

IAC





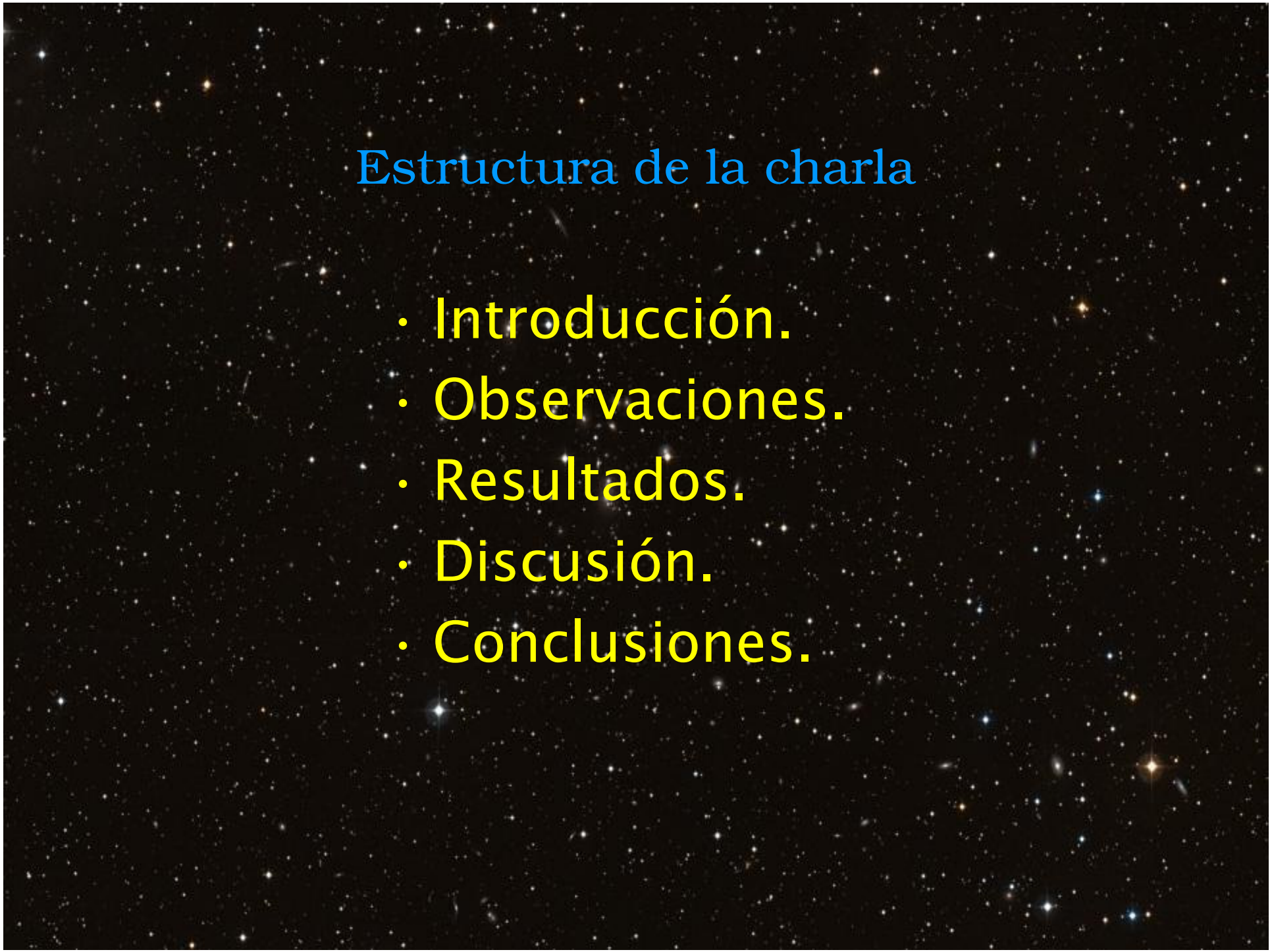
IAA-CSIC

Formación estelar en galaxias de cúmulos cercanos: una búsqueda profunda en imagen de Hα

Daniel Reverte Payá

José M. Vilchez Medina

Jorge Iglesias Páramo

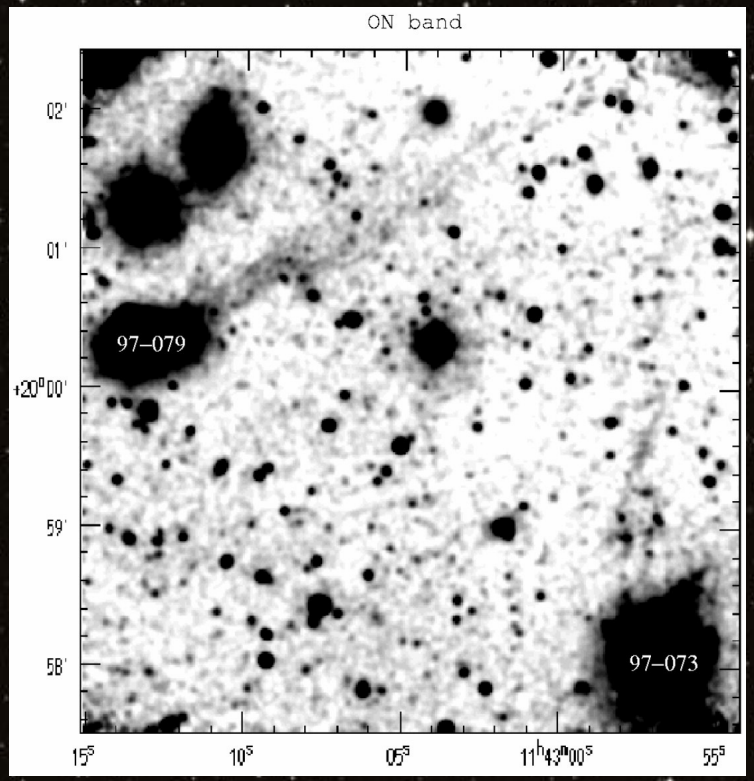

Estructura de la charla
· Introducción.
· Observaciones.
· Resultados.
· Discusión.
· Conclusiones.


Introducción

Cúmulos

- Los cúmulos de galaxias son probablemente una de las estructuras ligadas gravitatoriamente más grandes del universo. Componentes:
  1. Galaxias
  2. Medio intra-cumular (gas caliente).
  3. Materia oscura
- Algunos resultados muestran que a z~0 los cúmulos presentan un formación estelar deprimida con respecto a otros entornos (Lewis et al. 2002, Rines et al. 2005) y con respecto a otros desplazamientos al rojo (Poggianti et al. 2006).

Efectos del entorno



Gavazzi et al. (2001)

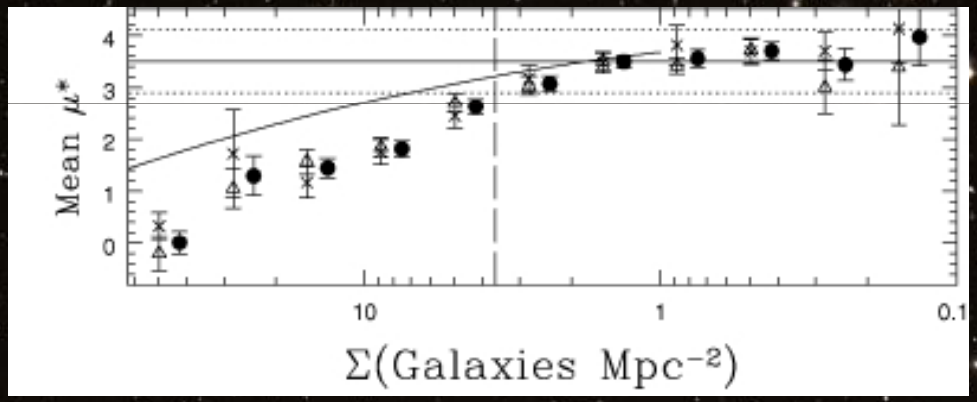
Interacciones galaxia-galaxia

- Fusión de galaxias (Toomre & Toomre 1972, Mihos 2004)
- Fuerzas de marea; "acoso" galáctico (Richstone 1976; Moore et al. 1996, 1998)

Interacciones galaxia-cúmulo

- Arranque de gas (por presión de arrastre) (Gunn & Gott 1972)
- Estrangulamiento o sofocación (Larson et al. 1980)

