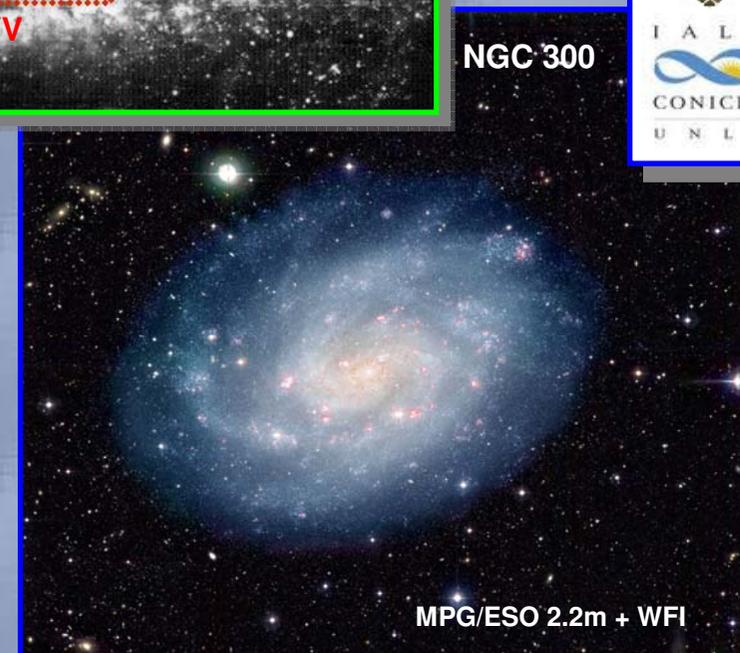
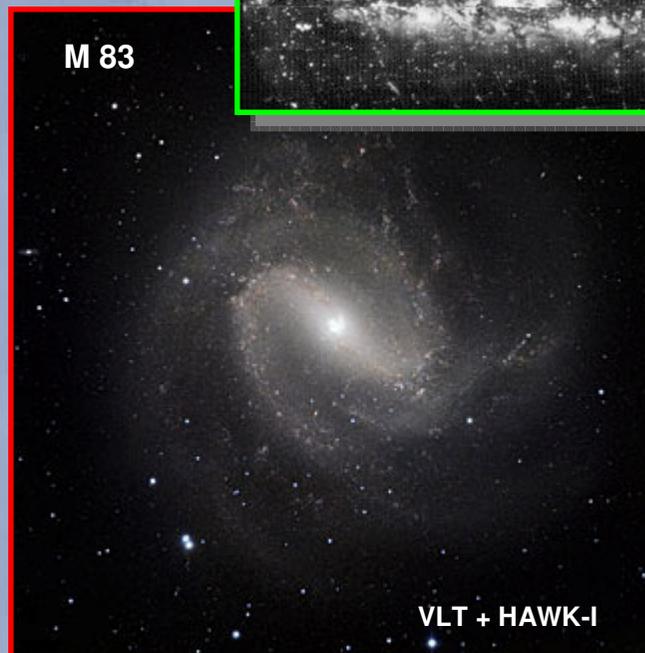
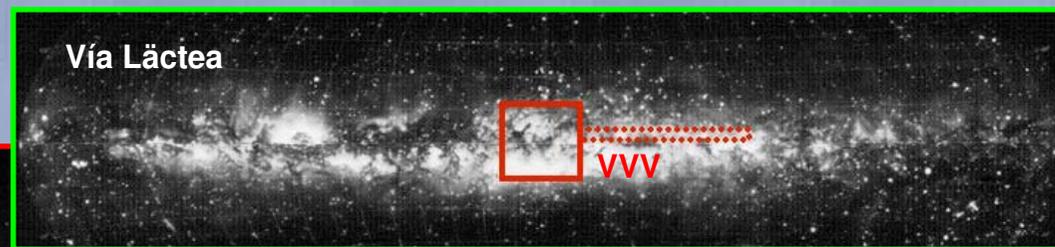


# Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

J. Rodriguez, G. Baume & C. Feinstein  
FCAG (UNLP) – IALP (Conicet-UNLP)



- **Agrupaciones estelares**

- Estudios en la Vía Láctea

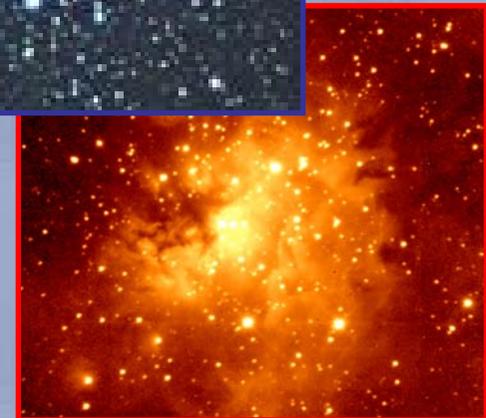
- Estudios en galaxias cercanas

- Metodología de análisis

- Comentarios Finales

### Agrupaciones estelares

- Son grupos de estrellas caracterizados por:
  - Pertener a la misma región del espacio:  
Todas las estrellas se hallan a **la misma distancia**
  - Tener **la misma composición química**
  - Tener **la misma edad (?)**
  - No tener la misma masa



### Cúmulos estelares: Una herramienta astronómica

- Ellos proveen claves para entender:

#### Evolución estelar

- Estudio de estrellas WR, Be, Am/Ap, WD
- Verificación de modelos evolutivos con o sin "overshooting"

#### Función Inicial de Masa

- Función que la representa
- Probable dependencia espacial y/o temporal

#### Historia de la formación estelar

- Formación estelar secuencial (en forma continua a una tasa constante)
- Formación estelar simultánea (las estrellas se forman en una escala de tiempo menor que la edad del cúmulo)



#### Patrones de gran escala en la galaxia

- Estructura espiral delineada por cúmulos muy jóvenes
- Edad de los distintos componentes del disco de la galaxia

#### Evolución química de la galaxia

Los cúmulos viejos se pueden utilizar como indicadores de la evolución temprana del disco de la galaxia

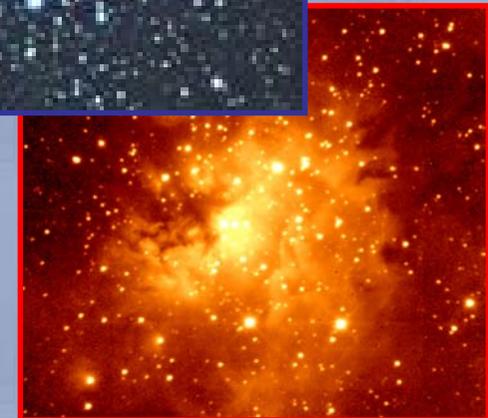
#### Medio interestelar

Los cúmulos estelares localizados en distintos lugares de la Galaxia se encuentran afectados de diferente forma por el material interestelar

### Agrupaciones estelares

#### Estudios tradicionales:

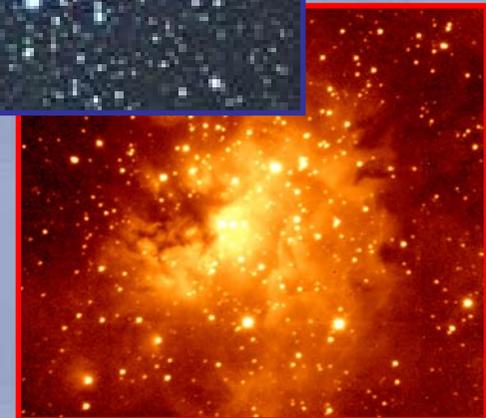
- Se realiza el estudio de **cúmulos individuales**, determinando sus propiedades fundamentales (distancia, edad, enrojecimiento, etc.)
- Usualmente, estos estudios abarcan estudios en la Vía Láctea y en las Nubes de Magallanes
- Estos estudios producen **datos heterogeneos**.  
Por ejemplo:
  - Becker 1963
  - Becker & Fenkart 1971
  - Lynga 1982; 1988  
~1100 cúmulos
  - Dias et al. 2002 (updated on-line)  
~2200 cúmulos
  - The WEBDA database on Galactic clusters



