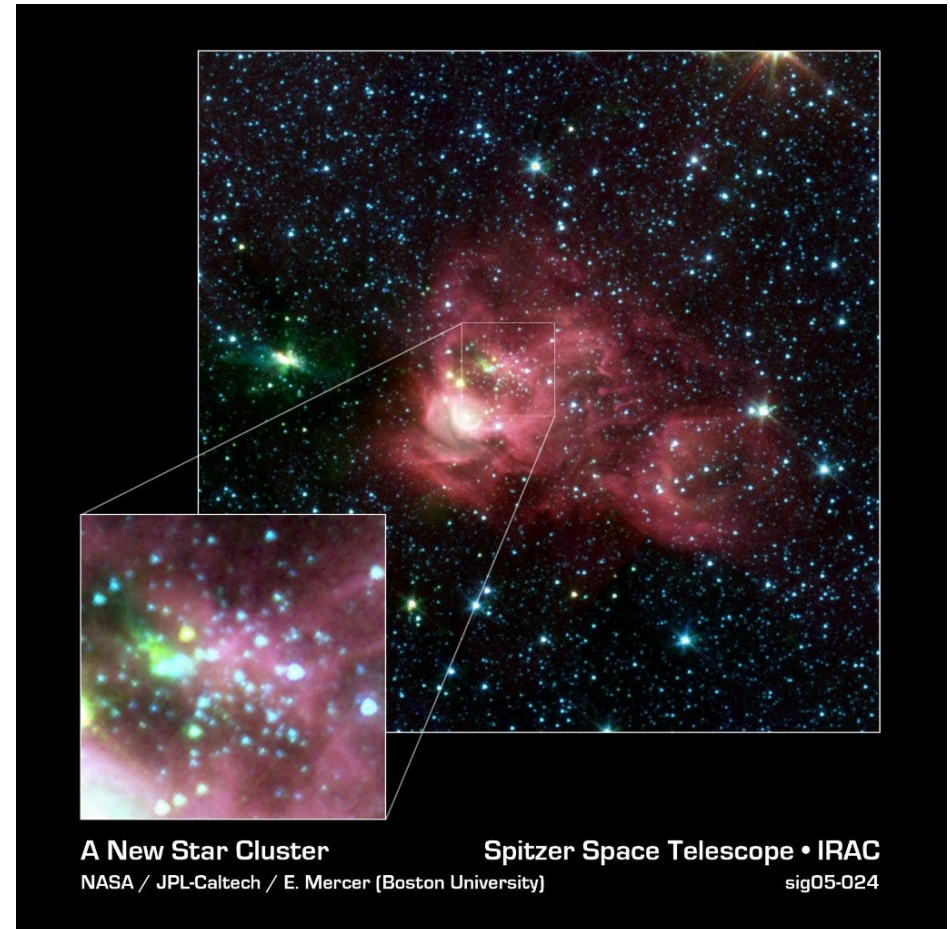
- Resolució individual d'estrelles
- Vàlid per galàxies properes (actualment $\sim 1\text{Mpc}$)
- Temps observacional elevat



Formació estel·lar en una galàxia

Diferències del nou mètode respecte a l'ús de CMD

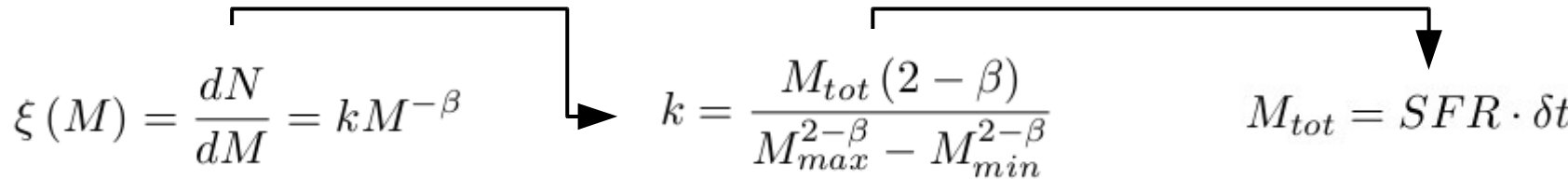
- Tractament del cúmul com a conjunt
- Estudi dels cúmuls més massius
- Galàxies més llunyanes
(actualment ~ 7 Mpc)



