



ABRIR CAPITULO 4

4.3. Interpretación morfológica de los resultados fotométricos.

Un objetivo fundamental de cualquier estudio fotométrico de las galaxias es lógicamente conseguir una clasificación morfológica de las mismas. Constituye ello un problema complejo, puesto que, dado el pequeño tamaño angular de nuestros objetos, cualquier clasificación utilizando solamente su apariencia en la imagen resulta muy delicada. Por ello se ha conjuntado en nuestro estudio por un lado la información directa que la inspección de la propia imagen puede aportarnos (desarrollo de los brazos, localización de los brotes, signos de interacción o incluso de fusión, etc.) y por otro se ha procedido a una interpretación del perfil de brillo obtenido para cada objeto, mediante su descomposición B+D, y mediante los parámetros fotométricos (índices de concentración y brillos medios) que presentan la ventaja de su independencia del procedimiento de descomposición en componentes de bulbo y disco. Una vez obtenidos los parámetros necesarios, y utilizando los resultados estadísticos obtenidos por otros autores a partir de amplias muestras de galaxias cercanas de morfología bien conocida, se ha procedido a la determinación del tipo morfológico de los objetos de la muestra UCM.

Con tal fin, se han determinado los tipos morfológicos de nuestros objetos mediante cinco procedimientos de distintos autores, basados todos ellos en las correlaciones encontradas entre parámetros fotométricos y tipo de Hubble. Estos procedimientos, y sus limitaciones, son los siguientes:

- la correlación entre la razón B/T y el tipo de Hubble, encontrada a partir de una muestra de 105 galaxias, intrínsecamente luminosas y seleccionadas de la exploración de desplazamientos hacia el rojo CfA de Huchra et al., (1983), de todos los tipos morfológicos (histogramas de la fig. 6 de Kent, 1985b), donde B/T representa el cociente entre la luminosidad de la componente de bulbo y la luminosidad total de la galaxia; dicha razón B/T ha sido previamente transformada a nuestra razón B/D (cociente entre las luminosidades de las componentes de bulbo y de disco) mediante $B/T = B/(B+D)$, es decir, $B/D = 1 / [(B/T)^{-1} - 1]$. Dicha correlación representa la conocida tendencia de decrecimiento de dicha razón al avanzar hacia tipos morfológicos más avanzados; así para galaxias E o S0, la componente del bulbo domina sobre la del disco, mientras que para galaxias Sc la contribución del bulbo puede representar tan sólo un 10% de la luminosidad total (Kent 1985b; Simien & de Vaucouleurs, 1986). Pese a ello, y como puede apreciarse en los histogramas de la fig. 6 de Kent (1985b), hay un solapamiento considerable entre los distintos tipos de Hubble, por lo que las limitaciones inherentes a su uso son las propias de toda distribución estadística.
- la dependencia entre el tipo de Hubble de cada galaxia y su situación en el plano $(c_{in}(\alpha), \bar{\mu}_{24.5})$ de la fig. 3 de Doi et al. (1993), elaborada a partir de una muestra de 789 galaxias cercanas del Atlas Fotométrico de Galaxias Brillantes del Hemisferio Norte (PANBG de Kodaira et al., 1990) y que ha sido confirmada por los mismos autores en muestras de galaxias con imágenes de pequeño tamaño angular, procedentes del RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y del UGC (Nilson,

1973). Con este método, Doi et al. (1993), alcanzan un grado de acierto superior al 85% al separar las galaxias en primeros tipos y en últimos tipos morfológicos según estén por encima o por debajo, respectivamente, de la recta $c_{in} = -0.12 \bar{\mu}_{24.5} + 3.22$. Ahora bien, de nuevo existe cierto grado de contaminación en la distinta localización de los diferentes tipos morfológicos en el plano $(c_{in}(\alpha), \bar{\mu}_{24.5})$, especialmente para las Sa, por lo que la clasificación emanada de su uso está sujeta a dicha limitación estadística.

- la correlación entre el índice de concentración c_{31} definido por de Vaucouleurs (1977) y el tipo de Hubble, en el sentido de que los índices de concentración de galaxias de primeros tipos son sistemáticamente mayores que los de las galaxias de últimos tipos, y que ha sido estudiada, por ejemplo, por Gavazzi et al (1990) a partir de una muestra de 82 galaxias del Catálogo de Galaxias y Cúmulos de Galaxias (CGCG de Zwicky et al., 1961-1968) . La limitación procede en este caso de la dispersión del valor de c_{31} dentro de un mismo tipo morfológico, aunque ésta se reduce enormemente para galaxias de últimos tipos (gráfica e histograma de la fig. 4 de Gavazzi et al., 1990).
- la correlación entre el índice de concentración c_{42} definido por Kent (1985b) y el tipo morfológico de Hubble, estudiada en la muestra de 105 galaxias previamente mencionada. Dicha correlación presenta la misma tendencia con el tipo que el índice c_{31} , y su limitación también consiste en un cierto solapamiento estadístico entre tipos para un valor de c_{42} dado (histograma de la fig. 11 de Kent, 1985b).
- la correlación entre el brillo superficial medio dentro del radio efectivo, $\bar{\mu}_e$, y el tipo morfológico. La tendencia, mostrada por Kent (1985b) a partir de su muestra de 105 galaxias de todos los tipos, consiste en un aumento del valor de dicho brillo medio cuando se pasa a tipos más avanzados, ésto es las galaxias de primeros tipos presentan un $\bar{\mu}_e$ más brillante que las de últimos tipos. La limitación del método radica por un lado en el solapamiento entre distintos tipos, y por otro en que la caída de las medianas de $\bar{\mu}_e$ al avanzar en el tipo de Hubble es sólo de -1 mag. cuando se pasa de E a Sc (histograma de la fig. 13 de Kent, 1985b).

En resumen, debe tenerse en cuenta que para la clasificación morfológica de los objetos de nuestra muestra se han utilizado cinco criterios cuya validez ha sido previamente estudiada en amplias muestras de galaxias cuyo tamaño, brillo y rasgos morfológicos han permitido definir de modo preciso su tipo de Hubble.

En cuanto a la tipología manejada para dicha clasificación morfológica, en el presente trabajo se han utilizado los tipos clásicos (E, S0, Sa, ..., Irr), basados en el estudio original de Hubble (1926) con sus posteriores modificaciones y se ha añadido la categoría de galaxias enanas compactas azules, BCD (del inglés, *blue compact dwarf galaxy*), dado el enorme interés que este tipo de objetos está despertando desde mediados de los años 60. Thuan & Martin (1981) caracterizaron

esta clase de objetos mediante su baja luminosidad ($M_B > -18$), tamaño muy compacto y espectro con intensas líneas de emisión superpuestas sobre un continuo muy azul; posteriormente se ha demostrado que en realidad bajo esta categoría de BCD se agrupan galaxias de naturaleza muy diversa, desde sistemas en interacción hasta galaxias muy irregulares, presentando algunas tamaños muy reducidos mientras en otros casos se trata de pequeñas regiones embebidas en sistemas mayores en los que la presencia de brotes, cuyo color va haciéndose más azul conforme más próximos se encuentran del centro de la galaxia, indicaría probablemente que la formación estelar se está propagando espacialmente (Loose & Thuan, 1985; Kunth et al., 1985); así Sandage & Binggeli (1984) presentan varios casos de BCDs inmersas en galaxias de tipo Im, donde los brotes estarían sucediendo en galaxias suficientemente grandes como para albergar varios sucesos violentos.

Ahora bien, dentro de nuestra exploración UCM, más que aquellas BCDs embebidas en sistemas mayores ya evolucionados, las que resultan especialmente interesantes son las BCD más pequeñas, puesto que podrían representar objetos jóvenes, en sentido evolutivo, en los que estuviéramos presenciando los primeros brotes de formación estelar; estos objetos serían pues los laboratorios ideales en los que la baja metalicidad permitiría estudiar el problema del helio primordial (Gallego, 1995).

Respecto al entroncamiento de las BCDs en la clasificación morfológica habitual, éstas pertenecerían a los tipos más avanzados de Hubble; en este sentido, Binggeli (1994) propone que a partir de las Sc, la ausencia de un bulbo, al menos en el sentido clásico, va siendo cada vez más clara; después para tipos más avanzados, la estructura espiral sería cada vez más caótica, desapareciendo para galaxias muy débiles, y en el extremo inferior de luminosidad, no sólo se habría perdido la estructura espiral sino la propia estructura cinemática de disco, con lo que el gas ya no estaría dominado por rotación, sino por movimientos turbulentos. El caso extremo del tramo final de la secuencia de Hubble, las BCDs de nuestro interés, lo constituirían aquellos objetos compactos que no presenten una estructura de galaxia subyacente, aunque podría suceder que los estuviéramos detectando por ser un brote intenso inmerso en una galaxia de tan bajo brillo superficial que de no ser por la presencia de dicho rasgo emisor, observado durante dichos breves brotes de formación estelar intensa, pasaría totalmente inadvertida en las exploraciones del cielo.

Si bien lógicamente para clasificar un objeto como BCD es precisa una conjunción de la informaciones tanto fotométrica como morfológica, dentro del marco en que se entronca el presente trabajo hemos adoptado como criterio básico de selección para este tipo de objetos la combinación de la presencia en nuestras GLE de rasgos de compacidad, reducido tamaño y baja luminosidad. Respecto a los parámetros fotométricos típicos de esta categoría, apenas se dispone de trabajos que permitan segregar de un modo claro la categoría de BCD, salvo la presencia de algunos rasgos fotométricos próximos a los de galaxias de tipos más avanzados que Sc, así como un ligero aumento en el brillo superficial medio en el azul respecto a los valores típicos para las galaxias normales de últimos tipos de Hubble (Binggeli, 1985). Teniendo en cuenta estas limitaciones, en el presente trabajo se ha otorgado

la clasificación de BCD tan sólo a aquellos objetos en los que coexisten las siguientes propiedades: aspecto compacto en la imagen directa, tamaño lineal (D_{24}) inferior a 10 kpc, luminosidad inferior a $M_r = -19$, y parámetros fotométricos típicos de galaxias de tipo muy avanzado. En algunos casos, la información espectroscópica disponible (Gallego, 1995) ha ayudado a descartar o reforzar el carácter BCD de los objetos propuestos dentro de esta categoría.

Finalmente, dadas las dificultades que presenta en líneas generales la clasificación morfológica de los objetos de nuestra muestra, débiles y de baja extensión angular en la mayoría de los casos, y considerando las limitaciones previamente expuestas para cada uno de los métodos, todas ellas inherentes fundamentalmente a su base estadística, se ha decidido utilizar simultáneamente toda la información procedente de los mismos. Y posteriormente, tras un análisis detallado de la clasificación aportada a partir de cada criterio, junto con la información que aporta la inspección de la propia imagen de cada objeto, se ha optado por dar como clasificación final la más probablemente apoyada por el análisis conjunto de todos los datos.

4.4. Comentarios individuales y clasificación morfológica de los objetos UCM.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en la sección anterior, procederemos ahora a una descripción individual de cada objeto de la muestra, así como a su clasificación morfológica a partir de las correlaciones conocidas existentes entre los parámetros fotométricos del perfil de brillo (dependientes o no del procedimiento de descomposición utilizado) y el tipo morfológico.

UCM0001+2255

Corresponde a UGC14, clasificada en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) como Sc. Se trata de una galaxia espiral de tipo avanzado, con un brazo asimétrico al norte y con la presencia de varias regiones HII, responsables de los saltos que se aprecian en el perfil de brillo. Tanto su razón B/D como tres de los otros cuatro criterios basados en parámetros fotométricos le asignan un tipo morfológico muy avanzado, por lo que finalmente resulta clasificada como Sc.

UCM0003+2200

Esta galaxia es sólo conocida como KUG0003+220 de la lista V de la exploración de Kiso, en la que aparece como objeto con exceso UV medio (Takase & Miyauchi-Isobe, 1986). Es una galaxia espiral muy inclinada, con posible presencia de una región emisora no nuclear al este que alarga la apariencia del bulbo. Los cinco criterios de clasificación morfológica le asignan un tipo avanzado, y más probablemente, Sc.

UCM0013+1944

Galaxia previamente desconocida, situada al este de ZWG 456.050 y 1.7 mag más débil que ésta; no se observan rasgos de interacción entre ambas, y todos los criterios apuntan a que se trata de una espiral de tipo Sc.

UCM0014+1829

Galaxia débil, previamente desconocida. Su pequeño tamaño, su baja luminosidad y la presencia de una estrella de campo contaminante dificultan su clasificación. Salvo el índice de Kent c_{42} que la clasifica como espiral de tipo avanzado, su razón B/D y los otros tres criterios apuntan hacia tipos más tempranos, tratándose más probablemente de una Sa.

UCM0014+1748

Corresponde a UGC164, MCG+03-01-036 e IRAS 00148+1748 y es una espiral barrada clasificada como SBbc en RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991), con la barra orientada en $PA=47^\circ$; presenta un núcleo muy luminoso, y su brazo suroeste es más prominente, mientras en su brazo noreste se aprecia una posible región HII. Todos los criterios le otorgan un tipo Sb-Sc⁺, de acuerdo con la morfología previamente catalogada, y más probablemente Sb, por lo que su clasificación final sería SBb.

UCM0015+2212

Es Mrk 1141, descrita como compacta en Mazzarella & Balzano (1986). Se presenta, en efecto, como una galaxia débil y compacta en cuyo perfil de brillo se aprecia una importante contribución del bulbo, elevando la razón B/D hacia primeros tipos, y lo mismo sucede con el parámetro $\bar{\mu}_r$; los dos índices de concentración apuntan hacia Sb-Sc, mientras el plano de Doi et al. (1993) da una clasificación Sa-Sb, con lo que, analizada conjuntamente toda la información, más probablemente se trate de una Sa.

UCM0017+1942

Se trata de KARA72004A = Arak 7 = MCG+3-02-002; es una espiral orientada casi de canto, muy distorsionada y con regiones emisoras al norte y al sur. Al noreste, y con el mismo z, se encuentra la espiral barrada UGC 188, pero no se observan signos de interacción entre ella y nuestro objeto. Su baja razón B/D y los dos índices de concentración la clasifican más bien como Sc, y el plano de Doi et al. (1993) y el parámetro $\bar{\mu}_r$ como Sb-Sc, tratándose pues de una espiral de tipo muy avanzado, Sc.

UCM0018+2216

Galaxia previamente desconocida, muy compacta ($D_{24} = 8$ kpc) y con $M_r = -19.3$, cuyo perfil e imagen indican que se trata de una galaxia orientada casi de cara y dominada por su componente de disco; no se observan regiones extranucleares

emisoras. La mayoría de los criterios indican que es una espiral de tipo intermedio, probablemente Sb.

UCM0019+2201

Galaxia previamente desconocida, con perfil dominado por la componente del disco, y sin rasgos visibles de regiones emisoras localizadas en el mismo. Su clasificación morfológica, coincidente en todos los criterios, apunta hacia Sc.

UCM0022+2049

Corresponde a ZWG 457.013 y es una espiral cuyo brazo noroeste parece más desarrollado. Aunque presenta un $\bar{\mu}_e$ muy brillante, más propio de tipos no avanzados, los otros criterios la clasifican más bien como Sb.

UCM0038+2259

Galaxia previamente desconocida, situada al sur de tres objetos, dos de ellos estelares, situados a 6" y 22" al noroeste de la UCM, y una galaxia situada a 37" en la misma dirección y que presenta emisión H α en su espectro, aunque no fue seleccionada en nuestra exploración de prisma-objetivo al presentar un z superior al límite de detección de nuestra muestra (Gallego, 1995). Nuestro objeto presenta apariencia de galaxia espiral cuyo eje mayor aparente se presenta en PA = $81^{\circ} \pm 2^{\circ}$, y con un núcleo muy intenso que eleva su razón B/D hasta desplazarla hacia los primeros tipos de espirales; también su situación en el plano de Doi et al. (1993) indica tipo Sa-Sab, y mientras el índice c_{42} indica claramente tipo Sb-Sc, los otros dos criterios no resultan concluyentes entre Sa y Sb. Su clasificación final resulta por tanto ambigua, y con la dificultad añadida de que su imagen presenta el solapamiento con estrellas de campo, aunque en conjunto, parece apuntar finalmente hacia Sa.

UCM0040+0257

Es Mrk 1144, descrita como miembro de un sistema formando probablemente un par con Mrk 1143 en Mazzarella & Balzano (1986); Mk 1144 también aparece catalogada en la lista I de la exploración de la Universidad de Michigan de objetos con líneas de emisión en el azul como UM 61 (MacAlpine et al., 1977a). Se presenta como una pequeña galaxia espiral con su núcleo algo descentrado, y con una galaxia próxima, algo menor y más débil (magnitud $m_r = 17.90$) situada unos 14" al SE de nuestro objeto. Ambos objetos, así como un tercero, Mk 1143, que se encuentra a unos 80" al noroeste de nuestra galaxia y alineado en línea recta con los otros dos, presentan el mismo z, por lo que el desplazamiento observado respecto al centro de la región emisora en el objeto UCM podría constituir un signo de interacción entre ellas. Los cinco criterios morfológicos indican que se trata de una espiral de tipo Sb-Sc, con mayor tendencia hacia Sc.

UCM0040+0220

Galaxia solamente conocida como UM 63 de la lista I de MacAlpine et al. (1977a); en nuestra imagen se presenta como un objeto muy pequeño ($D_{24} = 6.3$ kpc) y débil ($M_r = -18.7$). Su perfil de brillo superficial corresponde a una galaxia dominada por el disco, vista casi de cara, y aunque su $\bar{\mu}_r$ no permite definir claramente el tipo morfológico, los otros cuatro criterios indican que se trata más bien de una Sb.

UCM0043+2440

Galaxia previamente desconocida con un bulbo muy intenso que eleva la razón B/D hacia las espirales de primeros tipos, y lo mismo sucede con los criterios de Doi et al. (1993) y el c_{31} ; por otro lado, los restantes clasificadores le otorgan un tipo algo más avanzado, por lo que finalmente su tipo asignado correspondería a una morfología intermedia Sa-Sb, aunque más orientada hacia Sa.

UCM0044+2246

Corresponde a MCG+04-03-003 y es una espiral algo asimétrica, con su brazo norte más extenso. Por una parte, tres de sus parámetros están más próximos a los de una espiral avanzada, y por otra, el resto de los criterios apuntan hacia tipos más tempranos, por lo que, analizada conjuntamente toda la información, se trataría más probablemente de una Sb.

UCM0045+2256

Objeto previamente desconocido, presenta una apariencia muy compacta con su núcleo aparentemente algo deformado. Su perfil no admite descomposición B+D y la FWHM de su imagen corresponde a la de la PSF, y el resto de los parámetros presentan valores no concluyentes e incluso anómalos para las muestras de galaxias conocidas. Teniendo en cuenta todo esto, junto con la existencia de posibles problemas de seguimiento en el telescopio, no se puede descartar que se trate más bien de una estrella de campo.

UCM0047+2051

Objeto previamente desconocido, salvo como fuente IRAS00472+2051. Esta galaxia presenta un z superior al límite de detección de la línea H α en nuestra técnica de prisma-objetivo; ello se explica de la siguiente manera: para descartar la posible presencia de una línea de emisión débil en la placa, se realizó un espectro, confirmando su carácter emisor, pero a un z inobservable en nuestra placa. En definitiva, se trata por tanto de un caso de detección indirecta, puesto que aunque realmente en la placa de prisma-objetivo no se presentaban rasgos emisores claros, su observación posterior confirmó a este objeto como GLE. Salvo su valor de $\bar{\mu}_r$, más abundante entre galaxias de tipos intermedios, el resto de los parámetros coinciden en su clasificación como Sb-Sc, y más probablemente Sc.

UCM0047+2413

Es MCG+04-03-011 y se presenta como una espiral con núcleo intenso, con ciertos signos de la presencia de una barra orientada en PA-45°, con el brazo sur algo más destacado en la imagen y una pequeña región emisora al oeste; todos estos rasgos quedan reflejados el perfil de brillo mediante los saltos apreciables a partir de 7". Salvo su índice c_{42} , todos los demás parámetros indican que se trata de una espiral de primeros tipos, más probablemente de tipo Sa.

UCM0047-0213

Galaxia solamente conocida como UM 280 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b); en su perfil se aprecia una componente de bulbo muy prominente. Su índice c_{42} apunta hacia Sb-Sc, aunque más próximo a Sb, y el resto de los parámetros indican tipo algo menos avanzado, entre Sa (incluso S0) y Sb, por lo que se trataría más bien de una Sa.

UCM0049-0006

Galaxia previamente conocida sólo como UM 282 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b). Se trata de un objeto muy pequeño ($D_{24} = 7.7$ kpc) y poco luminoso ($M_r = -18.6$), con su núcleo algo descentrado. Aunque todos los criterios morfológicos indican características fotométricas típicas de una Sb-Sc, más hacia tipo Sc, dado su aspecto compacto, reducido tamaño y luminosidad baja, la clasificamos finalmente como un candidato a BCD.

UCM0049+0017

Es el objeto UM 283 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b), y presenta un reducido tamaño ($D_{24} = 10$ kpc) y baja luminosidad ($M_r = -18.2$). Su razón B/D lo sitúa entre Sb y Sbc, pero tanto su débil $\bar{\mu}_r$ como los otros tres criterios le otorgan una clasificación algo más avanzada que Sbc, por lo que se trataría más bien de una Sc.

UCM0050+0005

Es UM 290 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b) y se presenta como una galaxia espiral con su brazo este más desarrollado; aunque su c_{42} lo sitúa hacia Sb-Sc, el resto de los criterios, no sin cierta incertidumbre, apuntan más hacia una clasificación final temprana, más bien Sa.

UCM0050+2114

Es la galaxia Mrk 349, catalogada como compacta en Mazzarella & Balzano (1986), y también IRAS00509+2114. En nuestra imagen se observa una estructura espiral y, salvo su índice c_{42} , todos los criterios restantes la clasifican como una espiral de primeros tipos, S0-Sa, y con mayor probabilidad, Sa.

UCM0056+0044

Es UM 295 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b) y se trata de un objeto de apariencia irregular con un núcleo muy intenso que eleva su razón B/D hacia tipos Sb-Sbc; por otro lado, el resto de los criterios la caracterizan como de tipo algo más avanzado, Sb-Irr, por lo que con la ayuda de la imagen directa, finalmente la clasificamos como de tipo Irr.

UCM0056+0043

Es un objeto solamente conocido como UM 296 de la lista III de MacAlpine et al. (1977b). Presenta un tamaño compacto ($D_{24} = 10$ kpc) y una magnitud $M_r = -19.2$. Su perfil claramente dominado por la componente de disco, así como los demás criterios morfológicos, salvo el valor no concluyente de $\bar{\mu}_s$, le clasifican como espiral de tipo avanzado, Sc.

UCM0119+2156

Objeto desconocido, salvo como fuente IRAS01196+2156. Es otro de los tres casos de GLE de detección indirecta, puesto que aunque realmente en la placa de prisma-objetivo no se presentaban rasgos emisores claros, su observación posterior confirmó a este objeto como GLE, aunque a un z fuera de nuestro rango de detección en la placa de prisma-objetivo. Es una espiral luminosa ($M_r = -22.5$), Sy 2 (Gallego, 1995), muy inclinada con $PA=45^\circ$ y en su perfil de brillo se observa un exceso de luz entre 6" y 11" que podría deberse a la presencia de brazos subyacentes en el disco; según los criterios más concluyentes, su morfología corresponde a un tipo Sc.

UCM0121+2137

Es MCG+04-04-010, catalogada como S ring. En la imagen roja no se aprecian claramente signos del anillo, pero si se observan su estructura espiral y una región brillante situada 8" al oeste del núcleo; los criterios morfológicos la caracterizan como Sb-Sc, y más probablemente como Sc.

UCM0130+2505

Es un objeto muy compacto, de magnitud aparente débil y previamente desconocido. Su descomposición B/D resulta atípica y el ajuste no resulta muy satisfactorio a partir de los 3". La clasificación morfológica de este objeto resulta ambigua puesto que carece de rasgos característicos apreciables, y por otro lado mientras su elevada razón B/D lo desplaza hacia primeros tipos, los otros criterios lo definen como de tipo avanzado, por lo que, con cierta cautela y siempre y cuando la información espectral permitiera descartar su naturaleza estelar, podría clasificarse como Sb.

UCM0135+2242

Objeto previamente desconocido y con un perfil de brillo dominado por la componente del bulbo; aunque presenta un índice c_{42} propio de una galaxia de tipo Sb, los otros cuatro parámetros apoyan más su clasificación como S0-Sa, quizá más hacia S0.

UCM0141+2220

Galaxia previamente desconocida, con apariencia de espiral orientada con $PA=39^\circ$ y cuyos indicadores morfológicos apuntan principalmente hacia tipo Sa-Sb, con mayor tendencia hacia Sb.

UCM0142+2137

Es MCG+04-05-004, clasificada como SB en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). En efecto, se trata de una Sy 2 (Gallego, 1995) muy luminosa ($M_r = -22.6$) en cuya imagen se aprecia la barra subyacente orientada en $PA=41^\circ$ y según los criterios dominantes podría corresponder a tipos SBa-SBb, con mayor probabilidad hacia SBb.

UCM0145+2519

Es MCG+04-05-010, clasificada como SB ring en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Aunque en nuestra imagen tanto la barra como el anillo resultan apenas discernibles, si aparece en el perfil de brillo un exceso de luz entre 8" y 16" que podrían deberse a tales peculiaridades. Todos los parámetros morfológicos clasifican este objeto como una espiral de tipo muy avanzado, mayor que Sb, y más posiblemente SB(r)c.

UCM0147+2309

Se trata de una galaxia espiral, previamente desconocida, y orientada con PA en la dirección norte-sur. Según la mayoría de los criterios podría tratarse de una espiral de primeros tipos, Sa-Sb, con mayor tendencia hacia Sa.

UCM0148+2124

Galaxia previamente desconocida, muy compacta ($D_{24}=7.2$ kpc) y poco luminosa ($M_r=-18.9$); estas características de tamaño y brillo, así como la presencia de un brote intenso no central (al sur del núcleo, en este caso), hacen pensar que podría tratarse de una galaxia compacta azul, aunque ello precisa lógicamente una confirmación espectroscópica. Desde el punto de vista morfológico, todos los criterios coinciden en clasificarla como Sb-Sc, aunque con más criterios dominantes de Sc, y dado su pequeño tamaño y luminosidad, podríamos clasificarla dentro del grupo de las BCD.

UCM0150+2032

Esta galaxia, previamente desconocida, aparece como una espiral muy inclinada ($i \sim 65^\circ$) con una intensa región emisora al suroeste. En cuanto a su morfología, todos los criterios indican que se trata de una espiral avanzada, más bien de tipo Sc.

UCM0150+2056

Este objeto, desconocido con anterioridad a nuestra exploración, aparece como una galaxia espiral con $PA \sim 150^\circ$. Presenta un bulbo muy extenso que eleva su razón B/D hacia primeros tipos de Hubble, y lo mismo sucede con la mayoría de los criterios utilizados, por lo que su clasificación apunta, con mayor probabilidad, hacia Sa.

UCM0152+2039

Este objeto, previamente desconocido, presenta una apariencia muy compacta, con una anchura gaussiana igual a la PSF, lo cual podría indicar que se trata de una estrella. Además, mientras que la elevada razón B/D lo clasifica como S0-Sa, el plano de Doi et al. (1993) lo clasifica como de tipo intermedio entre Sa y Sb, y por último, los dos índices de concentración y el parámetro $\bar{\mu}_e$ le otorgan un tipo Sb-Sc; así pues, la inconsistencia entre el tipo aportado por cada clasificación, la inspección de su imagen y la información espectroscópica disponible, indican que podría tratarse más bien de un objeto estelar.

UCM0155+2507

Esta galaxia figura catalogada como UGC 1451 = MCG+04-05-024 = IRAS 01556+2507 y en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) se clasifica como SBb con $PA = 85^\circ$ y con una elipticidad, deducida a partir de su razón axial en la isofota 25 mag/□ en la banda B, $\varepsilon = 0.52$. A partir de nuestras observaciones en la banda r, la elipticidad correspondiente resulta $\varepsilon \sim 0.56$, de acuerdo con el valor establecido, pero el ángulo de posición, definido por las isofotas más externas, es en nuestro caso de $PA = 123^\circ \pm 2^\circ$. Respecto a su morfología, la barra resulta ligeramente apreciable en el mismo PA del eje mayor. Su intenso núcleo eleva la razón B/D hacia Sb, y el índice c_{42} y su situación en el plano de Doi et al. (1993) apuntan hacia Sb-Sc; el parámetro $\bar{\mu}_e$ y el c_{31} apuntan más hacia tipos menos avanzados, entre Sa y Sb; en suma la clasificación más probable indica un tipo intermedio, y las tendencias apoyan más el tipo SBb, de acuerdo con su clasificación en RC3.

UCM0155+2223

Galaxia previamente desconocida; es una espiral pequeña y no muy luminosa, aunque posee un núcleo intenso que eleva su razón B/D y el parámetro $\bar{\mu}_e$ hacia tipos no tardíos. Por otra parte, el resto de los parámetros clasificadores apuntan hacia tipos más avanzados, por lo que probablemente corresponda más bien al tipo Sb.

UCM0156+2410

Es ZWG 482.035 y es una espiral cercana ($z = 0.01340$) cuyo perfil de brillo está prácticamente dominado por la componente del disco. Sus parámetros de clasificación morfológica coinciden fundamentalmente en clasificarla como Sb-Sc, más próxima a Sc.

UCM0157+2324

Es UGC 1471 = NGC 776, catalogada como S(B)b. A la vista de nuestra imagen es, en efecto, una espiral barrada (con la barra orientada en $PA = 137^\circ \pm 5^\circ$) muy luminosa, con su brazo norte algo menos desarrollado que el sur. Su intenso núcleo eleva la razón B/D hacia primeros tipos y lo mismo sucede con el índice c_{31} , aunque el resto de los parámetros indican tipo más avanzado, con lo que con mayor probabilidad se trata de una SBb, de acuerdo con su morfología previamente catalogada.

UCM0157+2413

Es UGC 1479 = MCG+04-05-034 y se trata de una espiral, Sy 2 (Gallego, 1995), muy inclinada, vista casi de canto y con orientación norte-sur. Aunque su $\bar{\mu}_r$ es más propio de galaxias de primeros tipos, el resto de clasificadores le otorgan una clara caracterización como Sb-Sc, con clara tendencia hacia Sc.

UCM0157+2102

Es UGC 1490 e IRAS 01577+2102 catalogada como S pec. En la imagen se presenta como una galaxia muy inclinada, dominada por su componente de disco y con un brote muy intenso algo descentrado que deforma la apariencia de la región central. Su $\bar{\mu}_r$ corresponde a tipos no muy avanzados, pero los demás parámetros la clasifican como Sb-Sc, más próxima a Sb.

UCM0158+2354

Es una galaxia previamente desconocida, con perfil dominado por una importante componente de bulbo. Salvo su índice c_{42} , el resto de clasificadores indican tipo no muy avanzado, S0-Sa, y más probablemente Sa.

UCM0159+2327

Es la galaxia ZWG 482.050, sin clasificación morfológica en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Su perfil está completamente dominado por la componente de disco, indicando tipo de Hubble muy avanzado. Y en efecto, aunque su valor de $\bar{\mu}_r$ no es del todo concluyente, el resto de clasificadores indican que se trata de una galaxia de tipo Sb-Sc, más próxima a Sc.

UCM0206+2300N

Este objeto, sólo conocido como fuente IRAS02063+2300, se presenta como una galaxia espiral muy inclinada ($i=70^\circ$) situada entre una estrella al norte y una galaxia espiral (UCM0206+2300S), vista casi de cara, al sur, y aunque no se aprecian fuertes signos de conexión entre ambas galaxias, el hecho de que ambas presenten un z muy similar podría indicar que se trata de un sistema en interacción. Todos sus indicadores morfológicos indican que se trata de una galaxia de tipo avanzado, Sb-Sc, y con mayor tendencia hacia Sc.

UCM0206+2300S

Galaxia compacta, previamente desconocida, con núcleo intenso, vista casi de cara, y situada unos 23" al sur del centro de UCM0206+2300N, con la que no parece compartir signos de interacción muy fuertes; ahora bien, puesto que la información espectral disponible (Gallego, 1995) indica que los dos objetos se encuentran a una distancia muy similar, parece más probable la existencia de una conexión entre ellas frente al hecho de que pudiera tratarse de un alineamiento aparente en el cielo. Sus clasificadores indican que se trata de una espiral de tipo algo menos avanzado que su vecina, con tendencia dominante hacia Sb.

UCM0206+2330

Galaxia espiral previamente desconocida, con su eje mayor aparente orientado en la dirección norte-sur; su perfil se presenta totalmente dominado por la componente de disco, indicando tipo morfológico avanzado. Sus cinco clasificadores coinciden en que se trata de una Sb-Sc⁺, y más probablemente de una Sc.