### Agrupaciones estelares

#### Estudios actuales (última década)

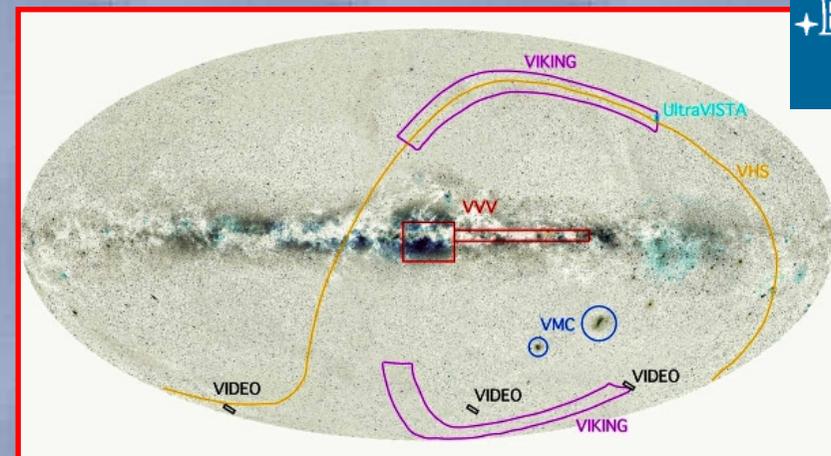
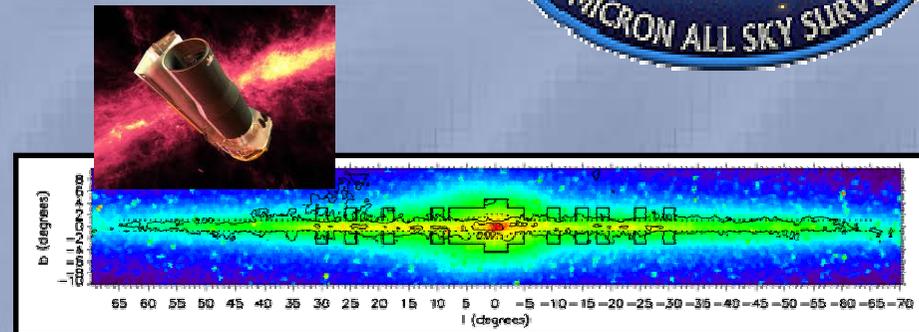
- El interés se ha desplazado al **estudio de grandes muestras de cúmulos** Galácticos y extragalácticos.
- Estos procedimientos han producido **varios conjuntos homogéneos de datos**



- **Agrupaciones estelares**
- **Estudios en la Vía Láctea**
- **Estudios en galaxias cercanas**
- **Metodología de análisis**
- **Comentarios Finales**

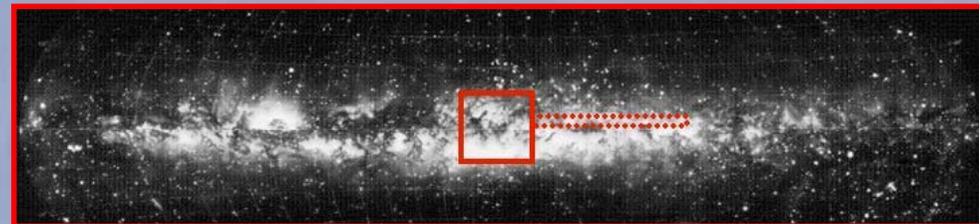
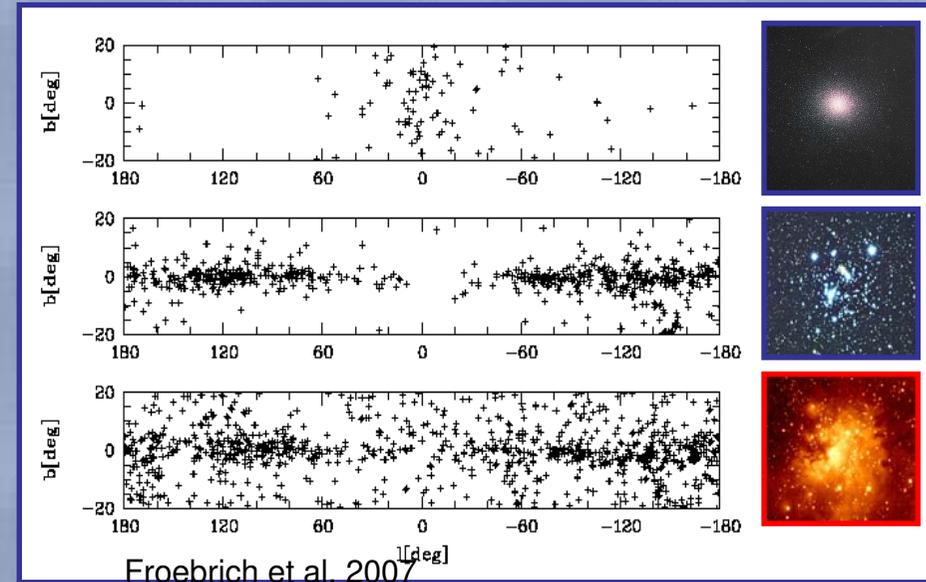
## Estudios en la Vía Láctea

- El estudio del distintos relevamientos:
  - **2MASS**, Skrutskie et al. 2006  
470 992 970 fuentes puntuales
  - **GLIMPSE**; Spitzer  
104 240 613 fuentes
  - **VVV**, Minniti et al. 2010  
 $\sim 10^9$  fuentes puntuales



## Estudios en la Vía Láctea

- Ellos han permitido gran cantidad de catálogos de cúmulos estelares. Por ejemplo:
- **2MASS**  
Ejemplos
  - Dutra et al. 2003  
179 objetos
  - Froebrich et al. 2007; 2010  
~1000 objetos
- **GLIMPSE**
  - Mercer et al. 2005  
92 objetos
- **VVV**
  - Borisova et al 2011  
96 objetos