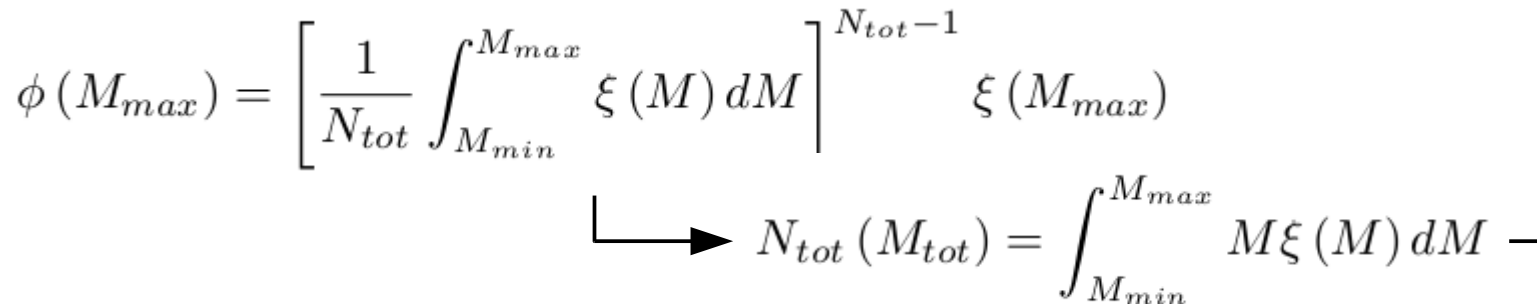
Formació estel·lar en una galàxia

Relació massa màxima – rati de formació estel·lar

- Funció de massa (Weidner & Kroupa, 2006)

$$\xi(M) = \frac{dN}{dM} = kM^{-\beta}$$
$$k = \frac{M_{tot}(2-\beta)}{M_{max}^{2-\beta} - M_{min}^{2-\beta}}$$
$$M_{tot} = SFR \cdot \delta t$$


- Densitat de probabilitat (Oey & Clarke 2005)

$$\phi(M_{max}) = \left[\frac{1}{N_{tot}} \int_{M_{min}}^{M_{max}} \xi(M) dM \right]^{N_{tot}-1} \xi(M_{max})$$
$$N_{tot}(M_{tot}) = \int_{M_{min}}^{M_{max}} M \xi(M) dM$$


- Massa màxima mitja

$$\overline{M_{max}} = \int_{M_{min}}^{M_{max}} M'_{max} \phi(M'_{max}) dM'_{max}$$

Formació estel·lar en una galàxia

Relació massa màxima – rati de formació estel·lar

- Funció de massa (Weidner & Kroupa, 2006)

$$\xi(M) = \frac{dN}{dM} = kM^{-\beta}$$

$$k = \frac{M_{tot}(2-\beta)}{M_{max}^{2-\beta} - M_{min}^{2-\beta}}$$

$$M_{tot} = SFR \cdot \delta t$$

- Densitat de probabilitat (Oey & Clarke 2005)

$$\phi(M_{max}) = \left[\frac{1}{N_{tot}} \int_{M_{min}}^{M_{max}} \xi(M) dM \right]^{N_{tot}-1} \xi(M_{max})$$

$$N_{tot}(M_{tot}) = \int_{M_{min}}^{M_{max}} M \xi(M) dM$$

- Massa màxima mitja

$$\overline{M_{max}} = \int_{M_{min}}^{M_{max}} M'_{max} \phi(M'_{max}) dM'_{max} \longrightarrow \boxed{\overline{M_{max}} = f(SFR)}$$