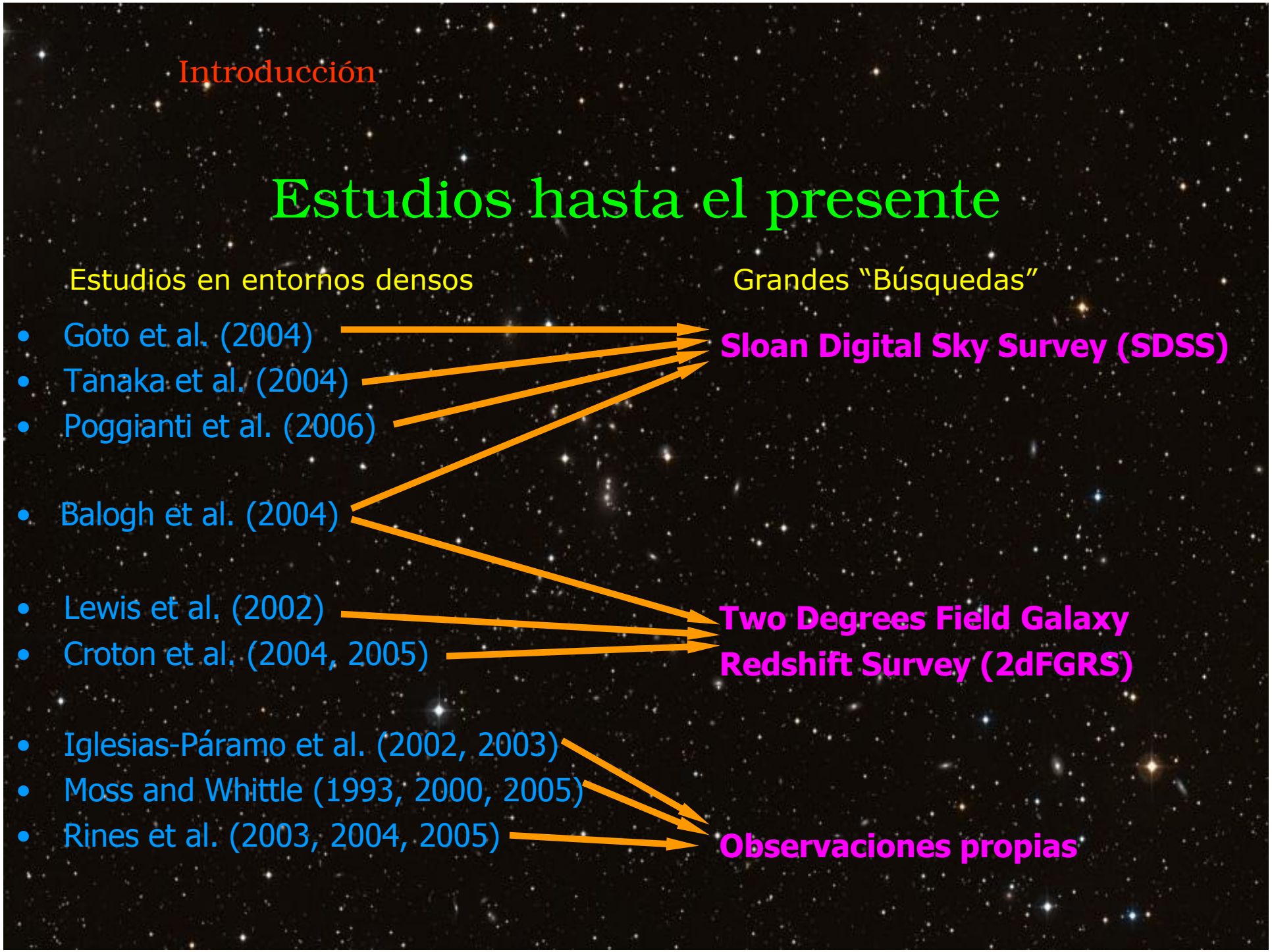
Relación formación estelar-Densidad



Lewis et al. (2002)

- El resultado de todas las interacciones comentadas actuando en cúmulos es que aparece, además de con el desplazamiento al rojo, una dependencia con el entorno.
- Se sabe que existe una relación entre la formación estelar y la densidad de galaxias (Balogh et al. 1998, 2004; Lewis et al. 2002)

Estudios hasta el presente



Efectos observacionales

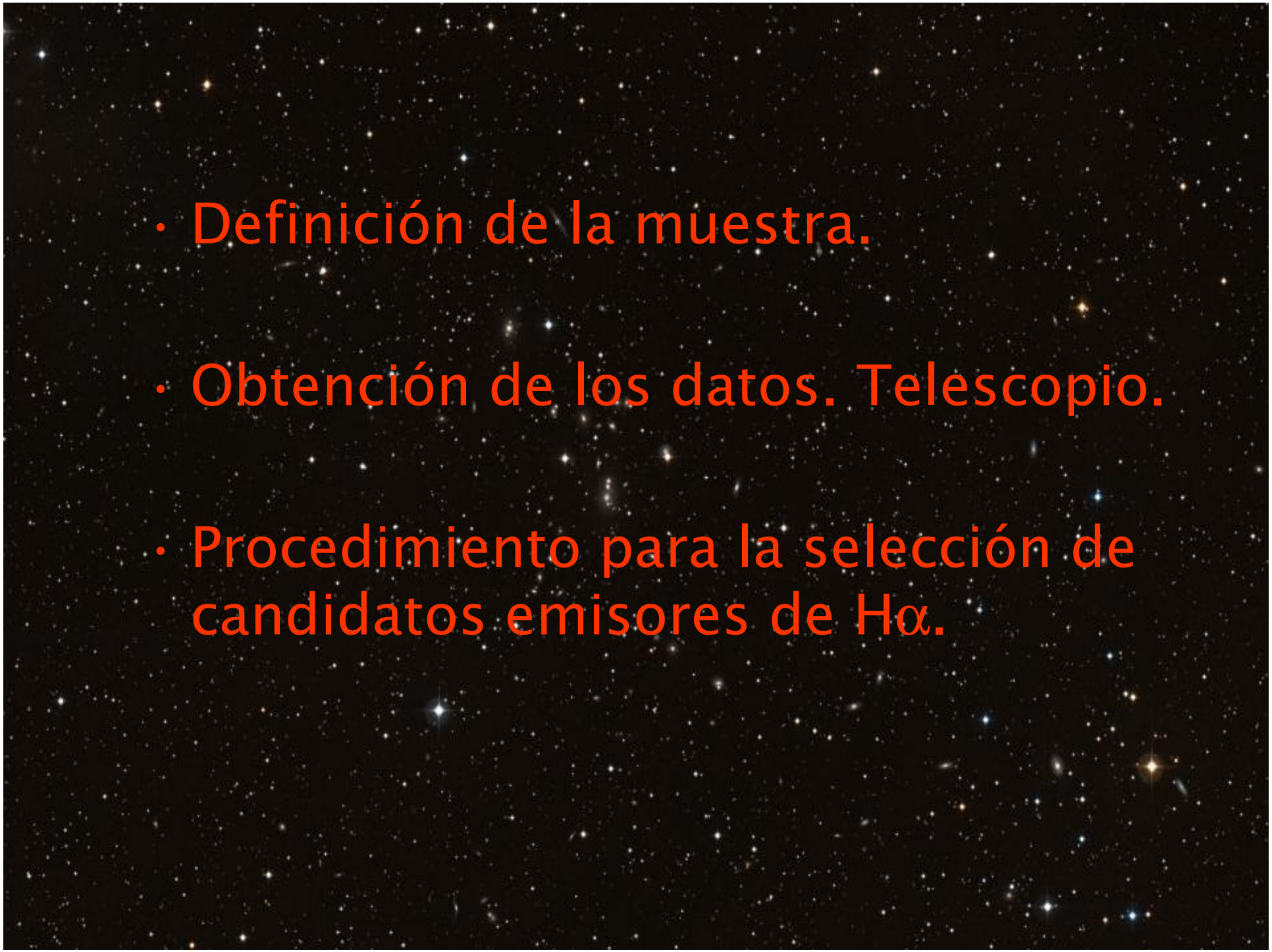
Efectos de apertura

- Con rendija o fibra se puede perder hasta del 50 al 70% de la emisión (Pérez-González et al. 2003)
- Para SDSS y 2dFGRS hay que ir hasta $z > 0.04$ y 0.06 respectivamente para asegurar una cobertura del 20% de galaxias de 10-15 kpc Ø (Kewley et al. 2005)
- La tasa de formación estelar está estadísticamente sobreestimada en galaxias con mayor corrección por apertura (Hopkins et al. 2003)

Motivación y objetivo de la Tesis

- La falta de un estudio de la emisión integrada de Hα que relacione la formación estelar y sus propiedades con el entorno global (Boselli & Gavazzi 2006).
- Observar la morfología de la emisión ligada a la formación estelar.
- Caracterizar la formación estelar integrada en una muestra de cúmulos cercanos puede orientar la determinación de la varianza local.