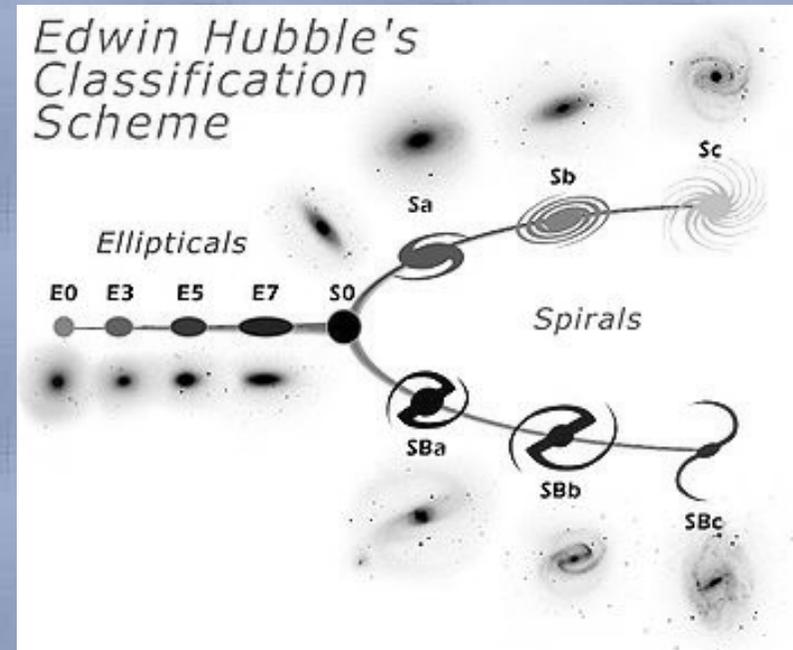


- **Agrupaciones estelares**
- **Estudios en la Vía Láctea**
- **Estudios en galaxias cercanas**
- **Metodología de análisis**
- **Comentarios Finales**

### Estudios en galaxias cercanas

#### Cúmulos estelares en otras galaxias

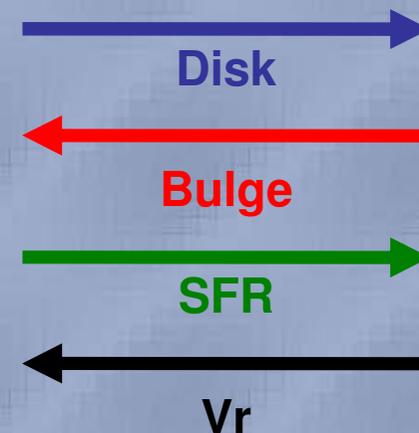
- El objetivo final es encontrar posibles conexiones entre las **propiedades de los cúmulos estelares** y las **morfología de las galaxias huésped**



- Actualmente existe evidencia de correlaciones:

- **Relación Bulge/Disk – Morfología**
- **Morfología – SFR**
- **Velocidad de rotation – SFR**

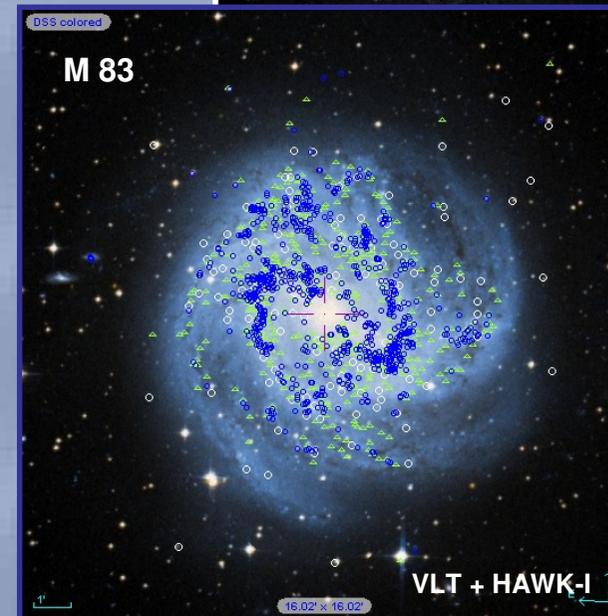
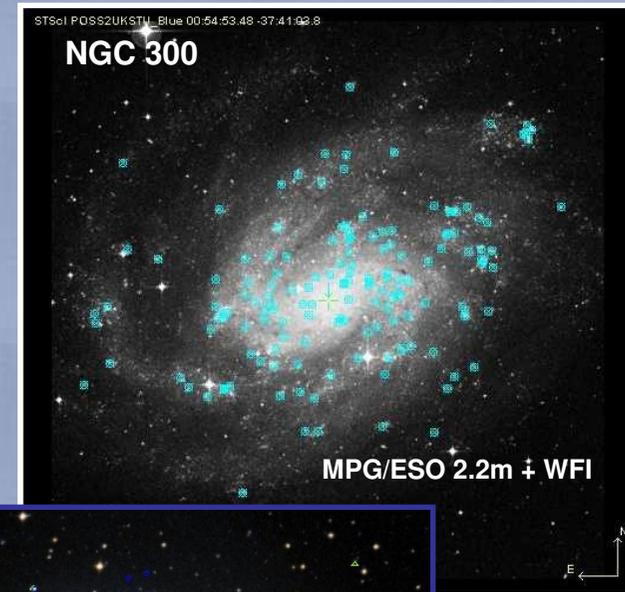
- Aunque actualmente solo existen observaciones a gran escala y se necesitan estudios sistemáticos a escala pequeña (estrellas)



## Estudios de galaxias cercanas

- Actualmente se estan estudiando gran cantidad de agrupaciones estelares en las galaxias:

- **MW:** SBb
- **NGC 300:** SA(s)d – 1.93 Mpc
- **M 83:** SAB(rs)cd - 4.5 Mpc



### M 83

- ~ 180 000 objetos puntuales
- ~ 5000 agrupaciones

- **Cúmulos estelares**
- **Estudios en la Vía Láctea**
- **Estudios en galaxias cercanas**
- **Metodología de análisis**
- **Comentarios Finales**

# Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

## Metodología de análisis

### Búsqueda de agrupaciones

- Usualmente localizando sobre-densidades espaciales de objetos

### Diagramas fotométricos

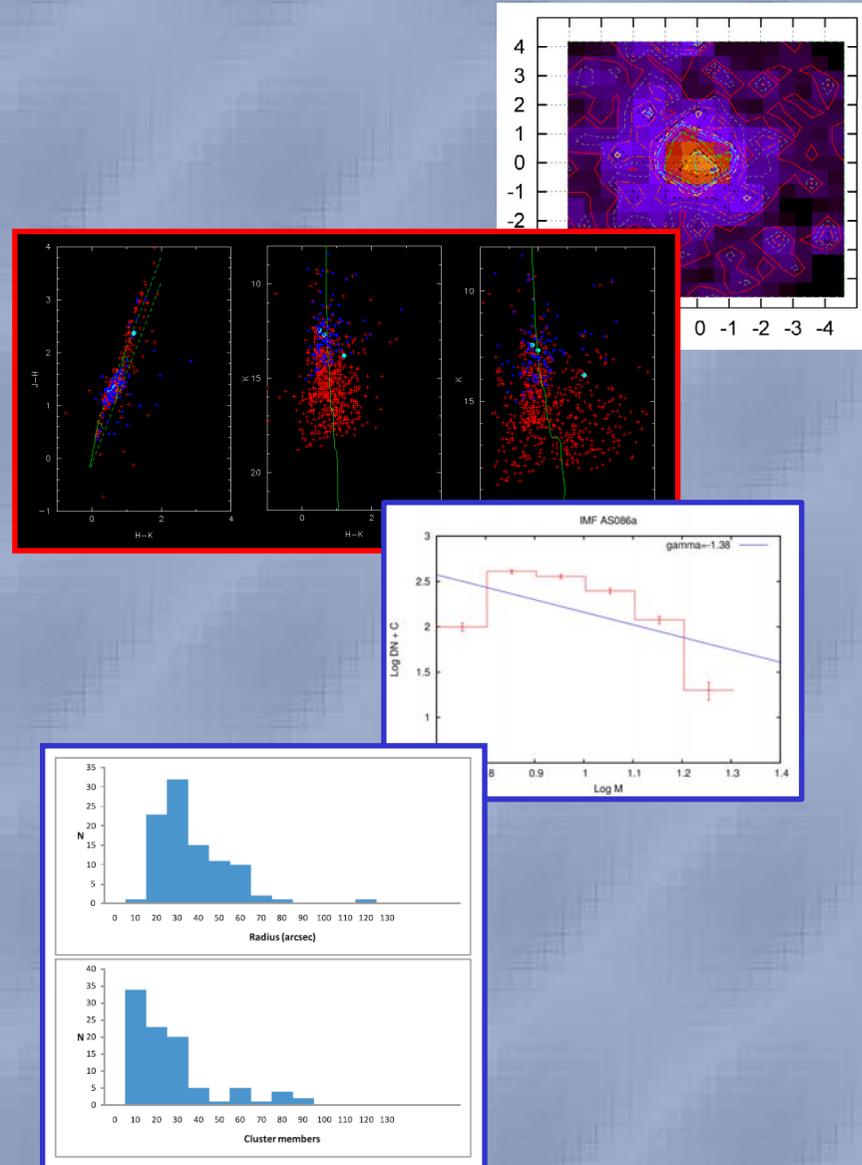
- Diagramas color-magnitud (CMDs) y color-color (TCDs) de las agrupaciones y de sus campos circundantes
- Decontaminación estadística de los diagramas