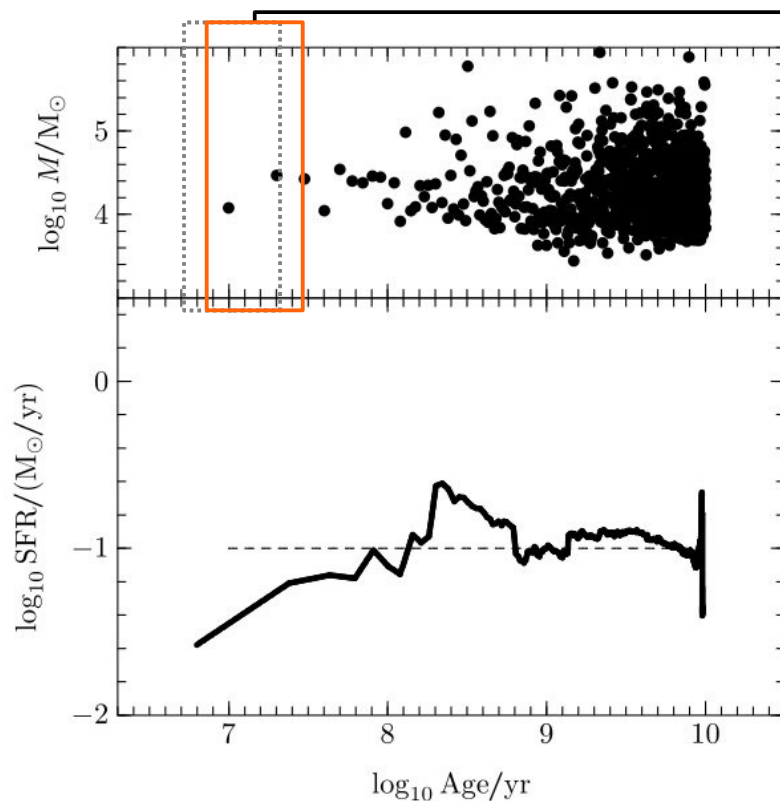
Formació estel·lar en una galàxia

Massa màxima inicial

- SFR a partir de la massa màxima mitja inicial

$$\overline{M_{max}} = f(SFR) \longrightarrow SFR = f^{-1}(\overline{M_{max}})$$

- Finestra



$\Delta \log(\text{age/yr}) = \text{finestra}$ amb desplaçaments δt

Per èpoques δt sense cúmul

$$M_{lim}(t) = 1.6 \cdot 10^{9+0.4(Mag(t)-Mag_{lim})} M_{\odot}$$

$$M_{max} = 0$$

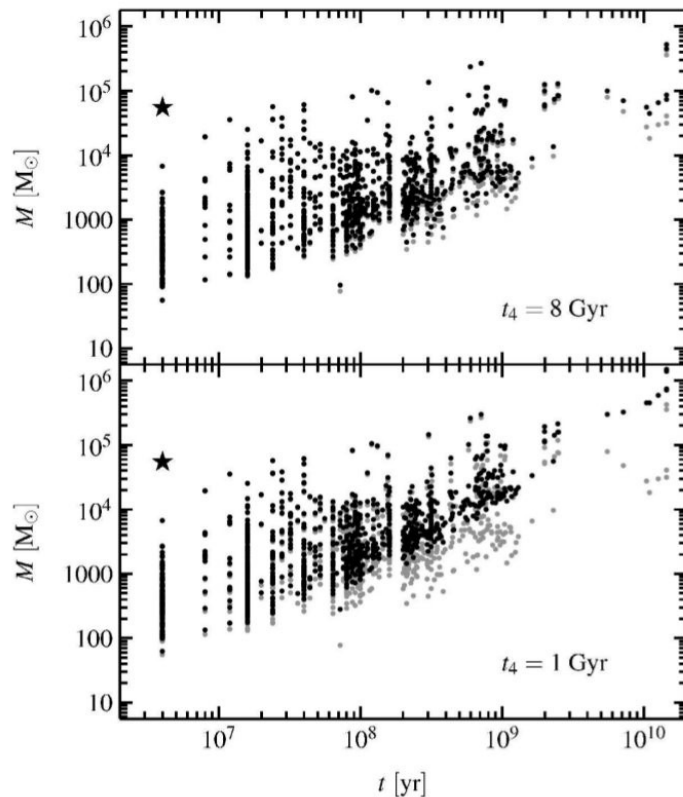
Formació estel·lar en una galàxia

Massa màxima inicial