UCM0214+2404

Galaxia previamente desconocida, pese a tener una magnitud aparente $m_r = 14.41$. En la imagen se muestra como una galaxia con clara estructura espiral y con sus brazos muy marcados; en su perfil de PA se observa un giro de sus isofotas desde 110° en su parte interna hasta unos 154° de la parte más externa. El núcleo aparece muy intenso, lo que eleva su razón B/D hacia valores correspondientes a galaxias de primeros tipos, y lo mismo sucede con los restantes parámetros. Se trata por tanto de un caso en que pese a tener clara estructura de espiral avanzada, la presencia de un brote nuclear intenso desplaza su clasificación morfológica hacia tipos más tempranos, S0-Sa, con mayor tendencia hacia S0.

UCM0218+2322

Es UGC 1808, clasificada como de tipo Sb en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Se trata de una espiral luminosa ($M_r = -22.9$), vista casi de cara, y con una región emisora localizada 16" al sureste del núcleo. Sus parámetros morfológicos indican que se trata de una Sb-Sc⁺, con mayor probabilidad para el tipo Sb.

UCM1247+2701

Objeto solamente conocido como KUG1247+270 que aparece descrito en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como galaxia con forma de gota de agua y de bajo exceso ultravioleta. En efecto, en nuestra imagen r se observa como el descentrado de su región nuclear, quizá por la presencia de un brote, le confiere ese aspecto alargado. Esta galaxia figura asociada al cúmulo de Coma en un estudio dinámico reciente de las regiones no centrales (entre 1° y 4° desde centro del cúmulo) de dicho cúmulo (van Haarlem et al., 1993). Y en cuanto a su morfología, a partir de nuestra información, todos los parámetros coinciden en clasificarla como Sb-Sc⁺, más bien hacia Sc.

UCM1253+2926

Objeto previamente desconocido, con apariencia muy compacta y con otro objeto muy débil situado $8''$ al sureste. Los criterios morfológicos dan resultados muy dispares entre sí, lo cual junto con la escasa calidad de la descomposición de su perfil en componentes de bulbo y disco y el hecho de que la FWHM del objeto corresponda a la de la PSF, podría indicar que se trata de un objeto estelar.

UCM1253+2756

Es la galaxia Mrk 53, descrita como compacta en Mazzarella & Balzano (1986), como el objeto KUG1253+279, compacto de alto exceso UV en la lista VI de la exploración Kiso de Takase & Miyauchi-Isobe (1987) y como el objeto azul CG 930 de la exploración de Sanduleak & Pesch (1990). Este objeto del cúmulo de Coma presenta una región emisora intensa al sur del núcleo, lo cual aumenta su razón B/D en el perfil de brillo superficial hacia valores típicos de S0-Sa, y lo mismo sucede con la mayoría de los otros parámetros clasificadores, aunque c_{42} da un tipo algo más avanzado. En definitiva, con las reservas imputables a la contaminación del brote extranuclear y a la ausencia de rasgos que delaten la presencia de brazos prominentes en la imagen r , podría tratarse de una S0-Sa, con mayor tendencia hacia Sa.

UCM1254+2932

Objeto muy compacto, de magnitud aparente débil ($m_r=16.82$), y sin estructuras ni rasgos relevantes. Es el objeto A2-213 de la exploración de objetos azules débiles, mediante placas U y B, en latitudes galácticas altas en un campo centrado en el cúmulo de Coma, realizada por Barbieri & Rosino (1972) y posteriormente estudiada en placas U, B y V mediante reducción fotométrica y astrométrica MAMA en la exploración de objetos con exceso UV en el polo norte galáctico de Berger et al. (1991). Al igual que en UCM1253+2926, los criterios morfológicos dan resultados muy dispares entre sí, lo cual junto con la baja calidad del ajuste B+D y el hecho de que la FWHM del objeto corresponda a la de la PSF, podría indicar que se trata de un objeto estelar.

UCM1254+2741

Galaxia previamente desconocida de la región de Coma, con una componente de bulbo muy extensa y sin rasgos apreciables de estructura de brazos subyacentes en la imagen r. Aunque su razón B/D corresponde a espirales de tipos no muy avanzados, el resto de sus parámetros de clasificación morfológica indican que, más probablemente, podría tratarse de una Sb.

UCM1254+2853

Galaxia de Coma previamente desconocida, con perfiles de brillo superficial, ángulo de posición y elipticidad muy suaves, sin rasgos apreciables. Presenta un bulbo muy intenso, propio de espirales de tipos no muy avanzados, y tal como indican la mayoría de sus clasificadores morfológicos, podría tratarse de una Sa-Sb, con mayor probabilidad para el tipo Sb.

UCM1254+2802

Galaxia previamente desconocida, con perfil de brillo superficial dominado completamente por la componente de disco. Todos sus clasificadores morfológicos indican que se trata de una espiral de Coma de tipo muy avanzado, dentro del rango perteneciente a Sb-Sc⁺, y con mayor probabilidad para Sc.

UCM1254+2740

Es la galaxia más extensa del sistema descrito como el par Mrk 55 en Mazzarella & Balzano (1986), estando la compañera, que no presenta líneas de emisión en su espectro (Gallego, 1995), 10" al este de ella. En la exploración de Kiso, aparece en la lista II (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) descrito como par en interacción de exceso UV medio, siendo azul la componente oeste del par, es decir la UCM, pero no la este. Aunque no podemos descartar la existencia de dicha interacción, en nuestra imagen r no es observada claramente ya que los dos objetos parecen estar separados sin ningún rasgo de conexión aparente. Este objeto, perteneciente al cúmulo de Coma, ha sido estudiado recientemente por Caldwell et al. (1993) y según estos autores, aunque las líneas de emisión de su espectro corresponderían más bien a una espiral de tipo avanzado, presenta una morfología típica de S0. En efecto, según nuestros parámetros morfológicos se trataría más probablemente de una S0-Sa, aunque con una tendencia ligeramente mayor hacia Sa.

UCM1255+2819

Es la galaxia de la región de Coma MCG+05-031-035 clasificada como S en el PGC (Paturel et al., 1989) y figura en la lista II de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como galaxia espiral peculiar de exceso UV medio. A la vista de nuestra imagen r, tal peculiaridad corresponde a un brote muy intenso situado junto a la región nuclear. Dicho brote alarga considerablemente el radio efectivo de la componente del bulbo, aumentando la razón B/D hacia tipos de Hubble Sb-Sbc, y

aunque su índice c_{42} y su $\bar{\mu}_e$ indican tipo algo más avanzado, el resto de los parámetros apuntan más bien hacia un tipo final Sb.

UCM1255+3125

Es MCG+05-31-33 y aparece como Was 64 en la lista de galaxias con líneas de emisión de Wasilewski (1983), en la que figura como galaxia alargada, y en el estudio posterior de dicha muestra realizado por Bothun et al. (1989) aparece clasificada como galaxia con regiones HII discretas. Respecto a su perfil, dichos autores ajustan sólo una componente de disco exponencial, pero como ellos mismos advierten, para $r < 3$ kpc el perfil observado se desvía mucho de dicha componente única, mostrando un exceso de luz que indicaría por tanto la presencia de una apreciable componente de bulbo.

A la vista de nuestra imagen y del perfil, se trata de una galaxia espiral muy inclinada, orientada norte-sur, con un diámetro en la isofota de 24 mag/□ de 34", de acuerdo con el resultado de Bothun et al. (1989) y una magnitud aparente hasta dicha isofota de 15.18, ésto es, unas 0.3 mag más brillante que el valor de dichos autores. A la vista de tal discrepancia, nuestra observación se repitió en otro campaña posterior, confirmando de nuevo nuestro resultado. Respecto al ajuste bulbo-disco, nuestra inclusión de las dos componentes permite un ajuste mucho mejor, obteniendo unos parámetros para el disco de $\mu_0 = 20.33$ mag/□ y $d_L = 2.69''$, frente a $\mu_0 = 19.90$ mag/□ y $d_L = 4.10''$ obtenidos por Bothun et al. (1989) sin tener en cuenta la contribución de la componente no exponencial.

En cuanto a su morfología, todo apunta a que se trata de una galaxia de Coma en principio con rasgos de tipo espiral avanzado, pero cuyo intensa región emisora central provocaría una clasificación hacia tipos más tempranos. Así, la descomposición B+D ofrece un perfil dominado por la importante contribución del bulbo, correspondiente a galaxias de tipo S0-Sa, y salvo el índice c_{42} , el resto de los criterios también apuntan hacia espiral de primeros tipos, más probablemente de tipo Sa.

UCM1255+2734

Galaxia sólomente conocida como KUG1255+275 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase et al., 1985), en la que aparece como objeto de alto exceso ultravioleta y que figura clasificada como galaxia irregular del cúmulo rico de Abell 1656 (Coma) en el estudio de Dressler & Shectman (1988). Todos los criterios morfológicos utilizados en nuestro análisis, indican que se trata de una galaxia de tipo muy avanzado, Sb-Sc⁺, lo cual junto con el apoyo de su apariencia más bien irregular en la imagen directa, nos hace clasificarla finalmente como de tipo Irr.

UCM1256+2732

Es la galaxia de Coma Mrk 56, clasificada previamente como S0 pec (Mazzarella & Balzano, 1986), y que aparece como KUG1256+275 en la lista II de la exploración de Kiso (Takase et al., 1985), en la que figura como objeto de alto exceso ultravioleta y con morfología de espiral con núcleo peculiar. En efecto, a la

vista de nuestra imagen, presenta un brote junto al núcleo que parece alargar el mismo en dirección norte-sur; ello provoca un considerable giro de unos 90° en el PA de sus isofotas, desde norte-sur hasta colocarse casi este-oeste en las isofotas intermedias. Su brote casi nuclear eleva enormemente la razón B/D, quedando su perfil prácticamente ajustado por una ley $r^{1/4}$; aunque la importancia de dicho brote parece diluida en los parámetros c_{42} y $\bar{\mu}_e$, el resto de clasificadores apuntan a que se trata de una galaxia de tipo S0-Sa, y con una clasificación final inclinada más bien hacia tipo S0, de acuerdo con la morfología presente en catálogos anteriores.

UCM1256+2702

Esta galaxia de la región de Coma, previamente desconocida, se presenta como una espiral muy inclinada con varios brotes extranucleares que deforman sus isofotas más internas, provocando los saltos que se observan en el perfil a partir de los 3". Los cinco criterios morfológicos coinciden en caracterizar este objeto como una espiral de tipo muy avanzado, lo cual junto con su apariencia irregular en la imagen directa nos lleva a clasificarla finalmente como de tipo Irr.

UCM1256+2910

Galaxia espiral en Coma, previamente desconocida, observada casi de cara y que presenta un núcleo intenso aunque su perfil de brillo resulta globalmente dominado por la componente exponencial del disco. El criterio c_{31} apunta hacia tipo Sab-Sb y el resto de los criterios indican que se trata de una Sb-Sc⁺, por lo que el rasgo dominante conjunto es de Sb.

UCM1256+2823

Se trata de la galaxia NGC 4858, descrita por Bothun & Dressler (1986) como una galaxia de disco muy azul en el cúmulo de Coma, de tipo SBb con un B-R=1.0, y $M_R = -21.3$ (para $H_0=50 \text{ kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$), de acuerdo con nuestro resultado. También es MCG+05-31-51 e IRAS12566+2823 y figura en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como KUG1256+283 como objeto de exceso UV medio.

Esta galaxia se encuentra 38" al suroeste de la elíptica NGC 4860, pero no se aprecian signos de interacción entre ambas, y mientras la UCM presenta $z = 0.03152$, la elíptica se encuentra más cerca, con $z = 0.02632$. Su núcleo se presenta en nuestra imagen como algo irregular, pero la presencia de una barra no resulta clara, y morfológicamente el criterio dominante es el de Sb.

UCM1256+2754

Es la galaxia Mrk 58, clasificada como SBa (Mazzarella & Balzano, 1986), y como KUG1256+279 en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en la que figura como espiral peculiar con exceso UV medio. En nuestra imagen r se presenta como una espiral de Coma, vista casi de cara, sin estructura de barra apreciable, y con un perfil dominado por la emisión nuclear, elevando la razón B/D, y con una componente de disco inapreciable. El criterio

morfológico dominante indica que se trata de una espiral de primeros tipos, con mayor tendencia hacia el tipo Sa, de acuerdo con su morfología previamente catalogada.

UCM1256+2722

Se trata de una espiral en Coma previamente desconocida con un diámetro en la isofota 24 mag/□ de unos 16 kpc y con un perfil totalmente dominado por la componente de disco. Los cinco criterios morfológicos coinciden en que se trata de un objeto de tipo muy avanzado, y más probablemente, de tipo Sc.

UCM1257+2754

Este objeto presenta en principio una apariencia de galaxia con una componente de disco importante en su perfil de brillo, lo cual resulta apoyado por cuatro de los cinco criterios morfológicos, pero el brillo superficial medio dentro del radio efectivo resulta demasiado brillante y más propio de galaxias de tipo E-S0a. Sin embargo, el análisis de su espectro reveló la presencia de líneas típicas de nebulosa planetaria con $z = 0$, y en efecto, la inspección de los catálogos disponibles demostró que se trata de la nebulosa planetaria H 4-1 del catálogo de Haro, con una velocidad de expansión de 11 km/s, y situada a 11.87 kpc de distancia (Acker et al., 1992). Este hecho explicaría la observada contradicción entre el tipo morfológico aportado por los distintos criterios.

UCM1257+2825

Objeto en la región de Coma, previamente desconocido, con apariencia de galaxia de disco que presenta un brote o estrella de campo solapada a unos 7" al sureste del núcleo, contaminando el perfil de brillo, por lo que su descomposición B+D resulta afectada, lo mismo que sus parámetros fotométricos. Por un lado los criterios de B/D, de Doi et al. (1993) y el c_{31} indican que se trata de una galaxia espiral de tipo no muy avanzado, S0-Sb, mientras los otros dos criterios apuntan hacia Sb-Sc⁺, por lo que, con grandes reservas, podría tratarse de una Sb.

UCM1257+2808

Se trata de la galaxia Mrk 60, clasificada como SBa (Mazzarella & Balzano, 1986) y de KUG1257+281, catalogado en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como objeto con exceso UV medio. En nuestra imagen r se presenta como una galaxia espiral de Coma, sin rasgos que denoten la presencia de una barra, rodeada de dos galaxias vecinas, una 18" al sureste y otra muy débil, situada 20" al sur de la UCM. Salvo el índice c_{42} , el resto de los criterios morfológicos indican que se trata de una espiral de primeros tipos, posiblemente una Sa.

UCM1258+2754

Es ZWG 160.086 y figura en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como el objeto KUG1258+279A con exceso UV medio. Se presenta como una galaxia espiral de Coma, algo asimétrica, y con sus isofotas

internas cortadas, como se refleja en un cambio en la elipticidad entre los 3" y los 7", lo cual podría indicar la posible presencia de polvo. Según los cinco criterios morfológicos, el tipo más probable es de Sb.

UCM1259+2934

Es la galaxia NGC 4922B e IRAS 12590+2934 del sistema clasificado en conjunto como irregular peculiar en RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y VV 609B del Atlas de Galaxias Interactivas, parte II (Vorontsov-Velyaminov, 1977) en que se describe como un sistema anidado de tres galaxias coalescentes. Es una conocida Sy 2 interactiva que figura en el análisis de Dahari (1985), quien obtiene en su comparación de una muestra de espirales interactivas con otra muestra de galaxias de campo aisladas, que existe un exceso de Sy entre la muestra de interactivas, especialmente entre las interacciones fuertes; sin embargo, sus resultados indican que aunque parece haber interrelación entre actividad Sy y existencia de fuerzas de marea, la relación no se presenta como unívoca, pues no parece haber Sy entre los casos de interacción más extrema y por otro lado, muchas Sy se encuentran en galaxias aisladas y morfológicamente simétricas.

En base a nuestros datos, se presenta como una galaxia espiral relativamente brillante ($M_r = -21.6$) con un núcleo muy intenso; es la componente norte de una par, estando su compañera (con una magnitud aparente 0.63 mag más brillante que nuestro objeto, y cuyo espectro aparece saturado en la placa de prisma-objetivo) situada 22" al suroeste de la UCM. En una exploración de galaxias en cúmulos, mediante fotometría de apertura, Gavazzi et al. (1991) obtienen para esta galaxia una magnitud observada $m_v = 14.44$, siendo la compañera sur 0.84 mag más brillante en dicha banda, mientras en el rojo nosotros obtenemos $m_r = 14.18$, siendo la vecina situada al sur 0.63 mag más brillante. En nuestra imagen, las isofotas más externas se encuentran deformadas, dando el aspecto de solapamiento con un tercer objeto, mientras las internas parecen orientarse hacia la componente sur, lo que probablemente indique signos de interacción entre ambos objetos.

Esta galaxia aparece descrita como espiral peculiar de un sistema doble en contacto en la exploración de galaxias en el supercúmulo de Coma de Gavazzi et al. (1990); la inclinación derivada por estos autores a partir de su razón axial es de 55° , de acuerdo con el resultado obtenido por nosotros en torno a la isofota de 22 mag/ \square , para evitar la contaminación debida al objeto vecino. Así mismo derivan un índice de concentración $c_{31} = 2.83$, muy similar al valor de 2.93 obtenido a partir de nuestros datos. Por último, en cuanto a su morfología, los criterios morfológicos utilizados en el presente trabajo apuntan hacia tipos Sb-Sc, y más probablemente, Sb.

UCM1259+3011

Galaxia espiral, que sólo figura como el objeto 735 del catálogo de galaxias realizado en un reciente estudio dinámico de las regiones no centrales del cúmulo de Coma (van Haarlem et al., 1993). Este objeto presenta un núcleo muy intenso, elevando su razón B/D, aunque la zona externa resulta claramente dominada por la

componente de disco. Excepto el índice c_{42} , el resto de los clasificadores morfológicos indican que se trata de una espiral de primeros tipos, posiblemente Sa.

UCM1259+2755

Se trata de NGC 4926A e IRAS 12596+2755, clasificada como S0 pec en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y figura como KUG1259+279 en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como objeto con exceso UV medio. También es ZWG 160.106, estudiada en los filtros B y V en la reciente exploración CCD de galaxias de cúmulos de Gavazzi et al. (1994), en la que se describe como una galaxia irregular, con ejes aparentes mayor y menor de 42" y 30", respectivamente, tamaños que coinciden exactamente con los obtenidos en nuestro trabajo para la isofota de 24 mag/□. Ahora bien, nuestra clasificación morfológica discrepa claramente de la presentada por estos autores, puesto que pese a que obtienen un índice de concentración $c_{31} = 3.42$ en el filtro B y 3.72 en el V, valores muy similares al 3.52 obtenido por nosotros en el filtro r, clasifican, sin embargo, esta galaxia como irregular, cuando según sus propios resultados (Gavazzi et al., 1990) esta morfología suele presentar índices c_{31} inferiores a 3; y por otro lado, nuestra imagen r no muestra estructura irregular dominante y su c_{31} no resulta propio de tipos tan avanzados, sino que es propio de tipos Sa. En resumen, a partir de nuestra información fotométrica, la mayoría de los criterios indican que se trata de una S0-Sa, aunque con una mayor tendencia hacia Sa, de acuerdo por tanto con la morfología presentada por Dressler & Shectman (1988) que la clasifican como Sa en el cúmulo rico de Abell 1656 (Coma).

UCM1300+2907

Objeto conocido como CG 963 de la exploración Case de prisma-objetivo en el azul (Sanduleak & Pesch, 1990). En nuestra imagen r se presenta como una espiral con un núcleo intenso, ligeramente distorsionada y con posibles rasgos de interacción con otros objetos vecinos, muy débiles, situados al este y al oeste de la UCM. Aunque su descomposición B/D indica que se trata de una espiral de primeros tipos, considerando que dicha razón puede haber sido algo sobreestimada por la corrección de la PSF, y que el resto de los criterios le otorgan un tipo algo más avanzado, nos inclinamos a pensar que más posiblemente se trate de una Sb en la región de Coma.

UCM1300+3136

Galaxia espiral de Coma, previamente desconocida, vista casi de cara y sin rasgos característicos apreciables en su imagen r. Su perfil resulta muy limpio y dominado por la componente de disco; los criterios morfológicos apuntan hacia tipo Sb.

UCM1300+2959

Objeto de Coma sólo conocido por su exceso azul como PB 3260 de la exploración de objetos azules en latitudes galácticas altas de Berger & Fringant (1977), en que se describe como compacto, y por su exceso UV con $m_B = 17.85$ en la exploración de Berger et al. (1991). Presenta un perfil de brillo con una

descomposición atípica en la que la componente de disco domina en distancias intermedias, pero con una ley de caída muy rápida. Los criterios morfológicos son algo discrepantes entre sí, aunque con ligera tendencia hacia el tipo Sa.

UCM1301+2904

Objeto de Coma sólo conocido como ZWG 160.128, que figura en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) como KUG1301+290, descrito como núcleo con alto exceso UV rodeado por brazos espirales de forma irregular y recientemente estudiada en la exploración CCD del cúmulo de Coma realizada por Gavazzi & Randone (1994), que obtienen $m_B = 15.56$ y $m_V = 15.21$, mientras en el filtro r obtenemos $m_r = 15.18$. En efecto, a la vista de nuestra imagen y de su perfil de brillo, se trata de una galaxia espiral con un núcleo muy intenso y varias regiones HII, una al norte que deforma la componente del bulbo en el perfil y otra al final del brazo este. Aunque su razón B/D apunta hacia tipo no muy avanzado, el resto de los criterios y el grado de desarrollo de los brazos observado tras la inspección de la imagen apoyan más la idea de que se trate de una Sb.

UCM1302+2853

Objeto en la región de Coma conocido únicamente como KUG1302+288A de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en que se describe como galaxia espiral peculiar de exceso UV medio. En nuestra imagen r se presenta como una galaxia de disco con un núcleo o brote extenso que alarga la contribución del bulbo en el perfil, y que se encuentra al oeste de otra galaxia espiral que corresponde a KUG1302+288B. Salvo el índice c_{42} , el resto de clasificadores indican que se trata de una espiral de primeros tipos, probablemente Sa.

UCM1303+2908

Objeto de Coma sólo conocido como CG 972 de la exploración de Case de prisma-objetivo en el azul (Sanduleak & Pesch, 1990) y como PB 3295, de la exploración de objetos azules de Berger & Fringant (1977) en que aparece descrito como objeto moderadamente compacto y como objeto de naturaleza difusa no estelar con $m_B = 16.45$ en el catálogo de objetos con exceso UV (Berger et al., 1991). La imagen r indica que se trata de una galaxia espiral de tipo muy avanzado, algo irregular (posiblemente debido a una fusión de galaxias), cuyo perfil se ajusta bien mediante una ley exponencial de disco, aunque la presencia de los brotes, especialmente el más intenso situado al suroeste del núcleo, provoca los saltos observados en el perfil de brillo. Los criterios morfológicos la caracterizan fundamentalmente como Sc-Irr, y en definitiva, con el apoyo de su apariencia en la imagen directa, la clasificamos finalmente como de tipo Irr.

UCM1304+2808

Es la galaxia MCG+05-31-132, IRAS1304+2808 y KUG1304+281 descrita como espiral con regiones HII en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985). Se presenta en efecto como una galaxia espiral de Coma

con núcleo intenso y con un brote en el brazo al sureste del núcleo; la forma irregular de algunas de sus isofotas podría indicar la presencia de polvo. La mayoría de los criterios morfológicos indican que se trata de una espiral de primeros tipos, y más probablemente de una Sa.

UCM1304+2830

Objeto de Coma previamente desconocido, muy débil ($M_r = -17.9$) con apariencia muy compacta y sin rasgos definidos. Su perfil indica que podría tratarse de una galaxia de disco muy pequeña ($D_{24} = 5.2$ kpc) vista de cara. Todos los criterios indican que su morfología corresponde a un tipo avanzado, con mayor tendencia hacia Sc, y dado su reducido tamaño y baja luminosidad, la clasificamos dentro de la categoría de las BCD.

UCM1304+2907

Se trata de la galaxia MCG+05-31-133, clasificada como espiral en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y VV 841 del Atlas de Galaxias Interactivas, parte II (Vorontsov-Velyaminov, 1977) en que se describe como objeto interactivo de naturaleza demasiado compleja como para ser explicado por fenómenos de marea simples, y que pudiera proceder más bien de una fragmentación de un objeto mayor. También figura como KUG1304+291 en la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) clasificado como objeto de exceso UV medio y sin tipo morfológico definido y como CG 974 de la lista de objetos azules de la exploración de Case (Sanduleak & Pesch, 1990).

A la vista de nuestra imagen *r* parece una galaxia irregular de Coma, con un disco subyacente alineado casi en dirección norte-sur y con varios brotes superpuestos al norte y suroeste. Su perfil parece dominado por la componente de disco y todos los clasificadores apuntan hacia tipos morfológicos avanzados, entre Sb e Irr, con mayor tendencia hacia últimos tipos, por lo que con el apoyo de su apariencia en la imagen directa, la clasificamos finalmente como de tipo Irr.

UCM1304+2818

Es ZWG 160.141 y KUG1304+283 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en la que aparece clasificada como espiral peculiar de exceso UV medio. En nuestra imagen *r* se presenta como una galaxia espiral en la región de Coma, vista casi de cara y con un perfil totalmente dominado por la componente exponencial del disco. Todos los criterios coinciden en clasificarla como una espiral de tipo Sb-Sc, con mayor tendencia hacia Sc.

UCM1306+2938

Es la galaxia MCG+05-31-143 y KUG1306+296 de la lista VI de la exploración de Kiso de objetos con exceso UV (Takase & Miyauchi-Isobe, 1987) en la que aparece clasificada como objeto compacto. En la exploración de galaxias en cúmulos de Gavazzi et al. (1991) se obtiene para esta galaxia una magnitud observada de $m_V = 14.96$, mientras en el rojo obtenemos $m_r = 14.80$. En nuestra

imagen se presenta como una galaxia espiral en Coma con un núcleo deformado quizá por la presencia de un brote descentrado intenso. Debido quizá a ello, el PA de sus isofotas gira desde la orientación interna este-oeste hacia la norte-sur en las partes más externas. Aunque su brillo superficial medio efectivo es más propio de galaxias espirales de tipos no muy avanzados, el resto de los parámetros indican que podría tratarse más bien de una Sb.

UCM1307+3111

Es una galaxia de disco en Coma, previamente desconocida, que presenta un brote intenso descentrado que provoca la elevación observada en el perfil de brillo superficial entre los 2" y 5" de radio equivalente, así como un brillo medio efectivo que parecería más propio de galaxias espirales con contribución del bulbo importante (S0-Sa). Sin embargo, el resto del perfil resulta bien ajustado por una componente de disco, lo cual junto con la información aportada por el resto de los criterios morfológicos, indica que se trata de una espiral avanzada, más bien de tipo Sc.

UCM1307+2910

Es la galaxia NGC 5000 clasificada en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) como SB(rs)bc y catalogada como Sb con $i = 35^\circ$ en un estudio en el IR cercano de galaxias del supercúmulo de Coma (Gavazzi & Trinchieri, 1989) y recientemente estudiada como galaxia asociada al cúmulo de Coma en un análisis dinámico de las regiones no centrales (entre 1° y 4° desde centro del cúmulo) de dicho cúmulo (van Haarlem et al., 1993). A partir de nuestros resultados, se trata de una espiral barrada muy luminosa ($M_r = -22.3 \pm 0.1$), vista casi de cara, con brazos muy desarrollados, con la barra orientada en dirección este-oeste y con una inclinación del disco de $i = 39^\circ \pm 4^\circ$. Los criterios morfológicos indican que su morfología es intermedia entre SBb y SBc, de acuerdo con las clasificaciones previamente publicadas, aunque quizás con una ligera tendencia hacia SBb.

UCM1308+2958

Es la galaxia NGC 5004B, clasificada como Sb con $i = 58^\circ$ en el estudio previamente citado, en el IR cercano, de galaxias del supercúmulo de Coma (Gavazzi & Trinchieri, 1989) y recientemente estudiada en el mencionado análisis dinámico de las regiones no centrales de dicho cúmulo (van Haarlem et al., 1993). En nuestra imagen r se revela como una galaxia espiral con una región emisora en el brazo noroeste y con una inclinación del disco de $i = 50^\circ \pm 1^\circ$. Su perfil resulta dominado por la componente de disco y presenta un exceso de luz entre los 9" y los 18" de radio equivalente que podría delatar la presencia de un anillo subyacente. Todos los criterios clasifican a esta galaxia como Sb-Sc, aunque con una ligera tendencia hacia mayor dominio del tipo Sc.

UCM1308+2950

Es la galaxia NGC 5004A, clasificada como SBab en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). En el estudio en el IR cercano de galaxias del

supercúmulo de Coma (Gavazzi & Trinchieri, 1989) aparece con el mismo tipo morfológico y con una inclinación de $i = 67^\circ$, mientras en Gavazzi et al. (1990) aparece como Sa pec con $i = 53^\circ$ y con un índice $c_{31} = 3.13$ en la banda V. En la exploración de galaxias en cúmulos de Gavazzi et al. (1991) se obtiene para esta galaxia $m_V = 14.13$, mientras en el rojo obtenemos $m_r = 13.92$. A la vista de nuestros datos, se trata de una espiral barrada muy luminosa ($M_r \sim -22.0$) con la barra orientada en $PA=172^\circ$ en $\mu-24$ mag/□, de acuerdo con el catálogo RC3, con una inclinación de $i = 57^\circ \pm 7^\circ$, y con un $c_{31} = 3.66$ en la banda r, algo superior al encontrado por Gavazzi et al. (1990) para la banda V. Considerando los criterios morfológicos, su tipo dominante resulta intermedio entre SBa y SBb, de acuerdo con la morfología previamente establecida, aunque con una ligera tendencia hacia SBb.

UCM1309+2936

Objeto previamente desconocido, con apariencia estelar. Su perfil de brillo no admite descomposición en bulbo+disco, pero la distribución de luz en su imagen resulta ajustada por una gaussiana de anchura igual a la FWHM de la PSF; ésto, junto con el hecho de que algunos de sus parámetros morfológicos presentan valores fuera de los rangos típicos para galaxias, hace pensar que se trata en efecto de una estrella.

UCM1310+3027

Galaxia espiral de Coma, previamente desconocida, situada con su eje mayor orientado en $PA = 146^\circ \pm 2^\circ$ y que presenta un núcleo intenso que eleva la razón B/D hasta 0.80, desplazándola hacia primeros tipos de espirales. Aunque su c_{42} podría indicar un tipo algo más avanzado, el resto de los criterios dan como tipo morfológico dominante el de Sa.

UCM1312+3039

Galaxia sólo conocida como ZWG 160.170 y que presenta un aspecto de espiral con núcleo intenso y con un brote al noreste en la dirección de una posible barra quizá rodeada por un anillo, lo cual provocaría el giro observado en el PA de las isofotas y el cambio en su elipticidad. Según los criterios morfológicos, el tipo dominante corresponde a Sa.

UCM1312+2954

Galaxia espiral previamente desconocida, que presenta una gran inclinación y que carece de rasgos específicos en el disco, por lo que la emisión procedería de su núcleo, aunque su perfil de brillo resulta totalmente dominado por la componente exponencial. Ello, junto con la información aportada por el resto de los clasificadores morfológicos, indica que se trata de una espiral avanzada, de tipo Sc.

UCM1313+2938

Es la galaxia Was 66 de la muestra de galaxias con líneas de emisión de Wasilewski analizadas por Bothun et al. (1989). Dichos autores clasifican este objeto como espiral, con un tamaño de $12''$ y una magnitud aparente de 17.0, ambos

medidos hasta la isofota de 24 mag/□, y presentando un perfil de tipo no exponencial.

A la vista de nuestros datos, se presenta como una galaxia de disco, con un apéndice alineado con la dirección del eje mayor en $PA = 47^\circ$, aunque no se observan rasgos evidentes de interacción presente con otros objetos vecinos. El diámetro obtenido para la isofota de 24 mag/□ resulta de 15.3", algo superior al publicado por Bothun et al. (1989) y su magnitud aparente en el filtro r resulta ser 16.4 hasta la isofota de 24 mag/□, ésto es, 0.6 mag más brillante que el valor aportado por dichos autores. Ante tal discrepancia, nuestra observación de Junio de 1989 fue repetida en otra campaña posterior, Diciembre 1990, obteniendo de nuevo los mismos resultados. Y en cuanto a su morfología, salvo el índice c_{42} , el resto de los indicadores, especialmente su luminoso brillo medio efectivo, apuntan hacia galaxia de primeros tipos de espirales, por lo que podría tratarse de una Sa.