### Distribuciones

- Construcción de las funciones de luminosidad y/o de masas

### Parámetros fundamentales

- Comparación con modelos teóricos:
  - Masa total y distribución de masa
  - Edad y tasa de formación estelar
- Distribuciones de estos parámetros para un conjunto determinado de agrupaciones estelares



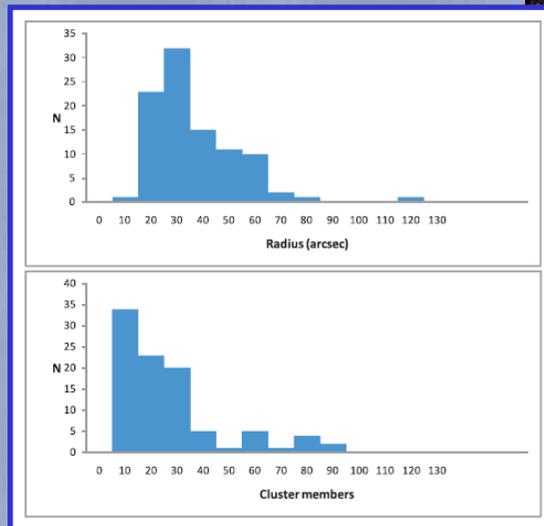
## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

### Metodología de análisis

#### Ejemplos:

#### Vía Láctea Borisova et al 2011

- Se descubren **96 cúmulos estelares**
- La mayoría son jóvenes ( $< 5$  Myr)



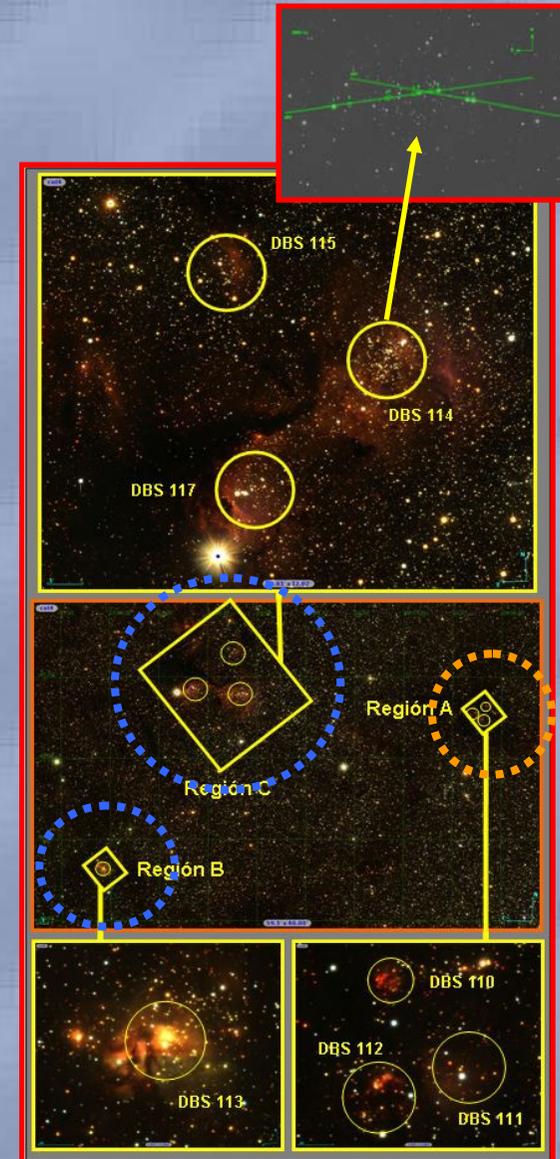
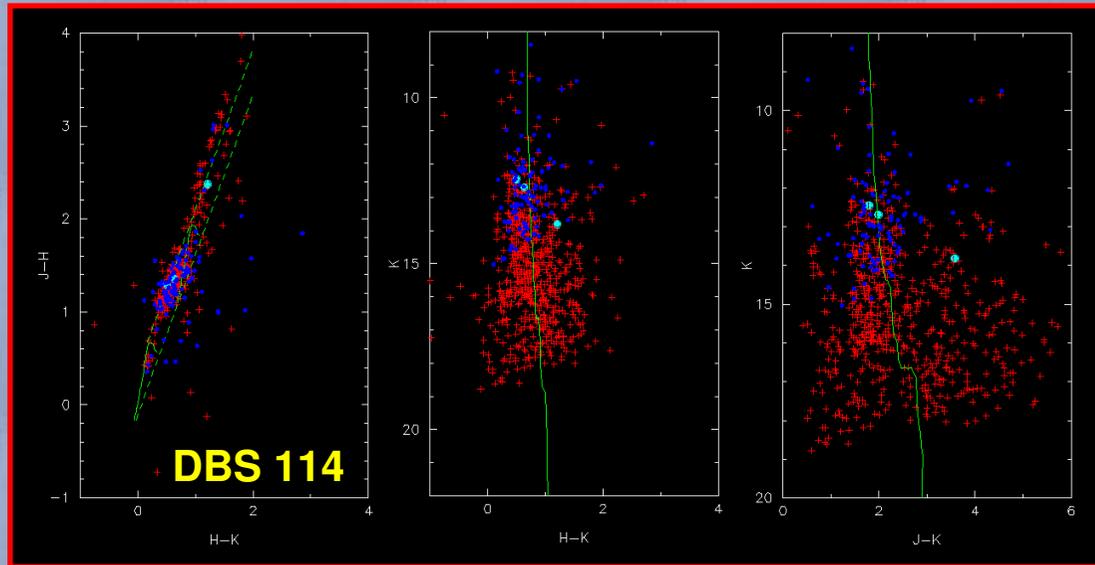
# Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

## Metodología de análisis

Ejemplos:

