

Actividad de Formación Estelar en Grupos Compactos, estudio empírico de poblaciones estelares en el diagrama CM

Chavelas Astudillo L. Martín¹, Hidalgo Gámez Ana M.¹



¹Departamento de Física, ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México., México., Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55375 Fax (55) 5729-55015. Emails: martin15517@gmail.com, amhidalgog@ipn.mx

RESUMEN/ABSTRACT

Se realizó un estudio de la localización de galaxias de los grupos compactos de Hickson en el diagrama color magnitud galáctico. Se trabajó con una muestra de 55 galaxias del catálogo HCG (Hickson's Compact Groups), para las cuales se estudia la localización en el diagrama. Se observa que casi no hay galaxias en la secuencia roja, mientras que hay bastantes galaxias clasificadas como tempranas en el llamado valle verde e incluso en la nube azul. Esto implicaría un trasvase de gas entre las galaxias del grupo, haciendo que se revitalizara la formación estelar en galaxias que ya no podía producirla por su baja cantidad de gas.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los diagramas color magnitud se ha vuelto una herramienta muy útil para describir la evolución de las galaxias de acuerdo con su actividad de formación estelar. Esto significa que podemos conocer las propiedades evolutivas de una galaxia a partir de estudiar las poblaciones estelares que las conforman, y de manera intrínseca, del grado de metalicidad asociada a la galaxia según sea su posición en el diagrama CM [1].

El diagrama color magnitud para galaxias es un gráfico que muestra la relación existente entre la luminosidad o magnitud absoluta, y el color. Es bien conocido que las galaxias están distribuidas en el espacio de color en una distribución bimodal (es decir agrupadas en dos aparentes grupos en la gráfica). En esta distribución bimodal, un pico es rojo y consiste en su mayoría de galaxias con baja o nula actividad de formación estelar (con tipo morfológico más temprano que las Sa). El otro pico es azul, y consiste principalmente de galaxias con formación estelar (de alta a intensa formación estelar), con tipo morfológico más tardío que las Sbc. Los cambios en color de las galaxias son debidos a cambios en las edades promedio, metalicidades, y el contenido de gas de las galaxias con la magnitud.

Los grupos compactos de galaxias son pequeños sistemas en una aparente proximidad cercana en el cielo. Las galaxias que conforman estas agrupaciones se encuentran físicamente asociadas y en ocasiones muestran peculiaridades en su morfología (como signos de interacción gravitacional) [4]. Como se ha visto, las galaxias en los grupos compactos (HCG a partir de ahora) sufren fuertes interacciones lo que conlleva un intercambio de gas que altera la formación estelar en las galaxias involucradas. Esto haría que las galaxias no sigan las posiciones esperadas en el diagrama color-magnitud según su tipo morfológico. Este es el objetivo de este trabajo.

METODOLOGÍA

La muestra utilizada consiste en 55 galaxias pertenecientes a 13 Grupos de Hickson (HCG de sus siglas en inglés). Estas se eligieron porque eran las que tenían datos fotométricos que pudiésemos utilizar, sin ningún otro criterio adicional.

Para la muestra de 55 galaxias se obtuvieron los datos de fotometría a partir del catálogo de Hickson [4], en el cual se muestra un estudio fotométrico de 463 galaxias pertenecientes a los 100 grupos seleccionados por él.

Se usaron los datos de las magnitudes aparentes en las bandas B y R observadas dentro de las isofotas con $\mu_B = 24.5 \text{ mag [arcsec]}^{-2}$ y $\mu_R = 24.0 \text{ mag [arcsec]}^{-2}$, tal y como las enlista [4].

Con estas magnitudes se obtuvo el color $m_B - m_R$ dentro de la isofota con $\mu_B = 24.5 \text{ mag [arcsec]}^{-2}$.