UCM1314+2827

Galaxia sólo conocida como CG 1001 de la exploración de Case de prisma-objetivo en el azul (Sanduleak & Pesch, 1990), en que se describe como objeto moderadamente azul, y que previamente figura como el objeto 106 de un catálogo de 7582 galaxias elaborado a partir del análisis de una placa fotográfica en un estudio de detección automática de galaxias en un campo del Supercúmulo de Coma (Slezak et al., 1988), apareciendo descrito en él como objeto de morfología elíptica. Es un objeto de apariencia compacta, y aunque podría tratarse de una galaxia elíptica, su perfil, dominado por la componente de bulbo, no se ajusta bien a una ley $r^{1/4}$, si bien la contribución del disco resulta anómala al dominar en el rango intermedio del radio equivalente. Por otro lado, mientras el criterio morfológico de la razón B/D apunta hacia primeros tipos, S0-S0a, el resto de los criterios indica tipo más avanzado, aunque de un modo no concluyente. Tal disparidad dificulta su clasificación, aunque podría tratarse más bien de una galaxia de tipo no muy avanzado, anterior o próximo a Sa.

UCM1320+2727

Objeto sólo conocido como CG 1019 de la exploración de Case de prisma-objetivo en el azul (Sanduleak & Pesch, 1990) en que aparece descrito como galaxia moderadamente azul. Se trata de una débil y pequeña galaxia de disco con $D_{24} = 9.63$ kpc y con una morfología intermedia entre los tipos Sb y Sc, aunque con una ligera tendencia hacia Sb.

UCM1321+2648

Es la galaxia MCG+05-32-012, clasificada como Sring en el PGC (Paturel et al., 1989) y KUG1321+268 de la lista VI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1987) en que aparece descrita como espiral peculiar de bajo exceso UV. En nuestra imagen r se muestra como una galaxia espiral, vista casi de cara y con un perfil de brillo dominado por la componente exponencial del disco, aunque con unos saltos entre los 8" y los 16" correspondientes a la estructura subyacente de los brazos y quizá a la presencia de una barra y un débil anillo

circunnuclear. Según todos los criterios morfológicos, y en especial su débil brillo medio efectivo, se trata de una espiral avanzada, más bien de tipo SBc.

UCM1324+2926

Se trata de la galaxia Was 70 de la muestra de galaxias con líneas de emisión de Wasilewski (1983) analizadas por Bothun et al. (1989). Dichos autores clasifican este objeto como galaxia compacta con nucleación, con un tamaño de 12" y una magnitud aparente de 16.4, ambos medidos hasta la isofota de 24 mag/□.

A la vista de nuestros datos, se presenta como un objeto muy compacto de sólo 5.4 kpc de diámetro y débil ($M_r = -18.3$), valores típicos de las galaxias con líneas de emisión más pequeñas (Salzer et al., 1989b). El tamaño aparente obtenido para la isofota de 24 mag/□ resulta de 11.2", muy próximo al publicado por Bothun et al. (1989) y su magnitud aparente en el filtro r resulta ser 17.0 hasta la isofota de 24 mag/□, ésto es, 0.6 mag más débil que el valor aportado por dichos autores. Al igual que sucedió con UCM1313+2938 (Was 66), ante tal discrepancia, nuestra observación de Junio de 1989 fue repetida en otra campaña posterior, Diciembre 1990, obteniendo de nuevo los mismos resultados. Su perfil de brillo resulta anómalamente ajustado por un bulbo extenso pero débil y una componente de disco que domina para pequeñas distancias. Aunque los criterios morfológicos indican que con mayor probabilidad, aun con las reservas procedentes de su dudosa descomposición B/D, esta galaxia correspondería al tipo Sb, dado su reducido tamaño y baja luminosidad, la incluimos dentro de la categoría de las posibles BCD.

UCM1324+2650

Es el par Mrk 454 (Mazzarella & Balzano, 1986) y KUG1324+268 de la lista VI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1987) en que aparece descrito como par en interacción de exceso UV medio y siendo la componente oeste más azul. En la imagen r se presenta como un sistema de dos galaxias en colisión con una cola al sur como residuo de la interacción; el núcleo de la componente oeste es mucho más intenso, dominando el perfil. Aunque su descomposición B+D podría resultar irrelevante por la fusión de ambas componentes, y el intento de separarlas parece inviable, el ajuste global realizado resulta satisfactorio, indicando que el sistema puede describirse como una componente dominante, la oeste, ligeramente contaminada por la débil componente este. Por otro lado, sus índices de concentración resultan elevados por la presencia del doble núcleo, pero si se analizan los parámetros morfológicos, la distribución de luz conjunta correspondería a una espiral de primeros tipos, más bien S0. A este respecto, van den Bergh (1990) propone que además de los dos posibles subgrupos de S0 que parecen observarse (las S0 brillantes de cúmulos, que serían verdaderamente intermedias entre las E y las Sa, y las S0 de campo, menos luminosas, que serían las llamadas lenticulares, y muchas de las cuales habrían sido mal clasificadas como E débiles al no verse orientadas de canto), en otros casos la morfología de algunas S0 podría ser debida a interacciones recientes entre galaxias.

UCM1325+2955

Objeto previamente desconocido, muy compacto y de apariencia estelar. Su perfil no admite descomposición B+D, pero la distribución de luz en su imagen resulta ajustada por una gaussiana de FWHM igual a la PSF de la observación. Este hecho, junto con que todos los parámetros morfológicos presentan valores anormales para galaxias, indica que probablemente se trate de una estrella.

UCM1330+3011

Objeto previamente desconocido, de apariencia compacta. Por un lado, su descomposición B+D no resulta muy satisfactoria, y aunque en principio el perfil podría corresponder a una galaxia de disco, vista de cara y con un núcleo intenso, los parámetros fotométricos resultan muy contradictorios, y por otro, el elevado seeing de la observación sería responsable de su apariencia central difusa. Así, mientras tres de los clasificadores morfológicos indican que podría tratarse de una S0-Sa, los otros dos indican tipo muy avanzado. En definitiva, apoyándonos tanto en sus valores anómalos del brillo medio efectivo y de los índices de concentración como en la información espectroscópica que ha descartado su naturaleza como GLE, se trataría de una estrella.

UCM1331+2901

Galaxia sólo conocida como Was 74 de la muestra de galaxias con líneas de emisión de Wasilewski (1983), en la que aparece descrita como un objeto azul, extremadamente débil y pequeño. Posteriormente analizada por Bothun et al. (1989), dichos autores carecen de imagen y de información fotométrica de este objeto y sólo disponen de la información espectral que confirma su naturaleza como galaxia con líneas de emisión intensas. A la vista de nuestros datos, se trata de una galaxia débil ($M_r = -18.2$) con apariencia compacta, de sólo 6.5 kpc de diámetro, y con forma como de gota algo alargada. Su perfil está totalmente dominado por la componente exponencial del disco, indicando tipo morfológico avanzado, y lo mismo indican el resto de sus clasificadores, por lo que podría tratarse de una galaxia de tipo más avanzado que Sc; estas características, junto con su reducido tamaño y baja luminosidad, indican que podría tratarse de un miembro de la clase BCD.

UCM1428+2727

Es Mrk 685, clasificada como Sc en Mazzarella & Balzano (1986) y KUG1428+274 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en que aparece descrita como un objeto de morfología inclasificable y de exceso UV alto. En base a nuestra información, parece una galaxia de disco con el núcleo descentrado, con un perfil de brillo exponencial y escasa contribución de la componente $r^{1/4}$ y que presenta dos brotes al suroeste que provocan la deformación observada en las isofotas internas. Salvo el brillo medio efectivo que resulta elevado por dichos brotes, el resto de los clasificadores indican que se trata en efecto de una Sc, de acuerdo con la morfología previamente publicada.

UCM1429+2645

Galaxia compacta, previamente desconocida, con un diámetro de 11.6 kpc y que se presenta como una galaxia espiral, vista casi de cara. Todos sus indicadores indican tipo avanzado, hacia Sc, y aunque su componente de bulbo puede haber resultado ligeramente sobreestimada en nuestra corrección, por la PSF elevada de la observación, con el consiguiente incremento de la razón B/D, este criterio también apunta hacia tipo Sb-Sbc, por lo que en definitiva se trataría de una Sc.

UCM1430+2947

Galaxia solamente conocida como CG 1239 del catálogo de galaxias con líneas de emisión en el azul de la exploración de Case (Stephenson et al., 1992). Es una galaxia que presenta un núcleo muy intenso, elevando enormemente su razón B/D y con una componente de disco casi inapreciable. Salvo su índice c_{42} , el resto de los parámetros indica que se trata de una espiral de primeros tipos, probablemente S0.

UCM1431+2854

Es ZWG 136.078 y se presenta como una galaxia espiral con núcleo intenso y una componente de disco con brillo central luminoso. Aunque su brillo medio efectivo resulta desplazado hacia espirales de primeros tipos, el resto de los criterios morfológicos indica que se trata más bien de una Sb.

UCM1431+2702

Galaxia de disco, previamente desconocida, que presenta un núcleo intenso. Esta galaxia se encuentra rodeada de varios objetos muy débiles, aunque no se aprecian signos de interacción con ellos. Su brillo medio efectivo es más propio de galaxias de tipo S0, aunque los otros cuatro criterios se inclinan más hacia galaxia de tipo Sb.

UCM1431+2947

Galaxia sólo conocida como CG 1240 de la exploración de Case de prisma-objetivo en el azul (Stephenson et al., 1992) en la que se indica que este objeto parece también tener emisión H α en la placa III a-F. A la vista de nuestra imagen roja se trata de una galaxia pequeña y algo alargada, con tamaño de ~ 9 kpc en la isofota de 24 mag/ \square , y débil ($M_r = -18.3$) y con un núcleo o brote algo descentrado. Aunque su razón B/D parece indicar tipo no muy avanzado, el resto de los criterios indican características más parecidas a las de una Sb, pero dado su reducido tamaño y baja luminosidad, podría tratarse más bien de una BCD.

UCM1431+2814

Galaxia espiral, previamente desconocida, con su eje mayor aparente orientado en PA = 115°, y sin rasgos característicos apreciables. Sus clasificadores morfológicos la sitúan en una zona intermedia entre Sa y Sb, aunque con una ligera tendencia hacia Sa.

UCM1432+2645

Es UGC 9384 e IC 4461, clasificada en el PGC (Paturel et al., 1989) como espiral del sistema múltiple Arp 95 y VV 303 del Atlas de Galaxias Interactivas, parte II, de Vorontsov-Velyaminov (1977), en que aparece descrita como un sistema de "pares de pares" ligados, debido a la presencia de varias galaxias próximas entre sí. Nuestro objeto es una espiral barrada luminosa ($M_r = -21.8$), con la barra orientada en $PA = 132^\circ$ y con un brote a $8''$ del centro en dirección noroeste. La UCM se encuentra al oeste de la galaxia lenticular más débil IC 4462; en la imagen no se observan signos de interacción, salvo que la barra de la UCM está justamente orientada hacia la galaxia compañera. En cuanto a su distribución de luz, la razón B/D indica tipo de espiral no muy avanzado, aunque conjuntamente con los otros criterios, nos inclinamos por el tipo SBb.

UCM1439+2439

Galaxia compacta, previamente desconocida, que se presenta como una espiral, vista casi de cara, y con un objeto vecino compacto y débil ($m_r = 18.43$) situado $12''$ al suroeste, pero no se aprecian signos claros de interacción entre ambos. Todos los criterios morfológicos indican que nuestro objeto es una galaxia de tipo avanzado, más bien Sc.

UCM1440+2521S

Es el miembro sur de la pareja de galaxias espirales catalogada como el sistema doble UGC 9489 = IRAS14408+2521 en el PGC (Paturel et al., 1989), y que se encuentran alineadas en dirección noreste-suroeste. Es la más débil del par, y presenta un pequeño apéndice al suroeste que podría representar un signo de interacción, lo mismo que la forma de las isofotas en la zona de posible conexión entre los dos objetos. Su intensa componente de bulbo eleva la razón B/D hacia tipos no muy avanzados, aunque el resto de los criterios la definen más bien como Sb.

UCM1440+2521N

Es la componente norte del par y 0.4 mag más brillante que su compañera sur. Ambas galaxias presentan el mismo ángulo de inclinación en el cielo ($i = 60^\circ$), lo cual significa que el sistema formado por ambas está en un mismo plano. Como en su compañera, la razón B/D resulta elevada por una componente de bulbo intensa, aunque dicho valor resulta menor que en su vecina sur, y si se analiza el conjunto de los clasificadores fotométricos, su tipo más probable sería Sa.

UCM1440+2511

Galaxia espiral, previamente desconocida, con una componente de bulbo intensa que domina el perfil de brillo hasta los $5''$, elevando la razón B/D hacia valores más típicos de espirales no muy avanzadas. Sin embargo, el resto de los clasificadores le otorgan un tipo algo más avanzado, probablemente Sb.

UCM1442+2845

Es la galaxia MCG+05-35-009 e IC 4497, clasificada como S0 incierta en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). A la vista de nuestra imagen, parece una espiral, vista casi de cara, cuya parte central presenta isofotas algo irregulares, lo cual podría revelar la presencia de polvo. Tanto la forma de su perfil como el resto de los criterios indican que su morfología es de tipo más avanzado que el previamente publicado, posiblemente de tipo Sb.

UCM1443+2714

Galaxia sólo conocida como ZWG 164.019 e IRAS 14434+2714 que se presenta como una espiral con un núcleo muy intenso que eleva la razón B/D hacia primeros tipos de Hubble; y en efecto, es un objeto conocido por su actividad nuclear como Sy 2 del catálogo de AGN basado en fuentes infrarrojas del IRAS Point Source Catalogue (de Grijp et al., 1987), y lo mismo indican los resultados de Gallego (1995). La prominencia de los brazos provoca el giro observado del PA de las isofotas de casi 90°. Aunque el índice c_{42} le otorga un tipo avanzado, el resto de los criterios coinciden en que se trata más bien de una Sa.

UCM1443+2844

Es MCG+05-35-014 e IRAS 14437+2844, clasificada como espiral en el PGC (Paturel et al., 1989). En la imagen r se presenta como una espiral con una barra orientada en $PA = 121^\circ$, con el brazo norte más prominente que el sur, denotando quizá la presencia de polvo y con dos botes en direcciones noreste y sureste. Aunque debido a la presencia de los brotes, presenta un brillo medio efectivo relativamente luminoso, tanto la descomposición B/D de su perfil como el resto de los criterios, en especial el bajo valor de sus índices de concentración c_{31} y c_{42} , indican que se trata de una espiral de tipo avanzado, SBc.

UCM1443+2548

Es ZWG 134.030 e IRAS 14438+2548. Se presenta como una galaxia de disco con un perfil suave dominado totalmente por la componente exponencial y con unos parámetros fotométricos que indican que se trata claramente de una espiral de tipo avanzado, Sc*.

UCM1444+2923

Galaxia previamente desconocida, con apariencia de espiral vista casi de cara, con brazos muy débiles orientados al noreste y suroeste y con varias regiones HII tenues. Su descomposición B+D presenta un disco con μ_0 débil que eleva la razón B/D hacia primeros tipos y sus índices de concentración resultan también típicos de espirales no avanzadas, por lo que más probablemente se trate de una S0.

UCM1445+2855

Galaxia previamente desconocida, muy compacta, con otro objeto mucho más débil ($m_r = 20.18 \pm 0.02$) situado 7" al sureste. Su descomposición B+D indica tipo no avanzado, aunque las dificultades en el enmascaramiento del objeto vecino para evitar la posible contaminación pueden haber afectado a la componente del disco; sin embargo el resto de los criterios indica tipo más avanzado, posiblemente Sb.

UCM1447+2535

Es UGC 9544 = MCG+04-35-010, clasificada como espiral de tipo incierto en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Se trata de una espiral muy luminosa ($M_r = -23.04 \pm 0.07$) de gran tamaño ($D_{24} = 67$ kpc), vista casi de cara, que presenta un núcleo muy intenso, brazos muy cerrados y una región emisora, o más probablemente un objeto de campo solapado, situado 32" al este del centro de la galaxia. La presencia de los brazos y de dicha región contaminante provoca los saltos observados en los perfiles de brillo y de PA. Todos los criterios morfológicos coinciden en que se trata de una espiral de primeros tipos, entre S0 y Sa, aunque con mayor tendencia hacia S0.

UCM1449+2844

Galaxia conocida sólo como ZWG 164.035 y es una espiral con el eje mayor orientado en el cielo en $PA = 116^\circ \pm 1^\circ$, sin estructuras relevantes apreciables en la imagen r. Los cinco criterios morfológicos coinciden en que se trata de una espiral de tipo avanzado, Sc⁺.

UCM1451+2954

Galaxia espiral previamente desconocida, vista casi de cara, en cuya imagen se aprecia un bulbo compacto pero intenso, como queda reflejado también en su descomposición B+D. Todos los criterios coinciden en que se trata de una espiral entre Sb y Sc, pero con más tendencia hacia Sb.

UCM1452+2754

Galaxia espiral, previamente desconocida, que presenta un núcleo intenso en la imagen r. Las isofotas más internas presentan cortes que podrían revelar la presencia de polvo, lo cual se manifiesta también en el perfil de brillo mediante una pequeña depresión entre los 2.5" y los 4.5". Desde el punto de vista morfológico, aunque algunos de los clasificadores no definen muy bien entre primeros tipos y tipos intermedios de espirales, la tendencia dominante es de Sb.

UCM1506+1924

Es MCG+03-39-008 y ZWG 106.010, clasificada como espiral en el PGC (Paturel et al., 1989). Se trata de una espiral con una componente de bulbo extensa que eleva la razón B/D hacia primeros tipos de espirales, mientras el resto de criterios dan tipo algo más avanzado, situándola en definitiva entre Sa y Sb, aunque con ligera tendencia hacia Sb.

UCM1513+2012

Galaxia conocida sólo como ZWG 106.023 que presenta aspecto de espiral distorsionada en su parte norte con una región emisora al suroeste del núcleo que parece extenderse en la dirección de PA $\sim 57^\circ$, deformando la contribución del bulbo al perfil de brillo, con lo que su descomposición B+D resulta anómala. En cuanto a sus parámetros fotométricos, salvo el índice c_{42} , todo apunta a que se trata de una espiral de primeros tipos, posiblemente una S0.

UCM1537+2506S

Es el miembro sur del sistema Mrk 860 descrito como par en interacción (Mazzarella & Balzano, 1986) y MCG+04-37-016/017, clasificada como espiral barrada en el PGC (Paturel et al., 1989). Esta componente sur del par de galaxias en interacción es la más débil y se presenta en efecto como una espiral barrada con brazos muy marcados, estando el brazo norte en contacto con la galaxia vecina (UCM1537+2506N). Su descomposición B+D resulta anómala por la extensión de su componente $r^{1/4}$, elevando la razón B/D. Salvo el índice c_{42} , el resto de los parámetros indica que se trata más bien de una espiral no muy avanzada, de tipo SBa.

UCM1537+2506N

Es el miembro norte del par Mrk 860, situado 15" al norte y 20" al este de su compañera (UCM1537+2506S) y 1.14 mag más brillante que ésta. Como ella, también es una espiral barrada con un bulbo muy intenso, aunque concentrado, que eleva la razón B/D, aunque para $r > 8''$ el perfil resulta ya totalmente dominado por la componente del disco. Su morfología es algo más avanzada que la de su compañera, tratándose posiblemente de una SBb.

UCM1557+1423

Galaxia previamente desconocida, dominada por su componente de disco, aunque el bulbo resulta extenso pero débil. En la imagen de mayor tiempo de exposición, la parte externa del perfil resulta contaminada por la estrella de campo solapada al noreste, por lo que, para evitar este problema, se utilizó una imagen de menor exposición para el ajuste B+D. Analizando conjuntamente todos los criterios morfológicos, su tipo más probable resulta ser Sb.

UCM1604+1642

Galaxia espiral, previamente desconocida, con el eje mayor del disco proyectado en el cielo situado en PA $\sim 40^\circ$ y con un ligero giro de las isofotas debido a la presencia de tenues brazos. Los parámetros fotométricos indican que se trata de una espiral de tipo avanzado, entre Sb y Sc, pero con clara tendencia hacia Sc.

UCM1608+1335

Objeto previamente desconocido, con apariencia muy compacta cuyo perfil de brillo no admite descomposición B+D, aunque la distribución de luz en la imagen corresponde a un perfil gaussiano con FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho, junto con los valores anómalos que presentan sus parámetros morfológicos, indican que se trata de una estrella.

UCM1612+1309

Galaxia previamente desconocida, muy compacta, con un tamaño D_{24} de sólo 3 kpc y uno de los objetos menos luminosos de la muestra ($M_r = -16.8 \pm 0.1$), junto con UCM2325+1628 ($M_r = -16.7 \pm 0.2$). Este tamaño y luminosidad son típicos de los objetos Sargent-Searle (SS), la clase más pequeña y menos luminosa conocida de galaxias con líneas de emisión y que presentan bajas abundancias metálicas, siendo su fuente de ionización meramente estelar (Salzer et al., 1989b), hasta el punto de que fueron previamente descritas como si se tratara de regiones HII extragalácticas aisladas. Su perfil presenta una componente de bulbo compacta pero relativamente intensa que eleva la razón B/D hacia tipos Sa-Sab, aunque el resto de los criterios confirman más la tendencia hacia Sb, según los parámetros convencionales, pero dado su reducido tamaño y baja luminosidad, así como la confirmación de su naturaleza espectral SS (Gallego, 1995), nos inclinamos por introducirla dentro de la categoría de las BCD.

UCM1646+2725

Galaxia previamente desconocida, compacta ($D_{24} = 12.5$ kpc) y poco luminosa ($M_r = -18.8 \pm 0.2$). En la imagen se presenta como un objeto alargado, con un brote o núcleo algo descentrado y con un perfil de brillo ajustado prácticamente con una componente de disco, lo cual junto con los otros parámetros fotométricos indica que su tipo sería Sc⁺.

UCM1647+2950

Es ZWG 169.004, IRAS 16471+2950 y KUG1647+298 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en la que aparece descrita como una galaxia compacta de bajo exceso UV. A la vista de nuestra imagen r se presenta como una espiral barrada luminosa, vista casi de cara, con un bulbo compacto pero intenso. La presencia de la barra se refleja en el exceso de luz observado en el perfil de brillo entre los 5" y los 9"; de dicha barra emergen dos brazos espirales, siendo el sur algo más prominente. Las isofotas internas aparecen algo cortadas en la zona norte, lo cual podría denotar la presencia de polvo. En cuanto a su morfología, el tipo dominante en los criterios utilizados resulta ser Sc.

UCM1647+2727

Objeto previamente desconocido, compacto y con bulbo intenso, visto casi de cara, que presenta solapamiento aparente con otro objeto más débil situado 8" al oeste, aunque no se observan signos de interacción entre ambos. Esta

contaminación dificulta el análisis del perfil, aunque en su descomposición B+D parece dominar la componente de bulbo como si se tratara de una espiral de tipo no muy avanzado, y lo mismo indica su brillo superficial medio efectivo, aunque el resto de los criterios le otorgan un tipo algo más avanzado. En definitiva, quedaría situada entre Sa y Sb, aunque con muchas reservas podría tratarse más bien de una Sa.

UCM1647+2729

Es ZWG 169.005 y KUG1647+274 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en que aparece descrita como espiral peculiar de bajo exceso UV. Se trata de una espiral con brazos muy anchos cuyo perfil de brillo está totalmente dominado por la componente de disco. Aunque su brillo medio efectivo corresponde a tipos entre S0 y Sab, el resto de los criterios indican que se trata de un tipo, más avanzado, posiblemente Sb.

UCM1648+2855

Es la galaxia Mrk 1108, de la que no figura clasificación morfológica en Mazzarella & Balzano (1986), y KUG1648+289 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en que aparece descrita como compacta esférica de exceso UV medio. En nuestra imagen *r* se presenta como una galaxia compacta con múltiples brotes circunucleares, dos de ellos al este de la región central. Su perfil de brillo resulta muy alterado por la presencia de dichos brotes, con lo que el ajuste B+D puede resultar poco significativo, y lo mismo sucede con su brillo medio efectivo, que resulta elevado hacia valores más luminosos. Analizada conjuntamente toda la información morfológica, podría tratarse más bien de una Sa.

UCM1651+2721

Objeto muy compacto, previamente desconocido, cuya distribución de luz en la imagen ajusta a una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho, junto con que su perfil de brillo no admite descomposición B+D y que presenta unos índices de concentración impropios de galaxias, hace pensar que se trata de una estrella.

UCM1651+3017

Objeto previamente desconocido, muy compacto, situado al sureste de una estrella de campo que contamina sus isofotas más externas. El solapamiento de sus respectivos espectros en la dirección norte-sur en la placa de prisma-objetivo podría haber causado la apariencia de una línea de emisión. El proceso de enmascaramiento de dicha estrella en la imagen directa puede haber alterado ligeramente la contribución del disco al perfil de brillo, por lo que su razón B/D podría haber sido ligeramente sobreestimada hacia primeros tipos de Hubble. Así lo indica el hecho de que los demás criterios le otorgan un tipo más avanzado, por lo que con mayor probabilidad se trataría de una Sb.

UCM1654+2812

Galaxia previamente desconocida, que presenta un brote descentrado, no nuclear, y cuyo perfil de brillo resulta dominado por la componente de disco, indicando tipo morfológico muy avanzado, y lo mismo resulta del análisis de los otros cuatro criterios, por lo que se trata de una Sc⁺.

UCM1655+2755

Es NGC 6264, clasificada como espiral pero de tipo incierto en RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). En la imagen r se presenta como una espiral de gran tamaño ($D_{24} = 43.5$ kpc) y muy luminosa ($M_r = -22.2$) con brazos muy marcados que provocan los saltos observados en el perfil de brillo, no pudiendo descartarse tampoco la presencia de una débil barra y anillo subyacentes. La contribución del bulbo es importante, aunque a partir de los 6" el perfil queda totalmente dominado por la componente de disco, y es una Sy 2 según los resultados de Gallego (1995). De acuerdo con los criterios morfológicos se trataría de una Sb.

UCM1656+2845

Galaxia previamente desconocida, pese a su magnitud aparente relativamente brillante ($m_r = 15.13$) y su tamaño angular ($\phi_{24} = 39'' \times 15''$). Su imagen no muestra estructuras relevantes y su perfil de brillo resulta suave y dominado por la componente de disco. Según los criterios basados en sus parámetros fotométricos, la clasificamos como Sb.

UCM1656+2744

Objeto previamente desconocido, con un perfil de brillo en que la componente del bulbo domina claramente, siendo la contribución del disco casi inapreciable. Su razón B/D indica por tanto que se trata de una galaxia de tipo no muy avanzado, lo cual junto con la información procedente de los otros criterios morfológicos la sitúa en la zona entre S0 y Sa, aunque con una mayor tendencia hacia Sa.

UCM1657+2900

Galaxia sólo conocida como KUG1657+290 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en que aparece descrita como objeto compacto alargado de exceso UV medio. En la imagen r se presenta como una espiral sin rasgos específicos que alteren la forma de los perfiles de brillo, de PA y de ϵ , y con su eje mayor aparente orientado en $PA = 81^\circ \pm 1^\circ$. Aunque su brillo medio dentro del radio efectivo resulta más propio de una espiral de tipo entre temprano e intermedio, el resto de los criterios la clasifican más claramente como Sc.

UCM1659+2928

Es la galaxia Mrk 504 = MCG+05-40-026 clasificada como espiral barrada y Sy 1 en Mazzarella & Balzano (1986), y Gallego (1995) y es KUG1659+294 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en que aparece descrita como objeto compacto de alto exceso UV. En nuestra imagen r se presenta

como una espiral barrada y posiblemente lenticular, como muestran los saltos observados en el perfil de brillo a partir de los 5", de gran tamaño ($D_{24} = 35$ kpc) y muy luminosa ($M_r \sim -22.0$), estando la barra orientada en $PA = 112^\circ$ y que presenta una región nuclear muy intensa que eleva la razón B/D. Este hecho está de acuerdo con su conocida actividad nuclear como Sy 1; no en vano, no son infrecuentes los casos detectados de Sy con presencia de barras, lentes o anillos, lo cual resulta importante para demostrar la existencia de interacciones entre el disco y el núcleo, aunque aún no se comprende bien si la actividad nuclear es la responsable de provocar cambios en el disco o viceversa (Weedman, 1977). Teniendo en cuenta sus parámetros fotométricos, en especial sus elevados índices de concentración, así como la posible forma lenticular y la presencia de barra, esta galaxia resulta clasificada, en base a nuestros datos, como SB0.

UCM1701+3131

Es Mrk 700, clasificada como componente de un par en interacción, de naturaleza LINER (Heckman, 1980; Mazzarella & Balzano, 1986) y como Sy 1 por Weedman (1978) y Gallego (1995), y KUG1701+315 de la lista XII de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1991) en que aparece descrita como objeto compacto esférico de exceso UV medio y que presenta una eyección muy ancha hacia el suroeste.

En nuestra imagen r se presenta en efecto como una galaxia asimétrica con una cola alargada en dirección suroeste que se refleja en el perfil de brillo equivalente mediante un salto, correspondiente a un exceso de luz, entre los 11" y los 16". Hacia el noreste, y en dirección opuesta a esta cola principal se aprecia ligeramente otra cola residual más débil que podría representar un rasgo residual de una interacción. Su perfil de brillo superficial presenta una componente de bulbo muy intensa que domina la distribución de luz hasta los 6", elevando la razón B/D. Este parámetro, así como los otros cuatro criterios morfológicos, en especial sus elevados índices de concentración y su luminoso brillo medio efectivo, coinciden en clasificarla como una S0, lo cual refuerza el resultado obtenido por algunos autores en el sentido de que las Sy 1 son frecuentes en galaxias de primeros tipos (Bonoli et al., 1989; Woltjer, 1990).

UCM2238+2308

Es UGC 12148, clasificada como espiral de tipo incierto en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y KUG2238+231 de la lista X de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1989) en que aparece descrita como objeto de bajo exceso UV con núcleo irregular y rodeado por un halo extenso. En la imagen r se presenta como una galaxia espiral de gran tamaño ($D_{24} = 35.6$ kpc) y luminosa ($M_r = -21.9$), vista casi de cara, con un núcleo intenso que eleva la razón B/D y varias regiones HII localizadas en los brazos, estando la más intensa al oeste del núcleo, lo cual explicaría la descripción de núcleo irregular de la exploración de Kiso, previamente mencionada. A una gran distancia angular, unos 2.9' al sureste del objeto UCM, y con el mismo z, se encuentra UGC 12153 = KUG2239+231 que presenta un aspecto de sistema en fusión (*merger*) de espirales en forma de cangrejo y con varias regiones emisoras, pero que no fue seleccionado en nuestra muestra

porque en su espectro de prisma-objetivo no se aprecian líneas de emisión claras. En cuanto a la morfología, la tendencia dominante entre los criterios le otorga un tipo intermedio entre Sa y Sb, aunque con mayor tendencia hacia Sa.

UCM2239+2402

Objeto previamente desconocido, muy compacto. En la imagen r se observa otro objeto compacto, situado 15" al suroeste del UCM y que presenta una región emisora al sureste del núcleo, pero que no fue detectado por nuestra exploración de prisma-objetivo por tener un $z = 0.08$ (Gallego, 1995), muy lejos del rango espectral que permitiría detectar $H\alpha$ en nuestra combinación emulsión+filtro utilizada. La distribución de luz en la imagen r de nuestro objeto se ajusta a una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación, lo cual junto con el hecho de que su perfil de brillo superficial no admite descomposición B+D y que los otros cuatro parámetros morfológicos presentan valores fuera del rango típico de galaxias, indica que se trata de una estrella.

UCM2239+1959

Es Mrk 308, clasificada como irregular no magallánica en RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y con espectro de núcleo con brotes de formación estelar en Mazzarella & Balzano (1986), y KUG2239+199 de la lista XI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1990) en que aparece descrita como objeto esférico compacto, con halo, y de bajo exceso UV. En la imagen r, esta galaxia presenta una distorsión al noreste apuntando hacia otra galaxia (que también presenta emisión debida a un brote extranuclear intenso, y con el mismo z que la UCM, aunque no fue seleccionada en nuestra exploración porque en su espectro de prisma-objetivo no se aprecia la presencia de líneas de emisión claras) situada en dicha dirección a 54" de la nuestra. Ello podría indicar la existencia de interacción entre ambos objetos, lo cual quedaría reflejado en la forma algo distorsionada de sus isofotas más externas; este hecho afecta ligeramente a la corrección de inclinación, supuestas las isofotas elípticas como circulares proyectadas en el cielo, cambiando dicha inclinación de 58° si se usan las isofotas en torno a 24 mag/□ hasta unos 49° si se usan las isofotas más internas, en torno a 23 mag/□, menos afectadas por la interacción.