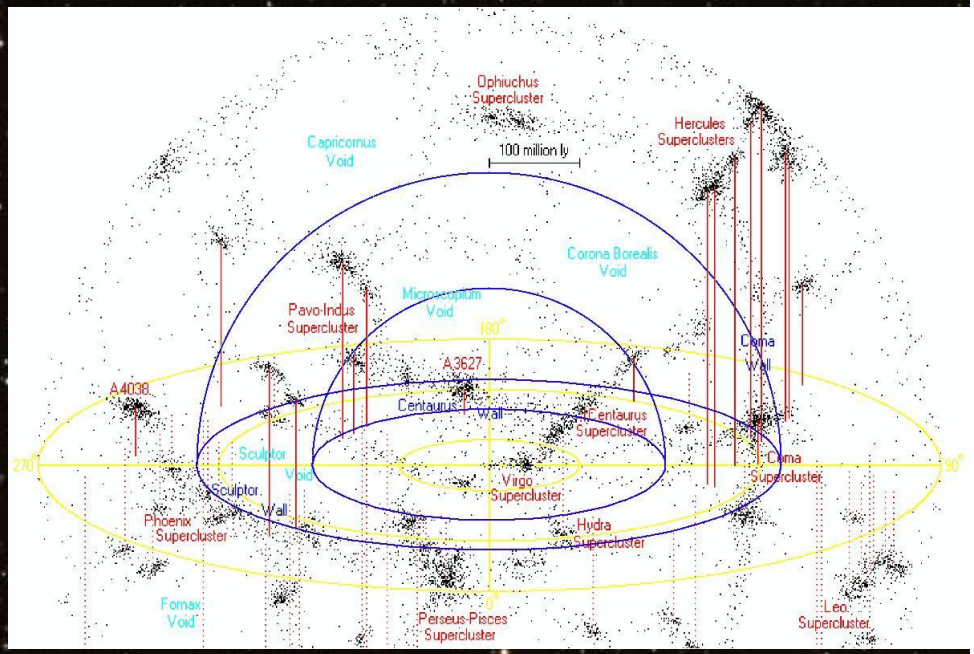

Observaciones


• Definición de la muestra.
• Obtención de los datos. Telescopio.
• Procedimiento para la selección de candidatos emisores de Hα.

Criterios de selección

Motivación

- Cúmulos de Abell visibles desde el hemisferio norte $\delta > -25^{\circ}$
- A desplazamientos al rojo comprendidos entre $0.02 < z < 0.03$
- 7 cúmulos cumplen estos requisitos: Abell 400, Abell 634, Abell 539, Abell 779, Abell 1367, Abell 1656 (Coma) y Abell 2666.



Propiedades de la muestra

- Tabla de cúmulos considerados

Cluster name Abell name (1)	RA (J2000) h m s (2)	Dec (J2000) ° ' " (3)	V_r (km s^{-1}) (4)	σ_v (km s^{-1}) (5)	Cluster Diameter (arcmin) (6)	BM type (7)	L_X(Bol) x 10^{43} (erg s^{-1} cm^{-2}) (8)
Abell 400	$02^h\ 57^m38^s.6$	+06° 02'00"	7315	610	157	II-III	7.6 ± 0.7
Abell 539	$05^h\ 16^m35^s.1$	+06° 27'14"	8514	629	355	III	13.0 ± 0.3
Abell 634	$08^h\ 14^m33^s.7$	+58° 02'52"	7945	391	96	III	0.006:
Abell 779	$09^h\ 19^m50^s.8$	+33° 46'17"	6742	339	90	I-II	2.00± 0.19
Abell 1367	$11^h\ 44^m29^s.5$	+19° 50'21"	6595	879	266	II-III	17.6 ± 0.5
Abell 1656	$12^h\ 59^m48^s.7$	+27° 58'50"	6925	1008	319	II	156. ± 8.
Abell 2666	$23^h\ 50^m56^s.2$	+27° 08'41"	8042	518	50	I	0.095:

Cúmulos observados en este trabajo

5 Cúmulos observados:

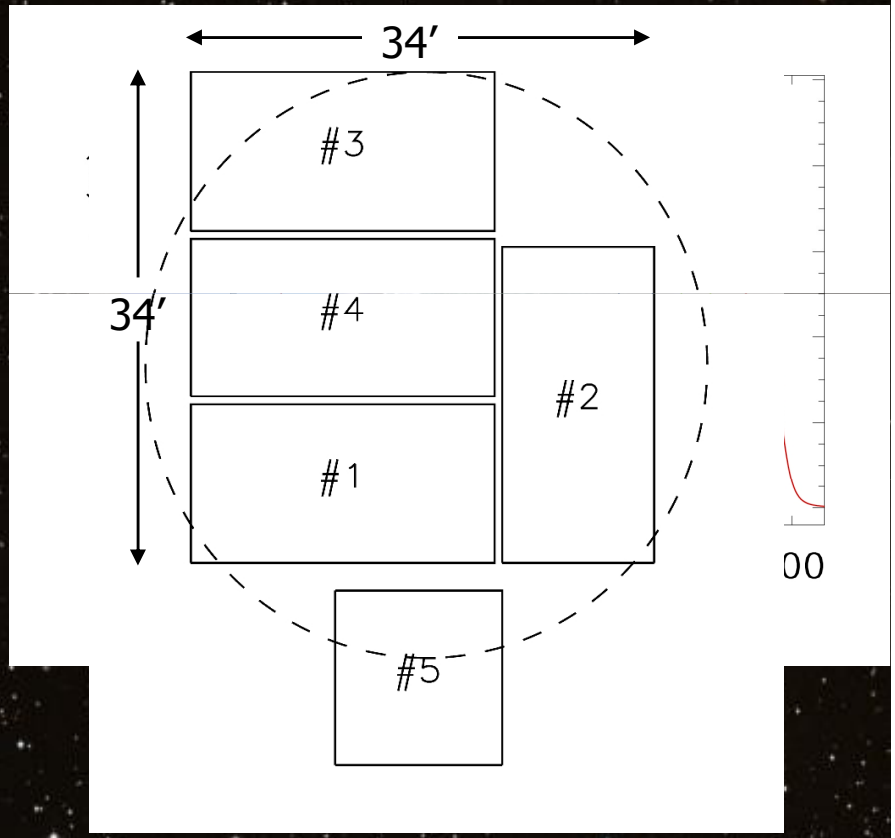
Abell 400, 539, 634, 779 y 2666.

- Para estos cúmulos y asumiendo constantes cosmológicas $H_0 = 70$, $\Omega_\Lambda = 0.7$ y $\Omega_M = 0.3$ se tiene que

Cluster Name	Redshift	D_L (Mpc)	D_A (Mpc)	Size scale (Kpc/")
A400	0.02440	106.5	101.4	0.492
A539	0.02840	124.3	117.5	0.570
A634	0.02650	115.8	109.9	0.530
A779	0.02249	98.0	93.72	0.454
A2666	0.02629	117.3	111.2	0.539

Instrumentación

- El Telescopio de 2.5m Isaac Newton en el observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma.
- Juego de filtros. ON para capturar Hα, y OFF (ancho y estrecho) para capturar el continuo espectral integrado adyacente.
- La cámara de campo amplio (Wide Field Camera - WFC).



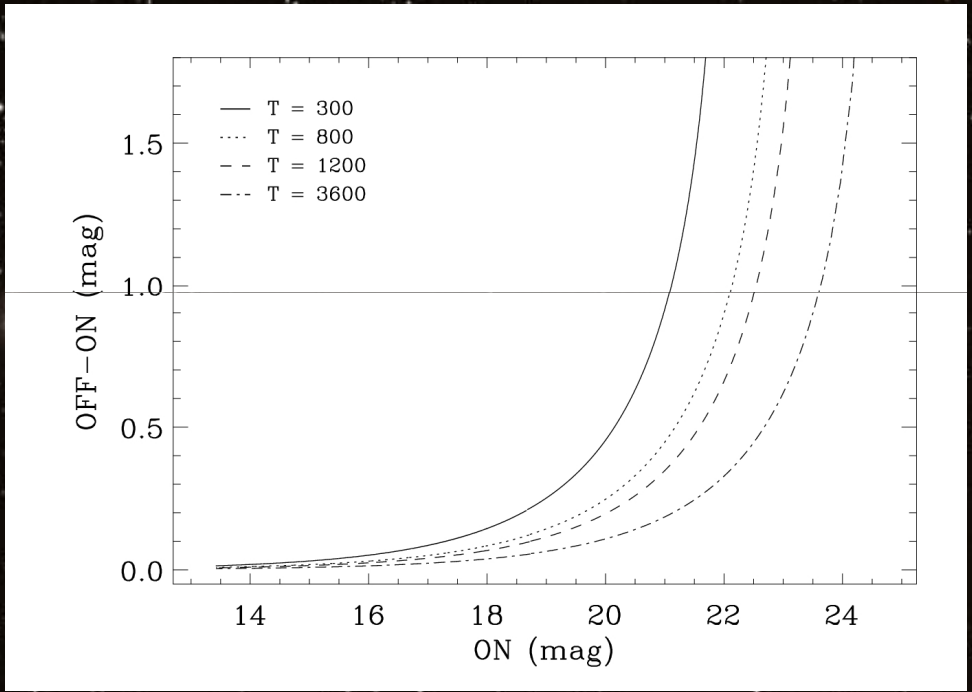
Area cubierta

- Se cubren más de cuatro grados cuadrados de cielo:

Cluster	Pointings	Area (± 0.05) (degree square)
Abell 400	C,W,E and SE	0.85
Abell 539	C,N,W and SW	0.95
Abell 634	NE,NW,SE,SW and C	1.00
Abell 779	C, N and S	0.80
Abell 2666	C,N and E	0.73

Procedimiento

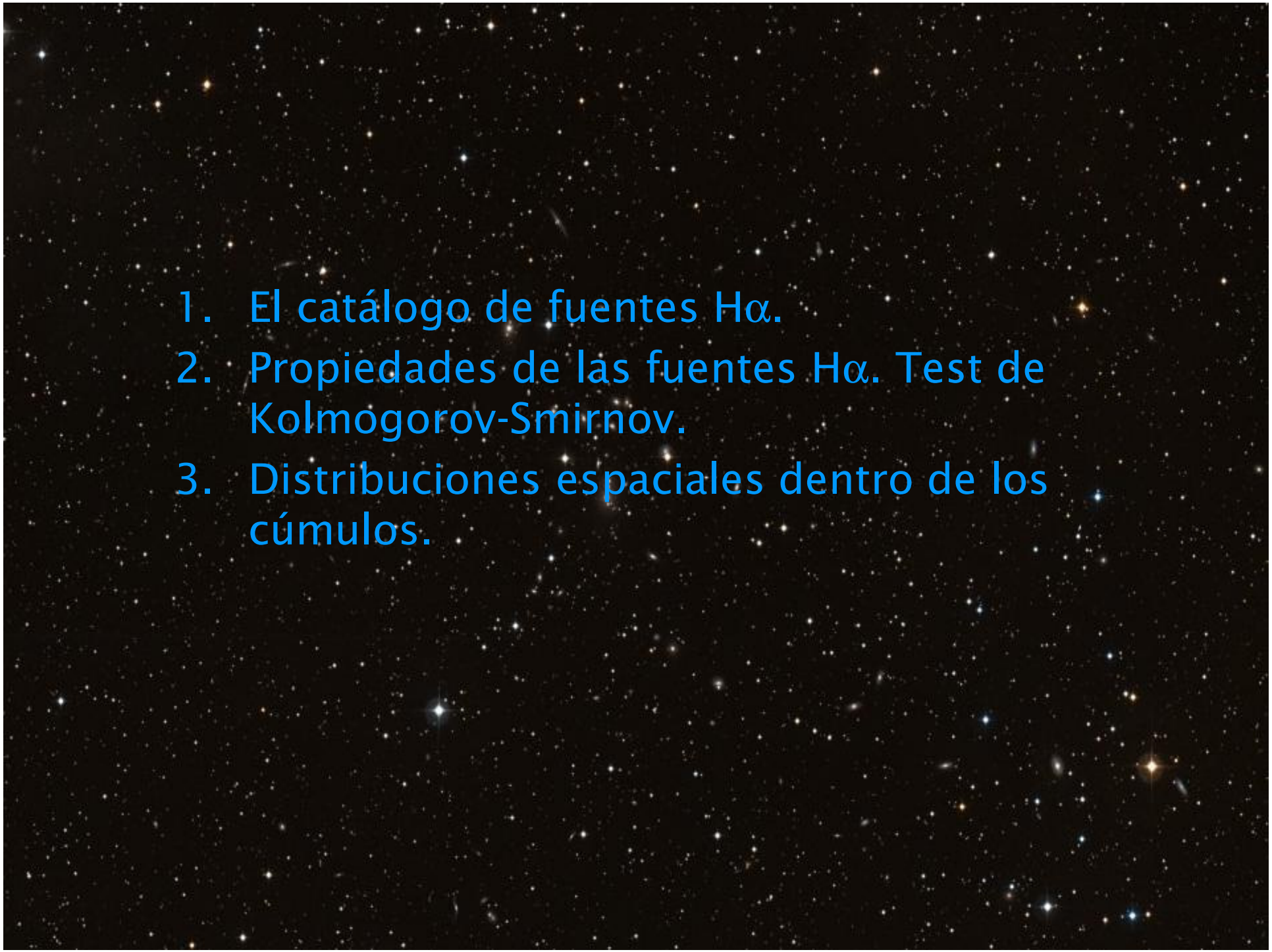
- Selección para todos los objetos mediante el Diagrama Color-Magnitud: m_{OFF}-m_{ON} vs. m_{ON}



$n = 5$

$$(m_{OFF} - m_{ON})_{\pm n\sigma} = -2.5\ log\left[1 \mp \frac{\mathbf{n}}{G\,T}\left(\frac{1}{F_{OFF}}\sqrt{(F_{ON}+F_{ON}^{sky}\ S)GT+SN^2} + \frac{F_{ON}}{F_{OFF}^2}\sqrt{(F_{OFF}+F_{OFF}^{sky}\ S)GT+SN^2}\right)\right]$$


Resultados


1. El catálogo de fuentes Hα.
2. Propiedades de las fuentes Hα. Test de Kolmogorov-Smirnov.
3. Distribuciones espaciales dentro de los cúmulos.