Vía Láctea

- Baume et al. 2011

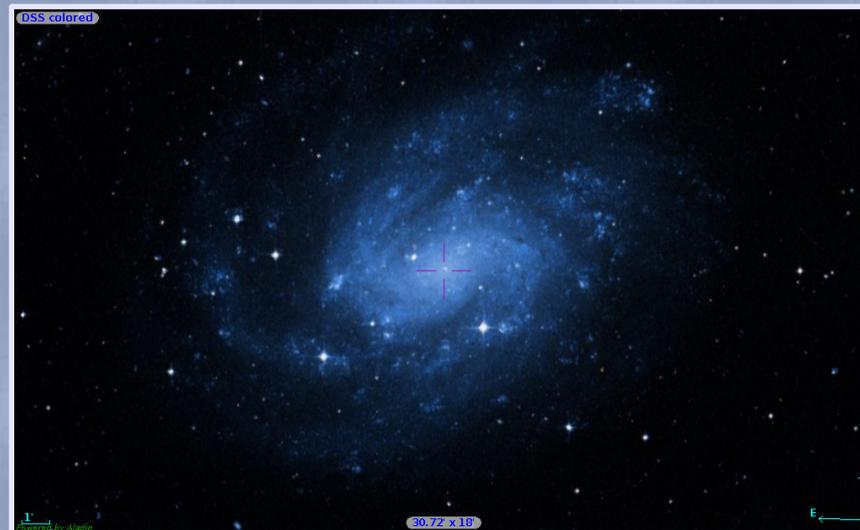


### NGC 300

Rodriguez et al. 2013

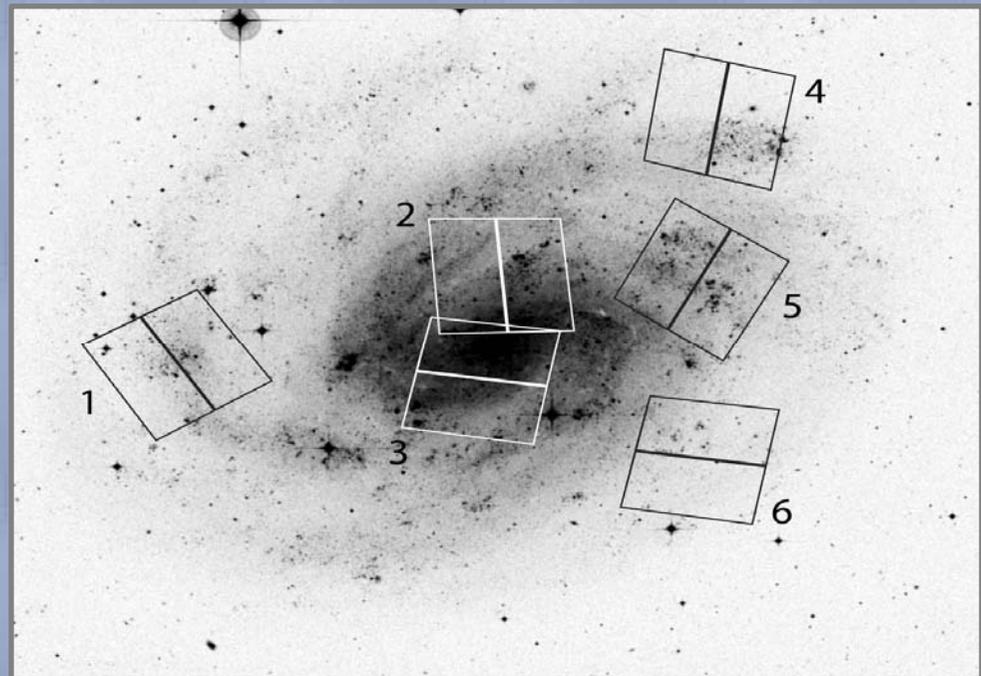
- Tipo morfológico: SA(s)d
- Distancia adoptada 1.93 Mpc (Bresolin et al. 2005, Gieren et al. 2005)
- Enrojecimiento  $E(B-V) = 0.05 + 0.025 = 0.075$  (Gieren et al. 2005)
- Varias regiones de formación de estrellas masivas

**Sumamente apropiada para el estudio de su contenido estelar**



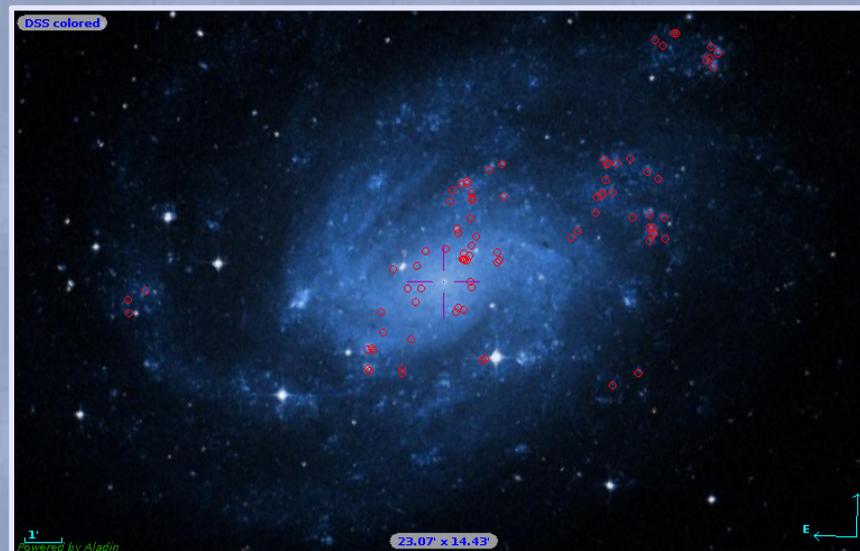
### Observaciones:

- 6 campos de NGC 300
- Filtros F435W, F555W, F814W de la cámara ACS/WFC del HST
- Las imágenes fueron obtenidas en el ciclo 11 del HST como parte del programa GO-9492 (PI: F. Bresolin) desde julio a diciembre del 2002.
- Las imágenes se encuentran disponibles en el archivo del “Space Telescope Science Institute” (STScI)



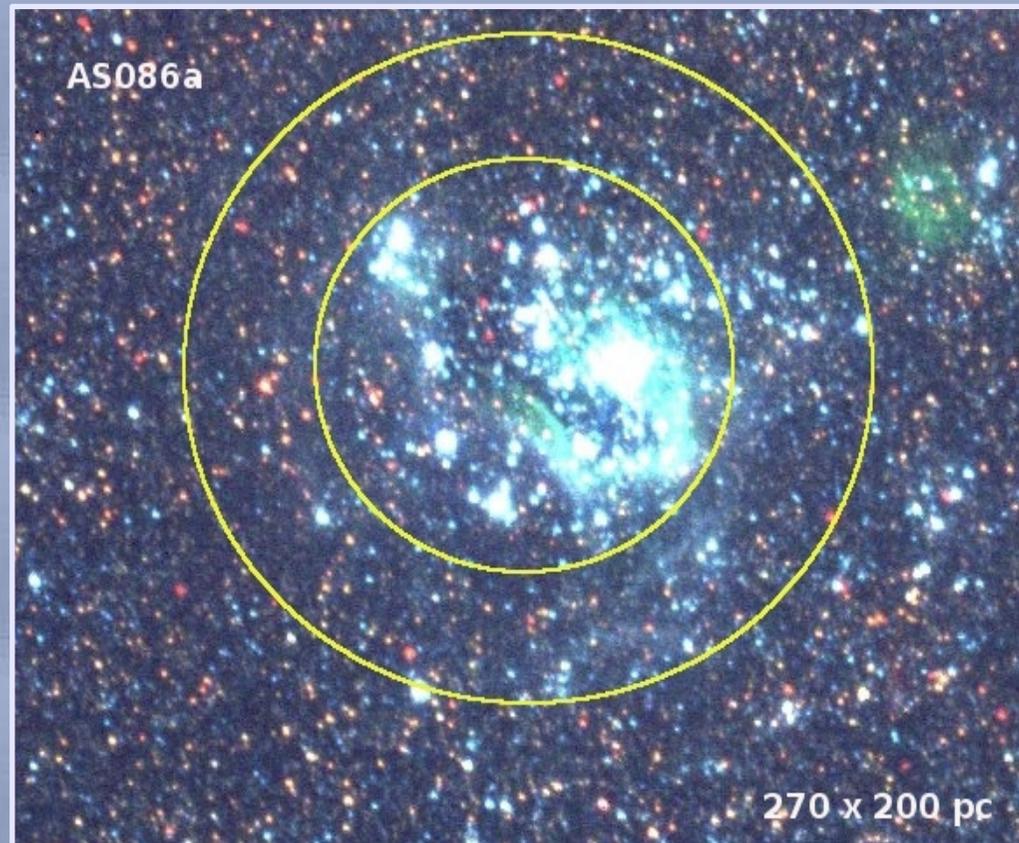
## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