Este objeto figura catalogado como Sy 2 en un estudio estadístico de las propiedades de las galaxias Seyfert y las galaxias *starburst* (Dahari & de Robertis, 1988), y la razón axial allí presentada es de $b/a = 0.65$, valor muy próximo al 0.66 obtenido por nosotros en torno a la isofota de 23 mag/□; según dichos autores este objeto correspondería a una clase de interacción intermedia entre las categorías, allí presentadas, de objetos aislados y objetos muy distorsionados. En cuanto a su categoría espectral, de Grijp et al. (1987) clasifican a este objeto no como Sy 2, sino como una galaxia con región HII nuclear, más de acuerdo con los resultados obtenidos por nuestro equipo (Gallego, 1995).

En cuanto a su morfología, todos los criterios indican que se trata de una espiral de tipo poco avanzado, con un perfil totalmente dominado por una

componente de bulbo muy intensa, unos índices de concentración elevados y un brillo medio efectivo muy luminoso, por lo que podría tratarse de una S0.

UCM2244+2049

Es NGC 7375 que no presenta clasificación morfológica en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) aunque sí aparece clasificada como espiral con anillo en el PGC (Paturel et al., 1989). En efecto, en nuestra imagen *r* se muestra como una espiral de gran tamaño angular ($\phi_{24} = 68.8'' \times 51.7''$), con un anillo que sería el causante del salto observado en el perfil de brillo entre los 12'' y los 20'', así como del giro en las isofotas intermedias apreciable en el mapa de contornos y en el perfil de PA; este giro consiste en un cambio del PA desde unos 60° hasta 120°, para luego volver de nuevo a 60° en las isofotas más externas.

En la imagen se aprecian también dos objetos de campo muy compactos al noreste y noroeste de la UCM. El perfil de nuestro objeto aparece dominado por una componente de bulbo muy extensa que desplaza la razón B/D hacia primeros tipos, y lo mismo indica la mayoría de los restantes criterios morfológicos, por lo que se trata de una espiral entre S(r)0 y S(r)a, con mayor tendencia hacia S(r)0.

UCM2249+2149

Objeto previamente desconocido, pese a su gran tamaño ($D_{24} = 54$ kpc) y su brillante magnitud absoluta ($M_r = -22.5$). Es otro de los tres casos de GLE de detección indirecta, puesto que aunque realmente en la placa de prisma-objetivo no se presentaban rasgos emisores claros, su observación posterior confirmó a este objeto como GLE, aunque a un *z* fuera de nuestro rango de detección en la placa de prisma-objetivo. Es una espiral con brazos marcados que provocan los saltos observados en el perfil de brillo a partir de los 6''. Su morfología resulta intermedia entre Sa y Sb, aunque con una ligera tendencia hacia Sa.

UCM2250+2427

Es la galaxia Mrk 309, clasificada como galaxia HII sin tipo morfológico en (Mazzarella & Balzano, 1986), de morfología compacta en el PGC (Paturel et al., 1989), como galaxia con fuerte continuo UV y con líneas de emisión de estrellas Wolf-Rayet abundantes en su núcleo (Osterbrock & Cohen, 1982) y finalmente como la galaxia KUG2250+244, de exceso UV medio, en la lista XI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1990). El corto tiempo de vida de estas estrellas implicaría que estamos viendo un único y masivo brote de formación estelar de no más de unos pocos millones de años, y en algunos casos podría ser debido a una interacción pasada (Keel, 1982).

En nuestra imagen *r* se presenta como una espiral de gran tamaño ($D_{24} = 42.6$ kpc) y muy luminosa ($M_r = -22.4$) cuyo brazo sur aparece más realzado, y que presenta varias regiones emisoras fuera del núcleo. Sus parámetros fotométricos, en especial sus elevados índices de concentración, indican que se trata de una espiral de tipo no muy avanzado, más bien Sa.

UCM2251+2352

Galaxia previamente desconocida, muy compacta, de sólo 11 kpc de tamaño, vista casi de cara, sin rasgos relevantes en su imagen r , y situada unos 19" al suroeste de una brillante estrella de campo. El perfil de brillo resulta dominado por la componente exponencial del disco, indicando tipo de Hubble avanzado, y aunque presenta un brillo medio efectivo anormalmente alto para este tipo de galaxias, el resto de los criterios indica que se trata de una Sc.

UCM2253+2219

Galaxia sólo catalogada como KUG2253+223 de la lista XI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isoe, 1990) en que aparece descrita como espiral peculiar con bajo exceso UV. En la imagen r se presenta como una galaxia de disco, con el eje mayor aparente orientado en $PA = 33^\circ$, y con un bulbo muy intenso que eleva la razón B/D hacia primeros tipos de espirales. Analizada conjuntamente toda la información fotométrica, podría tratarse más probablemente de una Sa.

UCM2255+1930S

Es sólo conocida como ZWG 453.031 y se presenta como una galaxia muy compacta, vista casi de cara, y sin rasgos específicos en su imagen r . Está situada unos 30" al suroeste de UCM2255+1930N, que presenta el mismo z (Gallego, 1995), aunque no se aprecian signos de interacción entre ambas. Su perfil de brillo resulta dominado por la componente de disco, y aunque su brillo medio efectivo resulta algo brillante, el resto de los criterios la caracterizan como de tipo Sb.

UCM2255+1930N

Es UGC 12265 e IRAS22551+1931, catalogado como sistema múltiple en el PGC (Paturel et al., 1989), y que es la componente principal del sistema ZWG 453.031. A partir de nuestra calibración fotométrica, esta galaxia resulta ser 0.6 mag más brillante que su vecina menor, UCM2255+1930S. Al igual que ésta, su brillo medio efectivo resulta relativamente elevado, pero el resto de caracterizadores morfológicos la clasifican como Sb.

UCM2255+1926

Galaxia, previamente desconocida, que presenta un brote muy intenso al sureste del centro geométrico nuclear del disco proyectado en el cielo. Su perfil de brillo resulta prácticamente ajustado por una componente de disco, lo cual indica, como el resto de los criterios morfológicos, que se trata de una Sc.

UCM2255+1654

Galaxia previamente desconocida, pese a su tamaño angular ($D_{24} = 40''$, correspondiente a 42 kpc) y su luminosidad ($m_r = 15.37$, correspondiente a $M_r = -21.6$). Se presenta como una galaxia espiral muy inclinada en el plano del cielo ($i = 69^\circ \pm 2^\circ$) y con un perfil de brillo dominado por la componente de disco,

indicando tipo avanzado. También el resto de los criterios la clasifican como Sb-Sc, pero con una clara tendencia hacia Sc.

UCM2256+2002

Es la galaxia UGC 12278, clasificada como Sc-Sd en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991), en el que se presentan la razón axial $\log(a/b)_{25} = 0.08$, a partir de la cual se deduce una inclinación de $i = 34^\circ$, y un PA = 175° , valores muy próximos a los deducidos por nosotros de $i = 38^\circ \pm 2^\circ$ y PA = $183^\circ \pm 2^\circ$. En la imagen directa se presenta como una espiral con sus isofotas intermedias algo deformadas, indicando quizá la presencia de polvo subyacente y en su perfil de brillo se observa un exceso de luz entre los 9" y los 18" que podría denotar la existencia de un débil anillo, aunque esta estructura no aparece relevante en la imagen r. Todos sus clasificadores morfológicos coinciden en que se trata de una espiral de tipo más avanzado que Sc, por lo que la clasificamos como Sc⁺, de acuerdo con la morfología publicada en el RC3.

UCM2257+2438

Es la galaxia conocida sólo como KAZ 320 de la lista III de galaxias con exceso UV de Kazaryan & Kazaryan (1980), en la que aparece catalogada como de exceso UV de moderado a débil. Toda la información disponible por nuestro equipo (Zamorano et al., 1992), tanto espectroscópica, como fotométrica en la banda r y los datos del IR cercano (J, H, K) e IRAS apoyan el hecho de que se trata de un núcleo Sy 1 alojado en una espiral temprana, no muy inclinada ($i = 31^\circ \pm 4^\circ$) y con una contribución de luz estelar significativa.

En el perfil de brillo se observa un claro dominio de la componente de bulbo, lo cual eleva enormemente la razón B/D, haciendo la contribución del disco casi imperceptible; teniendo en cuenta esto, así como la información procedente del resto de los criterios morfológicos, clasificamos esta galaxia como de tipo intermedio entre S0 y Sa, aunque con una ligera tendencia hacia S0. Se plantea entonces la duda de si tal actividad nuclear podría ser, quizá sólo en parte, la responsable en el sentido fotométrico, de que una espiral que de carecer de tal actividad presentaría un tipo de Hubble intermedio o avanzado, retrasara su tipo hacia estados más tempranos. En este sentido algunos autores han propuesto algunos modelos en los que se distingue en el perfil entre una componente de bulbo y otra meramente nuclear (por ejemplo, Zitelli et al., 1993).

El resultado morfológico aquí obtenido está de acuerdo con lo observado por otros autores respecto a que los núcleos Sy 1 se encuentran preferentemente albergados en galaxias espirales de primeros tipos (Woltjer, 1990), y el ajuste obtenido tan sólo usando una componente de bulbo y otra de disco apoyaría los resultados de Bonoli et al. (1989) en el sentido de que aún incluyendo en el perfil una tercera componente nuclear, la componente del bulbo es muy dominante, desplazando la morfología de las Sy 1 hacia espirales de primeros tipos.

UCM2258+1920

Es ZWG 453.046 y KUG2258+193 de la reciente lista XVI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1992) en que aparece descrita como compacta esferoidal de bajo exceso UV. En nuestra imagen r se presenta como una espiral asimétrica con su brazo este mucho más desarrollado. Tanto su perfil de brillo, claramente dominado por la componente de disco, como el resto de los indicadores morfológicos señalan que se trata de una espiral avanzada, de tipo Sc.

UCM2300+2014

Galaxia compacta, previamente desconocida, vista casi de cara y con una componente de bulbo extensa, y aunque la elevada PSF de la observación impide una mejor resolución, otra imagen de peor razón señal/ruido y peor calidad fotométrica, aunque de mejor seeing, parece revelar la presencia de un pequeño brote al sur del núcleo. Su razón B/D indica tipo entre Sa y Sbc, pero considerando que dicho valor puede haber sido ligeramente sobreestimado por la corrección de la elevada PSF de la observación, y teniendo en cuenta lo expresado por los restantes clasificadores morfológicos, nos inclinamos hacia un tipo Sb.

UCM2302+2053W

Galaxia previamente desconocida, sin estructuras relevantes en su imagen r, salvo que se encuentra muy próxima a UCM2302+2053E, teniendo ambas el mismo z, y con la que podría formar un par en interacción. Su tipo morfológico correspondiente a la razón B/D resulta poco avanzado, aunque considerando la posible sobreestimación de la razón B/D por la PSF elevada de la observación y la información aportada por el resto de los criterios, menos sensibles a dicha corrección, se trataría más probablemente de una Sb.

UCM2302+2053E

Es la galaxia ZWG 453.065, que está situada unos 50" al este de UCM2302+2053W. Es una espiral con los brazos muy marcados y con un bulbo intenso. Aunque en la imagen r es apenas perceptible por el reducido tiempo de exposición, en su imagen del POSS puede observarse que su brazo sur está muy desarrollado y alineado hacia su compañera al oeste, por lo que no puede descartarse la existencia de una posible interacción entre ambos objetos, que presentan el mismo z en sus líneas espectrales. En cuanto a su morfología, aunque el brillo medio efectivo no resulta del todo concluyente, el resto de los parámetros se definen más hacia tipo Sb.

UCM2303+1856

Es la galaxia ZWG 453.067 que se presenta como una espiral muy inclinada ($i = 61^{\circ} \pm 1^{\circ}$) con su eje mayor aparente orientado en PA $\sim 160^{\circ}$. El objeto situado 7" al este del núcleo de la galaxia es una estrella de campo solapada que contamina las isofotas externas del perfil, y en su proceso de enmascaramiento podría haberse producido una ligera subestimación de la componente del disco. Aunque sus

parámetros fotométricos no son del todo concluyentes, podría taratrarse más bien de una galaxia de tipo Sa.

UCM2303+1702

Galaxia previamente desconocida que presenta el aspecto de espiral con brazos muy desarrollados. El análisis realizado por nuestro equipo (Rego et al., 1994) de los datos de espectroscopía óptica, fotometría en banda r y en el infrarrojo cercano (J, H, K) y los datos IRAS, indica que se trata de una espiral avanzada de tipo Sy 2 con líneas prohibidas muy ensanchadas, siendo de hecho una de las pocas excepciones conocidas de galaxias de este tipo que presentan $[OIII]\lambda 5007$ más ancha que las líneas de Balmer. En cuanto a su tipo morfológico, todos los indicadores coinciden en clasificarla como una espiral de tipo intermedio entre Sb y Sc, aunque con una clara tendencia hacia Sc; esta morfología estaría de acuerdo con el resultado de Whittle (1992) que indica que la existencia de galaxias Seyfert con tipo de Hubble avanzado, especialmente entre las Sy 2, no es tan rara como se creía, con ~ 30% de Seyfert en su muestra de tipo igual o posterior a Sb.

UCM2304+1640

Galaxia previamente desconocida, muy pequeña ($D_{24} = 7$ kpc) y poco luminosa ($M_r = -18.1$). Se encuentra situada en un campo muy poblado de objetos, aunque no se aprecian signos de interacción con ninguno de ellos. Sus clasificadores morfológicos, y en especial su situación en el plano de Doi et al. (1993) con un índice de concentración bajo y un brillo medio muy débil, indican que se trata de una galaxia de tipo avanzado, igual o posterior a Sc, lo cual junto con su reducido tamaño y baja luminosidad nos lleva a incluirla dentro de la clase BCD.

UCM2305+1621

Objeto previamente desconocido, muy compacto y lejano ($z = 0.03840$), sin rasgos morfológicos específicos en su imagen. La descomposición B+D de su perfil de brillo superficial resulta anómala, con una componente de disco que se debilita rápidamente, elevando la razón B/D hacia primeros tipos de Hubble, y lo mismo ocurre con su brillo medio efectivo, mientras sus índices de concentración indican tipo algo más avanzado. La clasificación morfológica no resulta del todo concluyente, aunque con muchas reservas, nos inclinamos más hacia el tipo Sa.

UCM2306+1703

Galaxia espiral, previamente desconocida, pese a su magnitud aparente relativamente brillante ($m_r = 15.35$). Presenta un bulbo luminoso y una región brillante solapada en el brazo suroeste. Los criterios morfológicos indican que se trata de una espiral avanzada, intermedia entre Sb y Sc, aunque con mayor tendencia hacia Sc.

UCM2306+1947

Es ZWG 454.001 y KARA 1007. Se trata de una galaxia espiral con una inclinación de $i = 50^\circ \pm 5^\circ$ y con un bulbo intenso que eleva su brillo medio efectivo

hacia tipos no muy avanzados, aunque el resto de los criterios morfológicos indican que se trata más bien de una Sb.

UCM2307+2118

Objeto previamente desconocido, compacto con apariencia estelar. La distribución de luz en su imagen se ajusta a una gaussiana con FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho junto con que su perfil de brillo no admite descomposición B/D y que el resto de sus parámetros fotométricos presentan valores atípicos para galaxias, indica que se trata de una estrella. En efecto, la información espectroscópica posterior ha revelado que se trata de una estrella con emisión (Gallego, 1995), posiblemente simbiótica, puesto que además de H α y H β , también presenta líneas de HeI y HeII en emisión. Estos sistemas presentan un espectro en el que se combinan líneas de absorción de una estrella fría y líneas de emisión de alta excitación que podrían explicarse mediante un sistema binario, que suele presentar variabilidad, formado por una gigante roja y una enana blanca caliente, estando ambas componentes rodeadas por una o varias envolturas comunes de gas (dicha envoltura podría explicar el aspecto no completamente circular de nuestra imagen r), procedentes de la expulsión de masa de la gigante roja. Las líneas de emisión de alta excitación procederían de dicha envoltura de gas ionizado por la radiación de la componente caliente que está acretaando masa (Hoffmeister et al., 1985).

UCM2310+1800

Galaxia espiral, previamente desconocida, vista casi de cara y sin rasgos específicos morfológicos en su imagen. Su perfil de brillo resulta dominado por la componente de disco, indicando tipo avanzado, y lo mismo sucede con el resto de clasificadores morfológicos, por lo que se trata más probablemente de una Sc.

UCM2312+2500

Es la galaxia NGC 7548, clasificada en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) como galaxia lenticular, en transición entre barrada y no barrada, y con anillos externo e interno. En nuestra imagen se presenta como una galaxia de gran tamaño ($D_{24} = 48$ kpc) y muy luminosa ($M_r = -22.8$), vista casi de cara, con un bulbo importante y una pequeña región brillante al este del núcleo. Tanto en la imagen directa CCD como en sus perfiles de brillo superficial y de PA se observa un salto correspondiente a un anillo externo entre $r = 20''$ y $r = 35''$, muy realzado en la carta POSS, y otro menos prominente entre los $7''$ y los $12''$, que podría corresponder al anillo interno. A la vista de la información aportada por los criterios morfológicos, su tipo de Hubble parece algo más avanzado que S(r)0, siendo su clasificación morfológica más probable la de S(r)a.

UCM2313+1842

Galaxia espiral, previamente desconocida, que presenta una estrella de campo solapada al noroeste, contaminando su perfil de brillo. El proceso de enmascaramiento podría haber subestimado la contribución del disco, elevando la

razón B/D, lo cual podría explicar que, aunque este valor sea típico de galaxias de tipo no avanzado, en base al resto de los criterios morfológicos, se trate más bien de una Sb.

UCM2315+1625

Es ZWG 454.027 y MCG+3-59-29, clasificada como espiral en el PGC (Paturel et al., 1989). Se presenta como una espiral con un bulbo importante y con un perfil de brillo cuyas isofotas externas resultan muy contaminadas por la luz de una estrella muy brillante situada al oeste del objeto. Ello ha exigido truncar el perfil antes de la isofota de 24 mag/□, por lo que sus parámetros fotométricos resultan dudosos, y lo mismo sucede con su morfología; por tanto, con muchas reservas, podría tratarse de una S0.

UCM2315+1923

Galaxia previamente desconocida, con su eje mayor aparente orientado prácticamente en la dirección norte-sur y con una inclinación en el cielo de $i = 53^\circ \pm 2^\circ$. En la descomposición B+D de su perfil de brillo domina claramente la componente del bulbo, indicando tipo de Hubble no avanzado, y aunque su índice c_{42} y su brillo medio efectivo son más propios de tipo avanzado, analizada conjuntamente toda la información fotométrica parece más probable que se trate de una Sa.

UCM2315+1658

Objeto previamente desconocido, muy débil y compacto, que presenta otro objeto aún más débil ($m_r = 21.6$) situado unos 2.8" al oeste del UCM. Su distribución de luz en la imagen se ajusta a una gaussiana con FWHM igual a la de la PSF de la observación, lo cual junto con el hecho de que su perfil de brillo no admita descomposición B+D y que sus parámetros fotométricos presenten valores fuera del rango de los propios para galaxias, podría indicar que se trata de una estrella.

UCM2316+2457

Es Mrk 319, clasificada como SBa en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991) y como SBb en Mazzarella & Balzano (1986), y KUG2316+249 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en que aparece descrita como espiral barrada con nudos de regiones HII a lo largo de los brazos, presentando la galaxia un exceso UV medio, aunque los brazos tienen exceso UV alto.

A la vista de nuestra imagen r , se trata en efecto de una espiral barrada muy luminosa ($M_r = -22.8$) con brazos muy marcados y con varias regiones emisoras en los brazos norte y sur, siendo todo ello responsable de los saltos observados en el perfil de brillo; se observa así mismo un giro continuo en el PA de las isofotas, desde una orientación noroeste-sureste en la estructura espiral hasta la orientación final este-oeste en las isofotas más externas del disco. La descomposición B+D de su perfil de brillo superficial presenta una componente de bulbo importante, aunque se extingue rápidamente con la distancia radial, de modo que para un radio

equivalente mayor que 5", el perfil resulta ya totalmente dominado por la componente de disco. En base a los criterios morfológicos, nuestra clasificación resulta más próxima a SBa, de acuerdo con el tipo catalogado en el RC3.

UCM2316+2459

Es ZWG 475.061 y KARA 72581B y se trata de una galaxia espiral con su brazo sur más prominente y con una región emisora en su brazo norte. Esta asimetría en los brazos, junto con la presencia de brotes explica las oscilaciones de los perfiles de brillo, de PA y de elipticidad, especialmente entre los 3" y los 9" de radio equivalente. Su perfil de brillo resulta dominado por la componente de disco, indicando tipo de Hubble avanzado, y lo mismo resulta de los otros criterios morfológicos, por lo que, en conjunto, se trata más bien de una Sc.

UCM2316+2028

Galaxia previamente desconocida, compacta ($D_{24} \sim 11$ kpc) y no muy luminosa ($M_r = -19.5$). Su perfil de brillo es suave, sin alteraciones que denoten estructuras subyacentes, y en cuanto a su morfología todos los criterios la clasifican como de tipo intermedio entre Sb y Sc, aunque con mayor tendencia hacia Sc.

UCM2317+1607

Galaxia previamente desconocida, sin rasgos específicos morfológicos, salvo un núcleo intenso algo descentrado, y con un perfil de brillo dominado por la componente de bulbo, indicando tipo no avanzado, y aunque su índice c_{42} y su brillo medio efectivo resultan algo débiles, podría tratarse quizás de una Sa.

UCM2317+2356

Es NGC 7620, clasificada como Scd en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991), Mrk 321, clasificada como Sbc en Mazzarella & Balzano (1986) y KUG2317+239 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en que aparece descrita como espiral de bajo exceso UV con nudos de regiones HII a lo largo de los brazos.

En nuestra imagen r se presenta como una espiral, vista casi de cara, de gran tamaño ($D_{24} \sim 50$ kpc) y muy luminosa (con $M_r = -23.5$ es la galaxia espiral más brillante de la muestra, sólo superada ligeramente por la cD UCM2321+1631), con un bulbo muy intenso y con varias regiones HII a lo largo de los brazos espirales. Nuestra clasificación morfológica da como resultado un tipo intermedio entre Sa y Sb, aunque algo desplazado hacia Sa, ésto es, más retrasado que las morfologías previamente catalogadas. Ello podría deberse en parte a que éstas están basadas en imágenes tomadas en el azul, por lo que nuestro resultado indicaría que hay fuerte emisión en el rojo en la zona nuclear, retrasando por tanto su tipo morfológico respecto al obtenido en la banda B.

UCM2319+2234

Es sólo KUG2319+225 de la lista XI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1990), en que aparece descrita como compacta esferoidal de bajo exceso UV. A la vista de nuestra información, se trata de una galaxia espiral con una inclinación de $i = 49^{\circ} \pm 3^{\circ}$, situada unos 20" al noreste de un objeto compacto y débil, posiblemente una estrella de campo, y a unos 30" de otro objeto mucho mayor y 0.8 mag más brillante que el UCM, pero que no presenta emisión en su espectro (Gallego, 1995). Sus clasificadores morfológicos, y en especial sus bajos índices de concentración, indican que se trata de una espiral de tipo avanzado, Sc.

UCM2319+2243

Galaxia previamente desconocida, pese a su magnitud aparente relativamente brillante ($m_r = 14.75$), con su eje mayor aparente situado en $PA = 148^{\circ} \pm 6^{\circ}$. Su perfil de brillo resulta claramente dominado por la componente de bulbo, indicando probablemente una emisión nuclear muy intensa en el rojo. Todos sus clasificadores, y en especial sus elevados índices de concentración, indican una morfología propia de tipos no avanzados, y con mayor probabilidad podría tratarse de una S0.

UCM2320+2428

Es ZWG 476.027 y KAZ 332 de la lista III de galaxias con exceso UV de Kazaryan & Kazaryan (1980) en que aparece descrita como objeto de forma elíptica rodeado por un halo y con un objeto estelar al norte. Se presenta como una espiral (posiblemente en la placa de Kazaryan sólo vieron la parte alargada más interna, de aspecto elíptico), vista casi de canto ($i = 77^{\circ} \pm 2^{\circ}$), con una componente de bulbo muy extensa, y con las isofotas más externas contaminadas por la presencia de dos estrellas de campo (en la placa POSS las dos estrellas se confunden en una, lo que explicaría la descripción de Kazaryan), situadas al norte de la galaxia. La importante contribución de la luz en el centro de la galaxia, desplaza su morfología hacia primeros tipos de espirales, más probablemente Sa.

UCM2321+1631

Es NGC 7647 = UGC 12576, clasificada como E en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Se trata de una galaxia de gran tamaño ($D_{24} \sim 136$ kpc) y la más luminosa de toda la muestra ($M_r = -23.6$), cuyo perfil de brillo presenta una componente de bulbo muy dominante, aunque con una contribución de disco no despreciable que hace que nos inclinemos, en principio, más hacia un tipo S0 que hacia el tipo E, previamente catalogado; y respecto a su color, a partir de su magnitud azul del RC3, $m_B = 14.56$, y nuestra magnitud roja $m_r = 13.38$, deducimos un $B-r \sim 1.2$, valor típico para galaxias de tipo E y S0 (Kent, 1984).

Ahora bien, esta galaxia resulta ser una cD (galaxias gigantes elípticas brillantes rodeadas con grandes envolturas y que suelen presentarse cerca de los centros de los cúmulos ricos) cuya envoltura presenta colores rojos que indicarían una población roja evolucionada abundante (Mackie, 1992); dicha envoltura se va

haciendo gradualmente más roja a grandes radios, llegando incluso a ser 0.2 mag más roja que su núcleo en las partes más externas. Tales envolturas rojas anómalas presentes en las cD podrían explicarse mediante estrellas calientes y luminosas que evolucionarían rápidamente, influyendo enormemente en el color rojo de la galaxia, y podrían estar presentes después de períodos de gran actividad dinámica (fusión, barrido o despojado de materia, etc).

La galaxia NGC 7647 pertenece al cúmulo rico A2589, que tiene una población ligada de al menos diez galaxias satélites alrededor de dicha cD, la cual presenta una velocidad próxima a la media del cúmulo (Bothun & Schombert, 1990); estas galaxias satélite tienen velocidades bajas dentro del cúmulo, por lo que podrían fusionarse con la cD (Bothun & Schombert, 1988). Además, comparaciones realizadas entre las observaciones disponibles y una serie de simulaciones numéricas de sistemas fusionados (*mergers*) sugieren fuertemente una historia pasada de crecimiento dinámico para los miembros más brillantes del cúmulo (BCM, del inglés, *brightest cluster members*, referido a la galaxia elíptica mayor en tamaño y más luminosa en un cúmulo). Los *mergers* fueron importantes en la etapa temprana del cúmulo, antes de la virialización y la formación de una identidad única del cúmulo (Schombert, 1987). En suma, no está aún resuelto el problema de saber si dichas envolturas se forman antes que el cúmulo o más bien son un resultado de la captura posterior, por parte de la galaxia, de materia procedente del cúmulo ya formado, aunque los resultados más recientes parecen decantarse por la idea de que tales envolturas parecen haberse formado más probablemente antes del colapso del cúmulo al que pertenecen (Schombert, 1992).

Desde el punto de vista de la mera clasificación morfológica, este exceso de luz en el rojo en las partes externas respecto a lo que sería una ley $r^{1/4}$ pura para una elíptica normal, sin ninguna envoltura, queda patente en nuestro perfil en el filtro r a partir de los 6", siendo interpretado lógicamente por nuestro programa de descomposición B+D como debido a la existencia de una componente de disco, puesto que asigna a ésta toda la luz que no pertenece propiamente a la componente de bulbo. La presencia de dicha envoltura explicaría por tanto, en este caso, la discrepancia entre la clasificación morfológica (S0) obtenida como consecuencia del uso de un modelo conjunto de bulbo+disco y la obtenida (elíptica cD) mediante un análisis específico de los gradientes de color en galaxias elípticas.

UCM2321+2149

Galaxia espiral, previamente desconocida, con brazos algo asimétricos que podrían denotar la presencia de polvo subyacente. Su perfil de brillo resulta totalmente dominado por la componente de disco, indicando tipo avanzado, y lo mismo sucede con el resto de los criterios morfológicos, por lo que se trata con mayor probabilidad de una Sc.

UCM2321+2506

Es ZWG 476.030 y KUG2321+251 de la lista II de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1985) en que aparece descrita como espiral peculiar con exceso UV medio. En nuestra imagen r se presenta como una galaxia espiral con el

semieje mayor aparente orientado en $PA = 59^{\circ} \pm 1^{\circ}$ y con una inclinación de $i = 57^{\circ} \pm 1^{\circ}$, con un bulbo extenso que denote quizá la presencia de un brote casi nuclear. Todos sus clasificadores morfológicos coinciden en que se trata de una espiral entre Sb y Sc, aunque con clara tendencia hacia Sc.

UCM2322+2218

Galaxia espiral, previamente desconocida, sin rasgos específicos en su imagen r, y con un perfil dominado por la componente de disco. Sus parámetros fotométricos, y en especial sus bajos índices de concentración, indican que se trata de una espiral de tipo bastante avanzado, Sc⁺.

UCM2323+2047

Galaxia espiral, previamente desconocida, pese a su magnitud aparente relativamente brillante ($m_r=14.84$). En su imagen parece apreciarse una estructura de barra subyacente en $PA \sim 65^{\circ}$, coincidente con el exceso de luz observado en el perfil de brillo entre los 6" y los 12". A unos 8" al norte y 6" al oeste se aprecia otro objeto, muy compacto y débil (con $m_r \sim 18.0$), posiblemente una estrella de campo, que solapa las isofotas más externas de nuestra galaxia. Su morfología resulta comprendida entre SBb y SBc, aunque con ligera tendencia hacia SBb.

UCM2323+2252

Objeto muy compacto y débil, con apariencia estelar, y con una distribución de luz en la imagen que se ajusta a una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho, junto con que su perfil de brillo no admite descomposición B+D y que algunos de sus parámetros fotométricos presentan valores fuera del rango propio de galaxias, indica que se trata de una estrella.

UCM2324+2448

Es NGC 7664, clasificada como Sc en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). Es una espiral muy cercana ($z = 0.01230$) con sus isofotas deformadas por los brazos espirales, muy marcados, y con el núcleo algo descentrado. Su perfil de brillo resulta dominado por la componente de disco, indicando tipo avanzado, y aunque su brillo medio efectivo resulta bastante luminoso, el resto de los criterios coinciden en que se trata más bien de una Sc, de acuerdo con la morfología previamente catalogada.

UCM2325+1628

Objeto previamente desconocido, muy compacto, con una distribución de luz en su imagen que se ajusta prácticamente a una gaussiana con FWHM igual a la de la PSF de la observación. Su descomposición en B+D resulta anómala, con un disco de caída muy rápida que domina en la parte interna del perfil. Aunque en principio presenta un aspecto meramente estelar, la información espectroscópica ha confirmado su naturaleza como galaxia de baja metalicidad (Gallego, 1995). Es, junto con UCM1612+1309, uno de los dos objetos más débiles y pequeños de la muestra, con $M_r = -16.7 \pm 0.2$ y un tamaño de sólo 3 kpc; estas características, junto

con el hecho de que la mayoría de los criterios indican que es una galaxia de tipo avanzado, apuntan a que podría tratarse más bien de una BCD.

UCM2325+1815

Es MCG+03-59-58, clasificada solamente como de morfología espiral en RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991). En nuestra imagen *r* se presenta como una espiral de gran tamaño ($D_{24} \sim 55$ kpc) y muy luminosa ($M_r = -22.4$), cuya orientación, casi de cara, muestra unos brazos espirales muy desarrollados, especialmente el norte, y con regiones HII. Su perfil de brillo ha sido truncado en las isofotas más débiles para evitar la fuerte contaminación residual de una estrella de campo muy brillante situada al este de la galaxia. Todos sus indicadores morfológicos coinciden en clasificarla como de tipo Sb-Sc, aunque con ligera tendencia hacia Sb.

UCM2325+1945

Es sólo ZWG 454.070 y se presenta como una espiral con brazos asimétricos, estando el brazo oeste más desarrollado. La galaxia vecina al sureste, unas 3 mag. aparentes más débil, presenta otro *z* muy diferente al de la UCM, por lo que no parece probable la existencia de una interacción entre ambas. En la imagen de la UCM se observa un bulbo intenso pero muy concentrado, por lo que el perfil de brillo resulta totalmente dominado por el disco a partir de los 4" de radio equivalente. La morfología dominante, en base a los cinco criterios utilizados, resulta ser Sb.