- Massa màxima inicial

$$SFR = f^{-1}(\overline{M_{max}})$$

- Correcció per l'evolució dels cúmuls
(Lamers et al. 2005)



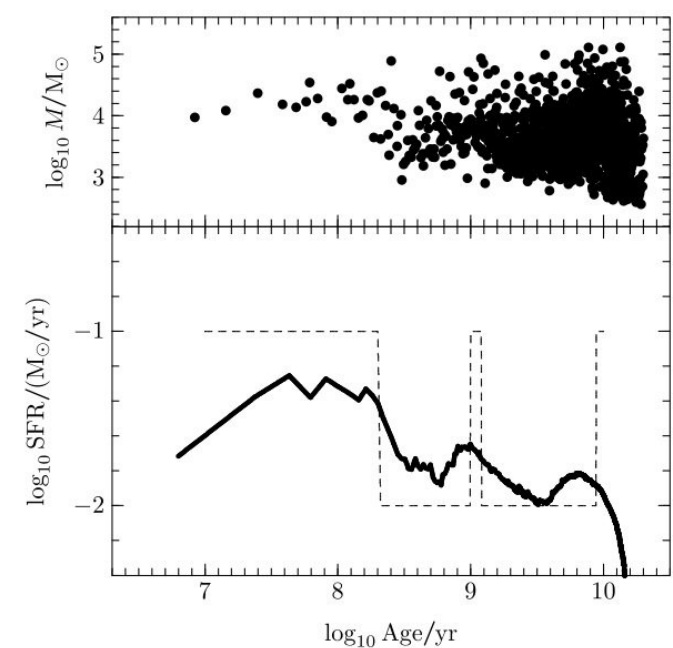
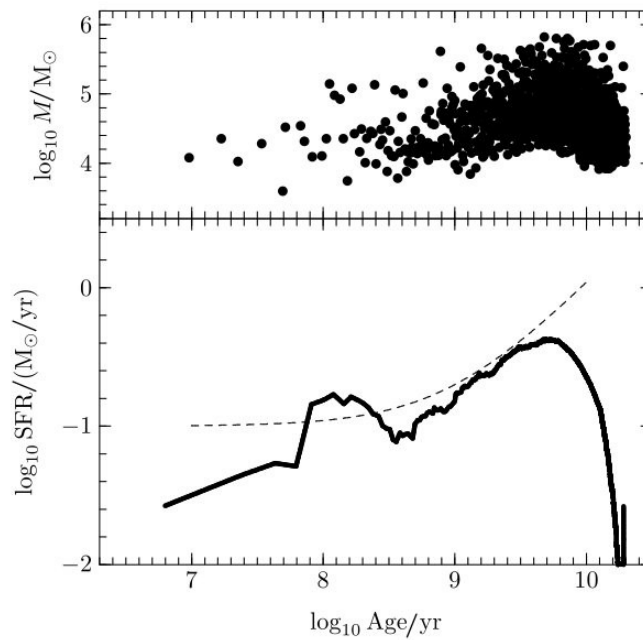
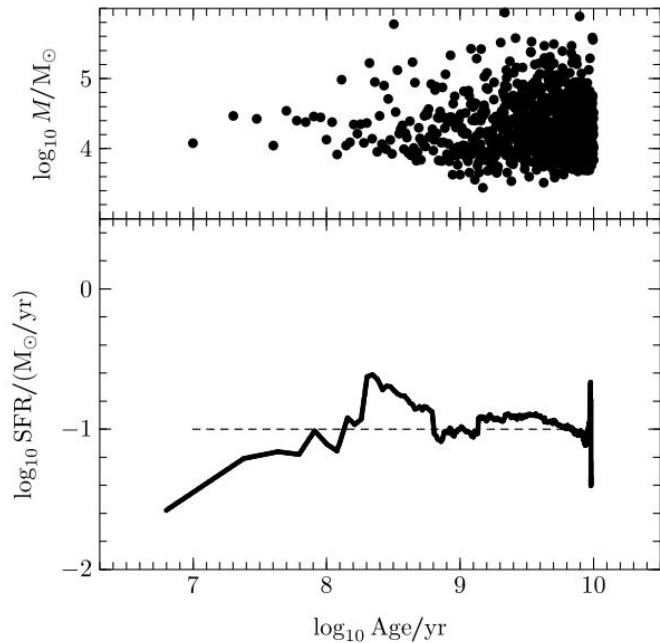
$$M_i(t) = \left[\left(\frac{M}{M_\odot} \right)^\gamma + \frac{\gamma \cdot t}{t_0} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \leftarrow \quad \begin{aligned} \gamma &= 0.62 \\ t_0 &= \left(\frac{t_4}{660} \right)^{\frac{1}{0.967}} \end{aligned}$$