- La Fotometría estelar fue llevada a cabo por Baume & Feinstein (2009)
- El catálogo obtenido contiene los siguientes datos de **754 431 objetos**:
  - Coordenadas (X,Y)
  - Fotometría en los filtros del sistema instrumental ACS/HST
  - Fotometría en el sistema BVI (Sirianni et al. 2005)
- Se estudiaron **88 asociaciones estelares** que ya habían sido identificadas trabajos previos (Pietrzyński et. al. 2001, Baume & Feinstein 2009)



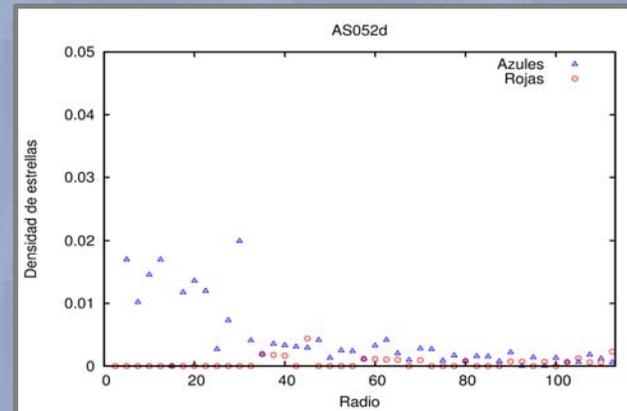
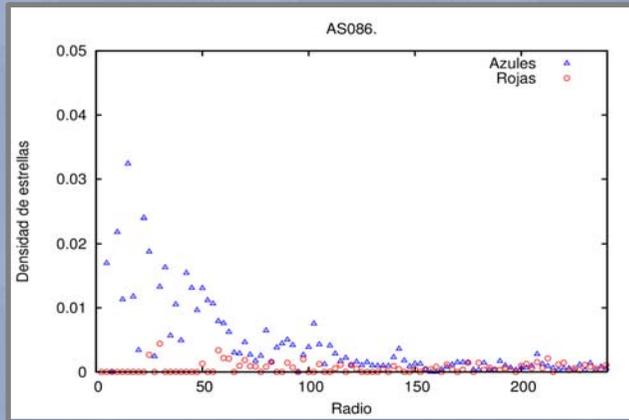
## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

- Se estudio la región de la asociación y un anillo alrededor de la misma



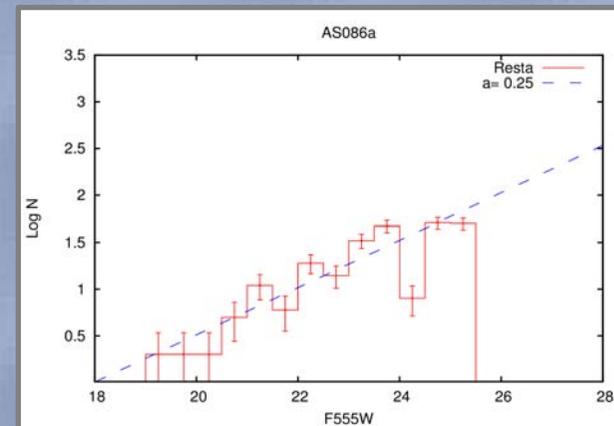
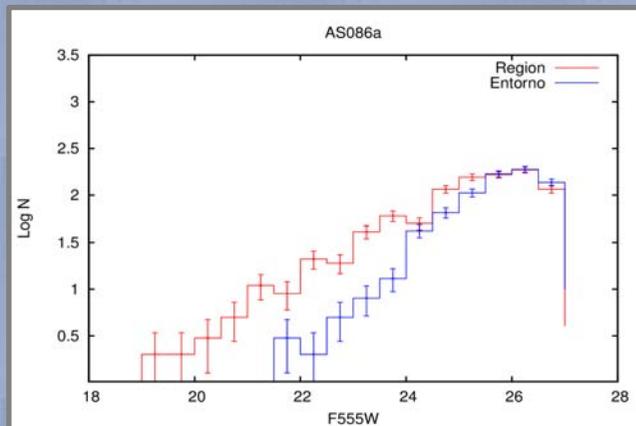
# Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