UCM2325+2208

Es NGC 7678, clasificada como SAB(rs)c en el RC3 (de Vaucouleurs et al., 1991), UGC 12614 y KUG2325+221 de la lista XI de la exploración de Kiso (Takase & Miyauchi-Isobe, 1990), en la que aparece descrita como espiral con nudos de regiones HII, de exceso UV medio, y con brazos azules, especialmente en la zona de brillo superficial alto, siendo su bulbo más bien rojo. En efecto, en nuestra imagen *r* se muestra como una espiral barrada, con un núcleo intenso y concentrado, con brazos muy prominentes, especialmente el del sur, presentando éstos varias regiones HII, de las cuales las más intensas pertenecen también a dicho brazo sur. Kent (1985b) obtiene para este objeto un perfil totalmente dominado por el disco, con una escala exponencial de 6.34 kpc, pero sin considerar contribución del bulbo, mientras nuestra descomposición, que incluye dicha contribución, ofrece un valor de 8.2 kpc para este parámetro de la componente de disco. A partir de la integración en su perfil de brillo, dicho autor obtiene una magnitud de unas 0.6 mag más brillante que nuestro valor integrado en la imagen, y de Jong et al. (1994) obtienen para esta galaxia un color $B-R = 1.25$. En base a los cinco criterios utilizados en nuestro estudio, obtenemos una morfología correspondiente a SBb-SBc, aunque con clara tendencia a SBc, de acuerdo con el tipo previamente catalogado en el RC3.

UCM2326+2435

Galaxia espiral, previamente desconocida, muy inclinada ($i = 72^\circ \pm 2^\circ$) y que presenta un brote intenso situado a unos 3" al noroeste del núcleo, lo cual provoca un aumento en la contribución del bulbo, elevando la razón B/D. Aunque algunos de sus criterios indican que se trata de una espiral de tipo avanzado, el tipo más dominante correspondería más bien a una Sa, aunque la intensidad del brote y su localización próxima al núcleo podrían haber elevado el grado de concentración de la luz, retrasándola hacia primeros tipos.

UCM2327+2515N

Es la componente norte del sistema múltiple conocido como ZWG 476.055, y se presenta como una espiral con su eje mayor aparente orientado en la dirección norte-sur. Su perfil de brillo se muestra dominado por la componente de disco, aunque resulta contaminado al norte por una estrella de campo, y al sur por su galaxia compañera, que presenta el mismo z en sus líneas espectrales (Gallego, 1995), pudiendo tratarse de un par en interacción. Esta galaxia figura en un estudio de galaxias compactas de Moles et al. (1987) como el miembro norte del par IV Zw 153 con magnitud 15.20 en la banda R, valor similar al obtenido por nosotros en el filtro r . Según la mayoría de los criterios morfológicos, aún con las reservas propias del problema inherente a la contaminación residual por los dos objetos vecinos, su tipo más probable correspondería a Sb.

UCM2327+2515S

Es el miembro sur del par ZWG 476.055, cuyos dos miembros tienen el mismo z , y presenta una especie de cola, orientada en dirección suroeste, que podría representar un residuo de interacción entre ambos sistemas. En el estudio de galaxias compactas de Moles et al. (1987), esta galaxia presenta una magnitud de 15.30 en la banda R, valor muy próximo al obtenido por nosotros en el filtro r , dentro de la dificultad que supone medir las dos galaxias por separado, dada su pequeña separación angular. El análisis de su perfil de brillo resulta complejo, debido a la fuerte contaminación del objeto vecino, aunque en conjunto su morfología parece corresponder a tipos S0-Sa, aunque con ligera tendencia hacia S0.

UCM2329+2427

Es ZWG 476.060 y se presenta como una galaxia espiral muy inclinada ($i = 71^\circ \pm 1^\circ$) con las isofotas internas asimétricas por la mayor intensidad relativa de su brazo sur, denotando quizá la existencia de polvo subyacente en la región próxima al noroeste del núcleo. La descomposición B+D de su perfil de brillo presenta una contribución importante del bulbo y el ligero exceso de luz entre los 5" y los 8" de radio equivalente podría corresponder al relativo déficit de polvo en esa zona, realzándose la contribución de los brazos espirales.

UCM2329+2500

Es sólo conocida como KAZ 341, de la lista III de galaxias con exceso UV de Kazaryan & Kazaryan (1980), en que aparece descrita como un objeto de gran exceso UV, de apariencia estelar y rodeada por un halo débil.

En base a nuestra información, se presenta como una espiral con $D_{24} \sim 22$ kpc y $M_r = -21.2$, inclinada $32^\circ \pm 3^\circ$ en el plano del cielo. La descomposición B+D de su perfil de brillo resulta dominada por la componente del bulbo, y a partir de los 8" de radio equivalente se observa un marcado exceso de luz que corresponde a un anillo apreciable en la imagen r; de hecho, el perfil de brillo de este objeto respecto a la variable $r^{1/4}$ demuestra que la distribución de luz está prácticamente dominada por una componente de bulbo pura que sólo se desvía de la recta en $r^{1/4}$ por el exceso de luz antes mencionado. Para confirmar la existencia de dicho anillo, se ha procedido a sustraer un modelo bidimensional de bulbo puro a la imagen obtenida en la banda r (Gallego et al., 1994), con lo que la imagen remanente revela también la presencia de dicha estructura en anillo con varias subestructuras presentes en él, especialmente una región emisora intensa localizada en $PA = 45^\circ$. Los bordes de dicho anillo aparecen muy definidos, con diámetros interno y externo de 15" y 22", respectivamente, en $PA = 135^\circ$ y de 12" y 20" en $PA = 45^\circ$; si se asume una forma intrínsecamente circular para el anillo, éste se presenta con una inclinación de unos 30° .

Por otro lado, el análisis espectroscópico (Gallego et al., 1994) ha revelado la presencia de un núcleo Sy 1, con intensas líneas de emisión de alta ionización, rodeado de un anillo con varias regiones emisoras procedentes de gas fotoionizado por estrellas jóvenes. Tal coincidencia de núcleo activo rodeado de un anillo emisor podría explicarse mediante un pasado encuentro entre dos galaxias; por un lado, recordemos que entre los posibles restos de una interacción pueden aparecer brotes de formación estelar, anillos, etc., y que una gran fracción de galaxias que albergan un núcleo activo muestran estas peculiares morfologías, y por otro, que, aunque no todas las interacciones deban conducir forzosamente a la aparición de actividad nuclear (Collin-Souffrin, 1992), nuestro objeto aparece en un campo poblado de galaxias, por lo que no parece improbable que en el pasado haya sucedido una interacción. Por último, y respecto a su morfología, todos los criterios, y en especial sus elevados índices de concentración, coinciden en que se trata de una galaxia de tipo S(r)0, coincidente con el hecho conocido de que los núcleos Sy 1 suelen estar usualmente albergados en galaxias S0 y en espirales de tipos no avanzados (Salzer et al., 1989b).

UCM2329+2511

Galaxia previamente desconocida, muy compacta ($D_{24} = 7.7$ kpc) e intrínsecamente débil ($M_r = -18.6$). Su perfil de brillo presenta una componente de bulbo importante, indicando tipo no muy avanzado, y analizando conjuntamente la información procedente de los cinco criterios morfológicos, presenta rasgos que la definen más probablemente como una Sa.

UCM2331+2214

Galaxia previamente desconocida, con un bulbo intenso y algo descentrado que se revela mediante la deformación de las isofotas internas, y que podría reflejar la existencia de un brote junto al núcleo. Aunque su razón B/D es más propia de galaxias de tipo de Hubble no muy avanzado, la existencia de tal brote podría haber sobrestimado la contribución del bulbo, por lo que, más de acuerdo con el resto de los criterios, se trataría de una Sb.

UCM2332+1723

Galaxia previamente desconocida, que presenta un pequeño brote situado unos 2" al oeste del núcleo, lo cual eleva la contribución del bulbo en la descomposición B+D. Su morfología resulta intermedia entre los tipos Sa y Sb, aunque con mayor tendencia hacia Sa.

UCM2333+2248

Galaxia previamente desconocida, con apariencia algo irregular debida a la presencia de un brote intenso a 4.7" al sureste del núcleo, provocando el exceso de luz observado en el perfil de brillo entre los 2" y los 4" de radio equivalente. Su morfología corresponde a un tipo avanzado, Sb-Sc, aunque con clara tendencia hacia Sc.

UCM2333+2359

Galaxia previamente desconocida, con otras dos galaxias más débiles y de apariencia espiral situadas 20" al sur y 20" al suroeste de la UCM, formando con ésta una especie de triángulo equilátero; aunque no se observan claros signos de interacción entre ellas, sería preciso disponer de información espectroscópica de las tres galaxias con el fin de conocer si se encuentran a la misma distancia, o si se trata más bien de un fenómeno de proyección aparente en el cielo. En la descomposición B+D de su perfil de brillo se observa un dominio de la contribución de luz procedente del bulbo, reflejando quizá la presencia de un núcleo activo importante; ello estaría de acuerdo con la naturaleza de Sy 1 que parece reflejar la información espectroscópica disponible hasta la fecha por nuestro equipo (Gallego, 1995). Y en cuanto a su morfología, salvo su índice c_{42} , el resto de los criterios la clasifican como una espiral de primeros tipos, de S0 a Sa, aunque más bien con tendencia hacia S0.

UCM2344+2157

Objeto previamente desconocido, muy compacto y de apariencia estelar. La distribución de luz en su imagen se ajusta a una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Ello, junto con el hecho de que su perfil de brillo superficial no admite descomposición B+D y que sus parámetros fotométricos presentan valores anormales para galaxias, indica que probablemente se trate de una estrella.

UCM2346+2011

Objeto previamente desconocido, muy compacto y de magnitud aparente débil ($m_r = 16.91$). Aunque la geometría en la imagen no sea estrictamente circular, ciertos problemas durante el seguimiento no nos permiten descartar su apariencia meramente estelar. Su distribución de luz en la imagen se ajusta a una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho, junto con que sus parámetros fotométricos, en especial sus bajos índices de concentración presentan valores impropios para galaxias, hace pensar que se trata de una estrella.

UCM2348+2407

Galaxia previamente desconocida, con un perfil de brillo contaminado en sus isofotas más externas por el solapamiento con una estrella de campo situada unos 8" al sur del núcleo de la galaxia. En el proceso de enmascaramiento, la contribución del disco puede haber resultado ligeramente subestimada, con el consiguiente aumento en la razón B/D. Su clasificación morfológica resulta por ello difícil, aunque con mayor probabilidad podría tratarse de una Sa.

UCM2351+2321

Galaxia espiral, previamente desconocida, muy compacta ($D_{24} = 9.3$ kpc) y relativamente débil ($M_r = -19.8$). En su imagen r no se aprecian rasgos morfológicos específicos y su perfil de brillo resulta dominado por la contribución del disco, y aunque su brillo medio efectivo resulta más propio de galaxias espirales de tipo no muy avanzado, el resto de los criterios la caracterizan más bien como Sb.

UCM2357+2440

Objeto previamente desconocido, compacto y de apariencia estelar. Su distribución radial de luz en la imagen se corresponde con una gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Este hecho, junto con que su perfil de brillo superficial no admite descomposición B+D y que algunos de sus parámetros fotométricos presentan valores anormales para galaxias, en especial unos brillos medios tanto efectivo como dentro de la isofota 24.5 mag/□ muy luminosos, indica que probablemente se trate de una estrella.

UCM2357+2241

Objeto previamente desconocido, compacto y de apariencia estelar. Como en el caso anterior, su distribución de luz en la imagen se corresponde con una función gaussiana de FWHM igual a la de la PSF de la observación. Teniendo en cuenta ésto, junto con que su perfil de brillo superficial no admite descomposición B+D y que los brillos medios tanto efectivo como dentro de la isofota 24.5 mag/□ resultan anómalamente luminosos respecto a los valores típicos en las galaxias, nos inclinamos a pensar que muy probablemente se trate de una estrella.

Como resumen, en la tabla 4.6. se han tabulado, para cada uno de los 212 objetos de la muestra UCM, las clasificaciones morfológicas estadísticamente más

Tabla 4.6. Clasificación del tipo morfológico, según los distintos criterios fotométricos, de los objetos de la muestra UCM.

Nombre	B/D	$c_{25}(\alpha) - \bar{\mu}_{24.5}^c$	c_{31}	c_{42}	$\bar{\mu}_c^c$	Tipo final
UCM0001+2255	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0003+2200	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0013+1944	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0014+1829	S0-S0a	Sa-Sab	Sa-Sb	Sc ⁺	Sa-Sb	Sa
UCM0014+1748	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM0015+2212	S0-Sab	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0017+1942	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0018+2216	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM0019+2201	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0022+2049	Sb-Sbc	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM0038+2259	S0-Sab	Sa-Sab	Sa-Sb	Sc ⁺	Sa-Sab	Sa
UCM0040+0257	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0040+0220	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM0043+2440	S0-S0a	Sa-Sab	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sa
UCM0044+2246	S0-Sab	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM0045+2256	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM0047+2051	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sa-Sab	Sc ⁺
UCM0047+2413	S0-Sab	S0-Sab	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0047-0213	S0-S0a	Sa-Sab	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0049-0006	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM0049+0017	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0050+0005	S0-S0a	Sa-Sab	Sa-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0050+2114	S0-Sab	Sa-Sab	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM0056+0044	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Irr
UCM0056+0043	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sb	Sc ⁺
UCM0119+2156	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0121+2137	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0130+2505	S0-S0a	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM0135+2242	S0-S0a	S0-Sab	S0a-Sa	Sb-Sbc	S0-S0a	S0
UCM0141+2220	Sa-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM0142+2137	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sbc	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM0145+2519	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SB(r)c ⁺
UCM0147+2309	S0-Sab	Sa-Sb	S0a-Sb	Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sa
UCM0148+2124	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	BCD
UCM0150+2032	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0150+2056	S0-Sab	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0152+2039	S0-S0a	Sa-Sb	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Estrella
UCM0155+2507	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	SBb
UCM0155+2223	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM0156+2410	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sc ⁺
UCM0157+2324	S0-Sb	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	SBb
UCM0157+2413	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sc ⁺
UCM0157+2102	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM0158+2354	S0-Sa	S0-Sa	S0a-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM0159+2327	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sc ⁺
UCM0206+2300N	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0206+2300S	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM0206+2330	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM0214+2404	S0-S0a	S0-Sa	E-S0	Sa-Sbc	E-S0	S0
UCM0218+2322	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1247+2701	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1253+2926	S0-Sab	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	E-S0a	Estrella
UCM1253+2756	S0-Sab	S0-Sab	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sa

Tabla 4.6. Clasificación del tipo morfológico, según los distintos criterios fotométricos, de los objetos de la muestra UCM (cont.).

Nombre	B/D	$c_{22}^c(\alpha) - \bar{\mu}_{24,5}^c$	c_{31}	c_{42}	$\bar{\mu}_c^c$	Tipo final
UCM1254+2932	S0-Sab	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	E-S0a	Estrella
UCM1254+2741	S0-Sab	Sa-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1254+2853	Sa-Sbc	Sa-Sab	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM1254+2802	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1254+2740	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1255+2819	Sb-Sbc	Sa-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1255+3125	S0-S0a	S0-Sa	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1255+2734	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Irr
UCM1256+2732	S0-S0a	S0-Sa	S0-Sa	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	S0
UCM1256+2702	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Irr
UCM1256+2910	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1256+2823	Sa-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sa-Sab	Sb
UCM1256+2754	S0-S0a	S0-Sab	S0-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-Sa	Sa
UCM1256+2722	Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1257+2754	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	E-S0a	Neb.plan.
UCM1257+2825	S0-Sab	Sa-Sb	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1257+2808	S0-Sab	Sa-Sab	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1258+2754	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1259+2934	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1259+3011	S0-Sab	Sa-Sab	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1259+2755	Sa-Sab	S0-Sa	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1300+2907	S0-S0a	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1300+3136	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0a-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1300+2959	S0-Sab	Sa-Sab	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa
UCM1301+2904	S0-S0a	Sa-Sb	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1302+2853	Sa-Sab	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM1303+2908	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Irr
UCM1304+2808	S0-Sab	Sa-Sab	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	Sa-Sbc	Sa
UCM1304+2830	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM1304+2907	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Irr
UCM1304+2818	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1306+2938	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-Sa	Sb
UCM1307+3111	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sc ⁺
UCM1307+2910	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM1308+2958	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1308+2950	Sa-Sbc	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM1309+2936	.....	.....	Sc ⁺	Sc ⁺	Estrella
UCM1310+3027	S0-Sab	Sa-Sab	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	Sa-Sab	Sa
UCM1312+3039	Sa-Sbc	S0-Sa	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1312+2954	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1313+2938	S0-Sab	Sa-Sab	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1314+2827	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa
UCM1320+2727	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1321+2648	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sbc ⁺
UCM1324+2926	Sa-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	Sa-Sab	BCD
UCM1324+2650	S0-S0a	S0-S0a	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	S0
UCM1325+2955	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM1330+3011	S0-Sab	S0-S0a	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Estrella
UCM1331+2901	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	BCD
UCM1428+2727	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sc ⁺
UCM1429+2645	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1430+2947	S0-S0a	E-S0a	E-S0a	Sb-Sbc	E-S0a	S0
UCM1431+2854	Sa-Sbc	Sa-Sb	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sb

Tabla 4.6. Clasificación del tipo morfológico, según los distintos criterios fotométricos, de los objetos de la muestra UCM (cont.).

Nombre	B/D	$c_{in}(\alpha) - \bar{\mu}_{24.5}^c$	c_{31}	c_{42}	$\bar{\mu}_c$	Tipo final
UCM1431+2702	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM1431+2947	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM1431+2814	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sa-Sab	Sa
UCM1432+2645	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM1439+2439	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1440+2521S	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1440+2521N	S0-S0a	S0a-Sa	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM1440+2511	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1442+2845	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1443+2714	S0-Sab	S0-S0a	S0-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1443+2844	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	SBc
UCM1443+2548	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1444+2923	S0-S0a	E-S0a	E-S0	S0-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0
UCM1445+2855	S0-S0a	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1447+2535	S0-S0a	S0-S0a	S0	S0-Sab	S0-S0a	S0
UCM1449+2844	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1451+2954	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1452+2754	Sb-Sbc	Sa-Sab	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM1506+1924	S0-Sab	Sa-Sb	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1513+2012	S0-S0a	E-S0a	S0a-Sa	Sb-Sbc	S0-S0a	S0
UCM1537+2506S	S0-Sab	S0-Sa	S0-Sa	Sb-Sbc	S0-S0a	SBa
UCM1537+2506N	Sa-Sbc	Sa-Sab	S0	Sa-Sbc	S0-Sab	SBb
UCM1557+1423	Sb-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM1604+1642	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1608+1335	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM1612+1309	Sa-Sab	Sa-Sb	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM1646+2725	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1647+2950	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1647+2727	S0-Sab	Sa-Sab	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1647+2729	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM1648+2855	Sa-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1651+2721	.....	Sb-Sc ⁺	E-S0a	Estrella
UCM1651+3017	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb
UCM1654+2812	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM1655+2755	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM1656+2845	Sb-Sbc	Sa-Sb	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sa-Sab	Sb
UCM1656+2744	S0-Sa	S0-Sa	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM1657+2900	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sc ⁺
UCM1659+2928	S0-S0a	S0-Sa	S0	S0-Sa	S0-S0a	SB0
UCM1701+3131	S0-S0a	E-Sa	E-S0	E-S0a	E-S0a	S0
UCM2238+2308	S0-S0a	Sa-Sb	Sa	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM2239+2402	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM2239+1959	S0-S0a	E-S0a	E-S0	S0-Sab	.....	S0
UCM2244+2049	S0-S0a	S0-Sa	S0-Sa	Sb-Sbc	S0-S0a	S(r)0
UCM2249+2149	S0-Sab	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM2250+2427	Sa-Sbc	Sa-Sab	S0	S0-S0a	S0-S0a	Sa
UCM2251+2352	Sbc-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sc ⁺
UCM2253+2219	S0-Sab	Sa-Sb	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2255+1930S	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM2255+1930N	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM2255+1926	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2255+1654	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2256+2002	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺

Tabla 4.6. Clasificación del tipo morfológico, según los distintos criterios fotométricos, de los objetos de la muestra UCM (cont.).

Nombre	B/D	$c_{in}(\alpha) - \bar{\mu}_{24,5}^c$	c_{31}	c_{42}	$\bar{\mu}_c^c$	Tipo final
UCM2257+2438	S0-S0a	E-S0a	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	S0
UCM2258+1920	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2300+2014	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2302+2053W	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2302+2053E	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sb
UCM2303+1856	S0-Sab	S0-Sa	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2303+1702	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2304+1640	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM2305+1621	S0-Sab	S0-S0a	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2306+1703	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2306+1947	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM2307+2118	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM2310+1800	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2312+2500	Sa-Sbc	Sa-Sb	S0-Sa	Sb-Sc	S0-Sab	S(r)a
UCM2313+1842	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sa-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2315+1625	E-S0a	E-S0a	E-S0	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0
UCM2315+1923	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa
UCM2315+1658	.....	.....	.....	.....	.....	Estrella
UCM2316+2457	Sa-Sab	S0a-Sab	S0	Sa-Sbc	S0-S0a	SBa
UCM2316+2459	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2316+2028	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2317+1607	S0-S0a	S0-Sa	S0-Sa	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sa
UCM2317+2356	Sa-Sbc	S0-Sab	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2319+2234	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2319+2243	S0-S0a	S0-S0a	S0	S0-Sab	E-S0a	S0
UCM2320+2428	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2321+1631	S0-Sab	E-S0	E-S0	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0
UCM2321+2149	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2321+2506	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2322+2218	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2323+2047	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBb
UCM2323+2252	.....	.....	Sbc-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Estrella
UCM2324+2448	Sb-Sc ⁺	Sa-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sc ⁺
UCM2325+1628	S0-Sab	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	BCD
UCM2325+1815	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2325+1945	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2325+2208	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	SBc ⁺
UCM2326+2435	S0-Sab	Sa-Sb	S0a-Sb	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sa
UCM2327+2515N	Sb-Sbc	Sa-Sab	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM2327+2515S	S0-Sab	S0-Sa	S0-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	S0
UCM2329+2427	Sa-Sbc	Sb-Sc ⁺	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM2329+2500	S0-S0a	S0-Sa	S0	S0-Sab	S0-S0a	S(r)0
UCM2329+2511	S0-Sab	S0a-Sab	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-Sab	Sa
UCM2331+2214	S0-S0a	Sa-Sb	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sb
UCM2332+1723	S0-Sab	Sa-Sab	S0a-Sb	Sb-Sc ⁺	S0a-Sab	Sa
UCM2333+2248	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Sb-Sc ⁺	Sc ⁺
UCM2333+2359	S0-S0a	S0-Sa	S0a-Sa	Sb-Sc ⁺	S0-S0a	S0
UCM2344+2157	.....	E-S0	.....	.....	.....	Estrella
UCM2346+2011	.....	.....	.....	.....	E-S0a	Estrella
UCM2348+2407	S0-Sab	S0-Sa	Sab-Sb	Sc ⁺	S0-S0a	Sa
UCM2351+2321	Sb-Sbc	Sb-Sc ⁺	Sab-Sc ⁺	Sc ⁺	S0-S0a	Sb
UCM2357+2440	.....	.....	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Estrella
UCM2357+2241	.....	.....	Sbc-Sc ⁺	Sc ⁺	Estrella

probables obtenidas a partir de los cinco criterios mencionados, y en la última columna aparece listado el tipo morfológico finalmente adoptado en función de toda la información disponible en conjunto.

No debemos olvidar, sin embargo, que además de la ya mencionada dispersión en los valores de los parámetros utilizados dentro de un mismo tipo de Hubble, existen numerosas limitaciones a la hora de intentar cualquier clasificación morfológica. Por un lado, las clasificaciones estándar habitualmente utilizadas están basadas en muestras de galaxias brillantes, con lo que su uso podría introducir ciertas tendencias o sesgos al intentar clasificar otras muestras de galaxias. Y por otro lado, no olvidemos que la fotometría mide la luz de las galaxias y no la masa subyacente, por lo que cualquier interpretación física sobre la conexión entre los parámetros fotométricos y el tipo morfológico de Hubble necesita del conocimiento, aún muy incompleto en el estado actual de la astronomía extragaláctica, de la masa total de las galaxias y de cómo ésta se encuentra distribuida espacialmente en las mismas, o que incluso las relaciones utilizadas para las observaciones de las galaxias en una banda, pueden diferir si éstas se observaran en otra banda distinta (Kent, 1985b).

4.5. Análisis estadístico de los resultados fotométricos de los objetos de la muestra UCM.

Dentro de cualquier análisis cuantitativo que se realice sobre una muestra amplia de datos, se hace preciso un estudio estadístico sobre los mismos, tanto en su vertiente absoluta como en la relativa al efectuar las comparaciones posibles con otras muestras existentes. En este sentido procederemos a analizar los resultados estadísticos obtenidos para los distintos parámetros calculados para los objetos de la muestra UCM, y compararemos, en aquellos casos en que ello sea posible, con otras muestras de galaxias disponibles en la literatura. Respecto al análisis comparativo, debe tenerse siempre presente la forma en que han sido elaboradas las distintas muestras, esto es, sus criterios de selección, completitud, tratamiento de la información, etc; ahora bien, ello no siempre resulta fácil o posible, por lo que para evitar la inclusión de tendencias o sesgos, en algunos casos las comparaciones deben limitarse a meras descripciones orientativas.

4.5.1. Parámetros fotométricos globales.

En la figura 4.2 se ha representado un histograma de las frecuencias de las magnitudes aparentes de los objetos de la muestra UCM en el filtro r de Thuan & Gunn (1976), m_r , agrupadas para una mejor visualización en intervalos de 0.5 mag. La distribución, que cubre un rango de unas 8 mag., se presenta muy simétrica en torno a un valor central de frecuencia máxima en el intervalo 15.5-16.0; sin embargo este pico no se presenta claramente aislado, puesto que la distribución no decae bruscamente para valores próximos más o menos brillantes que éste, sino que presenta un ensanchamiento principal desde 14.75 hasta 16.75. La mediana de la distribución corresponde al valor 15.52 y el valor medio para toda la muestra es de

15.5 ± 1.2 mag. Las caídas bruscas en el histograma se producen para magnitudes más débiles que 16.75 y para magnitudes más brillantes que 14.25, estando dentro de este rango, que abarca 2.5 mag, el 78% de los objetos de la muestra.

Por otro lado, se observa una baja detección de objetos más brillantes que magnitud 13 debido a que, en nuestro método de selección de prisma-objetivo, los espectros correspondientes a estas galaxias aparecen totalmente saturados, impidiendo la detección por contraste de las posibles líneas de emisión subyacentes en ellos. Sólo se detectarán galaxias más brillantes si son extensas y la emisión procede de una región HII fuera del núcleo, pues en ese caso el brillo superficial resulta relativamente débil y el espectro de la región HII queda contrastado. Igualmente se observa una tenue pero apreciable cola hacia magnitudes débiles, así como una carencia en la detección de objetos de magnitud superior a 18, puesto que su debilidad aparente impide que sean detectados en las placas de prisma-objetivo, salvo en aquellos casos que pudieran presentar flujos de $H\alpha$ importantes.

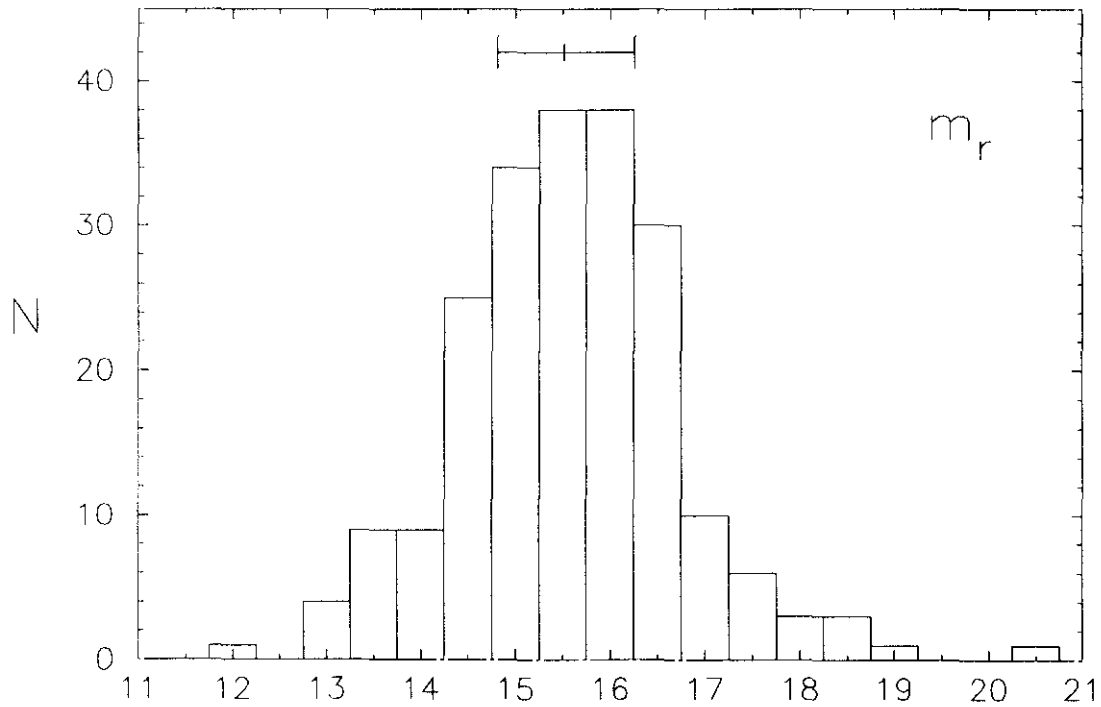


Fig. 4.2. Histograma de magnitudes aparentes para los objetos de la exploración UCM. Los segmentos trazados en la parte superior, al igual que en los histogramas sucesivos, corresponden a los valores del primer cuartil, de la mediana y del tercer cuartil.

Y por último, independientemente de su magnitud, no olvidemos que debido a la instrumentación utilizada en nuestra técnica de prisma-objetivo, aquellos objetos con $z > 0.04$ no pueden ser detectados por nuestra exploración, puesto que la línea de emisión $H\alpha + [NII]$ que permite su selección cae fuera del rango espectral definido

por la combinación emulsión+filtro utilizada. No debe olvidarse, como ya se ha mencionado previamente, que en ningún caso nuestra exploración está basada en una muestra limitada por la magnitud aparente, sino por una combinación del flujo de las líneas de emisión y de su anchura equivalente, así como por el citado valor del z límite instrumental permitido. Así en este tipo de exploraciones, basadas en prisma-objetivo, muchos objetos presentarían magnitudes aparentes mucho más débiles que el límite de completitud determinado mediante test normales, puesto que estas exploraciones tienden a seleccionar objetos con líneas de emisión intensas y continuos relativamente débiles, es decir con magnitud aparente débil (Salzer et al., 1988). En definitiva, en este tipo de exploraciones, alcanzar magnitudes aparentes más débiles no significa llegar más profundo en el Universo, sino alcanzar objetos con magnitud absoluta intrínsecamente más débil, como comentaremos en breve.

En lo referente al análisis comparativo con otras muestras de galaxias, se han construido en la fig 4.3 sus histogramas correspondientes. Respecto a las observadas en la banda roja, la de Wasilewski (WAS) (1983), seleccionada mediante prisma-objetivo en el azul, pero estudiada después en el filtro r de Thuan & Gunn por Bothun et al. (1989), presenta, para un conjunto de 81 galaxias, una distribución de magnitudes aparentes con máximos de frecuencia en ~ 14.3 y en ~ 15.3 , si se convierten sus magnitudes dentro de la isofota de 24 mag/□ en magnitudes totales mediante $m_{\text{tot}} = m_{24} - 0.21$ según los resultados de Kent (1984), pero con una zona central muy ensanchada, que se extiende desde 13.0 hasta 15.6 mag., con continuos altibajos y que incluye el 64% de los datos, por lo que la distribución resulta más irregular que la de la muestra UCM. Además, nuestra exploración detecta objetos más débiles que la muestra de Wasilewski, puesto que esta última está más desplazada hacia objetos de mayor brillo aparente, presentando muy pocos objetos más débiles que 16.5 mag., y con una mediana y una media en torno al valor de ~ 14.5 . En resumen, en nuestra exploración mediante prisma-objetivo en el rojo se están detectando objetos 1 mag en promedio más débiles que los de la muestra de Wasilewski. Y respecto a la exploración de prisma-objetivo en el rojo de Kinman (1984), aunque se carece de sus magnitudes en el rojo, las comparaciones realizadas respecto al porcentaje de galaxias Zwicky detectadas como GLE (Zamorano et al., 1994) indican que debido a la mayor dispersión en sus espectros, esta muestra detecta una fracción mucho menor de galaxias débiles respecto a la exploración UCM; así, la exploración de Kinman detecta como galaxias con emisión sólo un 12% de las galaxias Zwicky con $m_{\text{Zw}} > 15.0$, mientras en la exploración UCM esta fracción llega al 41%. En definitiva, la exploración UCM presenta la ventaja de descubrir el carácter emisor en galaxias más débiles, respecto a otras exploraciones previas realizadas en la zona roja del espectro.