En el catálogo de grupos compactos [4] no hay una determinación de la M_R por lo que se tuvo que obtener usando datos más recientes. Para ellos se utilizó el llamado paralaje fotométrico dado por la expresión:

$$M_R - m_R = -5 \log(d - 1) \quad (1)$$

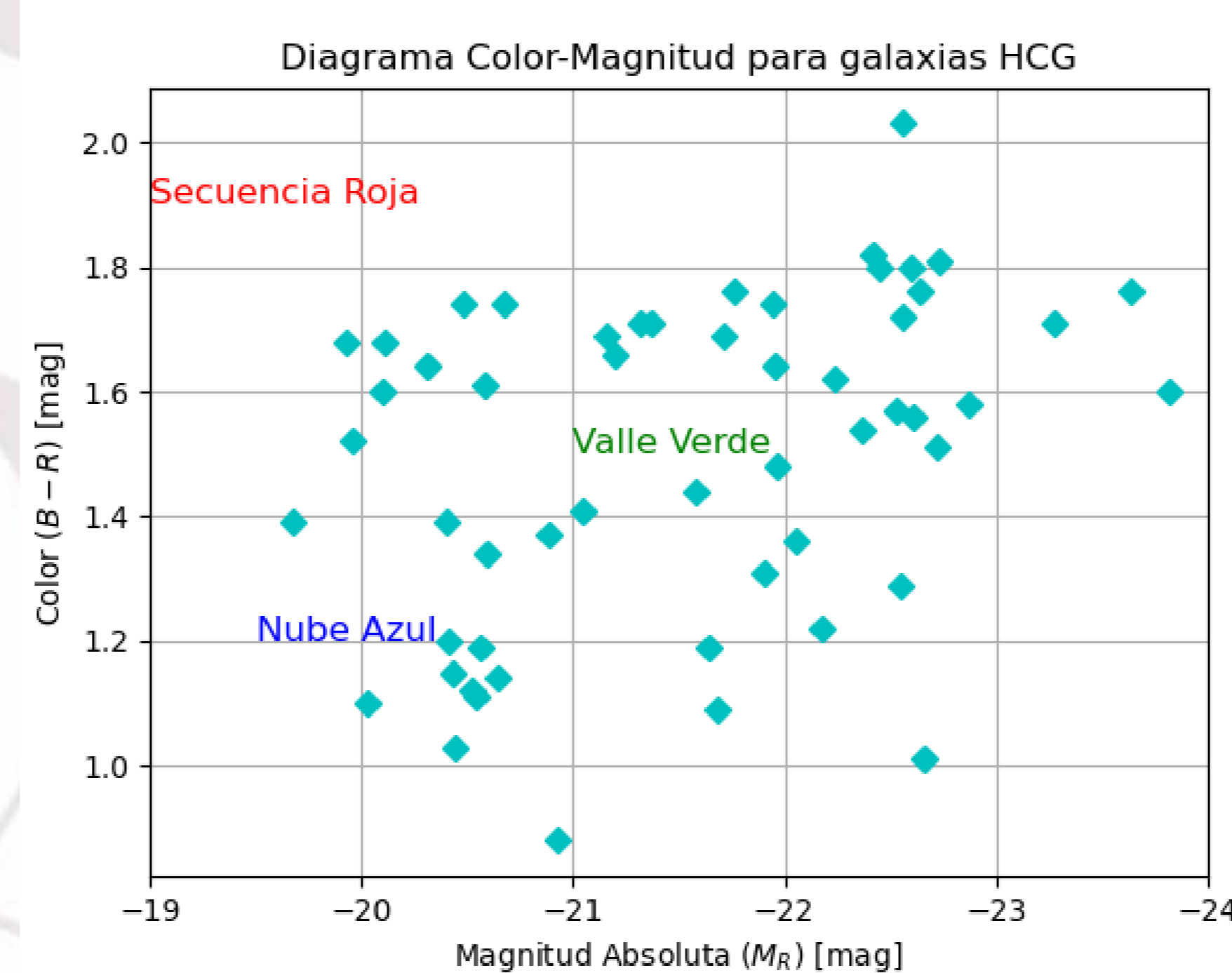
El valor de la distancia usado se determinó a partir del redshift Heliocéntrico presentado en la columna (4) de la tabla 1, y usando la ley de Hubble

$$D = \frac{zc}{H_0} \quad (2)$$

HCG	Nombre	Tipo	Redshift	Distancia	M_B	m_B	m_R	Color (B-R)
01a	PGC 1627	Sc	0.03391	149.940	-22.55	15.02	13.33	1.29
01b	PGC 1625	Im	0.03423	151.355	-22.05	15.68	13.85	1.36
01c	PGC 1614	E0	0.03354	148.304	-21.71	16.21	14.15	1.69
01d	PGC 1618	S0	0.03376	149.277	-20.10	17.40	15.77	1.60
02a	PGC 1921	SBd	0.01450	64.115	-20.93	14.02	13.10	0.88
02b	PGC 1914	cI	0.01451	64.159	-20.64	14.62	13.40	1.14
02c	PGC 1927	SBC	0.01424	62.965	-20.03	15.14	13.97	1.10
02d	PGC 1934	SBB	0.07118	314.738	-22.37	16.74	15.12	1.54