t_4 és el temps de dissolució
d'un cúmul de $10^4 M_\odot$

Formació estel·lar en una galàxia

Prova amb cúmuls sintètics

- SFR constant, variable i amb ràfegues

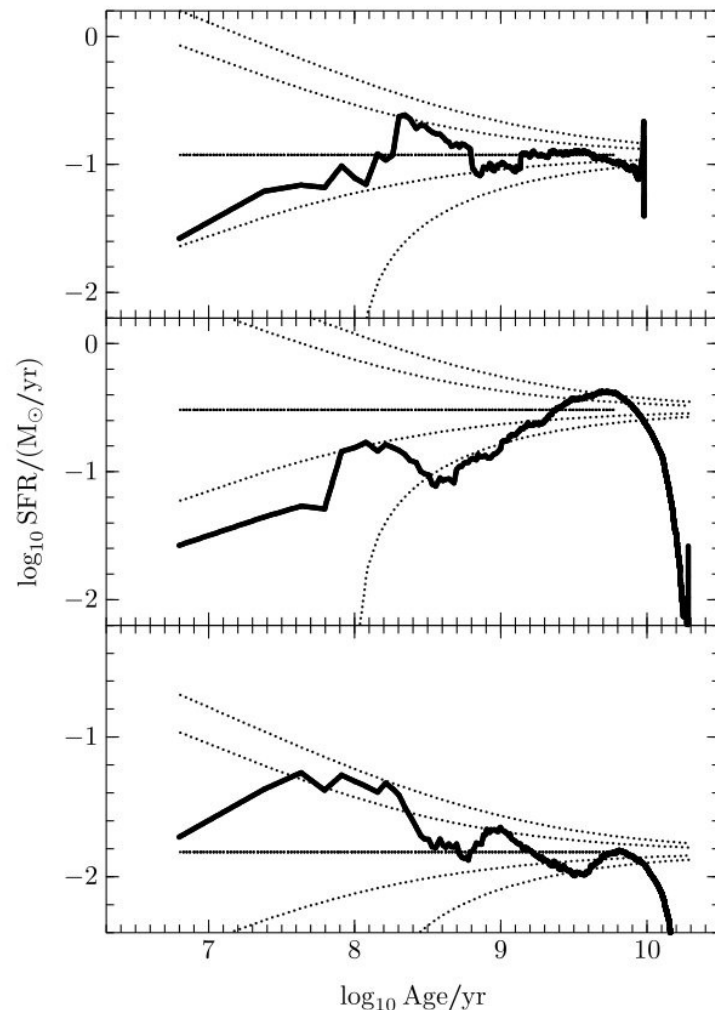


* Sense incertesa a l'edat

Formació estel·lar en una galàxia

Criteri per a la detecció de variacions

- Hipòtesi nul·la: SFH constant