En cuanto a la exploración de la Universidad de Michigan (UM) seleccionada mediante prisma-objetivo en el azul (Salzer et al., 1989b), su distribución de magnitudes aparentes, para una muestra de 155 objetos, presenta un aumento del número de galaxias al decrecer su brillo aparente hasta $m_B = 16.0-16.5$, donde se produce un aumento brusco en el número de detecciones, pero luego el histograma no decae rápidamente, sino que se estabiliza en una frecuencia alta hasta

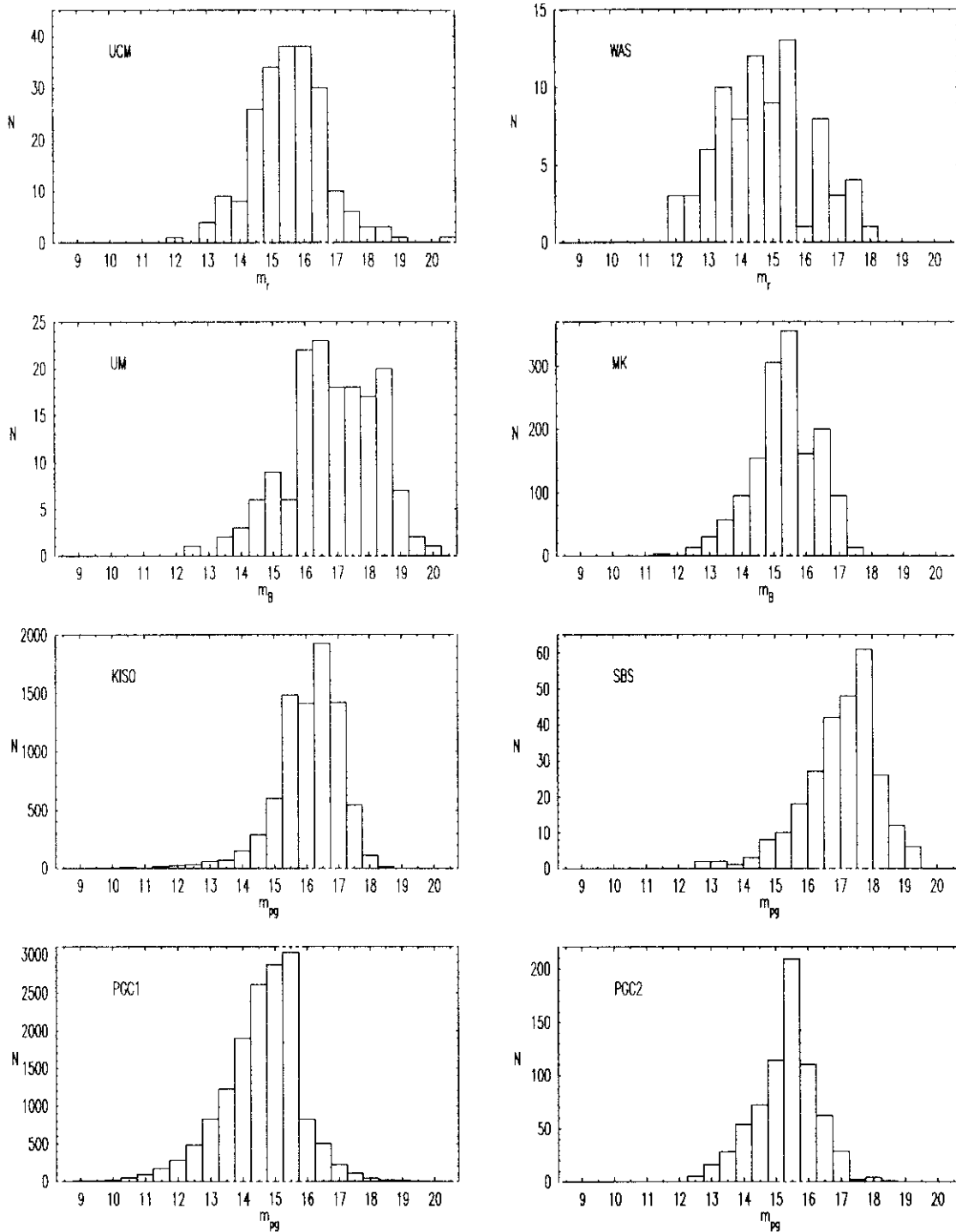


Fig. 4.3. Histogramas comparativos de la distribución de magnitudes aparentes para distintas muestras de galaxias.

$m_B = 18.5$. Las caídas bruscas se producen para magnitudes más débiles que $m_B = 18.75$, ésto es $m_r \sim 17.75$, si se transforma a la banda r mediante $m_B - m_r \sim 1$, de acuerdo con Kent (1984) y Bothun et al. (1989), y para magnitudes más brillantes que $m_B = 15.75$ ($m_r \sim 14.75$), mientras que en nuestra exploración UCM dichas caídas se producen en $m_r > 16.75$ y $m_r < 14.25$, respectivamente. La distribución de la exploración UM abarca un rango total de unas 8 mag., muy similar al nuestro, aunque con mayor frecuencia de detección de objetos débiles; la mediana de su distribución se encuentra en $m_B = 16.9$ ($m_r \sim 15.9$) y su valor medio es $m_B = 16.8 \pm 1.4$ ($m_r \sim 15.8$), valores muy parecidos a los de nuestra muestra, aunque ligeramente más débiles. En resumen, las distribuciones de brillos aparentes de las muestras UCM y UM resultan ligeramente similares en cuanto a forma, aunque la de Michigan resulta menos simétrica y algo desplazada hacia magnitudes más débiles, puesto que su técnica de selección permite descubrir objetos con mayor desplazamiento hacia el rojo en su espectro (e incluso ha permitido la detección de cuasares mediante la presencia de Ly α desplazada hasta la región azul del espectro).

Respecto a las exploraciones que seleccionan los objetos mediante el color, la de Markarian (MK) de búsqueda de objetos por exceso UV (Mazzarella & Balzano, 1986) presenta, para un conjunto de 1489 galaxias, un histograma de magnitudes aparentes con una forma ligeramente simétrica, con un fuerte pico en $m_B = 15.5$ ($m_r \sim 14.5$), cayendo luego rápidamente y con muy pocos objetos más débiles que $m_B = 17.0$ ($m_r \sim 16.0$). Por lo tanto, nuestra exploración UCM, al igual que la UM, resulta unas 2 mag. aparentes más profunda que la de MK. Y en cuanto a la exploración de Kiso, sobre una muestra de 8162 objetos (Takase & Miyauchi-Isoe, 1992 y artículos precedentes), la comparación resulta imprecisa, puesto que para objetos más débiles que $m_{pg} = 16$ sus magnitudes tienen precisión de sólo 0.5 mag, y muchos de los datos del catálogo aparecen tabulados como inciertos. Aún así, a grandes rasgos, su distribución tiene un valor medio de 16.1 mag. en el azul y ofrece un máximo centrado en $m_B = 16.5$, rodeado de una zona ancha que se extiende desde 15.25 hasta 17.25. A diferencia de nuestra muestra, la exploración de Markarian presenta una cola extensa hacia magnitudes brillantes, mientras que su fracción de galaxias más débiles que $m_B = 17.75$ ($m_r \sim 16.75$) es sólo del 1.5%, frente al 11.3% en nuestra muestra UCM.

Por último, respecto a la exploración del Second Byurakan Spectral Sky Survey (SBS) realizada en prisma objetivo en tres colores, su distribución de magnitudes aparentes para una muestra de galaxias compactas azules (Izotov et al., 1993) revela un máximo en $m_B \sim 17.7$ y una cola débil similar a la de la UM, y al igual que las exploraciones de Michigan o de la UCM, el SBS llega hasta 2 mag. más débiles que la de Markarian. Puesto que esta exploración se basa en el uso de la técnica de prisma-objetivo, pero en tres rangos espectrales (azul, verde y rojo) constituye la técnica ideal para el descubrimiento de GLE, puesto que permite detectarlas bien por la presencia de [OII] λ 3727, H β , [OIII] λ 4959,5007, bien por H α o en el caso de cuasares, por la presencia de líneas del UV desplazadas hasta la zona visible del espectro.

Finalmente, se ha procedido a la comparación del histograma de magnitudes aparentes de la muestra UCM con muestras de galaxias normales elaboradas en

dos formas diferentes. Por un lado, se ha construido una muestra de todas las galaxias que figuran en el PGC/ECIS (Principal Galaxies Catalogue en su versión informatizada Extragalactic Card Index System de la Base de Datos Extragalácticos del Observatorio de Lyon) de Paturel et al. (1989) con magnitud aparente y velocidad radial conocidas (15330 galaxias sobre un total de 73197 del catálogo completo) y se ha elaborado su histograma de magnitudes aparentes en el azul (muestra PGC1 en la fig. 4.3). En él se observa un crecimiento continuo del número de galaxias hacia magnitudes más débiles hasta llegar a $m_B \sim 16.25$, para decaer bruscamente hacia objetos más débiles; de nuevo, las diferencias respecto al histograma de la UCM consisten, principalmente, por un lado en la cola de la población de objetos brillantes, más extensa en el PGC1, mientras que en la UCM se pierden al aparecen saturados sus espectros en prisma-objetivo, y por otro en la mayor proporción de objetos débiles detectados en nuestra exploración (3% de objetos más débiles que $m_r \sim 15.8$ para la muestra PGC1 frente al 11% para la muestra UCM). Por otro lado se ha elaborado una segunda muestra de galaxias normales extrayendo del PGC/ECIS todas aquellas que caen dentro de los campos de cielo cubiertos por la exploración UCM y con magnitud aparente catalogada; esta muestra (PGC2 en la fig. 4.3) contiene un total de 705 galaxias y presenta una forma muy simétrica con un fuerte máximo en $m_B \sim 15.5$ ($m_r \sim 14.5$), pero con fuertes caídas a ambos lados de dicho valor, y en conjunto, respecto a la muestra UCM, la PGC2 aparece desplazada unas 2 mag hacia galaxias más brillantes, mientras pierde una gran mayoría de las galaxias más débiles que $m_B \sim 17.3$ ($m_r \sim 16.3$).

En resumen, en lo referente a la distribución de magnitudes aparentes, la exploración de la UCM está sesgada hacia la no detección de objetos brillantes, y por lo tanto normalmente conocidos en otras muestras de galaxias, mientras presenta las ventajas de detectar objetos más débiles ($\sim 1-2$ mag.) que otras exploraciones previas basadas en la selección por el color, o una mayor fracción de objetos débiles que otras muestras previas basadas en la presencia de líneas de emisión en los espectros de prisma-objetivo en el rojo; y respecto a las exploraciones basadas en prisma-objetivo en el azul, presenta la ventaja, ya mencionada, de que aún seleccionando objetos ligeramente más brillantes que estas últimas, detecta objetos que por su baja excitación, baja metalicidad o fuerte absorción interestelar se perderían en las exploraciones de prisma-objetivo en el azul.

Respecto a la distribución de velocidades radiales de los objetos de la muestra UCM, en la figura 4.4 se presenta el histograma correspondiente de los desplazamientos hacia el rojo para aquellas galaxias de la muestra UCM de las que se dispone de información espectral procedente de la literatura o de los resultados obtenidos por nuestro equipo hasta la fecha (Gallego, 1995). La distribución, que se presenta por claridad agrupada en intervalos de z de 0.0025, aparece muy ensanchada desde 0.015 hasta 0.040, presentando caídas bruscas para z menores y mayores que estos valores, respectivamente, correspondientes a galaxias muy próximas que darían espectros saturados, o a muy lejanas, fuera de nuestro rango espectral de detección en prisma-objetivo. De hecho, sólo un 6% de la muestra presenta $z < 0.015$ y sólo un 2% tiene un z ligeramente superior al 0.040 del límite teórico. El valor de la mediana corresponde a $z = 0.02555$ y la media es de $z =$

0.027 ± 0.008 . El máximo de frecuencia observada corresponde a la banda que abarca desde 0.02250 hasta 0.02500 (velocidades radiales entre 6700 km/s y 7400 km/s o distancias derivadas entre 134 Mpc y 148 Mpc, para $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$), aunque este valor de la moda corresponde en parte a la presencia en nuestra muestra de varias galaxias pertenecientes al cúmulo de Coma, con una velocidad radial media $\langle v \rangle \sim 6900 \text{ km/s}$ (Gregory & Thompson, 1978), correspondiente por tanto a $z \sim 0.023$.

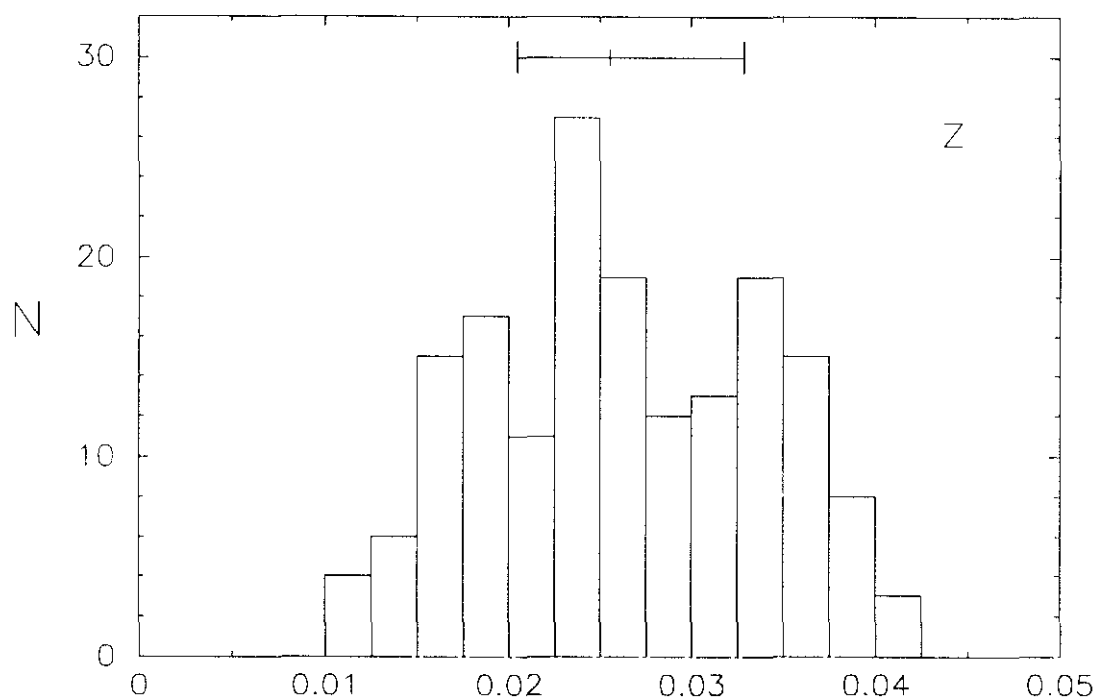


Fig. 4.4. Histograma de los desplazamientos hacia el rojo correspondientes a los objetos de la exploración UCM.

En lo referente al análisis comparativo detallado de la distribución de velocidades radiales para las distintas muestras de GLE conocidas, éste está siendo realizado por nuestro equipo (Gallego, 1995), pero a grandes rasgos podríamos decir que el factor determinante es lógicamente la técnica utilizada en su procedimiento de detección. Así, en las muestras de GLE seleccionadas mediante prisma-objetivo, la distribución de velocidades radiales viene lógicamente condicionada por el z límite impuesto por la combinación emulsión+filtro utilizada. En lo referente a nuestra muestra, por un lado el mayor tiempo de exposición utilizado provoca la saturación de los objetos cercanos, pero permite detectar objetos más débiles, y por otro el z límite impuesto por nuestra combinación emulsión+filtro en el rojo no permite detectar apenas objetos más allá de $z=0.04$. Por ello, en muestras como la de Michigan o la de Byurakan, al utilizar la técnica de prisma-objetivo en otros rangos espectrales, se llega a detectar objetos mucho más lejanos que en la zona roja del espectro, como ya se mencionó previamente. Y

respecto a las exploraciones basadas en la selección de GLE mediante color (Markarian, Kiso), las distribuciones de velocidades radiales resultan muy diferentes a las basadas en prisma-objetivo, puesto que aquellas no presentan una limitación instrumental en z , sino que aparecen dominadas fundamentalmente por la magnitud aparente límite de cada exploración.

En la figura 4.5 se representa el histograma de las magnitudes absolutas en el filtro r , calculadas a partir de las magnitudes aparentes y de las distancias derivadas, disponibles a partir de la información espectral para un 80% de la muestra UCM, y asumiendo una ley de Hubble con $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ (en el análisis comparativo con otros autores, todos sus valores han sido previamente transformados a esta escala de distancias). En el histograma, con las magnitudes agrupadas en intervalos de 0.5 mag, se observa al igual que en el correspondiente a las magnitudes aparentes, una forma simétrica con un máximo centrado en la banda de $M_r = -20.5$ y una zona ancha que se extiende hasta -21.75 hacia objetos luminosos y hasta -19.25 hacia objetos intrínsecamente débiles, produciéndose a partir de dichos valores bruscas caídas hacia los extremos finales. En cuanto a tales extremos, nuestra exploración llega a objetos tan brillantes como de $M_r = -23.5$ (la enorme espiral UCM2317+2356 = NGC 7620 y la gigante elíptica cD UCM2321+1631 = NGC 7647), y lo que es más importante, hacia galaxias más débiles detecta objetos hasta $M_r = -16.7$ (UCM1612+1309 y UCM2325+1628, los dos objetos más débiles y compactos descubiertos en nuestra exploración, ambos candidatos a galaxia BCD). Nuestra distribución en magnitudes absolutas abarca pues un rango de 6.8 mag, lo que corresponde a un factor ~ 500 en luminosidad.

En lo referente a los estimadores estadísticos globales del histograma de magnitudes absolutas de la muestra UCM, la media corresponde a $M_r = -20.6 \pm 1.2$, mientras su mediana corresponde al valor de -20.65 . Si se tiene en cuenta que una espiral normal tiene una magnitud absoluta en la banda r típicamente de -22.0 (Bothun et al., 1989) o de -22.5 si se utiliza $M_B = -21.5$ como valor típico de una espiral (Simien & de Vaucouleurs, 1986) y se transforma a la banda r mediante $B - r \sim 1$ (Kent, 1984; Bothun et al., 1989), queda claro que la exploración UCM está detectando, en promedio, galaxias unas 2 mag más débiles que las espirales normales. Como comentaremos en breve, este resultado coincide exactamente con el encontrado en otras exploraciones de galaxias con líneas de emisión, como la de Wasilewski (Bothun et al., 1989) y la de la Universidad de Michigan (Salzer et al., 1989b), lo cual refuerza la ventaja de la utilización del criterio de selección por prisma-objetivo para la detección de objetos intrínsecamente débiles. No olvidemos por otro lado que nuestra exploración no selecciona los objetos mediante su luminosidad absoluta, sino por la presencia en ellos de líneas de emisión; queda claro entonces que mientras que la presencia de un brote de pequeña extensión queda diluida en una galaxia grande y luminosa, no sucede lo mismo en las pequeñas galaxias, por lo que nuestro método favorece la detección de sistemas menores y menos luminosos, en los que la emisión resulta muy resaltada.

En cuanto al análisis comparativo de la distribución de magnitudes absolutas de las galaxias de la muestra UCM con otras muestras (fig. 4.6), en el estudio realizado en la banda r por Bothun et al. (1989) de la muestra de Wasilewski (1983)

se obtienen unos valores estadísticos globales muy similares a los de nuestra exploración; así en su distribución de M_r (convertidas a nuestra escala de $H_0 = 50 \text{ kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$) para 74 galaxias, se aprecia un máximo en la banda que va de -20.0 a -20.5 y su mediana se sitúa en ~ -20.3 . Sin embargo su distribución, aunque abarca un rango de magnitudes similar al nuestro, resulta mucho más irregular, con continuas subidas y caídas de frecuencias a ambos lados de la mediana, mientras que en nuestra distribución, con una forma muy definida, el descenso a ambos lados del pico central es mucho más continuo.

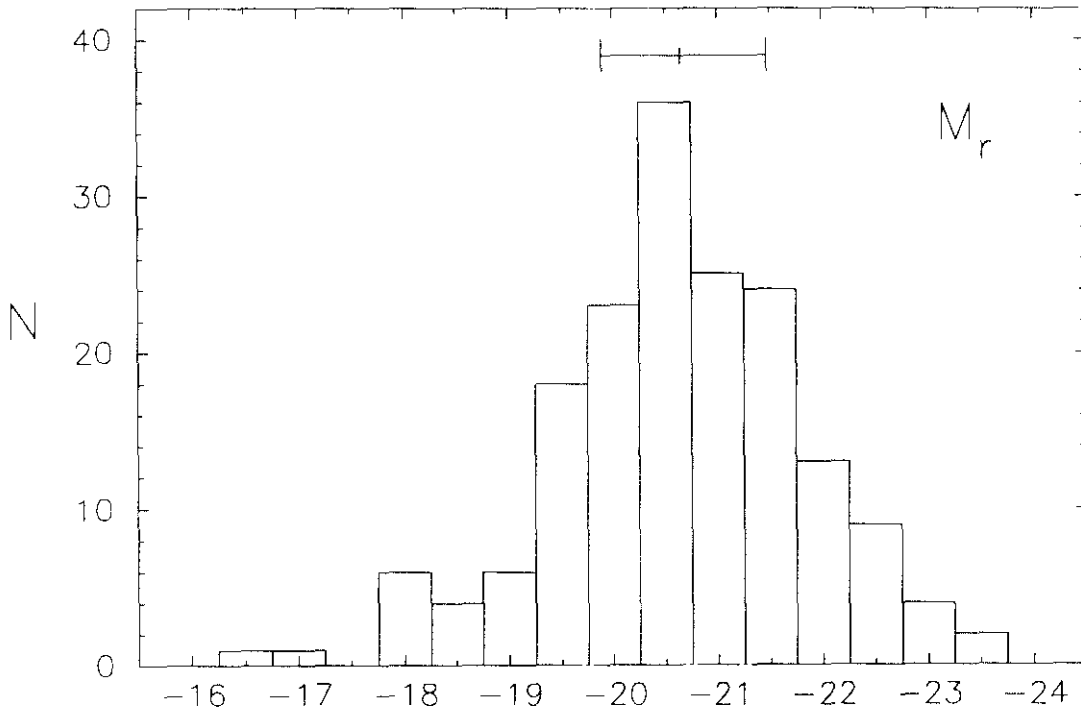


Fig. 4.5. Histograma de las magnitudes absolutas correspondientes a los objetos de la exploración UCM.

Respecto a la exploración en el azul de la Universidad de Michigan (UM), se carecen de datos en la banda r, por lo que para proceder a la comparación con nuestra exploración se han transformado sus magnitudes B a r mediante $B - r \sim 1$, como se mencionó previamente, con los errores que ello puede conllevar, puesto que dicha transformación depende lógicamente del tipo de galaxia. Aceptando tal limitación, y convirtiendo sus magnitudes a nuestra escala de $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, la mediana de la muestra UM corresponde al valor $M_r = -20.0$ ($M_B = -19.0$), valor muy próximo al de nuestra muestra, y en cuanto a la forma de su histograma, éste presenta también una distribución aproximadamente normal pero muy ensanchada, con un pico en $M_r \sim -20.0$, aunque detectan objetos más débiles ($M_r \sim -15.0$) que en nuestra exploración en el rojo. Por último, esta distribución abarca un rango de 10.7

mag, lo que corresponde a un factor 10000 en luminosidad, mientras las galaxias de nuestra muestra se encuentran distribuidas en un rango bastante más estrecho (6.8 mag), como se mencionó previamente.

En cuanto a las exploraciones por color, la de Markarian presenta un histograma asimétrico, muy dominado por las magnitudes más brillantes, aunque con una cola extensa hacia magnitudes débiles, y su forma global se asemeja más a la de la distribución de galaxias normales que a las de las muestras seleccionadas por prisma-objetivo. Presenta un máximo central muy ancho en la zona correspondiente a $M_B = -20.6$ hasta $M_B = -21.6$, y luego decae rápidamente hacia magnitudes brillantes que $M_B \sim -22.0$. Y en cuanto a la exploración de Kiso, sólo se dispone de su distribución de magnitudes absolutas para una submuestra de 137 galaxias compactas estudiada por Comte et al. (1994); su histograma, que abarca un rango de 7.5 mag, presenta un máximo ensanchado desde $M_B \sim -19.3$ hasta $M_B \sim -20.9$ y la mediana en $M_B \sim -20.4$ ($M_r \sim -21.4$), y su forma resulta más parecida a la de la exploración de Markarian; por otro lado, la submuestra de Kiso, como la UCM y la de Mk, presenta muy pocos objetos más débiles que $M_B \sim -18.0$ ($M_r \sim -19.0$) en comparación con la exploración de Michigan.

Por otro lado, en cuanto a la submuestra del SBS de prisma-objetivo en tres colores (Izotov et al., 1993), su histograma, muy distinto al de la UCM y más parecido al de UM, está más desplazado hacia magnitudes débiles respecto a lo que sucede en las demás exploraciones (hasta un 25% de las galaxias de la muestra presentan M_B más débil que -17.4), puesto que está basado en una submuestra de galaxias compactas azules.

Respecto a las muestras de galaxias normales, el histograma de todas las galaxias PGC/ECIS cuya magnitud absoluta se ha podido determinar a partir de la magnitud aparente y su velocidad radial catalogadas (muestra PGC1 con 15330 galaxias) presenta un máximo en $M_B \sim -21.0$ ($M_r \sim -22.0$), esto es desplazado hacia 1.5 mag. más brillantes que el histograma de nuestra muestra UCM, siendo otra diferencia fundamental la extensa cola (hasta $M_B \sim -12.0$, $M_r \sim -13.0$) hacia magnitudes débiles que presenta la muestra PGC1 y de la que carece nuestra muestra. Y una situación similar se observa en la muestra de galaxias normales PGC/ECIS situadas en los campos de nuestra muestra con magnitud aparente y velocidad radial catalogadas (muestra PGC2 con 476 galaxias), aunque en ella la cola hacia objetos débiles es mucho menos extensa que en la muestra PGC1, extendiéndose sólo hasta $M_B \sim -15.5$ ($M_r \sim -16.5$) y siendo por tanto más similar a la de nuestra muestra UCM.

Como resumen de la distribución histográfica de las magnitudes absolutas en diferentes muestras de galaxias con líneas de emisión, se presenta la tabla 4.7 basada en la elaborada por Comte et al. (1994), pero ampliada y adaptada por nosotros a través de la conversión de las magnitudes B en magnitudes r mediante $B - r \sim 1$, con lo que las estadísticas son sólo de carácter indicativo. En dicha tabla se presentan, para cada muestra, la mediana de la distribución y la contribución relativa a la muestra de la fracción de objetos más débiles que $M_r \sim -19.0$. Las

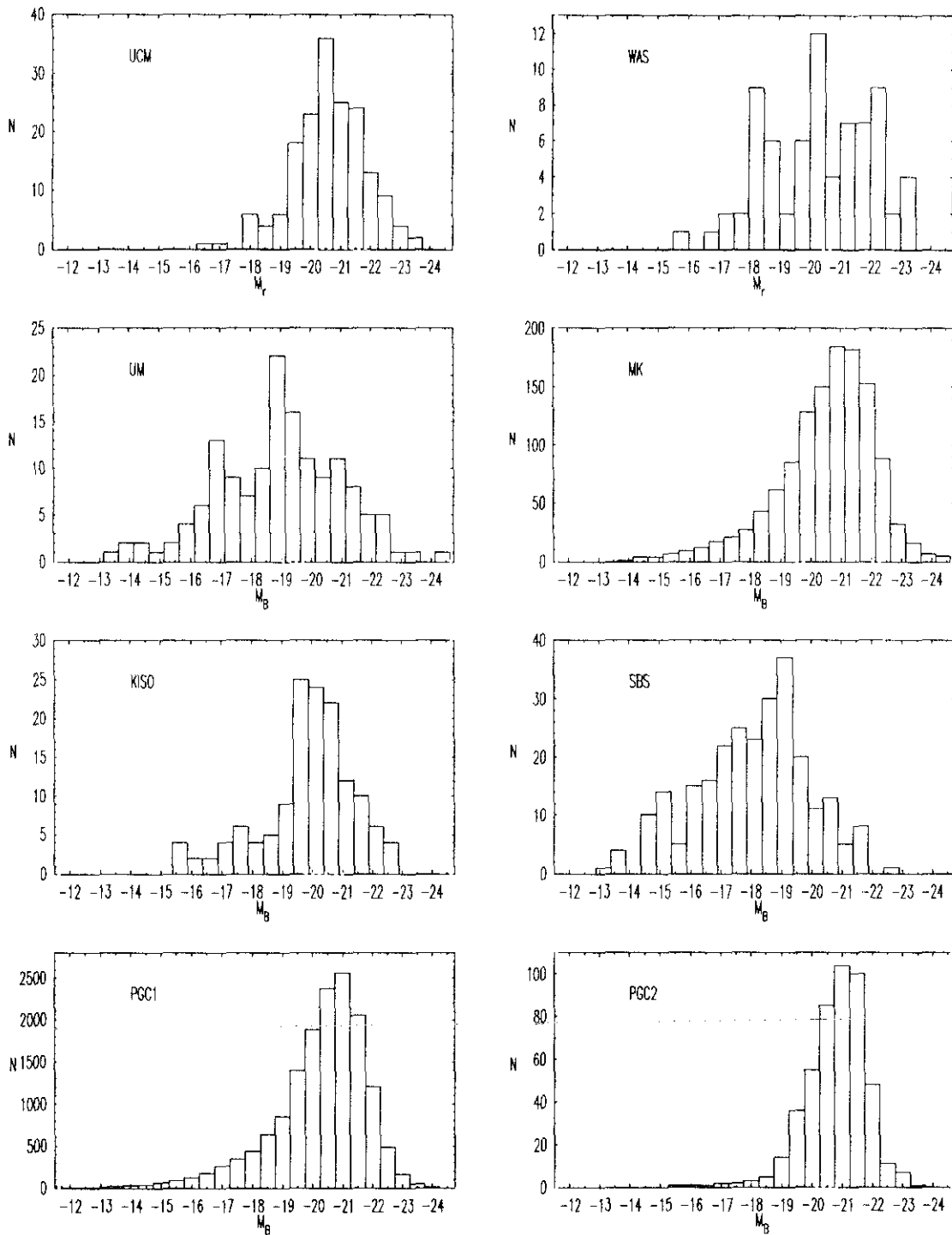


Fig. 4.6. Histogramas comparativos de la distribución de magnitudes absolutas para distintas muestras de galaxias.

muestras se han agrupado en dos bloques correspondientes a aquellas en que la selección de los objetos se efectúa mediante la presencia de líneas de emisión en sus espectros (Tololo, Wasilewski y Michigan en el azul, SBS en tres colores y UCM en el rojo) y las que efectúan dicha selección mediante colores (Markarian y Kiso, por su exceso UV); así mismo se han añadido las dos muestras elaboradas a partir de las galaxias del catálogo PGC/ECIS (PGC1 y PGC2).

Tabla 4.7. Comparación histográfica de las magnitudes absolutas M_r de distintas muestras de galaxias con líneas de emisión.

Criterio selección	Muestra (galax.)	M_r (mediana)	$M_r > -19.0$ (%)
Líneas de emisión	Tololo (52)	-20.2	20%
Líneas de emisión	Wasilewski (124)	-20.8	17%
Líneas de emisión	UM (143)	-20.0	31%
Líneas de emisión	SBS (260)	-19.4	43%
Líneas de emisión	UCM (172)	-20.6	8%
Color	Mk (1228)	-21.7	8%
Color	Kiso (137)	-21.2	13%
Catálogo	PGC1 (15330)	-21.5	9%
Catálogo	PGC2 (476)	-20.9	2%

Como se aprecia en la tabla anterior, en conjunto todas las muestras seleccionadas mediante el criterio de líneas de emisión presentan medianas algo más débiles que las seleccionadas por el criterio del color o que las galaxias de catálogo en general. Recordemos que en las exploraciones limitadas por z , detectar objetos aparentemente más débiles no significa llegar más lejos en distancia, sino que corresponde ventajosamente a detectar objetos intrínsecamente más débiles, mientras que, en los otros tipos de exploraciones no limitadas en distancia, se hace más crítica la influencia de que un objeto aparentemente débil puede no corresponder a un objeto intrínsecamente débil, sino a un objeto muy luminoso pero lejano. Sin embargo, respecto a la cola del histograma correspondiente a objetos débiles, la muestra UCM presenta un porcentaje muy inferior al de las otras muestras de selección por líneas de emisión, aunque resulta similar al de la muestra de galaxias Markarian seleccionadas por su color y al de una muestra global de galaxias de catálogo en general (PGC1). Sin embargo la exploración UCM es capaz de detectar un porcentaje mayor de galaxias débiles en comparación con la muestra de catálogo restringida a los campos de nuestro trabajo (PGC2).