Resultados

Catálogos

Catalogues

Abell 400

Name (1)	RA (2)	Dec (3)	$F^N_{H\alpha}$ (4)	$EW^N_{H\alpha}$ (5)	$F_{H\alpha}$ (6)	$EW_{H\alpha}$ (7)	R (8)	$L_{H\alpha}$ (9)	cz (11)
025726+060850	$02^h\ 57^m\ 25.95^s$	06°08'50.34"	3.31 ±0.07	5.0 ± 0.3	1.86	2.8	16.159±0.023	2.52 ±0.10	7495
025618+055754	$02^h\ 56^m\ 17.70^s$	05°57'54.41"	48.0 ±1.1	16.2 ± 0.7	31.5	10.6	14.54 ±0.01	42.8 ±1.4	6283
025640+055448	$02^h\ 56^m\ 40.46^s$	05°54'48.03"	19.2 ±0.4	2.99± 0.14	10.1	1.58	13.704±0.010	13.7 ±0.5	7114
025646+060316	$02^h\ 56^m\ 45.80^s$	06°03'16.20"	172 ±3	86 ± 3	141	70	14.96 ±0.01	192 ±4	7815
025702+061336	$02^h\ 57^m\ 02.19^s$	06°13'36.02"	4.1 ±0.3	1.03± 0.10	1.9	0.47	14.23 ±0.01	2.5 ±0.4	6766
025705+055508	$02^h\ 57^m\ 05.35^s$	05°55'07.81"	10.0 ±1.6	9.8 ± 1.8	6.2	6.0	15.70 ±0.01	8.4 ±2.2	5791
025718+055847	$02^h\ 57^m\ 17.76^s$	05°58'47.35"	12.8 ±0.3	2.20± 0.09	6.5	1.11	13.82 ±0.01	8.8 ±0.4	7612
025743+055158	$02^h\ 57^m\ 43.46^s$	05°51'57.68"	0.8 ±1.0	0.2 ± 0.3	0.3	0.2	14.22 ±0.01	0.4 ±1.4	8089
025751+060308	$02^h\ 57^m\ 50.56^s$	06°03'08.35"	5.85 ±0.11	1.12± 0.04	2.71	0.52	13.92 ±0.01	3.68 ±0.15	6745
025815+055501	$02^h\ 58^m\ 15.03^s$	05°55'01.07"	0.1 ±1.0	0.1 ± 0.3	0.0	0.1	14.516±0.012	0.1 ±1.4	6441
025734+055838	$02^h\ 57^m\ 33.63^s$	05°58'37.69"	7.4 ±0.7	0.66± 0.07	3.2	0.29	13.10 ±0.01	4.4 ±0.9	6861
025746+055707	$02^h\ 57^m\ 45.85^s$	05°57'06.52"	67.5 ±2.0	17.8 ± 1.0	44.9	11.9	14.28 ±0.01	61 ±3	7200
025821+060544	$02^h\ 58^m\ 21.11^s$	06°05'44.01"	2.5 ±0.8	0.24± 0.08	1.0	0.24	13.15 ±0.01	1.3 ±1.1	6829
025814+055819	$02^h\ 58^m\ 14.21^s$	05°58'19.08"	13.43 ±0.24	2.23± 0.09	6.82	1.13	13.77 ±0.01	9.2 ±0.3	6757
025812+055011	$02^h\ 58^m\ 11.76^s$	05°50'10.95"	5.8 ±2.2	0.9 ± 0.4	2.6	0.4	13.675±0.024	4 ±3	7347
025742+060121	$02^h\ 57^m\ 41.59^s$	06°01'21.12"	11.9 ±0.5	1.94± 0.20	5.9	0.97	13.75 ±0.05	8.1 ±0.6	7141
025742+060137	$02^h\ 57^m\ 41.51^s$	06°01'37.06"	17.9 ±0.6	1.77± 0.14	8.8	0.87	13.21 ±0.03	12.0 ±0.9	6641
025747+060140	$02^h\ 57^m\ 47.34^s$	06°01'39.79"	19.7 ±0.5	4.15± 0.19	10.8	2.28	14.03 ±0.01	14.7 ±0.7	7346
025737+060250	$02^h\ 57^m\ 37.41^s$	06°02'49.68"	3.3 ±1.8	1.0 ± 0.6	1.5	0.5	14.43 ±0.01	2.1 ±2.5	7466
025618+060414	$02^h\ 56^m\ 17.95^s$	06°04'13.80"	2.783 ±0.009	16.9 ± 0.6	1.837	11.1	17.68 ±0.03	2.493 ±0.012	7314
025617+055334	$02^h\ 56^m\ 17.29^s$	05°53'34.16"	1.030 ±0.003	38 ± 3	0.754	28	19.63 ±0.07	1.024 ±0.004	7314
025613+060651	$02^h\ 56^m\ 12.62^s$	06°06'51.05"	47.49 ±0.06	28.8 ± 0.7	33.60	20.4	15.178±0.024	45.60 ±0.09	7314
025648+055454	$02^h\ 56^m\ 48.15^s$	05°54'53.57"	10.758 ±0.012	49.6 ± 1.8	8.169	37.7	17.38 ±0.03	11.086 ±0.016	7314
025653+055221	$02^h\ 56^m\ 53.38^s$	05°52'20.78"	116.24 ±0.14	29.0 ± 0.7	82.33	20.6	14.215±0.022	111.73 ±0.19	7314
025657+061222	$02^h\ 56^m\ 56.67^s$	06°12'21.77"	261.42 ±0.22	45.3 ± 1.0	196.18	34.0	13.818±0.022	266.2 ±0.3	7314
025658+061702	$02^h\ 56^m\ 58.26^s$	06°17'01.90"	1.456 ±0.004	26.5 ± 1.5	1.019	18.5	18.87 ±0.05	1.383 ±0.006	7314
025658+060356	$02^h\ 56^m\ 58.17^s$	06°03'56.40"	10.063 ±0.010	118 ± 7	8.563	101	18.40 ±0.06	11.621 ±0.013	7314
025657+054625	$02^h\ 56^m\ 57.04^s$	05°46'24.51"	1.656 ±0.003	55 ± 4	1.275	43	19.53 ±0.07	1.731 ±0.005	7314
025716+061337	$02^h\ 57^m\ 16.15^s$	06°13'36.63"	1.637 ±0.004	43 ± 3	1.220	32	19.27 ±0.07	1.655 ±0.005	7314
025724+055803	$02^h\ 57^m\ 24.47^s$	05°58'03.02"	7.777 ±0.012	30.3 ± 0.9	5.539	21.6	17.20 ±0.03	7.516 ±0.016	7314
025728+055728	$02^h\ 57^m\ 27.82^s$	05°57'28.12"	3.936 ±0.006	76 ± 5	3.160	61	18.94 ±0.06	4.288 ±0.008	7314
025729+054836	$02^h\ 57^m\ 29.31^s$	05°48'35.60"	11.686 ±0.016	42.5 ± 1.6	8.696	31.6	17.12 ±0.04	11.802 ±0.022	7314
025733+054607	$02^h\ 57^m\ 32.82^s$	05°46'07.23"	1.264 ±0.004	29.7 ± 1.8	0.898	21.1	19.15 ±0.06	1.218 ±0.005	7314
025747+055905	$02^h\ 57^m\ 47.11^s$	05°59'05.43"	39.61 ±0.07	20.2 ± 0.5	26.76	13.6	14.989±0.023	36.32 ±0.10	7314
025747+055557	$02^h\ 57^m\ 46.97^s$	05°55'57.14"	2.163 ±0.003	72 ± 5	1.723	56	19.52 ±0.06	2.338 ±0.005	7314
025751+061432	$02^h\ 57^m\ 51.14^s$	06°14'31.92"	8.45 ±0.03	13.5 ± 0.4	5.42	8.7	16.23 ±0.03	7.35 ±0.04	7314

Fuentes brillantes y débiles

- Con objeto de asegurar la robustez de los resultados tomaremos las fuentes encontradas con R < 19 mag.
- Teniendo en cuenta el valor tradicional de separación entre fuentes enanas y gigantes, y asumiendo un color promedio para todos los tipos morfológicos de $< B - R > = 1$ mag, entonces

Dividiremos nuestra muestra en

1. Fuentes Brillantes $M_R < -19$ mag
2. Fuentes Débiles $-16 > M_R > -19$ mag

Muestra del campo

- El campo va a ser nuestro entorno de comparación.
- La muestra del campo escogida para comparar está tomada de James et al. (2004).
- Estos autores ralizan fotometría integrada de la emisión Hα
- Instrumentación y metodología similares a las del presente trabajo.

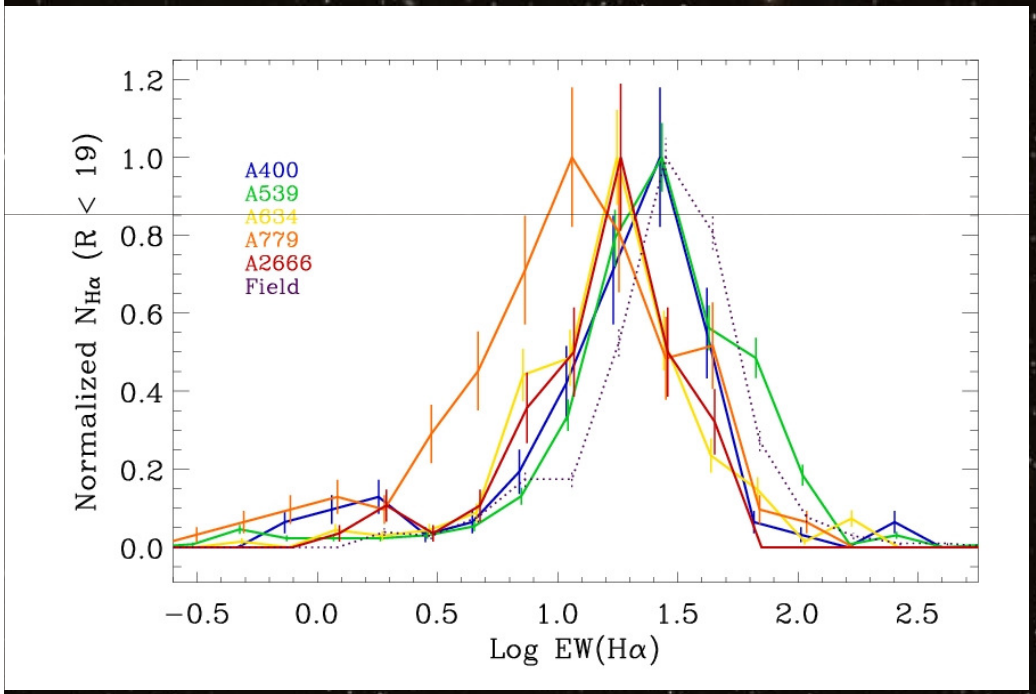
Propiedades de los emisores Hα

Cluster	SFR		SFR_B		SFR_F	
	mean	median	mean	median	mean	median
Field	0.34	0.14	0.74	0.49	0.08	0.04
A400	0.55	0.07	1.16	0.47	0.06	0.04
A539	0.55	0.09	1.51	0.59	0.09	0.06
A634	0.35	0.04	0.95	0.34	0.05	0.02
A779	0.12	0.05	0.28	0.24	0.05	0.03
A2666	0.14	0.04	0.37	0.28	0.04	0.02

- Media y Mediana de la distribución de ritmo de formación estelar.
- Distribución de frecuencias del ancho equivalente de Hα [EW(Hα)].

