

# Propiedades de la Emisión en Radio e Infrarrojo en Galaxias

Vena Valdarenas, R. R.<sup>1,2</sup>, Paez Tagliaferro, T. P.<sup>2,3</sup>, Valotto, C. A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Astronomía Teórica y Experimental, CONICET, Argentina

<sup>2</sup>Observatorio Astronómico de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

<sup>3</sup>Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

## Introducción

La correlación entre la emisión en radio y la radiación infrarroja (IR) en galaxias es una de las relaciones mejor determinadas en astronomía (Gavazzi et al. 1986, AJ, 305, L15). La correlación de radio-IR es aproximadamente lineal e invariante en un intervalo de más de cuatro órdenes de magnitud en luminosidad y es válida para todos los tipos de galaxias con formación estelar (Condon 1992, ARA&A, 30, 575). La linealidad de la correlación es normalmente atribuida a una dependencia de emisión IR y radio sobre la formación de estrellas masivas. Estas calientan el polvo e ionizan gas produciendo la emisión de térmica del polvo y la emisión en radio libre-libre, respectivamente. Las mismas estrellas son progenitores de remanentes de supernova (SNR) generando rayos cósmicos (CR) que producen radiación no-térmica (radiación sincrotrón).

Esta correlación ha sido probada en diferentes estudios, tanto en relación con las propiedades globales de galaxias en el Universo cercano (Yun et al 2001, ApJ, 554, 803), como así también en pequeñas escalas locales de alta resolución empleando observaciones de galaxias individuales (Basu et al. 2012, ApJ, 756, 141). Es particularmente notable que la correlación se mantiene incluso para las galaxias de baja masa como las Nubes de Magallanes (Leverenz y Filipović 2013, Ap&SS, 343, 301). Estudios más reciente muestran el papel de los campos magnéticos en el control de la correlación de radio infrarrojos en las galaxias cercanas (Tabatabaei et al. 2013, A&A, 552, 19).

En este trabajo se presentan resultados del análisis de esta correlación de acuerdo al ambiente en el cual se encuentran las galaxias, es decir: cúmulos de galaxias, grupos compactos, pares y galaxias aisladas.

## Muestras y Relevamientos Utilizados

Con el objetivo de realizar una comparación del efecto del medio ambiente en la correlación, se seleccionaron las siguientes muestras:

- Grupos Compactos de Galaxias. Filtrados en velocidad radial, seleccionados a partir del catálogo 2MASS (v2MCGs; Díaz-Gimenez, 2012 MNRAS, 426, 296).
- Catálogo de galaxias aisladas (CIG; Karachentseva 1973, SSO, 8, 3).
- Catálogo de Pares de Galaxias (Woods, D.F., Geller, M.J., & Barton, E.J. 2006, AJ, 132, 197)
- Catálogo de Grupos de Galaxias (Yang, X., Mo, H.J., van den Bosch, F.C., Zhang, Y., & Han, J., 2012, ApJ, 752, 41.)
- Galaxias seleccionadas aleatoriamente del SDSS-DR7 (Abazajian, K.N., Adelman-McCarthy, J.K., Agujeros, M.A., et al., 2009, ApJ supplement, 182-2, 543).