Respecto a algunas de las otras muestras aquí manejadas deben considerarse algunos detalles intrínsecos. Así, en lo referente a la muestra de Wasilewski, debe aclararse que los datos manejados por Comte et al. (1994) corresponden a la muestra completa original de Wasilewski (1983) en el azul,

convertidos luego por nosotros al rojo, puesto que si se maneja la submuestra de dichas galaxias ya estudiada directamente en la banda r por Bothun et al. (1989) la mediana corresponde al valor $M_r \sim -20.3$ y el porcentaje de objetos más débiles que $M_r \sim -19.0$ asciende al 28%, con lo que la muestra de Wasilewski se aproximaría aún más a las de Tololo y Michigan. Por otro lado, el dominio de la población de galaxias débiles en la exploración SBS debe entenderse como debido a que su estudio está basado en una submuestra elegida de galaxias compactas azules, con la consiguiente tendencia hacia objetos poco luminosos.

Como resumen comparativo, puede concluirse por tanto que la exploración UCM, como otras exploraciones de GLE seleccionadas por la presencia de líneas de emisión en su espectro, es globalmente capaz de detectar objetos intrínsecamente más débiles que las exploraciones basadas en el color y lo mismo sucede al comparar con muestras de galaxias en general, y en términos relativos, aunque detecta un porcentaje menor de galaxias débiles que otras exploraciones, cuando se compara con una muestra de galaxias de catálogo en la misma zona del cielo, nuestra exploración revela una fracción mayor de galaxias poco luminosas.

4.5.2. Parámetros fotométricos de la descomposición bulbo+disco.

En la fig. 4.7 se presenta el histograma de la razón B/D correspondiente a los objetos de la muestra UCM que admiten tal descomposición: de los 212 objetos de la muestra, 13 objetos (6% de la muestra) no admiten tal descomposición, y de hecho las informaciones espectrales posteriores (Gallego, 1995) han confirmado que todos ellos son estrellas; quedan por tanto 199 objetos respecto de los cuales se han realizado todas las estadísticas y análisis relativos a los parámetros vinculados con el estudio de la distribución de la luz en las galaxias mediante las componentes de bulbo y disco.

En el histograma se aprecia el dominio de los valores bajos de la razón B/D (el 70% de las galaxias presentan $B/D \leq 1$), correspondiente a una población de galaxias con componente de disco apreciable (espirales de tipo avanzado) y presenta una mediana de 0.51 y un valor medio de 0.8, aunque con una elevada dispersión de 1.1 debida a la contribución de un 30% de los datos con $B/D > 1$. Casi la mitad de la muestra (48%) presenta una razón $B/D \leq 0.5$ y un 60% tiene $B/D \leq 0.75$.

A partir de la correlación entre el valor de dicha razón B/D en el rojo y el tipo morfológico de Hubble (Kent, 1985b), si se tiene en cuenta que los valores estadísticos (medianas) son de $B/D=1.70$ para S0-S0a, de 0.82 para Sa-Sab, 0.32 para Sb-Sbc y de 0.12 para Sc⁺, puede verse que, en función de este único parámetro B/D, la muestra UCM está dominada por espirales de tipo intermedio-avanzado ($\geq S_b$), aunque como ya se ha expuesto, en el presente trabajo la razón B/D no es más que uno de los criterios morfológicos utilizados, puesto que se ha realizado un estudio mediante la utilización simultánea de cinco criterios para determinar el tipo de Hubble.

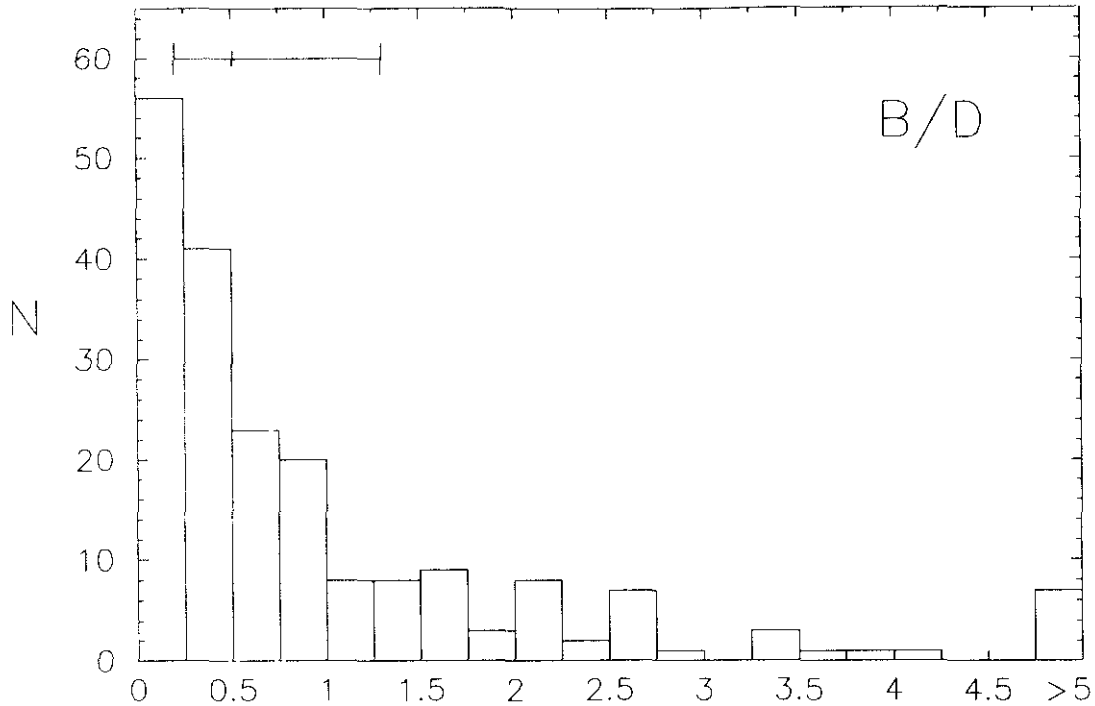


Fig. 4.7. Histograma correspondiente a la distribución de las razones B/D para los objetos de la muestra UCM.

Por otro lado, debe considerarse el límite de fiabilidad de las descomposiciones B/D, puesto que para galaxias dominadas por la componente de bulbo, la presencia de una componente de disco puede resultar artificial en algunos de los casos. Así tanto el análisis de Kent (1985b) como el realizado por nosotros a partir de un conjunto de 24 modelos de galaxias (tabla 4.2) demuestran que los resultados de la descomposición B/D, y en especial los parámetros de la componente de disco, pueden resultar poco fiables para galaxias con razón $B/T \geq 0.63$, es decir con $B/D \geq 1.70$. Sin embargo, en nuestra muestra este efecto no resulta muy importante, puesto que sólo un 18% de los casos sobrepasan ese umbral de la razón B/D. Si aún así se excluyen del análisis estadístico estos casos de descomposición menos fiable, el valor medio de la razón B/D de la muestra pasa de 0.8 a 0.5, reduciéndose la desviación típica hasta ± 0.4 , con lo que en función del parámetro B/D el tipo morfológico promedio correspondería a galaxias de tipo próximo a Sb.

En las fig. 4.8 a 4.11 se representan los histogramas correspondientes a los cuatro parámetros procedentes de la descomposición bulbo+disco para los 199 objetos en que ello ha sido posible. Respecto a la componente de bulbo, el histograma de los valores del brillo superficial efectivo, μ_e , (fig 4.8) aparece dominado por brillos débiles, lo cual corresponde de nuevo a componentes de bulbo

poco importantes, esto es, pertenecientes a galaxias de tipo de Hubble avanzado. Así, la mediana corresponde a $\mu_e = 22.54$, muy similar a su valor medio de 22.5 con una desviación típica de ± 1.6 mag/ \square ; si se excluyen de la estadística aquellas galaxias con $B/D \geq 1.70$, dada su menor fiabilidad en la descomposición, el valor medio apenas se modifica, resultando $\mu_e = 22.7 \pm 1.6$ r-mag/ \square , lo que indica que ni el valor medio ni la dispersión son un producto artificial inherente al procedimiento de descomposición del perfil de brillo superficial en sus componentes de bulbo y disco. Las caídas abruptas en el histograma se producen para μ_e más débiles que 24.25 mag/ \square , correspondientes a sistemas en los que la componente de bulbo es casi irrelevante, y más brillantes que 20.75 mag/ \square , en los que el brillo del bulbo correspondería a galaxias de primeros tipos. Si se tiene en cuenta que los valores típicos de μ_e en la banda r (Kent, 1985b; Simien, 1989) son ~ 21.5 para Sa, 22.0 para Sb y 23.0 para Sc, y aún considerando la dispersión de dicho valor dentro de un mismo tipo así como el ligero solapamiento entre tipos próximos, se ve de nuevo que nuestra muestra está dominada típicamente por galaxias de tipo Sb-Sc.

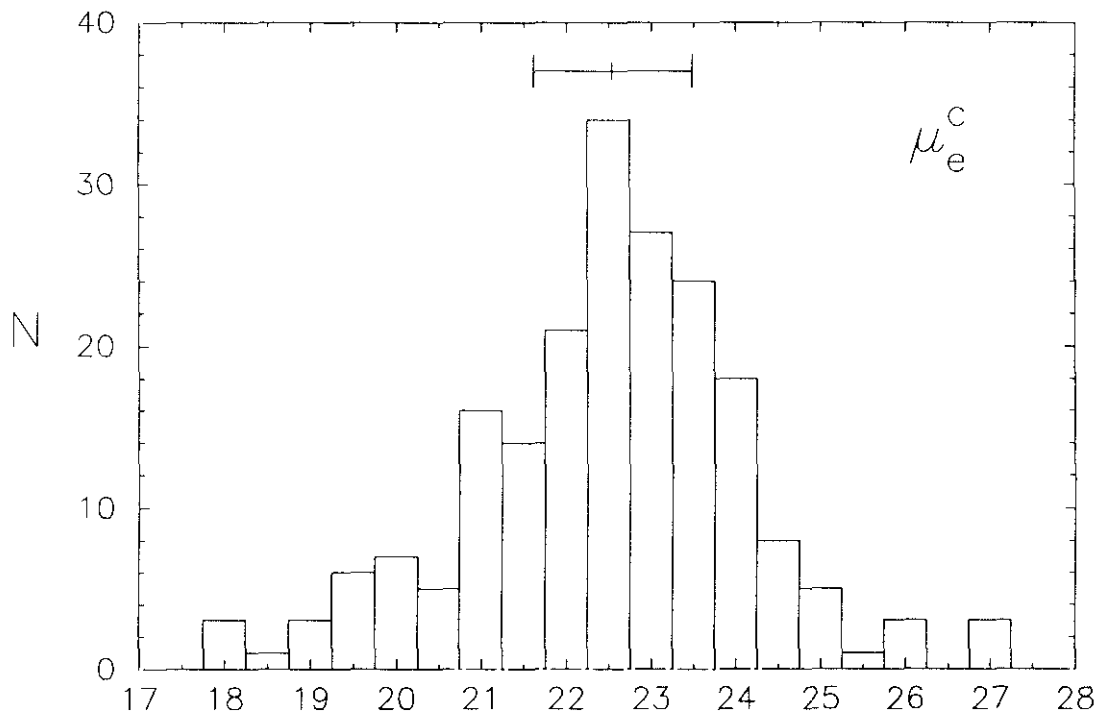


Fig. 4.8. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del brillo superficial efectivo de la componente de bulbo, μ_e (mag/ \square), para los objetos de la muestra UCM.

En lo referente a los radios efectivos de dicha componente de bulbo, r_e , (fig 4.9), el dominio es de nuevo para los bulbos poco extensos, con una mediana de 2.12 kpc y una media de 3 kpc, aunque con una desviación de ± 3 kpc que refleja la enorme dispersión de los valores de esta componente; si se excluyen los casos con

descomposición bulbo+disco menos fiables, el valor medio resulta de 2.7 kpc, con una dispersión de 2.4 kpc, lo que de nuevo indica que la dispersión es real, y no un efecto de la técnica de descomposición utilizada. Sólo existen en nuestra muestra 4 galaxias con $r_e > 9$ kpc, y corresponden a UCM1314+2827, una galaxia de tipo temprano, UCM2300+2014, cuya corrección por una PSF elevada podría haber sobreestimado el valor de r_e , UCM2320+2428, que corresponde a una espiral vista casi de canto, con lo que la descomposición B/D puede resultar poco fiable y UCM2321+1631, que es una elíptica cD. Aunque debe tenerse en cuenta la conocida dispersión de los valores de r_e dentro de un mismo tipo de Hubble (Kent, 1985b; Simien, 1989), los valores encontrados para las galaxias de nuestra muestra resultan más próximos a los que suelen presentar las espirales de últimos tipos ($r_e \sim 2.5$ kpc para Sb-Sc). Finalmente, no debe olvidarse, sin embargo, que los valores de los dos parámetros que describen la componente del bulbo de una galaxia resultan muy afectados por el seeing, y por tanto por la propia corrección que se realiza de este efecto. Es por ello por lo que cualquier comparación entre distintos autores de estos parámetros debe tomarse con una cautela extrema.

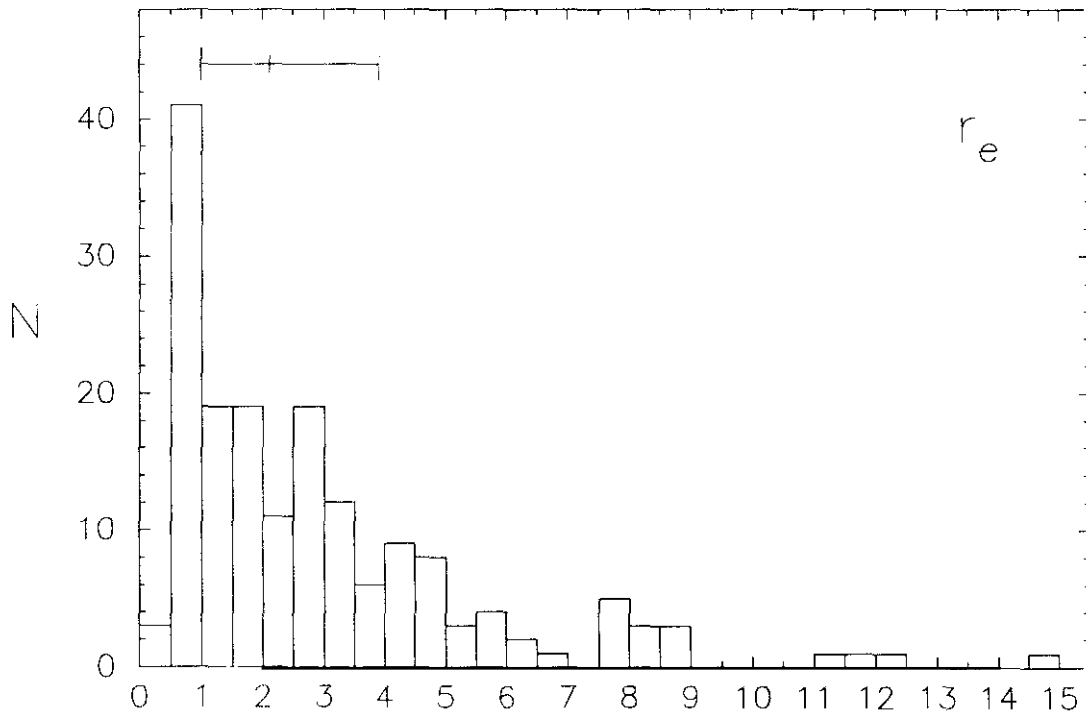


Fig. 4.9. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del radio efectivo de la componente de bulbo, r_e (kpc), para los objetos de la muestra UCM.

Respecto a los parámetros de la componente de disco, en la fig. 4.10 se presenta el histograma correspondiente al brillo superficial central extrapolado del disco, μ_0 , corregido de absorción galáctica y de inclinación. Al revés de lo que ocurre en el caso de μ_e , se observa un dominio de las componentes brillantes, con una mediana y un valor medio de 20.3 mag/□ (20.2 si se excluyen los casos con

descomposición menos fiable, ésto es con $B/D \geq 1.70$); el 75% de los datos caen dentro de una banda de dos magnitudes, 19.25-21.25, de acuerdo con lo observado por Kent (1985b). En cuanto al rango total abarcado, aunque en principio resulta muy ancho ($\mu_0 = 17.97-25.37$), debe tenerse en cuenta que en algunos casos la descomposición B/D puede resultar poco fiable; así los objetos de nuestra muestra que presentan μ_0 más débil que 23.25 mag/□ corresponden todos a galaxias con razón $B/D > 2.2$ y todas ellas presentan criterios morfológicos propios de sistemas S0. Tales tipos de Hubble presentan propiedades intermedias entre las galaxias sin componente de disco y las galaxias espirales, y su correspondiente descomposición B/D es especialmente poco segura, puesto que en ellos la fiabilidad de la descomposición depende primariamente de la precisión de la ley $r^{1/4}$ para describir la componente de bulbo, y la existencia de una componente de disco en ellos podría resultar artificialmente provocada por el propio procedimiento de descomposición (Kent, 1985b). Y respecto a los valores de μ_0 más brillantes, sólo 3 objetos presentan $\mu_0 < 18.75$ mag/□ (UCM1330+3011, UCM2251+2352 y UCM2305+1621), siendo los tres objetos compactos, y observados casi de cara, por lo que no puede descartarse un aumento en el brillo superficial central observado del disco debido al menor efecto de la posible absorción interna respecto a lo que sucedería en galaxias vistas de canto.

Otro problema inherente a los valores de μ_0 es el conocido resultado de Freeman (1970) acerca de la constancia de dicho valor para todas las galaxias de disco; en dicho trabajo se observa que para galaxias espirales normales, μ_0 en la banda B presenta un valor medio de 21.65 ± 0.30 mag/□, y lo mismo confirman los resultados de Boroson (1981) y Simien & de Vaucouleurs (1986); por comparación, nuestra galaxia, una de las mayores espirales conocidas, presenta un $\mu_0 \sim 22.1$ B-mag/□ (van der Kruit, 1989). Sin embargo, para espirales de bajo brillo superficial Romanishin et al. (1983) encuentran un valor medio de $\mu_0 = 22.74$ B-mag/□, es decir unas tres veces más débiles en intensidad que el valor "universal" hallado por Freeman e igualmente, van der Kruit (1987) encuentra que mientras para discos con $d_L \sim 7.5$ kpc se tiene $\mu_0 \sim 21.5$ B-mag/□, similar al de Freeman, los discos con $d_L \sim 1.5$ kpc presentan $\mu_0 \sim 22.5$ B-mag/□ y que aunque en promedio para todo tipo de galaxias de disco se tiene $\mu_0 \sim 21.8$ B-mag/□, seleccionando sólo galaxias de tipo Sc o anterior se recupera el valor típico de Freeman.

En nuestra muestra UCM, el valor medio de $\mu_0 = 20.3$ mag/□ en la banda r correspondería a un valor de $\mu_0 \sim 21.3$ B-mag/□, esto es unas 0.35 mag/□ más brillante que en espirales normales (si se transforma el resultado conocido para la banda B a la banda r mediante $B - r \sim 1$) y unas 0.2 mag/□ más brillantes que la mediana encontrada por Kent (1985b) para su muestra de galaxias normales observadas en el filtro r ($\mu_0 = 20.5$ r-mag/□ de mediana). Este resultado indicaría que los discos de GLE son ligeramente más brillantes que los de espirales normales, lo cual puede entenderse como debido a la presencia de emisión $H\alpha$ en las galaxias de nuestra muestra, especialmente en aquellas galaxias en las que esta línea presente una anchura equivalente considerable. Este efecto, consistente en que las GLE sean en general más pequeñas y menos luminosas que las espirales normales, pero con un brillo superficial del disco mayor que el promedio, coincide

con el observado por Bothun et al. (1989) en la muestra de GLE de Wasilewski, aunque su valor de $\mu_0 \sim 19.4$ r-mag/□ resulta casi 1 mag más brillante que el encontrado en nuestra muestra; sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos autores obtienen dicho valor sin considerar la posible contribución de la componente de bulbo, procediendo sólo a ajustar una ley de disco exponencial a las partes más externas del perfil, lo que revierte por tanto en un aumento del brillo central superficial del disco, por lo que las comparaciones deben tomarse con cautela.

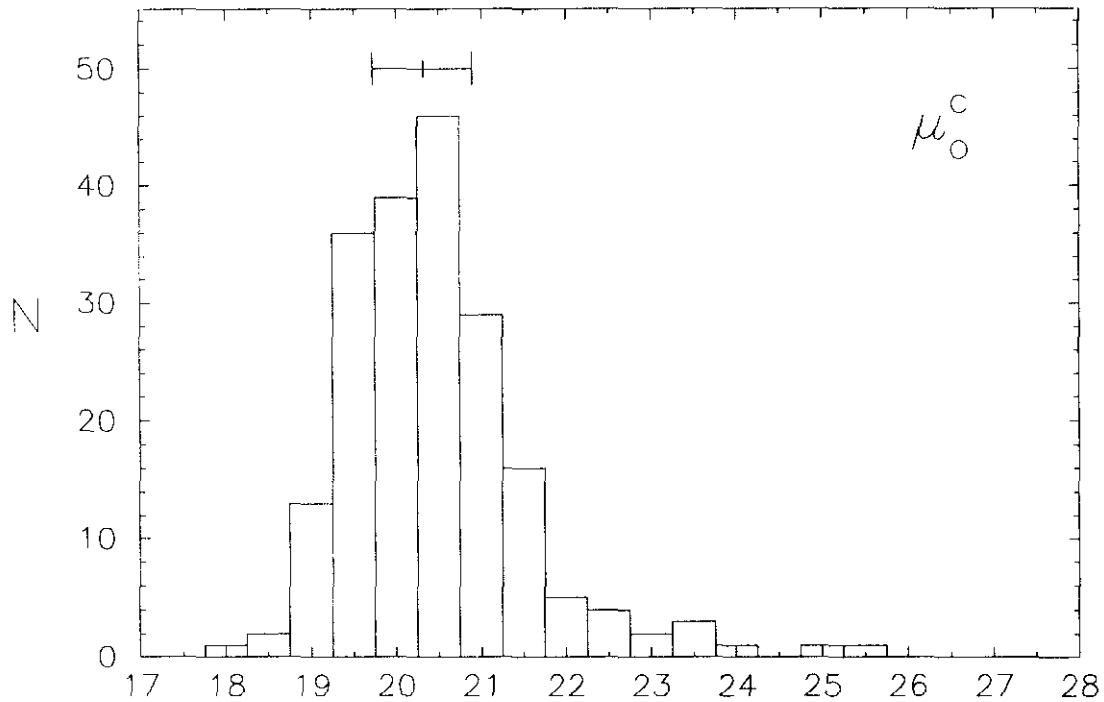


Fig. 4.10. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del brillo superficial central extrapolado de la componente de disco, μ_0 (mag/□), visto de cara, para los objetos de la muestra UCM.

En lo referente a la propia constancia del valor de μ_0 , nuestra muestra presenta una elevada dispersión de valores (± 1.8 mag/□) respecto al valor medio de 20.3 mag/□. Ahora bien, si se excluyen del estudio aquellas galaxias cuya elevada razón B/D hace poco relevante los resultados de la descomposición, aunque el valor medio apenas resulta alterado, la desviación estándar sí se ve reducida hasta ± 0.9 mag/□, con lo que en conjunto para las galaxias UCM con descomposición B/D más fiable se tendría un valor medio de $\mu_0 = 20.2 \pm 0.9$ r-mag/□, ésto es, unas 0.3 mag más brillantes que los discos de espirales normales.

Otro problema planteado respecto al valor del brillo superficial central extrapolado del disco, μ_0 , es si los valores de dicho parámetro para las galaxias Seyfert resultan similares a los que presentan las galaxias normales (MacKenty, 1990; Granato et al., 1993). En nuestra muestra UCM, sobre un conjunto de 12

galaxias Sy, se obtiene un valor de $\mu_0 = 21.3 \pm 1.6$ r-mag/ \square (ésto es 0.4 mag más débiles que las Sy de MacKenty, 1990 y 1.7 mag más débiles que las Sy de Granato et al., 1993), con lo que en promedio nuestros discos de Sy resultarían -0.8 mag más débiles que los discos de espirales normales. Ahora bien, si se tiene en cuenta que 5 de los 12 casos superan el criterio de fiabilidad $B/D \geq 1.70$, al excluirlas se obtiene un valor medio para las Sy de $\mu_0 = 20.5 \pm 0.6$ r-mag/ \square (ésto es, un resultado intermedio entre los hallados para galaxias Sy por los autores previamente mencionados), con lo que en promedio nuestros discos de Sy con $B/D < 1.7$ no resultarían más brillantes que los discos de espirales normales, un resultado contrario al encontrado por Granato et al. (1993); sin embargo, la reducida muestra de Sy en nuestra exploración, la dispersión de los valores y los diferentes métodos de descomposición utilizados por los distintos autores impiden ser más concluyentes a este respecto.

Finalmente, respecto al valor de μ_0 para los candidatos a galaxias enanas (BCD) de nuestra exploración, su valor medio 20.3 ± 0.7 r-mag/ \square no difiere respecto al promedio de toda la muestra UCM de GLE; por tanto, al menos a partir de nuestra reducido grupo de galaxias enanas, y considerando las dificultades inherentes a la utilización del modelo de descomposición B+D en este tipo de objetos (en las galaxias de tipo de Hubble muy avanzado, se observa un exceso de luz por encima de la componente del disco central extrapolada, pero esta contribución no parece que pueda asignarse a una contribución de una ley $r^{1/4}$ como la de los bulbos de las galaxias clásicas de últimos tipos: Binggeli, 1994) no observamos en la banda r el efecto apreciado en otras bandas por algunos autores (van der Kruit, 1989) consistente en que las galaxias enanas presentan debilitamientos en μ_0 de ~ 1 mag/ \square en la banda B y de ~ 1.4 mag/ \square en la banda F (situada entre V y R) respecto a lo observado en las galaxias normales.

Por último, respecto a las longitudes de escala exponencial de los discos, d_L , en la fig. 4.11 se presenta el histograma correspondiente para los objetos de la muestra UCM que admiten descomposición B+D. En él se observa un claro dominio de las escalas pequeñas, con un 65% de las galaxias con $d_L \leq 3$ kpc, produciéndose una caída muy brusca en el histograma a partir de dicho valor, efecto igual al observado por van der Kruit (1987, 1989) en los discos de las galaxias espirales.

El rango abarcado por la escala de los discos en las galaxias de nuestra muestra se extiende desde 0.38 kpc hasta 37.74 kpc, y si se excluye este valor máximo correspondiente a una galaxia elíptica cD cuya envoltura falsea la descomposición B+D, el rango se extiende sólo hasta 14.74 kpc, por lo que nuestro rango en d_L resulta intermedio entre el observado por Freeman (1970) de 1 - 12 kpc (aunque debe tenerse en cuenta que la no consideración de la componente de bulbo en su técnica de ajuste provoca un aumento de la luz atribuida a la componente de disco hacia el centro, con la consecuente disminución de la longitud de escala) o por van der Kruit (1987, 1989) de 1 - 11 kpc y el hallado por Boroson (1981) de ~ 3 -16 kpc o por Kent (1985b) de 1.54 - 20.10 kpc. Sólo un 5% de las galaxias UCM presentan $d_L \geq 8$ kpc, siendo barradas la mitad de ellas, resultado que se mantiene incluso si se segregan los casos con $B/D \geq 1.70$, y en general todas

nuestras espirales barradas tienen d_L mayores que la media global de la muestra. Dicha media se sitúa en el valor $d_L = 3.2$ kpc, aunque con una elevada dispersión de ± 2.8 kpc, valores ambos que no se reducen si se excluyen los casos con descomposición menos fiable. Este valor medio es similar al encontrado por Bothun et al. (1989) para su muestra de GLE (4 kpc para toda su muestra y 3.2 kpc para $z < 0.033$).

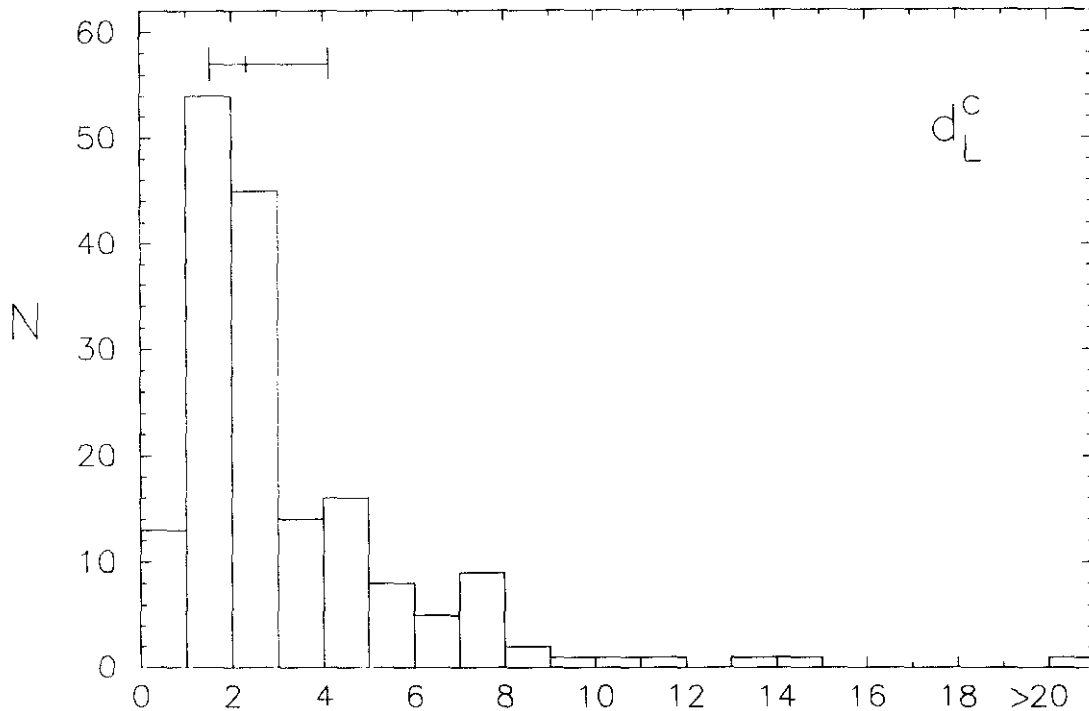


Fig. 4.11. Histograma correspondiente a la distribución de los valores de la longitud de escala exponencial de la componente de disco, d_L (kpc), visto de cara, para los objetos de la muestra UCM.

A modo de comparación, nuestra galaxia tiene un $d_L = 7.5$ kpc (van der Kruit, 1989), lo que la sitúa entre las grandes espirales, aunque se conocen galaxias con escala de hasta 13 kpc, y aunque en estudios previos se encuentra que sólo el 1% de las galaxias parecen tener $d_L > 5.2$ kpc (van der Kruit, 1987), en nuestra muestra esta fracción se eleva hasta el 16%. Y respecto a los valores promedios para galaxias normales, a partir de la muestra de Freeman (1970) se obtiene un valor medio de $d_L = (4.1 \pm 2.6)$ kpc, mientras Boroson (1981) presenta una media de $\sim (7 \pm 3)$ kpc y Kent (1985b) obtiene un promedio de $d_L = 6.4$ kpc, aunque con una elevada dispersión de ± 4 kpc. En resumen, globalmente, nuestra muestra de GLE aparece dominada por escalas de disco pequeñas, más propias generalmente de espirales de tipo avanzado, puesto que los mayores valores de d_L tienden a corresponder a galaxias de tipo intermedio, Sa-Sb (Simien & de Vaucouleurs, 1986; aunque su estudio está realizado en el azul, van der Kruit, 1989, ha demostrado que el valor de d_L se mantiene al pasar a la banda roja).

Respecto a nuestra submuestra de galaxias Sy, se obtiene un valor medio de $d_L = (5.8 \pm 2.7)$ kpc, que se reduce a $d_L = (5.6 \pm 2.4)$ kpc si se excluyen los casos de descomposición menos fiable. En cualquier caso, y considerando el reducido número de datos, así como la enorme dispersión respecto a la media, el valor medio de d_L encontrado para las galaxias Sy de nuestra muestra resulta intermedio dentro del rango de 1.5 kpc-10.5 kpc encontrado por MacKenty (1990) y de 2.1 kpc-20.2 kpc de Granato et al. (1993), aunque inferior a los valores medios de ambos trabajos, $d_L \sim (7 \pm 4)$ kpc, aunque de nuevo la influencia de los diferentes métodos de descomposición del perfil utilizados nos previene de mayores conclusiones comparativas.