RESULTADOS

Se muestra el diagrama color-magnitud para las galaxias aquí estudiadas junto con los lugares donde están la RS, la BC y el GV. En nuestros diagramas la magnitud absoluta en R, M_R disminuye hacia la izquierda en el eje x (es decir, mayores números indican mayor luminosidad). Mientras que para la parte del color (B-R), va de las galaxias azules (abajo) a las galaxias más rojas (hacia arriba).



DISCUSION

La diferenciación de las galaxias por color es algo conocido desde hace años. Por ejemplo, Tully y colaboradores [9] comentan que las galaxias tardías y tempranas están bien separadas en el diagrama C-M. Además, se cree que estos dos diferentes grupos de color son debidos a dos diferentes procesos de formación [7]. Por otro lado, este diagrama funciona como una forma práctica de diferenciar las galaxias tempranas, sobre todo a grandes distancias cuando la morfología no es aplicable [10].

En la Fig.3 se ha enmarcado la zona de la RS y se ve que todas las galaxias dentro de la misma son tempranas, excepto una. Esto coincide con lo esperado, aunque hay que considerar que el número de galaxias en la misma es muy pequeño y no es estadísticamente significativo.

Por otro lado, todas las galaxias tardías excepto una, están en la nube azul (Figura 4). Lo más interesante es que además hay tres galaxias tempranas y 14 galaxias intermedias, las cuales normalmente no tienen una formación estelar tan intensa como para que tengan colores tan azules.

Algo similar ocurre en el valle verde (Fig.5) con una población muy mezclada de galaxias intermedias y tempranas. Esto parece indicar de nuevo que hay un rejuvenecimiento de las galaxias, con una mayor formación estelar en el caso de las galaxias intermedias y tempranas, donde sus reservas de gas se han visto aumentadas por la caída de gas hacia las mismas y, por tanto, se han reactivado la formación de estrellas.