## ■ Perfiles Radiales:



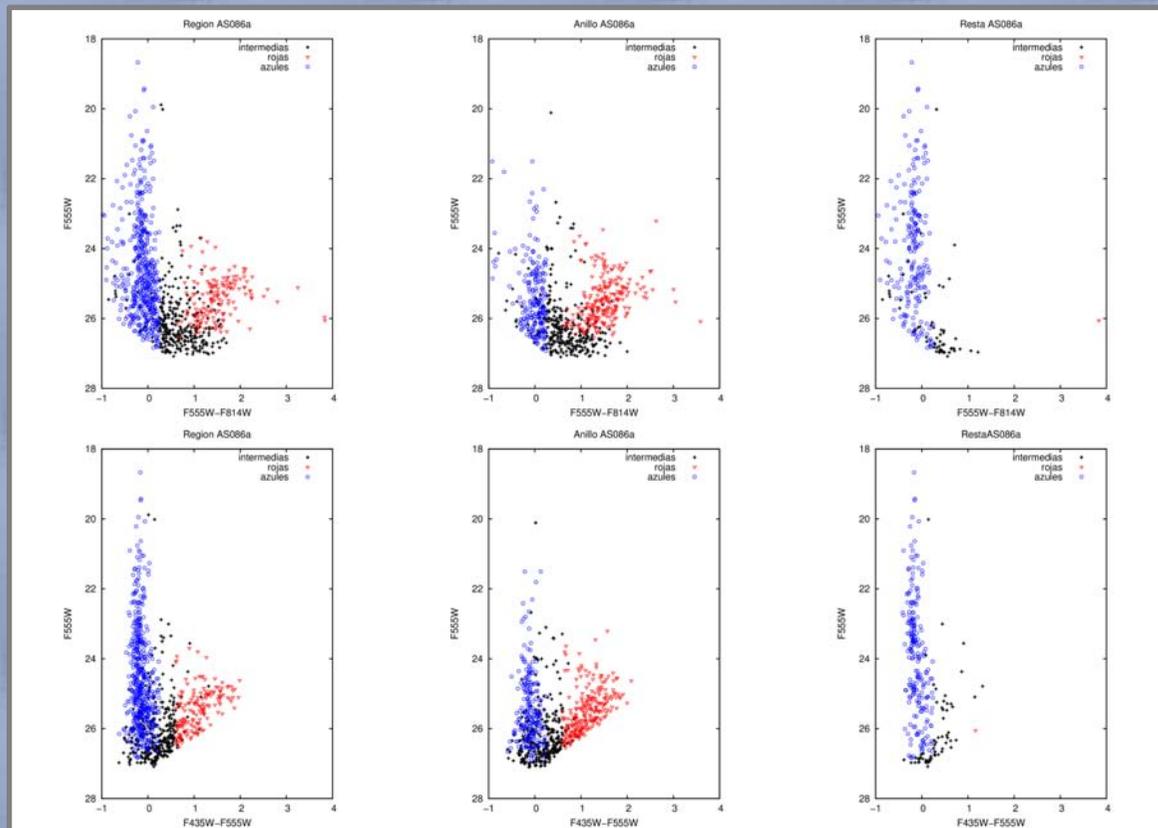
## ■ Función Luminosidad

$$\log N = a \times m_{F555W} + b$$



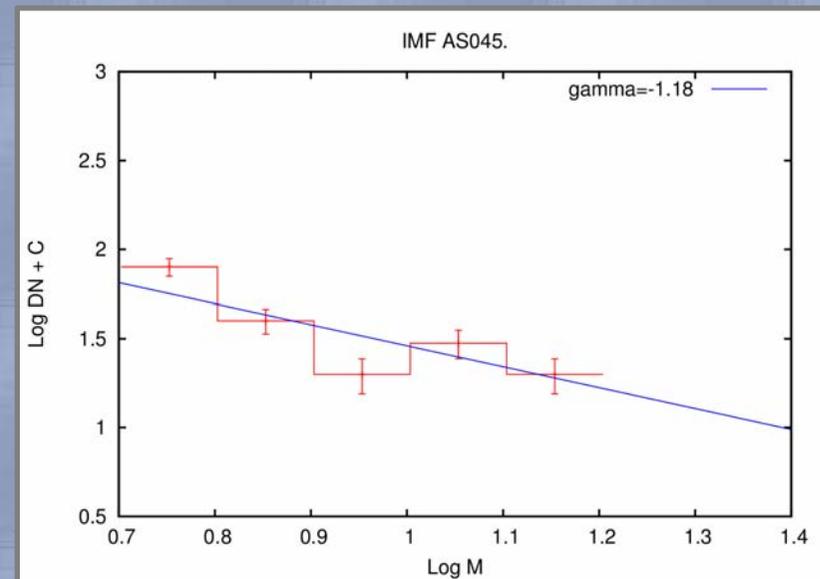
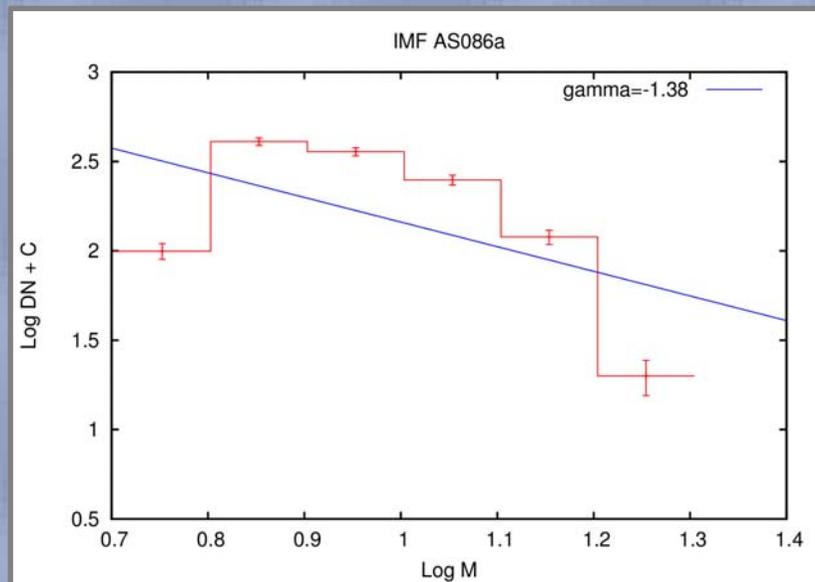
## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

- **Diagramas Color Magnitud:**  
(F555W-F814W vs. F555W) y (F435W-F555W vs. F555W)



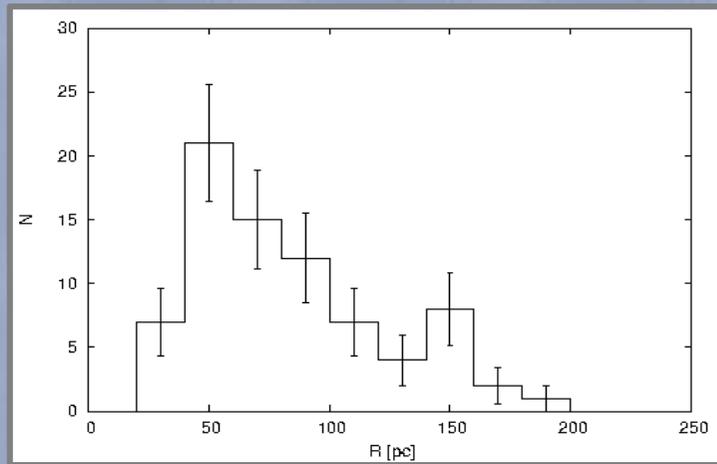
## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

- **Función Inicial de Masa:**
- $\log(dN/d(\log m)) = \Gamma \log m + C$
- donde  $\Gamma = -1.35$  Salpeter (1955)
- Modelos evolutivos: Marigo et. al. (2008) con correcciones de Girardi et al. (2010)