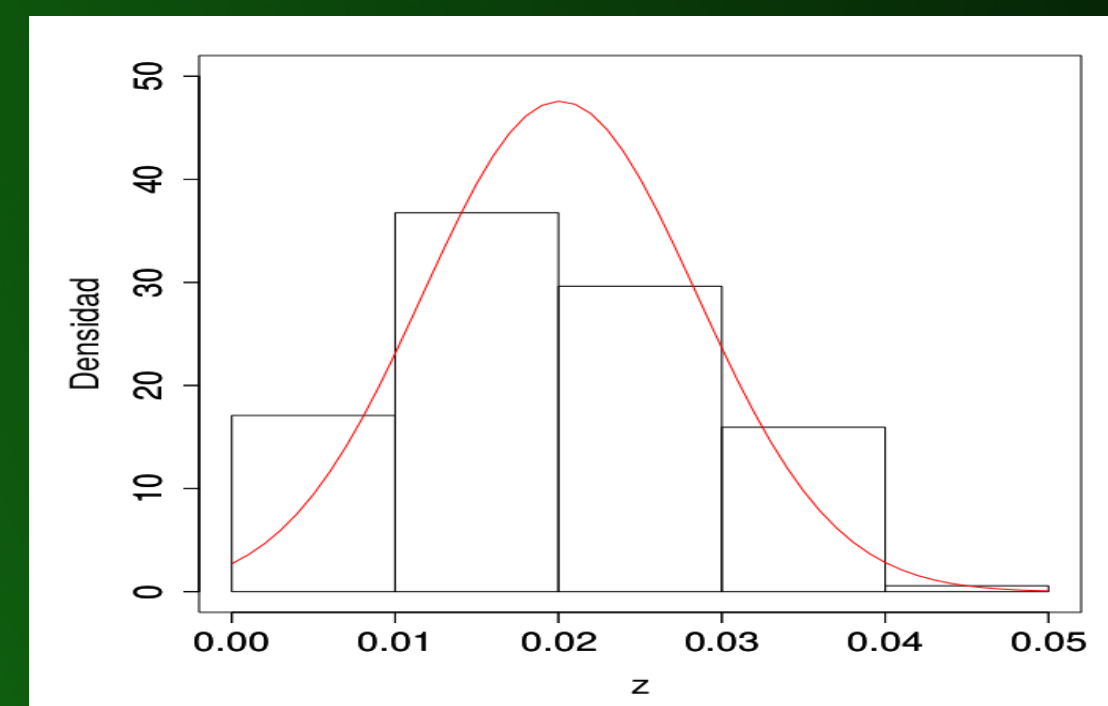


Figura 2: Distribución de redshift para la muestra de galaxias aisladas. En rojo se muestra la distribución correspondiente a los v2MCGs.

Los datos de la emisión en radio en 1.4GHz se extrajeron del catálogo proporcionado por el relevamiento NVSS y los datos de la emisión en infrarrojo en 22μm fueron obtenidos del catálogo correspondiente al relevamiento WISE.

Para comparar las propiedades observadas en las diferentes muestras se seleccionaron submuestras de los diferentes catálogos, cuyas distribuciones de redshift fueran similares. En la Figura 2 se muestra la distribución de redshift para las galaxias aisladas comparada con la de los v2MCGs, que corresponde a la muestra limitada en redshift.