Brillantes ($M_R < -19$); Débiles ($-16 > M_R > -19$)

Propiedades de los emisores Hα



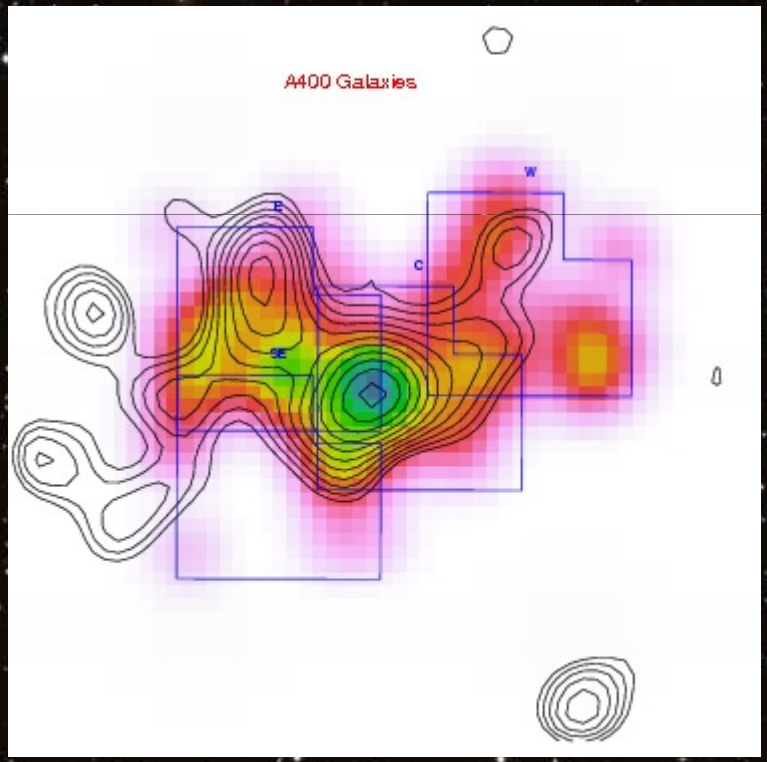
- Media y Mediana de la distribución de ritmo de formación estelar.
- Distribución de frecuencias del ancho equivalente de Hα [EW(Hα)].

Distribuciones espaciales

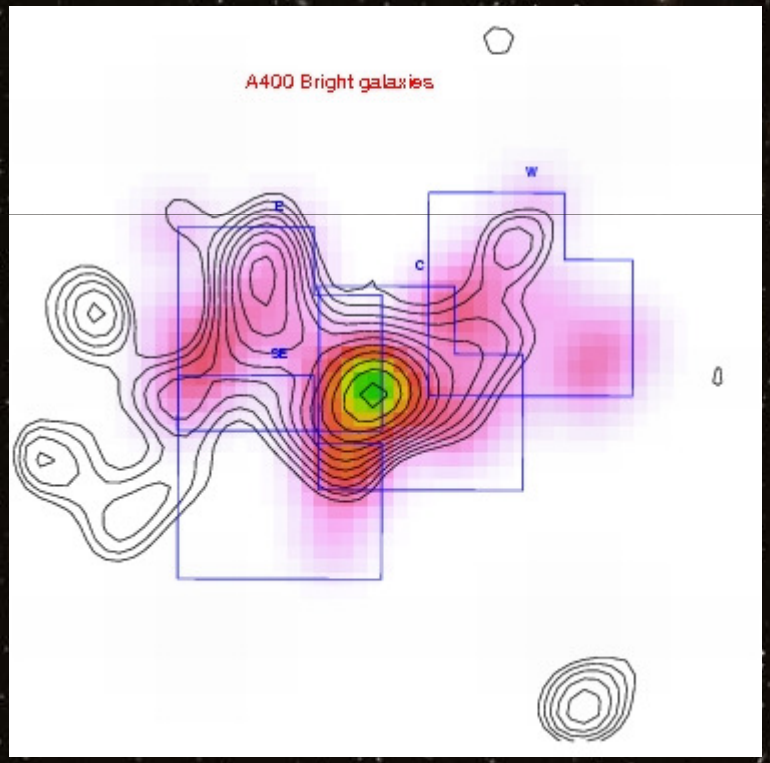
Mapas de densidad

Los mapas de densidad de emisores separados entre fuentes brillantes y débiles nos pueden indicar comportamientos peculiares (ligados a la estructura) en nuestros cúmulos.