$$\langle SFR \rangle = \frac{1}{\Delta\tau} \int_{\tau_{min}}^{\tau_{max}} SFR$$

$$\sigma_{SFR\pm}(\tau) = \hat{\sigma}_{SFR\pm}(\tau) \cdot SFR(\tau)$$

$$\hat{\sigma}_{SFR+} = \frac{45}{1 + e^{1.3(\log_{10}(\tau) - 5.4)}}$$

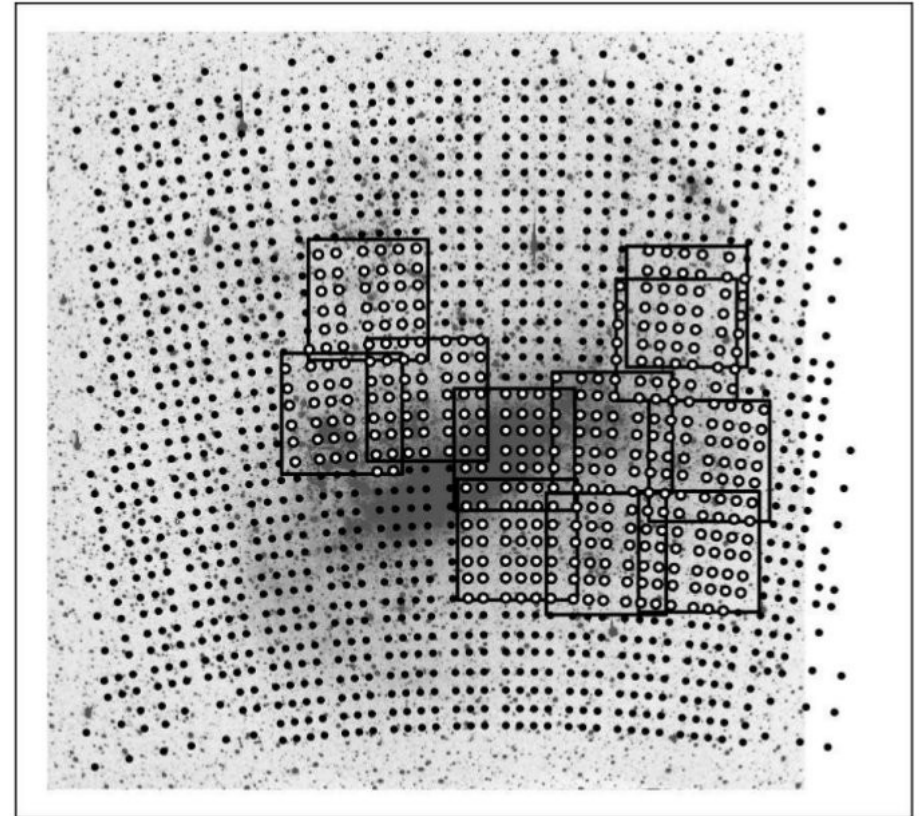
$$\hat{\sigma}_{SFR-} = \frac{1}{1 + e^{1.2(\log_{10}(\tau) - 8.0)}}$$