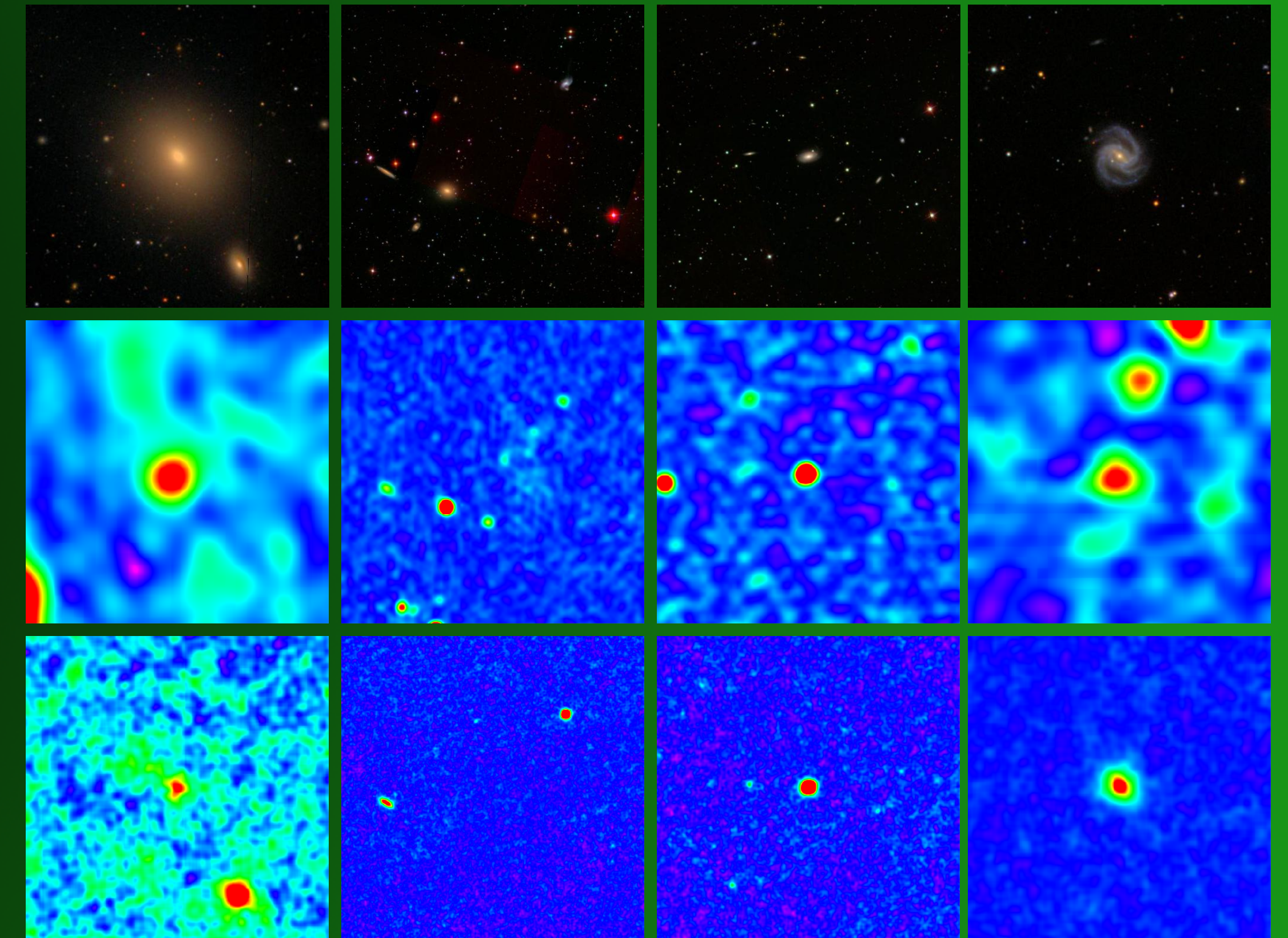


Figura 1: Imágenes en óptico (arriba), radio (medio) e infrarrojo (abajo). De izquierda a derecha: catálogo de pares, grupos compactos, grupos y galaxias aisladas.

## Correlación

Para llevar a cabo la selección de las fuentes con emisión en radio asociadas a las galaxias, se realizó una correlación de las posiciones de las mismas con el catálogo de fuentes del relevamiento NVSS, que además de las coordenadas posee datos de la intensidad total en 1.4 GHz. Las muestras con emisión en radio quedan determinadas por las fuentes asociadas a galaxias que se encuentran a una distancia máxima de 10".

La identificación de fuentes en 22 μm se realizó correlacionando las posiciones de las galaxias con el catálogo proporcionado por el relevamiento WISE. Este Catálogo brinda información de las magnitudes en 4 bandas diferentes (3.4 μm, 4.6 μm, 12 μm y 22 μm), información de la relación señal ruido para las magnitudes y marcador de objetos extensos, entre otras cosas. Se seleccionaron las fuentes infrarrojas asociadas a cada galaxia, utilizando el criterio definido anteriormente. Para tener una muestra confiable se descartaron aquellas fuentes cuya relación señal sobre ruido para la magnitud en 22 μm fuera menor a 5, y se tuvieron en cuenta sólo las fuentes clasificadas como objetos extensos.

En la Figura 3 se exponen las correlaciones entre los flujos correspondientes a la emisión en radio e infrarrojo para las diferentes muestras consideradas. Se realizó un ajuste lineal para cada muestra, y se calculó el coeficiente de correlación respectivo.