Distribuciones espaciales

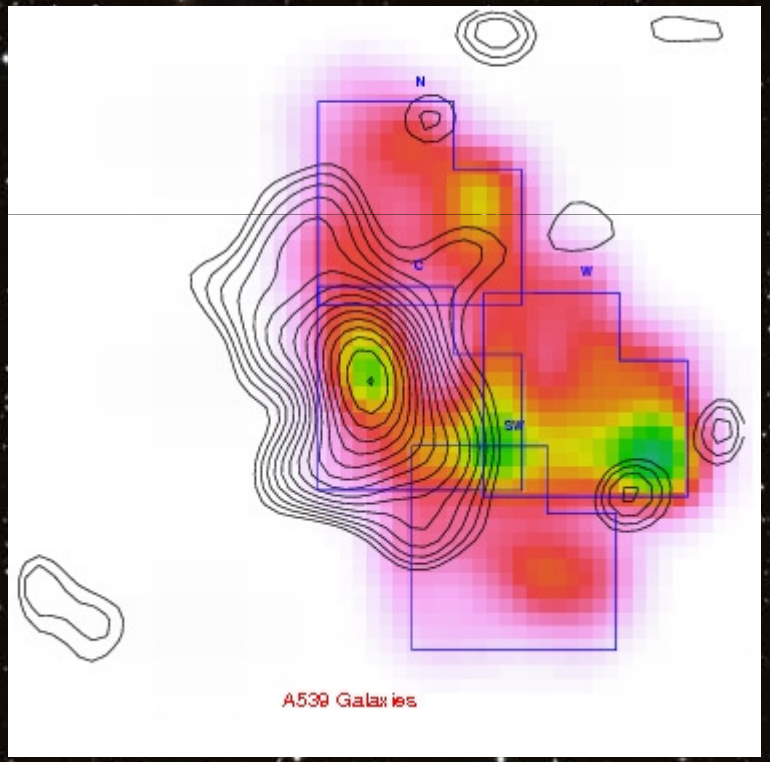


Distribuciones espaciales

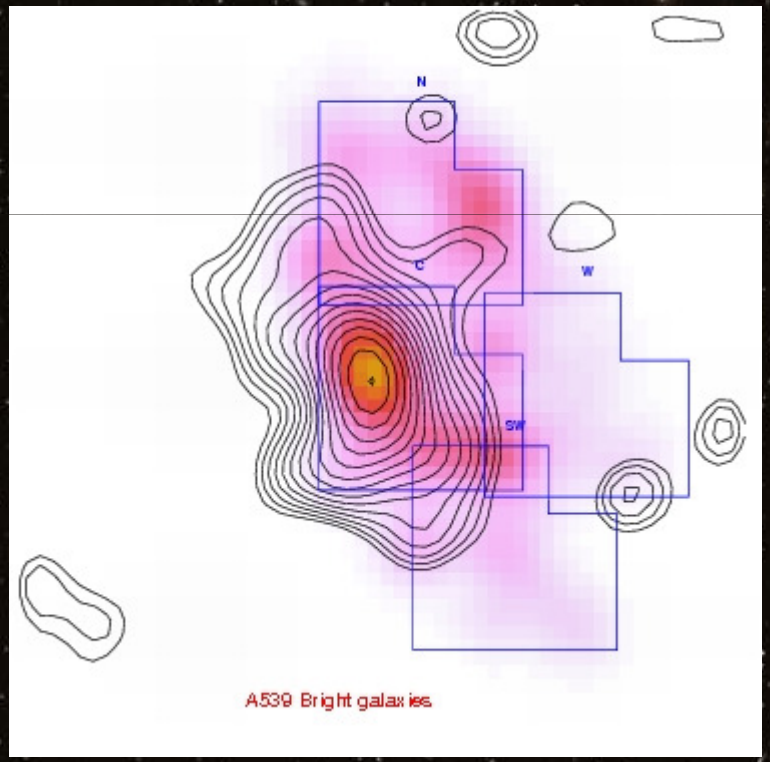


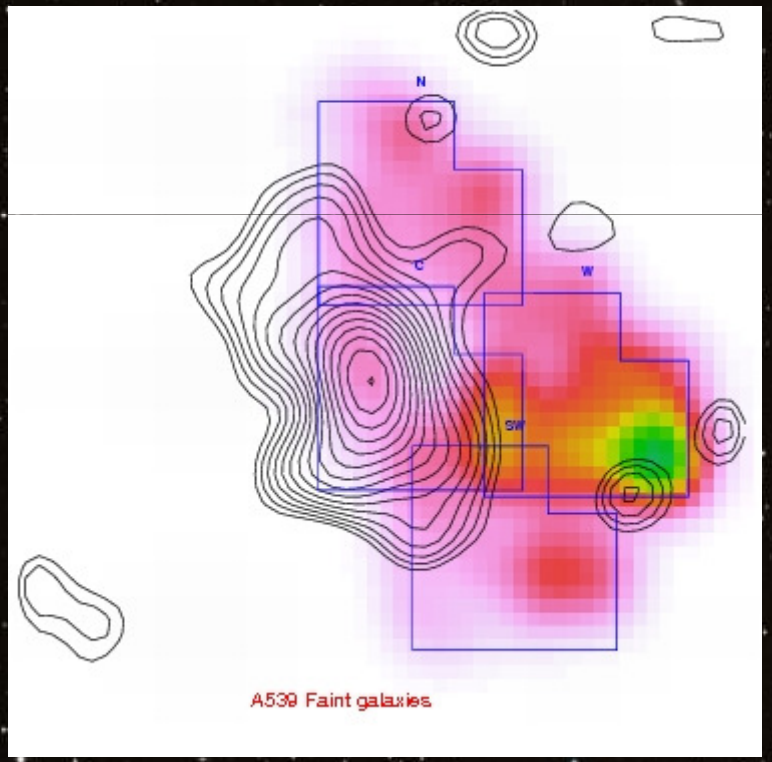


Distribuciones espaciales



Distribuciones espaciales

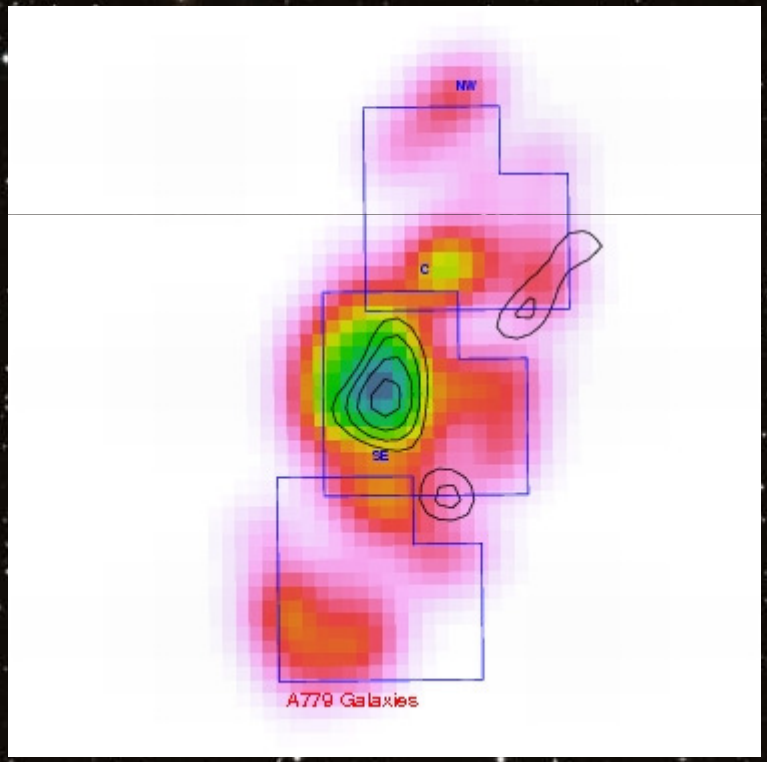




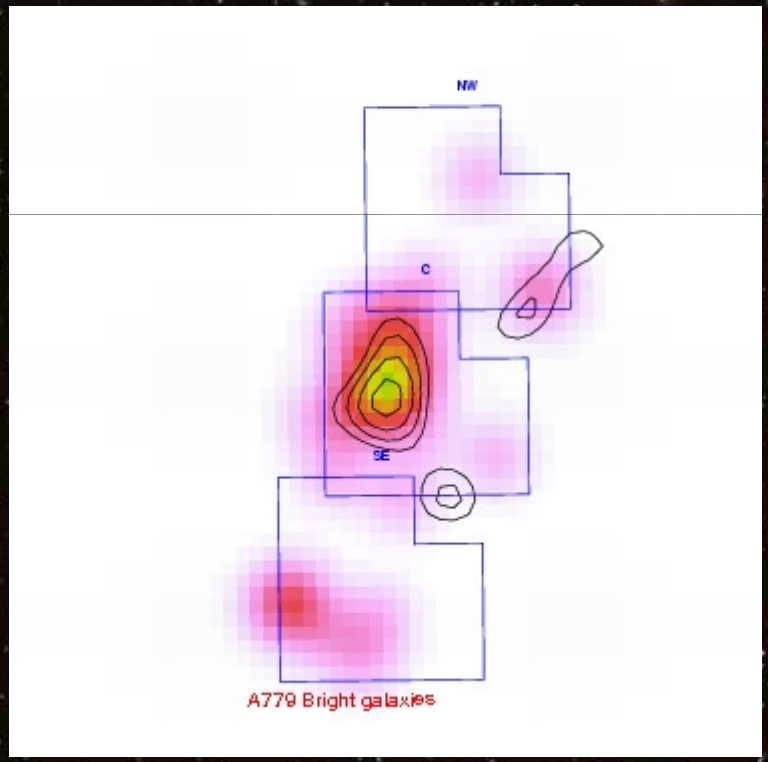
Distribuciones espaciales

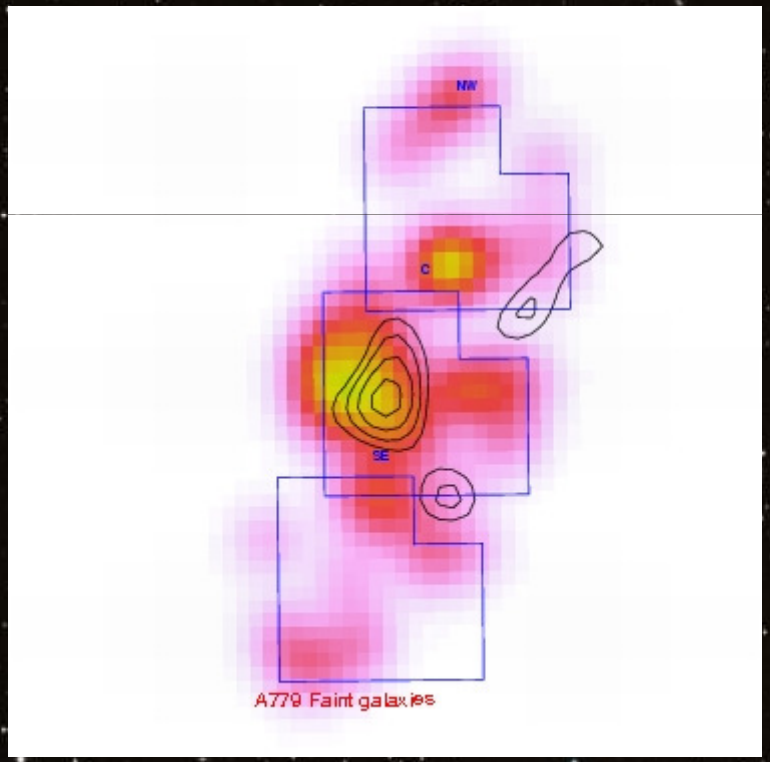
- La distribución de galaxias brillantes con emisión en Hα, en general para todos los cúmulos, sigue bien la distribución de galaxias masivas.
- Abell 400 y 539 muestran máximos de distribución para brillantes y débiles con emisión en Hα bien separados en el espacio.
- El máximo de la distribución de galaxias débiles con emisión en Hα evita los máximos de la distribución de galaxias masivas.

Distribuciones espaciales



Distribuciones espaciales





Distribuciones espaciales

- Abell 634, 779 y 2666 muestran máximos de distribución para brillantes y débiles con emisión en Hα sensiblemente separados pero ligados ambos al pico de la distribución de galaxias masivas.


Discusión


- Discusión
Correlación con propiedades globales

Distribuciones de frecuencia

- La comparación de las distribuciones de frecuencia de EW(Hα) y L(Hα) entre los cúmulos muestran dos comportamientos: cúmulos con emisión en X y cúmulos pobres. Esto hace ser prudente respecto del hecho de integrar grandes bases de datos sin tener en cuenta los factores y características propias de cada cúmulo por separado y de la forma de inferir la emisión.