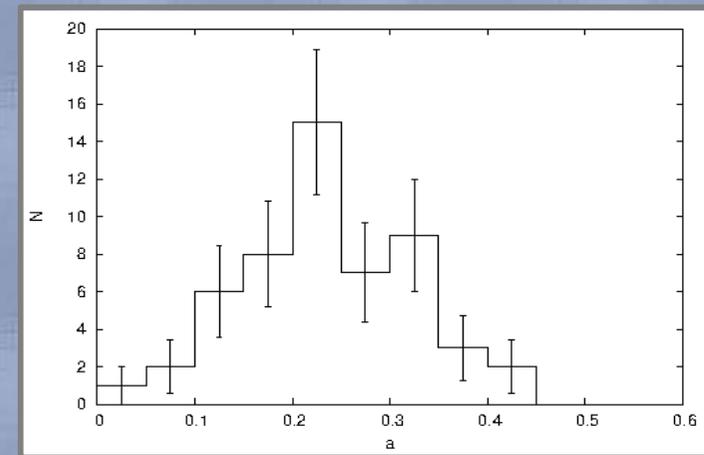


## Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

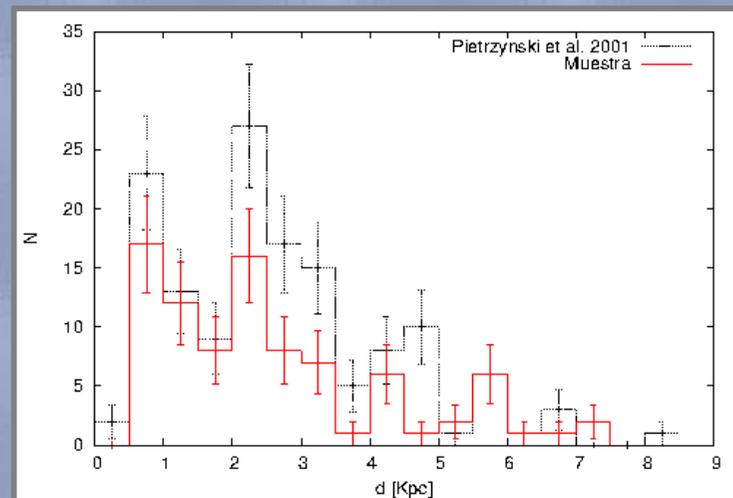
- **Distribucion de tamaños:**



- **Distribucion de pendientes:**



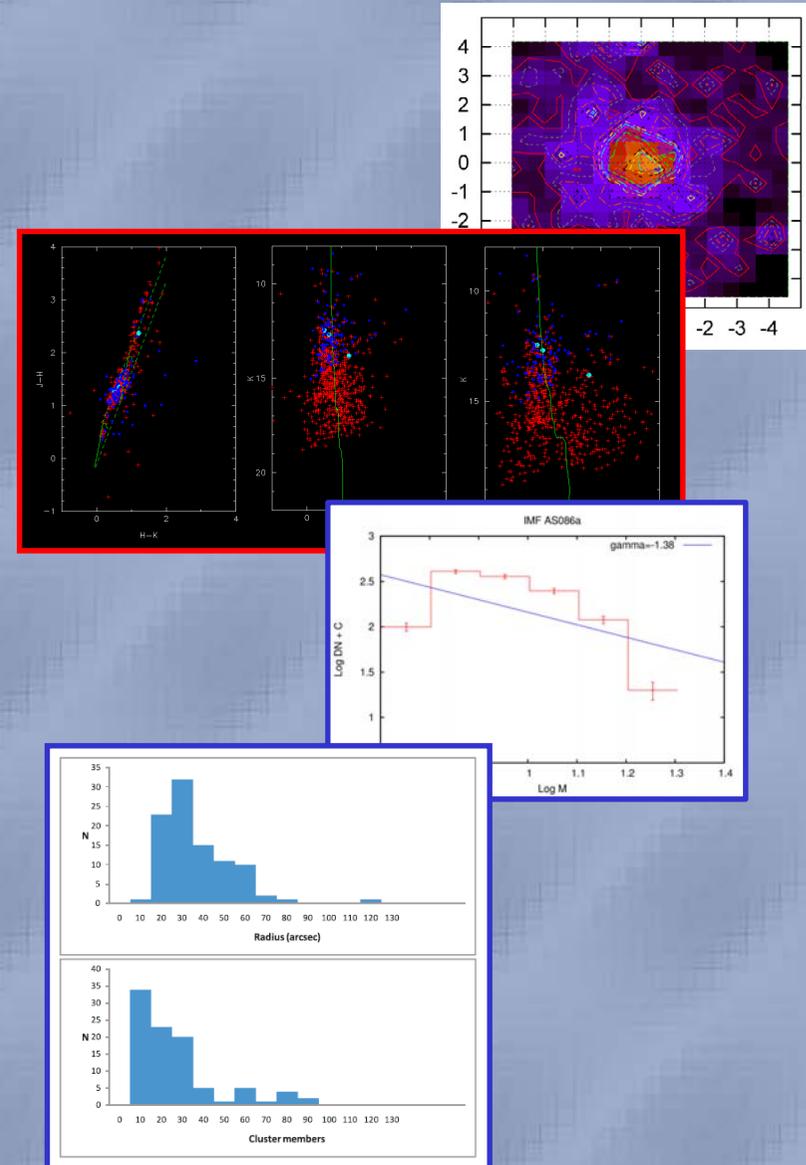
- **Histograma de distancia:**



- **Cúmulos estelares**
- **Estudios en la Vía Láctea**
- **Estudios en galaxias cercanas**
- **Metodología de análisis**
- **Comentarios Finales**

## Comentarios Finales

- Se necesitan **herramientas informáticas** para procesar la información de **grandes bases de datos**
- Muchas herramientas existen, aunque todavía se necesita que sean **más ágiles e interactivas**
- En particular, es necesario poder seleccionar objetos en un plano (p.e.  $\alpha$   $\delta$ ) y tener simultáneamente
  - su representación en otros planos (CMDs, TCDs)
  - operaciones entre las distribuciones en esos otros planos (p.e. diferencia estadística de CMDs)
  - la función distribución de uno de sus parámetros (p.e. LF o IMF)

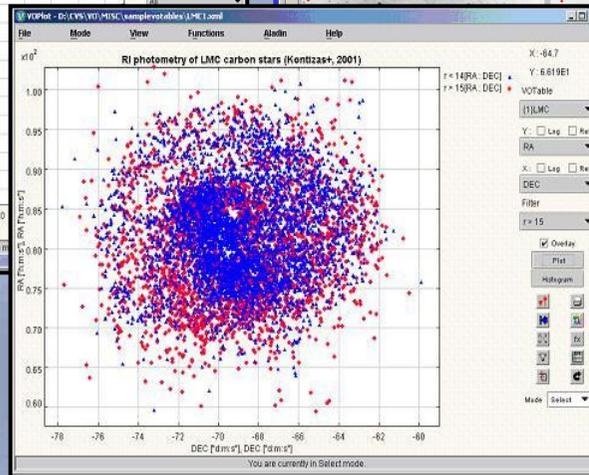
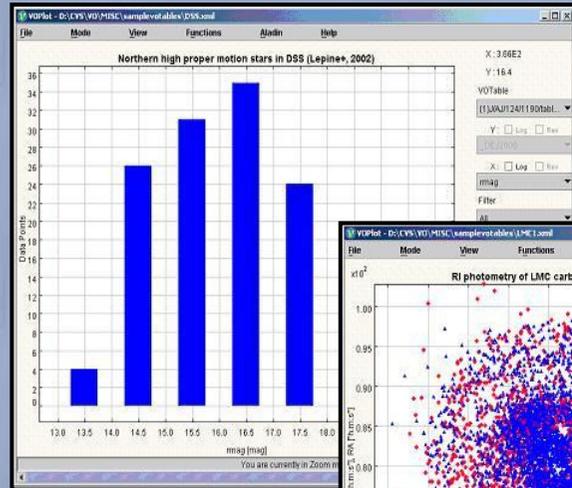


# Estudio de agrupaciones estelares utilizando bases de datos

## Comentarios Finales

### Ejemplos

- Aladin
- TOPCAT / STILTS
- VOPlot

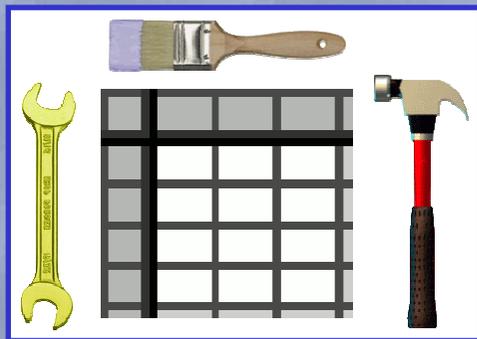


Aladin v3.0 multiview

Position: J2000 18:02:13.65 -23:01:02.4 Pixel: full 0.7594

Trifid nebula

0	0	2	9.84	10.99	0	0			
0	-12	0	8.64	8.66	8.65	8.66	8.68	0	0
-2	-10	0	7.48	7.61	7.55	7.62	7.68	0	0
-6	-2	0	10.53	11.48	11.12	11.50	11.71	0	0



TOPCAT

Properties

Label: SuperCOSMOS.FIT  
Position: SuperCOSMOS.FIT  
Name:   
Rows: 1210711 (102749 apparent)  
Columns: 32 (24 apparent)

Sort Order: AREA  
Row Subset: qual\_high  
Activation Action: pointAt(ra, dec)  Broadcast Row

SAMP:   
Messages:   
Clients:   
14 / 64 M