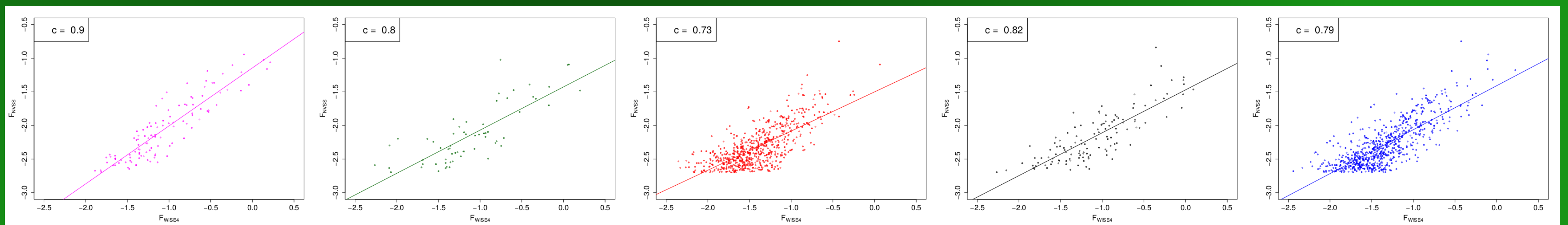


Figura 3: Relación  $\text{Log}(F_{\text{radio}})$  vs  $\text{Log}(F_{\text{infrarrojo}})$ . De izquierda a derecha: correlación lineal para muestras de pares de galaxias, de grupos compactos, de grupos, de galaxias aisladas y de las seleccionadas aleatoriamente.

## Parámetro $q_{ir}$

El parámetro  $q_{ir}$ , se define como el cociente logarítmico de los flujos en infrarrojo y en radio (Thomson, A.P., Ivison, R.J., Simpson, J.M., et al. 2014, arXiv:1404.7128):

$$q_{ir} = \log_{10} \left[ \frac{S_{ir}}{3.75 \times 10^{12} \text{Wm}^{-2}} \times \frac{W \text{m}^{-2} \text{Hz}^{-1}}{S_{1.4\text{GHz}}} \right]$$

Donde  $S_{ir}$  y  $S_{1.4}$  son los flujos en infrarrojo y radio respectivamente. En la figura 4 se grafican las distribuciones del parámetro  $q_{ir}$  obtenido para cada muestra.

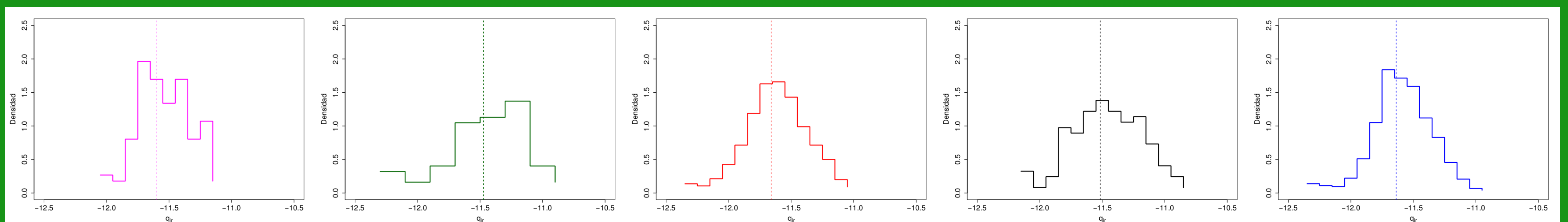


Figura 4: Distribuciones de los  $q_{ir}$  para las diferentes muestras. De izquierda a derecha: pares de galaxias, de grupos compactos, de grupos, de galaxias aisladas y de las seleccionadas aleatoriamente.

## Discusión:

Se estudió la correlación entre las emisiones en radio y en infrarrojo para las distintas muestras seleccionadas. Se calcularon los coeficientes de correlación lineal, observándose que existe una mayor correlación para la muestra de pares de galaxias. Se hizo un ajuste lineal entre los logaritmos de los flujos en infrarrojo y en radio.

Por otro lado, en las distribuciones del parámetro  $q_{ir}$ , se observó que los valores de mediana se mantienen dentro de los márgenes de dispersión de cada distribución. En todos los casos las medianas oscilan entre -11.7 y -11.5, y las desviaciones estándares entre 0.2 y 0.3.