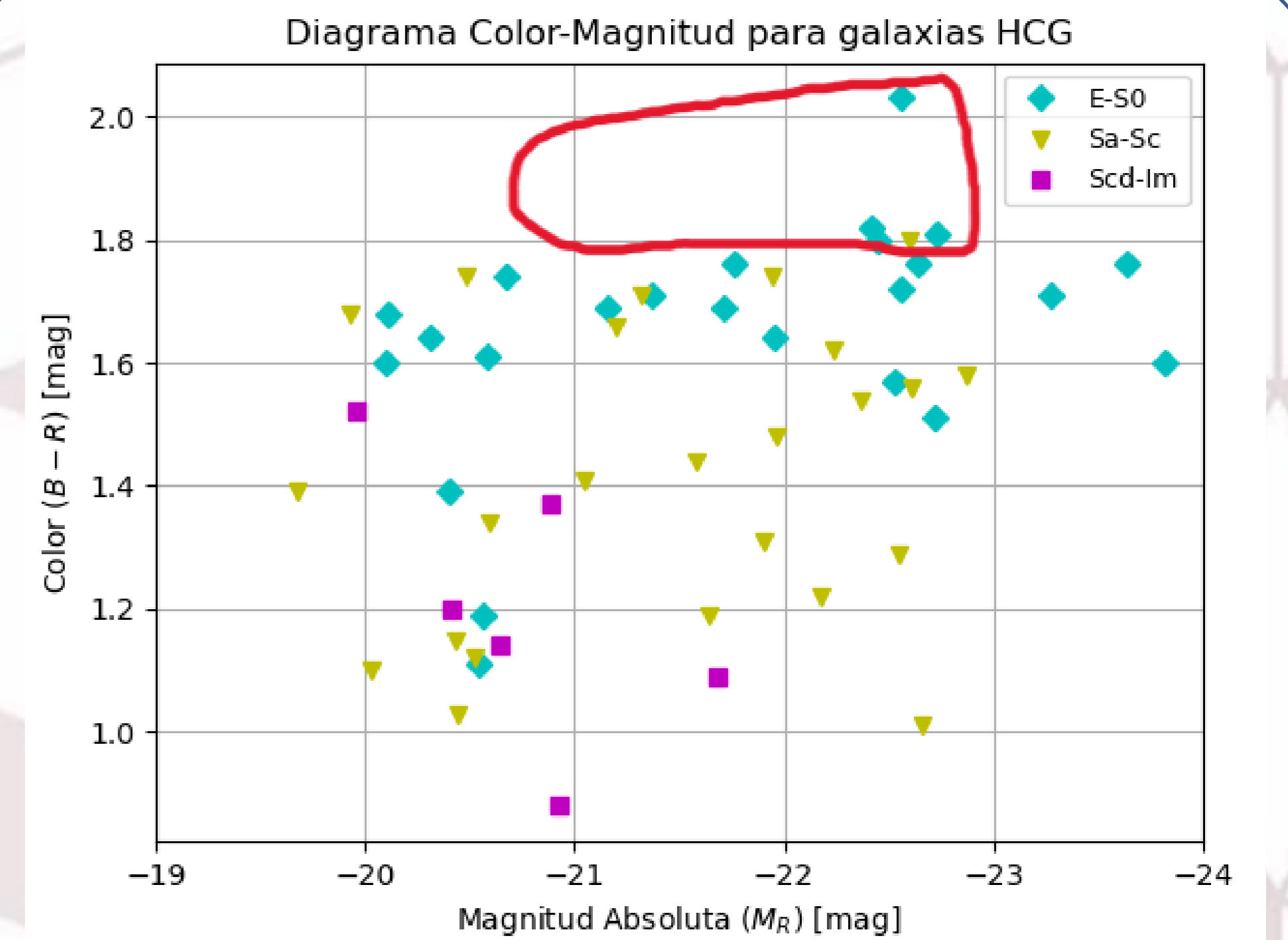