La hipòtesi no és vàlida si SFH supera $1\sigma_{SFR\pm}$

Formació estel·lar en una galàxia

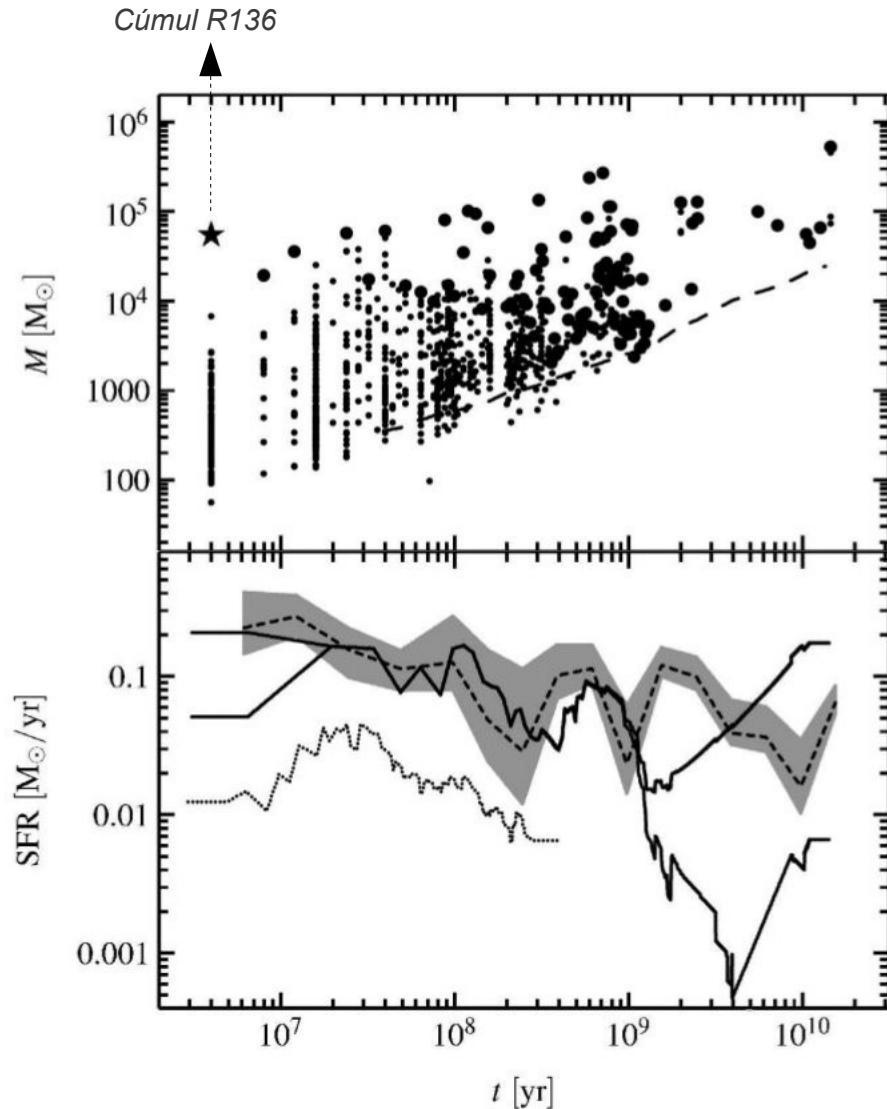
Gran núvol de Magallanes

- Regions observades
 - Edats i masses per de Grijs & Anders (2006)
 - SFH mitjançant diagrames color-magnitud per Harris & Zaritsky (2009).



Formació estel·lar en una galàxia

Gran núvol de Magallanes



- Diagrames color-Magnitud
- Cúmulo de màxima massa
- Massa total població

Formació estel·lar en una galàxia

Conclusions

- Pros:
 - Galàxies més llunyanes.
 - Menys esforç observacional.
 - Coincidència significativa amb el mètode dels diagrames color-magnitud.
- Contres:
 - No permet detectar ràfegues ràpides i massives de formació.
 - Per a edats avançades, afectació per èpoques de formació sense cúmul.



Formació estel·lar en una galàxia

Maschberger & Kroupa 2007, 2010