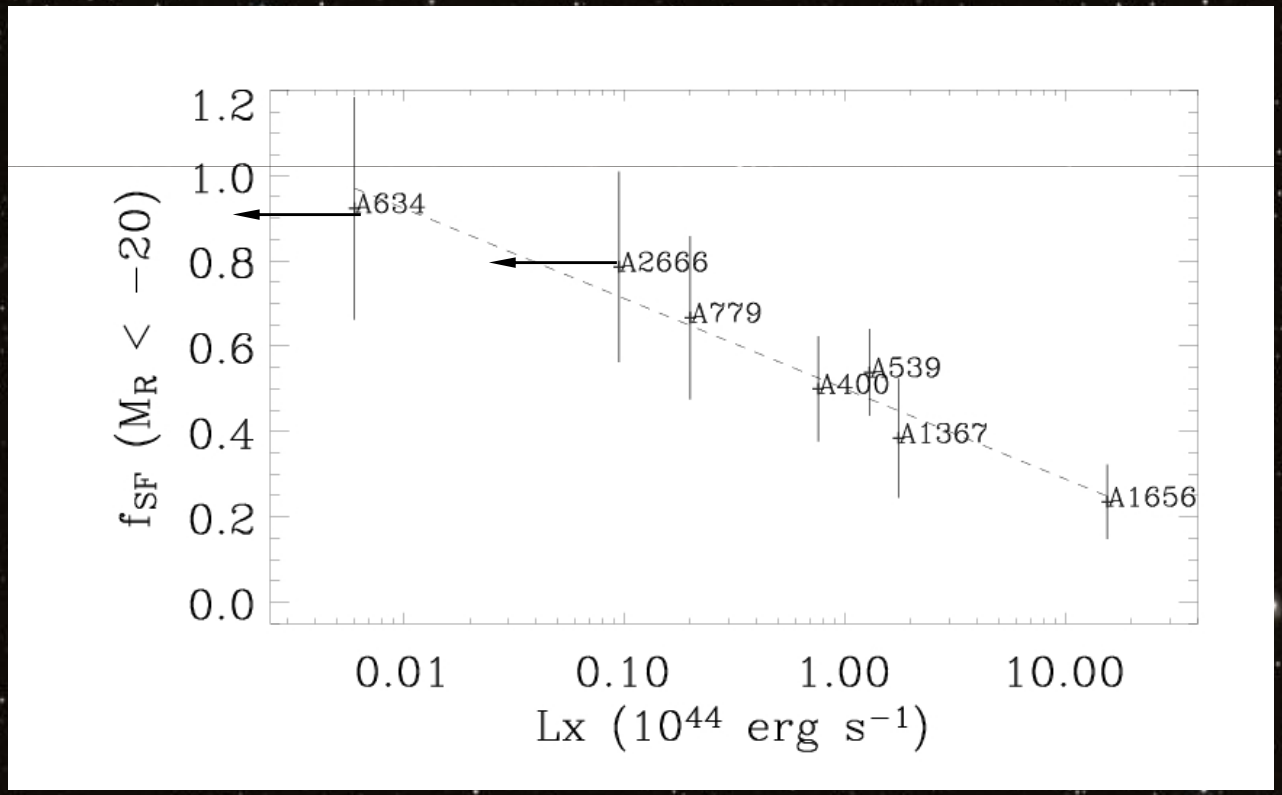
- La comparación con el campo (James et al. 2004) no refleja similitud alguna. Esto contradice en particular los resultados de Balogh et al. (2004) y Rines et al. (2005) para galaxias brillantes.

Distribuciones espaciales

- La distribución espacial de galaxias brillantes con emisión en Hα es consistente con lo propuesto por Haines et al. (2007) solamente en los cúmulos con emisión en X. De modo que la si la correlación densidad-distancia al centro del cúmulo es consistente en nuestra muestra estaríamos ofreciendo un contrapunto a la relación FE-Σ.

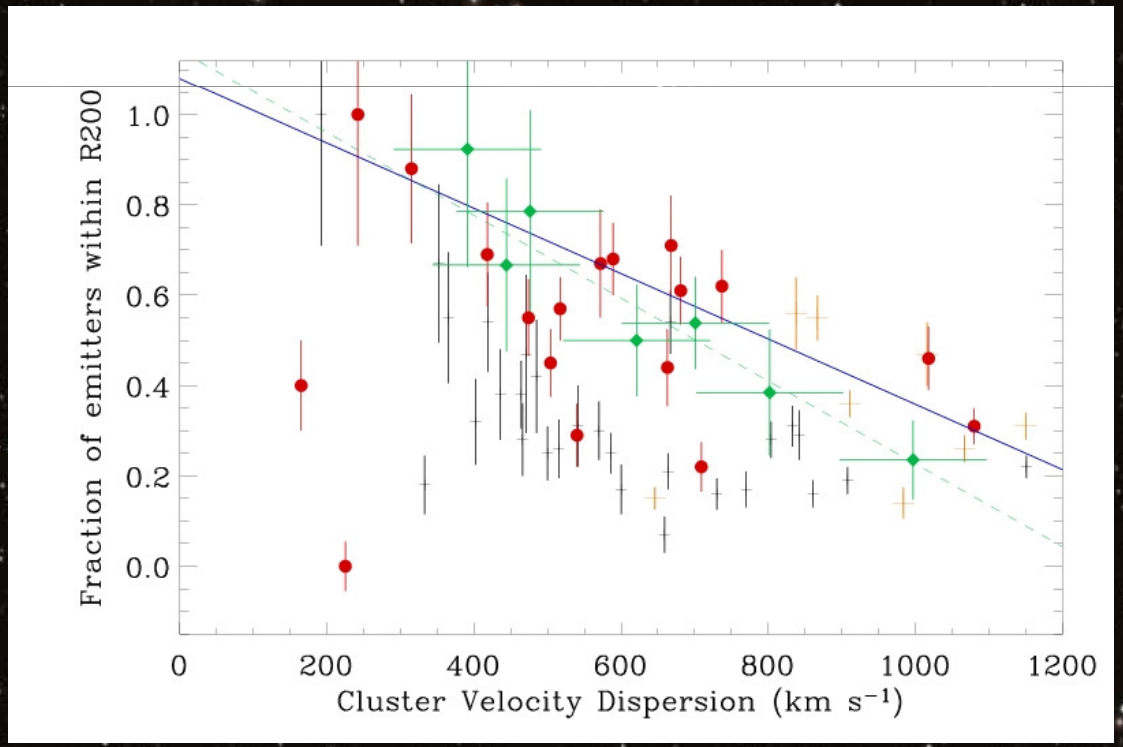
Fracción de emisores

- Existe una buena correlación entre la fracción de emisores en Hα (de entre las galaxias brillantes) con la L_{bol}(X).



Fracción de emisores

- Con respecto de la dispersión de velocidades también existe buena correlación que se sitúa en la línea de la encontrada por Poggianti et al. (2006) para cúmulos a 0.4 < z < 0.8. Popesso & Biviano (2007) no encuentran tal correlación.



- Abell 400 y Abell 539 representan puntos discordantes con la suposición de tener un origen en el tiempo común en la virialización del cúmulo. Si así fuera cabría la compatibilidad entre nuestros resultados y los Poggianti et al. (2006) vía asumir que los citados cúmulos se encuentran en un estado evolutivo distinto al de la muestra local de estos autores.
- Por otra parte la diferencia notable en distribución espacial de galaxias débiles con FE, así como la diferencia en propiedades Hα, parecen apuntar a un mecanismo de alimentación por parte del cúmulo que podría ser semejante al indicado por Porter et al. (2008).


Conclusiones

Conclusiones

- Las distribuciones de ancho equivalente y luminosidad de Hα en los cúmulos Abell 400, Abell 539, Abell 634, Abell 779, y Abell 2666 aparecen distintas a las mismas distribuciones para una muestra del campo de la literatura; estas distribuciones para los cúmulos incluyen valores bajos del ancho equivalente que parecen raros en el campo.
- Dos tipos de cúmulo se pueden separar en nuestra muestra de acuerdo con las propiedades en FE. Esta división se corresponde con los cúmulos con luminosidad intermedia en X y los cúmulos con baja luminosidad en X
- Una población significativa de galaxias de baja luminosidad con FE ha sido revelada en esta muestra.

Conclusiones

- La distribución espacial proyectada de emisores de Hα sigue en todos los casos la distribución de galaxias masivas en esta muestra. La distribución de galaxias débiles con emisión en Hα parece desacoplarse más en cúmulos con mayor emisión en X.
- La longitud de escala de la componente estelar no parece haber sufrido efectos de entorno (e.g. fuerzas de marea), asemejándose a la del campo y la de Virgo de la literatura.
- Se ha encontrado una estrecha correlación entre la fracción de galaxias brillantes con FE activa y la dispersión de velocidades del cúmulo anfitrión, y también con la luminosidad bolométrica en X.