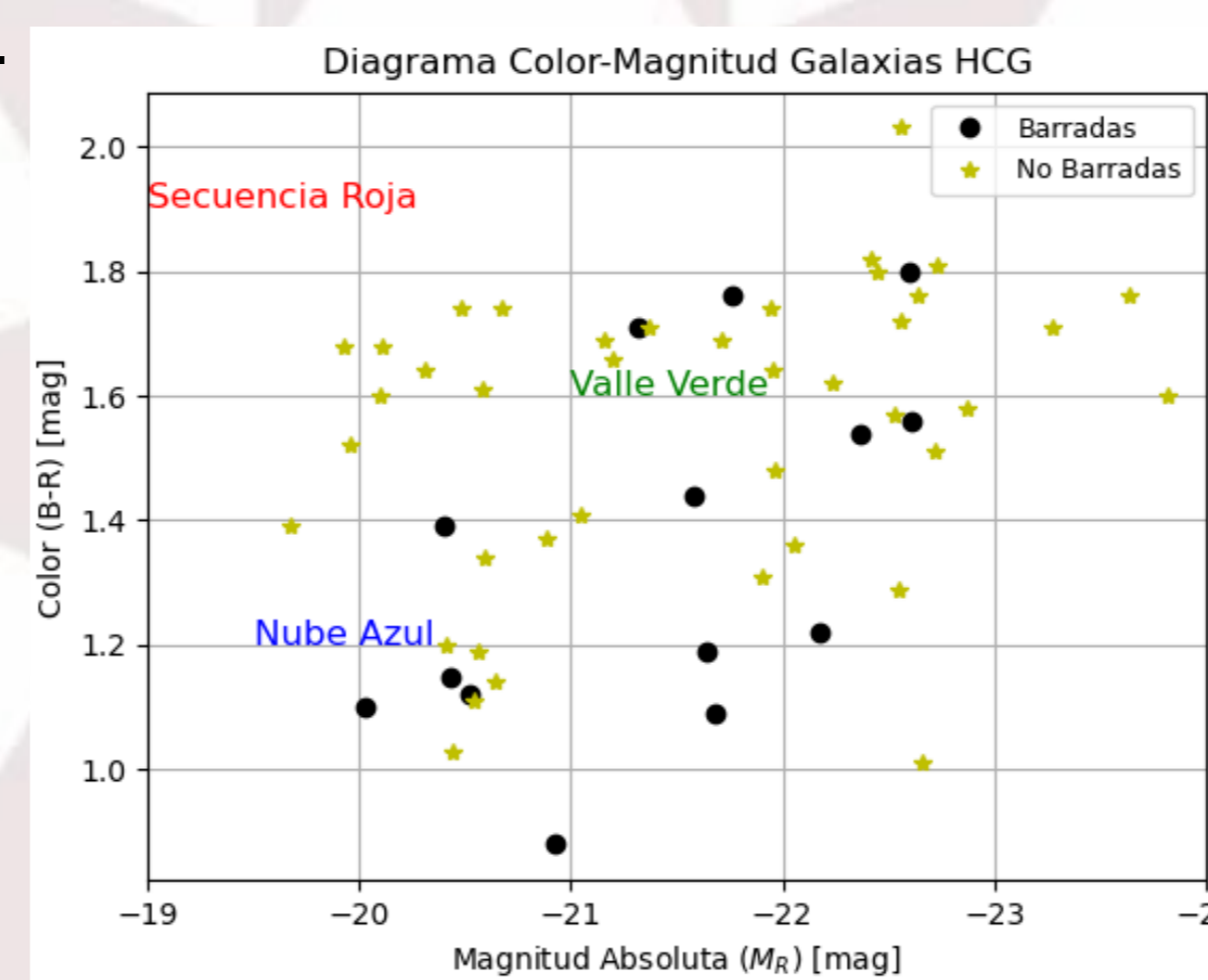


Figura 3. Región de la secuencia roja (RS) del diagrama CM para galaxias de los grupos compactos de Hickson.

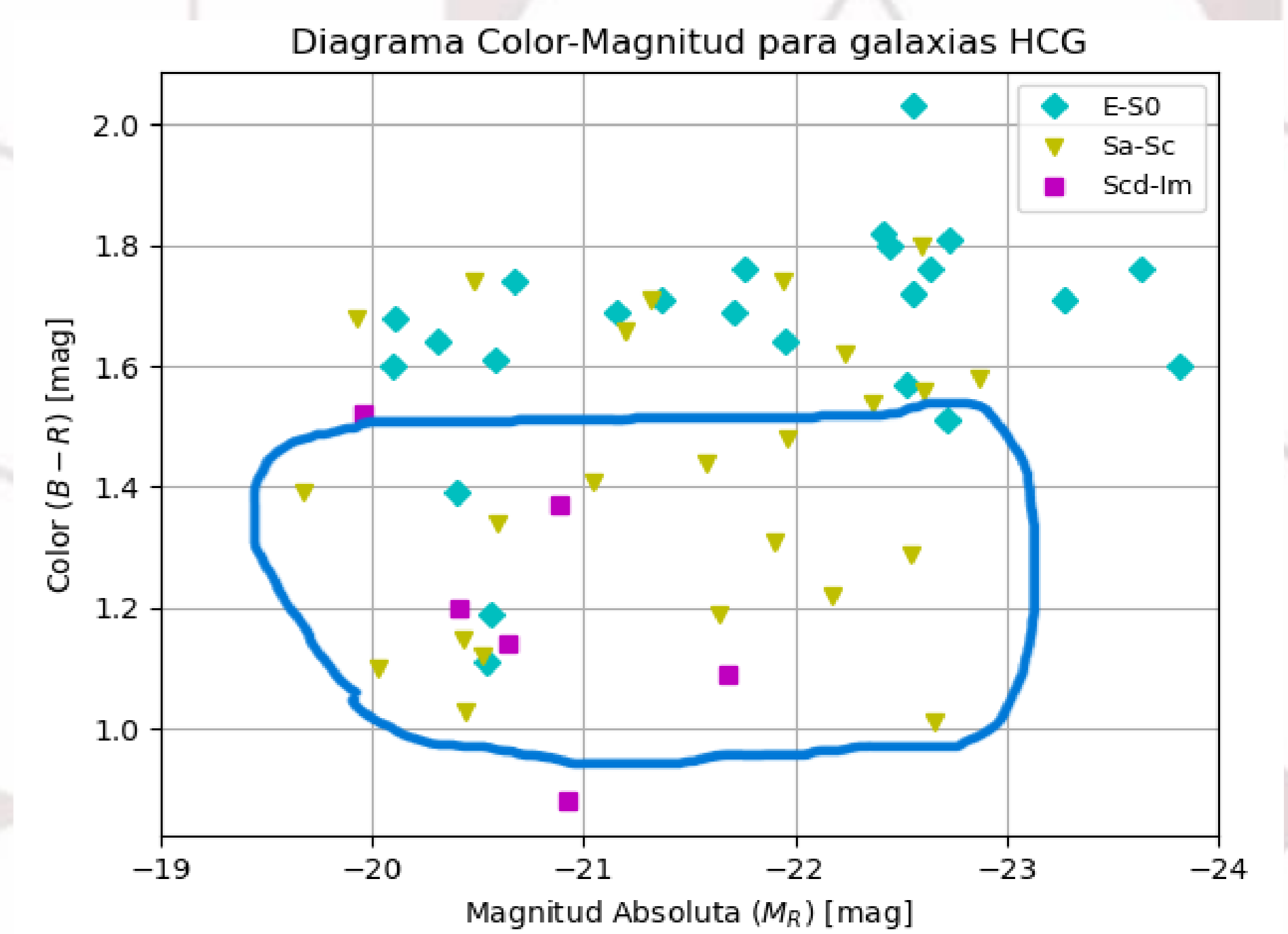


Figura 4. Región de la nube azul (BC) del diagrama CM para galaxias de los grupos compactos de Hickson.

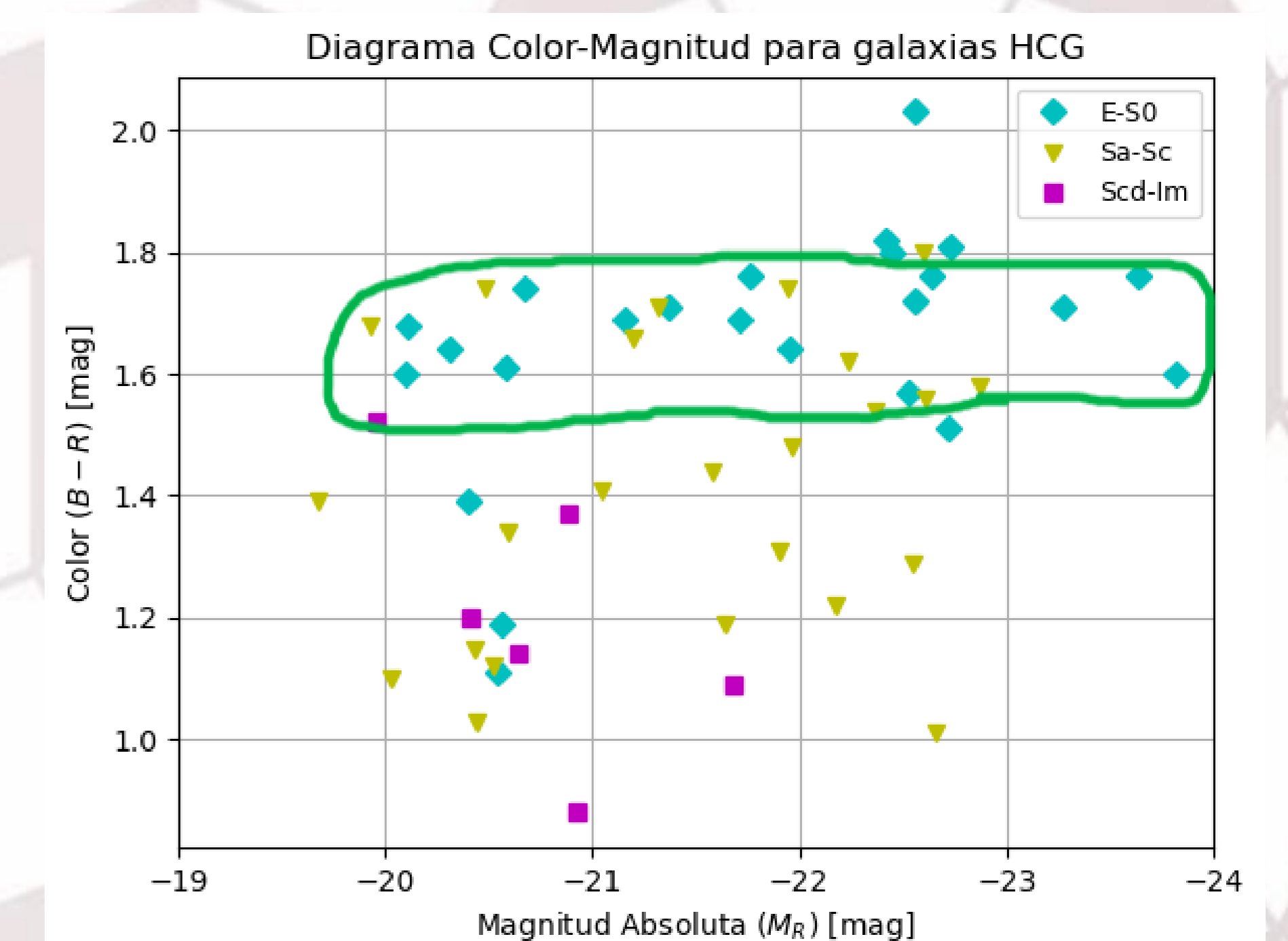


Figura 5. Región del valle verde (GV) del diagrama CM para galaxias de los grupos compactos de Hickson.

CONCLUSIONES

➤ En este trabajo se ha estudiado la localización de galaxias de grupos compactos en el diagrama color-magnitud. Se ha corroborado la existencia de un comportamiento bimodal en función de la magnitud absoluta para las galaxias que componen dichos grupos compactos.

➤ Pocas galaxias en la RS mientras que la mayoría de las galaxias están en la BC y el GV, lo que significa que en los grupos compactos la mayoría de las galaxias presenta una formación estelar de media a alta, lo que ha llevado a estas galaxias a no llegar a la secuencia roja.

➤ El GV está muy poblado con galaxias de tipos tempranos, lo que no es esperable ya que estas galaxias tienen muy poca formación estelar. Se cree que esto es debido al trasvase de gas desde las galaxias más tardías hacia las más tempranas que provoca un aumento de la formación estelar en estas últimas y una disminución, aunque no tan apreciable, en las primeras.

➤ Por último, se ve que hay una menor cantidad de galaxias barradas en comparación con galaxias de campo, y que casi todas ellas están situadas en la BC.

REFERENCIAS

- [1] Diagramas de Color-Magnitud extra galácticos, disponible: <http://voyages.sdss.org/es/launch/cosmos/color-magnitude-diagram/>.
- [2] E. F. Bell, C. Wolf, K. Meisenheimer, H.-W. Rix, A. Borch, S. Dye, M. Kleinheinrich, L. Wisotzki y D. H. McIntosh, "Nearly 5000 distant early-type galaxies in COMBO-17: A red sequence and its evolution since $z \sim 1$," 2004, ApJ 608, 752.
- [3] G. De Vaucouleurs, "Integrated colors of bright galaxies in the u, b, v system," 1961, ApJS 5, 233.
- [4] P. Hickson, E. Kindi, y R. J. Auman, "A photometric catalog of compact groups of galaxies," 1989, Ap.J.S., 70, 687.
- [5] P. Hickson, "Systematic properties of compact groups of galaxies," 1982, Ap J., 255, 382.
- [6] Blanton et al., "The Galaxy Luminosity Function and Luminosity Density at Redshift $z = 0.1$," 2003, ApJ 592, 819.
- [7] I. K. Baldry, K. Glazebrook, J. Brinkmann, Ž. Ivezić, R. H. Lupton, R. C. Nichol, A. S. Szalay, "Quantifying the Bimodal Color-Magnitude Distribution of Galaxies," 2004, Ap. J., 600, 681.
- [8] S. J. Mutch, D. J. Croton y G. B. Poole, "The mid-life crisis of the milky way and m31," 2011, ApJ 736, 84.
- [9] R. B. Tully, J. R. Mould, y M. Aaronson, "A color-magnitude relation for spiral galaxies," 1982, ApJ 257, 527.
- [10] Hogg et al., "Color-magnitude relation of galaxies," 2002, AJ124, 646.
- [11] L. R. Ho, A. V. Filippenko, y W. L. W. Sargent, "The Influence of Bars on Nuclear Activity," 1997, ApJ 487, 591.
- [12] S. A. Eales et al., "The causes of the red sequence, the blue cloud, the green valley, and the green mountain," 2018, MNRAS 481, 1183.
- [13] I. Strateva et al., "Color separation of galaxy types in the sloan digital sky survey imaging data," 2001, AJ 122, 1861.