Por último, respecto a la submuestra de enanas BCD, todas ellas presentan escalas de disco muy reducidas, de entre 0.4 y 1.5 kpc, con un valor promedio de $d_L = (0.8 \pm 0.4)$ kpc, esto es unas cuatro veces inferior a la media de toda la muestra. A modo de comparación, van der Kruit (1987) encuentra que las galaxias enanas suelen presentar $d_L < 4.5$ kpc, siendo las enanas con $d_L \sim 1.5$ kpc y $\mu_0(B) \sim 22.5$ mag/□ la población más abundante en el Universo.

4.5.3. Parámetros geométricos, fotométricos medios e índices de concentración.

En la fig. 4.12 se presenta el histograma correspondiente a la distribución de diámetros en kpc medidos sobre la isofota de 24 r-mag/□. En él se observa un claro dominio de las galaxias de menor tamaño, donde un 78% de las galaxias presentan un $D_{24} < 30$ kpc (que es aproximadamente el tamaño de nuestra gran Galaxia, aunque no son infrecuentes las espirales de tipo Sb que alcanzan los 70 kpc de diámetro: Sandage, 1993). Como ya se mencionó al hablar de las luminosidades absolutas de las galaxias, este dominio de galaxias pequeñas viene ligado a que nuestro sistema de exploración tiende a primar la detección de sistemas menores, y por tanto menos luminosos, en los que la emisión resulta más resaltada que en los sistemas mayores y brillantes. El hecho de que las GLE seleccionadas mediante prisma-objetivo resulten ser más pequeñas y menos luminosas que las espirales normales ha sido también observado por Bothun et al. (1989) en la muestra de Wasilewski. Nuestra muestra cubre un amplio rango de tamaños, desde 3 a 136 kpc, correspondiendo el valor extremo a la gigante elíptica cD, por lo que si se excluye este objeto, el rango queda reducido hasta 67 kpc. La mediana del histograma corresponde a tamaños de 19.4 kpc, mientras la media se sitúa en $\sim (23 \pm 14)$ kpc, y el descenso brusco en frecuencias se presenta para tamaños superiores a 25 kpc, siendo el porcentaje de galaxias con tamaño superior al de nuestra Galaxia de $\sim 22\%$.

En cuanto al análisis comparativo con otras muestras de GLE cuyos tamaños se encuentren publicados en la literatura disponible, la muestra de Wasilewski (Bothun et al., 1989) presenta una distribución de D_{24} que llega hasta 90 kpc, con un claro dominio de las galaxias de menor tamaño, decreciendo luego de modo continuo la frecuencia de detección hacia tamaños mayores, como sucede en nuestra muestra. Su porcentaje de detección de GLE con tamaños superiores al de

nuestra Galaxia es del 36%, es decir algo superior al encontrado por nosotros, y el tamaño medio de la muestra Wasilewski resulta ser de 26 kpc, similar al de la muestra UCM.

Y respecto a la muestra de GLE de la Universidad de Michigan (Salzer et al., 1989b), el rango de tamaños (medidos sobre la isofota de 25 mag/□ en la banda B, y por tanto comparable a la isofota de 24 mag/□ en la banda r) llega hasta los 80 kpc, o sea algo inferior al rango de Wasilewski y de la muestra UCM. El histograma de tamaños de la muestra UM presenta también una forma muy similar al nuestro, con un dominio de los tamaños menores, con un 29% de galaxias enanas con $D_{24} < 7.5$ kpc (~ 5% en nuestra muestra) y con sólo un 10% de galaxias mayores que nuestra Galaxia; el valor medio de su muestra se encuentra en 17 kpc, aunque con una enorme dispersión de ± 14 kpc, y un valor de mediana de unos 14 kpc, casi un 30% inferior al valor de nuestra muestra. En resumen, la exploración UCM encuentra, en promedio, GLE con tamaños ligeramente inferiores a los de la muestra Wasilewski, pero algo mayores que los de Michigan.

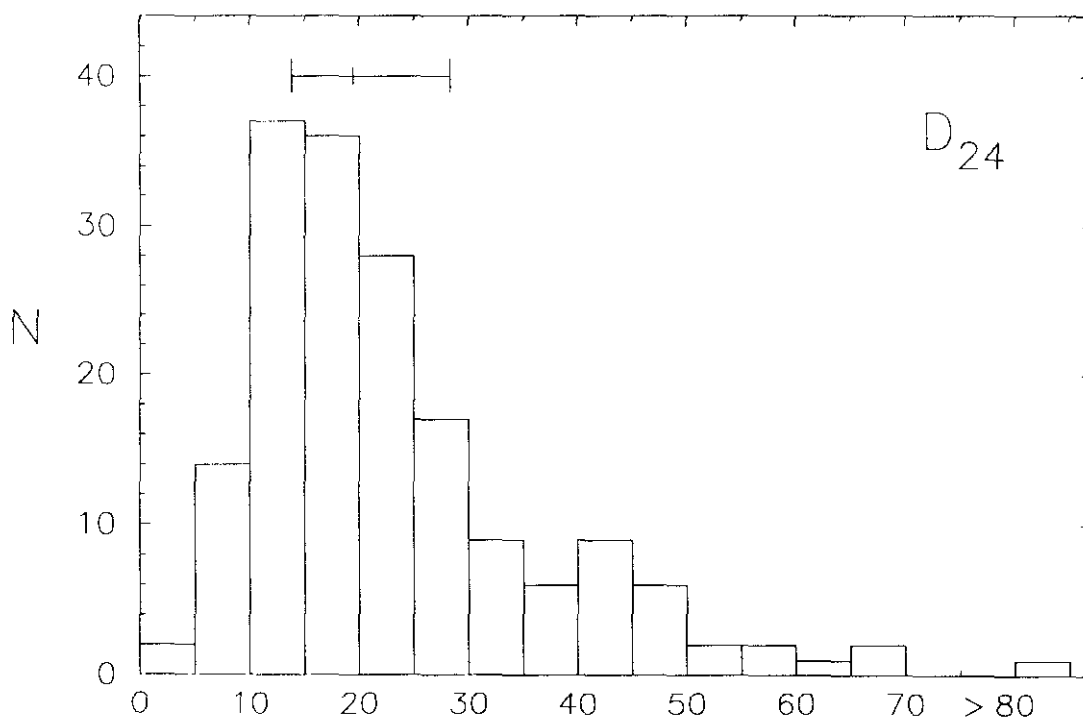


Fig. 4.12. Histograma correspondiente a la distribución de los valores de los diámetros lineales medidos sobre la isofota de 24 mag/□, D_{24} (kpc), para los objetos de la muestra UCM.

Por último, no olvidemos que el tamaño es uno de los parámetros más importantes para clasificar las GLE en sus diferentes grupos naturales (Salzer et al., 1989b); así, dichos autores encuentran que, virtualmente, todas las galaxias con diámetro superior a 22.5 kpc son Sy o SBN (del inglés, *starburst nuclei*) y en la misma línea, a partir de una muestra de 48 galaxias Sy estudiada por MacKenty

(1990), se obtiene un valor medio de unos (25 ± 10) kpc para el diámetro D_{24} . En nuestra muestra, para el conjunto de galaxias Sy encontradas (Gallego, 1995), se reproduce dicha tendencia con un valor medio para el diámetro de (36 ± 15) kpc.

En la fig. 4.13 se presenta el histograma de elipticidades ϵ (promediada sobre las cinco últimas isofotas mejor definidas) correspondientes a los objetos de la muestra UCM. El histograma presenta una frecuencia casi uniforme de detección para elipticidades menores que 0.5, pero cae bruscamente a partir de dicho valor hasta el máximo de $\epsilon = 0.82$ ($i \sim 80^\circ$); el valor medio para toda la muestra corresponde a 0.32 ± 0.18 , y la mediana del histograma se encuentra en $\epsilon = 0.30$ ($i \sim 45^\circ$).

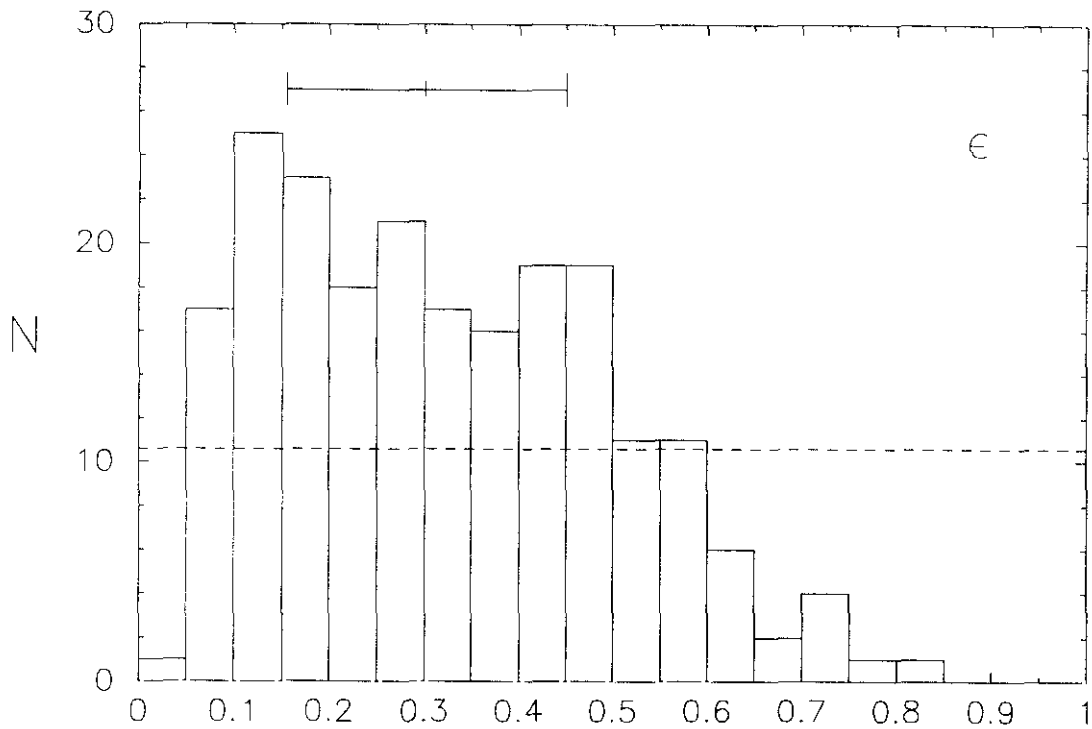


Fig. 4.13. Histograma correspondiente a la distribución de los valores de la elipticidad, medida sobre la isofotas externas mejor definidas, para los objetos de la muestra UCM. La línea horizontal de trazos correspondería al nivel de equiprobabilidad en la detección para nuestra muestra de objetos si éstos estuvieran orientados al azar.

La distribución de elipticidades no presenta la uniformidad esperada para una muestra de galaxias de disco orientadas aleatoriamente (en la figura se indica el nivel horizontal de frecuencia equiprobable que le correspondería a la muestra UCM si se tratara de discos orientados al azar), sino que se encuentra dominada por galaxias de inclinación no muy alta en el plano del cielo; así sólo el 17% de la muestra presenta una elipticidad superior a 0.5 ($i > 60^\circ$), lo cual puede interpretarse como debido a la dificultad de detección en las placas de prisma-objetivo de

galaxias vistas casi de canto, puesto que su menor transparencia interna en la dirección de observación dificultaría la detección de las regiones emisoras.

Respecto a los parámetros fotométricos medios, independientes del procedimiento de descomposición del perfil de brillo, los histogramas correspondientes para la muestra UCM se presentan en las figuras 4.14 a 4.16. Así en la fig. 4.14 se observa que la distribución de tamaños para el radio efectivo, a_e , que contiene la mitad de la luminosidad total de una galaxia, se extiende sobre un amplio rango desde 0.5 kpc hasta 20.6 kpc, correspondiendo este valor máximo a la elíptica gigante cD (UCM2321+1631), por lo que si se excluye esta galaxia el rango se reduce hasta los 11 kpc. La mediana de la distribución se sitúa en 2.8 kpc, y la media en 3.7 kpc, aunque con una elevada dispersión de ± 3.2 kpc. La muestra está dominada por tamaños pequeños, con un 88% de las galaxias con $a_e \leq 6$ kpc (por comparación, en la muestra de Kent, 1985b, son frecuentes los valores del orden de 8-10 kpc para galaxias espirales normales), lo que refleja un alto grado de concentración espacial de luz en las galaxias UCM, lo cual puede interpretarse como ligado al hecho observacional de que una gran mayoría de las galaxias de nuestra muestra presenta emisión procedente de sus regiones centrales.

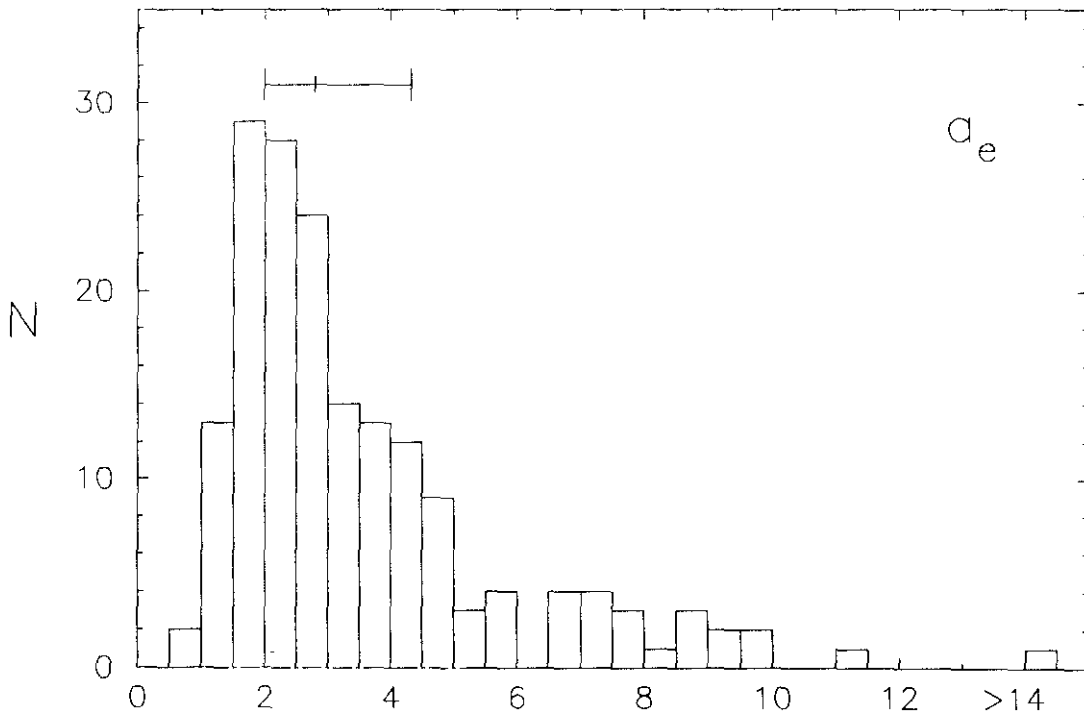


Fig. 4.14. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del radio efectivo a_e (kpc) para los objetos de la muestra UCM.

En la fig. 4.15 se presenta el histograma correspondiente a los valores del brillo medio superficial $\bar{\mu}_e$ dentro del radio efectivo. Aunque en principio el rango cubierto abarca unas 6.5 mag, si se excluyen los valores extremos de $\bar{\mu}_e < 18.25$

mag/□ y $\bar{\mu}_e > 22.75$ mag/□, que no corresponden a galaxias, sino que todos ellos pertenecen a objetos estelares confirmados espectroscópicamente (Gallego, 1995), dicho rango queda reducido a unas 4.5 mag, entre 18.25 y 22.75 mag/□, similar al observado por Kent (1985b) de 18.50 a 23.00 mag/□ en su muestra de galaxias normales. El histograma de la muestra UCM resulta dominado por una zona central ancha que ocupa sólo 1.5 mag, desde 19.75 hasta 21.25 mag/□, y que incluye el 67% de los objetos. La mediana de la distribución se sitúa en 20.44 mag/□, y el valor medio es de 20.35 ± 0.90 mag/□, aunque si se excluyen del análisis todos los objetos estelares de la muestra este valor resulta 20.45 ± 0.70 mag/□. A modo de comparación, hemos obtenido que el $\bar{\mu}_e$ promediado para la muestra de galaxias normales de Kent (1985b) es de 20.73 ± 0.70 mag/□, mientras que para espirales de bajo brillo superficial resulta ser 23.6 B-mag/□, es decir de ~ 22.6 r-mag/□ (Romanishin et al., 1983).

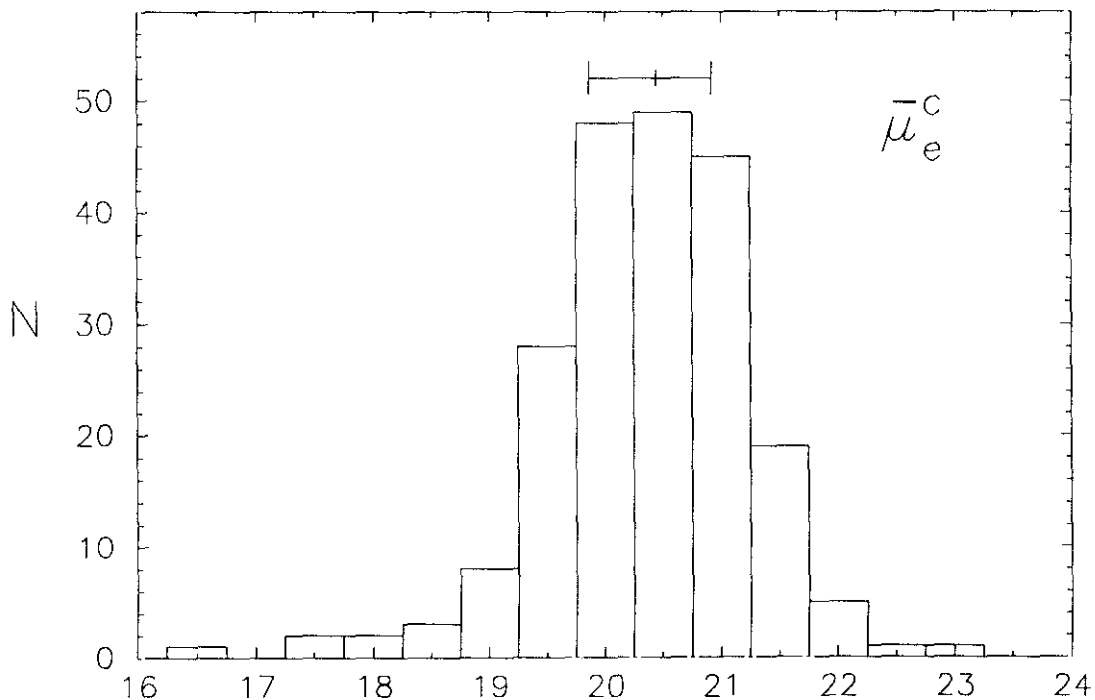


Fig. 4.15. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del brillo medio superficial efectivo $\bar{\mu}_e$ (mag/□) para los objetos de la muestra UCM.

El valor medio obtenido de $\bar{\mu}_e = 20.45$ mag/□ para la muestra UCM, resulta pues unas 0.3 mag más brillante que el promedio de las galaxias normales, y correspondería, según el análisis de Kent (1985b), a galaxias espirales de tipo no muy avanzado, típicamente Sa-Sab; pero dado que nuestra muestra UCM presenta una morfología, según el uso conjunto de la información aportada por cinco criterios, típicamente más avanzada, este resultado pondría de manifiesto el hecho de que la presencia en muchos objetos de nuestra muestra de emisión procedente de las partes más centrales de las galaxias tiene como efecto elevar el brillo medio

superficial efectivo respecto a lo que sucedería en galaxias normales sin regiones emisoras. Por otro lado, como puede observarse a partir de la baja desviación estándar de los datos respecto a su valor medio ($\pm 0.70 \text{ mag}/\square$), las galaxias de la muestra UCM, presentan, en un sentido estadístico, al igual que las del estudio de Kent (1985b), valores del brillo medio superficial efectivo no muy diferentes entre sí, lo que indica la dificultad que presenta el uso de este parámetro como único clasificador morfológico a la hora de discriminar entre distintos tipos de Hubble. Así, aunque en la muestra galaxias normales de Kent (1985b) se observa una tendencia en el sentido de que las espirales de últimos tipos presentan un brillo superficial efectivo más débil que las galaxias de primeros tipos ($\bar{\mu}_e = 19.5 - 21.0 \text{ mag}/\square$ para E, mientras $\bar{\mu}_e = 20.0 - 23.0 \text{ mag}/\square$ para Sc⁺), lo cierto es que existe un gran solapamiento entre clases y la caída en los valores de la mediana de $\bar{\mu}_e$ en su muestra es de sólo $\sim 1 \text{ mag}$ cuando se pasa de tipos E a tipos Sc.

En resumen, en las GLE de la muestra UCM el brillo medio superficial efectivo resulta aumentado por la presencia de brotes emisores en las regiones centrales de las galaxias, lo que provoca que este parámetro (al analizar sólo la *distribución superficial media del brillo dentro de la región que contiene la mitad de la luz total*), en general, atrase ligeramente la clasificación del tipo de Hubble para galaxias con líneas de emisión. Es por ello por lo que, para muestras de GLE, creemos más conveniente la utilización de brillos medios superficiales que no excluyan la mitad de la luz de la galaxia, sino que promedien la distribución luminosa en toda la superficie del objeto; de hecho, el uso del brillo medio superficial dentro de toda el área cubierta hasta la isofota $24.5 \text{ mag}/\square$, en combinación además con un índice de concentración se revela como un potente clasificador morfológico, como lo demuestra el análisis, previamente mencionado, de Doi et al. (1993).

En la fig. 4.16 se presenta el histograma correspondiente al brillo medio superficial dentro de la isofota $24.5 \text{ mag}/\square$. La distribución para las GLE de la UCM cubre un rango de sólo unas 2.5 mag , puesto que todos los objetos con $\bar{\mu}_{24.5} < 20.87 \text{ mag}/\square$ o $\bar{\mu}_{24.5} > 23.37 \text{ mag}/\square$ son estrellas. El histograma presenta un máximo de frecuencia centrado en $22.1 \text{ mag}/\square$, y una zona central ancha que se extiende entre 21.6 y $22.6 \text{ mag}/\square$, de modo que el 78% de los datos quedan incluidos en este rango de tan sólo 1 mag ; dada la diversa morfología de los objetos de nuestra muestra, este resultado refleja de nuevo que utilizar un brillo medio superficial como único criterio de segregación morfológica resulta insuficiente. La mediana de la distribución corresponde a $22.13 \text{ mag}/\square$, mientras la media se sitúa en el valor $22.07 \pm 0.47 \text{ mag}/\square$, aunque si se eliminan los objetos de naturaleza no galáctica, el promedio para las GLE de la UCM se sitúa en el valor $22.14 \pm 0.37 \text{ mag}/\square$.

Como resumen, por un lado, el promedio de $22.14 \text{ mag}/\square$ es un valor típico medio para galaxias normales, independientemente de cual sea su tipo morfológico, como puede verse en Doi et al. (1993) y Okamura et al. (1994); este resultado refleja que, a diferencia de lo que pasaba con el parámetro $\bar{\mu}_e$, muy sensible a la presencia de brotes nucleares, el brillo superficial promediado hasta las partes más

externas de las galaxias, $\bar{\mu}_{24.5}$, apenas se ve alterado por la existencia de regiones emisoras, respecto a lo que sucede en las galaxias normales. Por otro lado, la pequeña desviación de los datos respecto al valor medio (± 0.37 mag/□), indica que aunque se observe una ligera tendencia al descenso del brillo medio superficial al comparar galaxias de tipo E con las Sc (Doi et al., 1993), el enorme solapamiento entre brillos medios para todo tipo de Hubble y el estrecho rango en que están comprendidos sus valores impide una clasificación morfológica mediante el uso de este único parámetro.

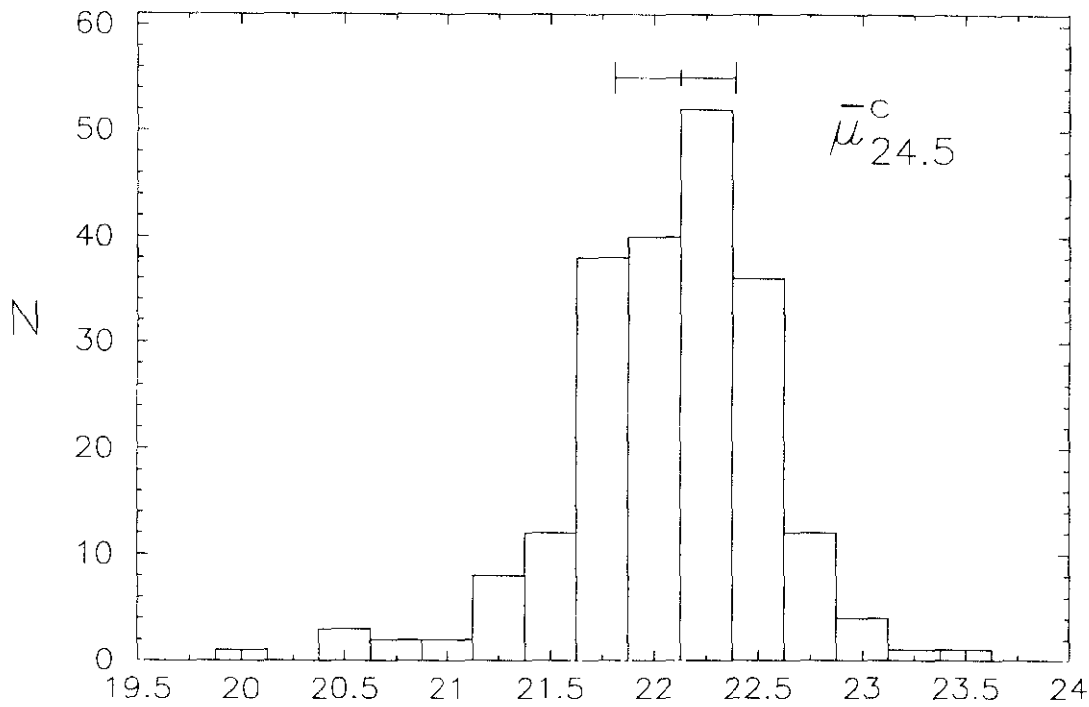


Fig. 4.16. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del brillo medio superficial dentro de la isofota 24.5, $\bar{\mu}_{24.5}$ (mag/□), para los objetos de la muestra UCM.

En las figuras 4.17 a 4.19 se presentan los histogramas correspondientes a los tres índices de concentración fotométricos utilizados en el análisis de los objetos de la muestra UCM. Así, la fig. 4.17 corresponde a la distribución de los valores del índice $c_{in}(\alpha)$, para $\alpha = 0.3$, según Doi et al. (1993). En principio, el histograma se extiende prácticamente a lo largo de todo el rango posible, pero si se excluyen las estrellas de la muestra, éste queda reducido a $0.24 \leq c_{in}(\alpha) \leq 0.70$, rango idéntico al encontrado por Okamura et al. (1994) para su muestra de galaxias normales en la banda R.

La distribución se presenta bastante simétrica en torno al valor de mediana de 0.48, con un máximo en torno a la zona de 0.50-0.55, y estando el 66% de los datos comprendidos en la banda 0.40-0.60; el valor medio de este parámetro para

las GLE de la muestra UCM es, si se excluye la contaminación por las estrellas, de 0.48 ± 0.10 , valor típico de galaxias con morfología más avanzada que Sa (Doi et al., 1993). De nuevo, pese a la tendencia observada por estos autores de un descenso en este índice de concentración al avanzar el tipo de Hubble (desde -0.7 para E hasta -0.4 para Sc), el reducido rango observado en el valor de este parámetro en las GLE de nuestra muestra (con $\sigma = \pm 0.10$) y el solapamiento entre tipos Sa - Sc en dicho rango indican la insuficiencia de este parámetro como único clasificador morfológico. Es por ello por lo que se ha utilizado como uno de los cinco criterios para determinar el tipo de Hubble, la información conjunta biparamétrica en el plano $c_{in}(\alpha)$ vs $\bar{\mu}_{24.5}$, de acuerdo con Doi et al. (1993) y Okamura et al. (1994).

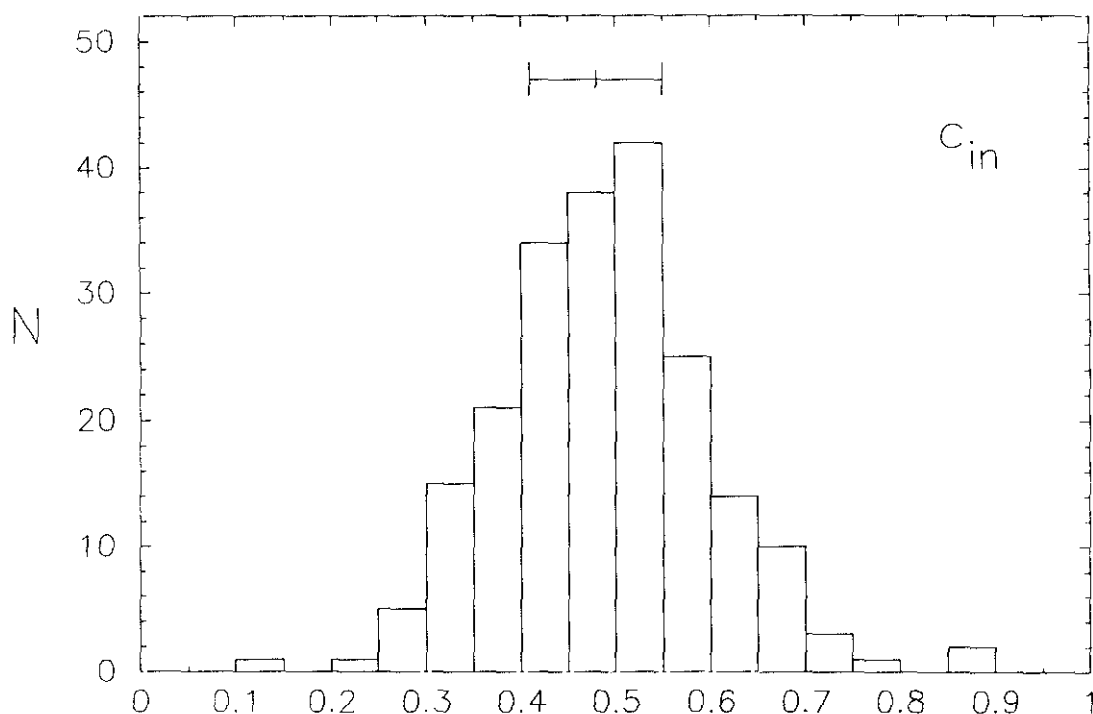


Fig. 4.17. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del índice de concentración $c_{in}(\alpha = 0.3)$, para los objetos de la muestra UCM.

En la fig. 4.18 se presenta el histograma correspondiente al índice de concentración c_{31} introducido por de Vaucouleurs (1977); el rango ocupado por los objetos de la muestra UCM se extiende desde 1.87 hasta 7.34, aunque si se excluyen las estrellas (todas ellas con $c_{31} < 2.81$) el rango para las GLE es de 2.24 - 7.34; este rango tan extenso refleja la variedad de tipos morfológicos presentes en la muestra, puesto que los valores teóricos de este parámetro oscilan entre 2.8 para un disco exponencial puro y 7.0 para una ley $r^{1/4}$ pura.

El histograma presenta un claro dominio de los valores bajos del índice c_{31} , como corresponde a una muestra de galaxias de tipo avanzado, estando la mediana en el valor 2.93 y el valor medio en 3.1 ± 0.8 , correspondiente a galaxias de tipo \geq Sa

(Gavazzi et al., 1990) y con un 83% de los datos agrupados en el rango 2.25-3.75. El descenso brusco en las frecuencias se produce para $c_{31} < 2.25$ (valor que sólo presentan algunas galaxias irregulares en la muestra de Gavazzi et al., 1990; de hecho sólo hay una galaxia UCM con c_{31} inferior a ese valor, y corresponde a la Irr UCM1303+2908) y para $c_{31} > 3.0$ el descenso se produce de una forma mucho más lenta, con muy pocas galaxias a partir de $c_{31} > 4.5$ correspondiente a la escasez de galaxias de tipos $\leq S0$ en nuestra muestra de GLE. Sólo dos galaxias (~1% de la muestra) presentan un $c_{31} > 7.0$ (valor correspondiente a una ley $r^{1/4}$ pura) y pertenecen ambas a tipos S0-Sa, mientras un 42% presentan $c_{31} < 2.8$ (valor correspondiente a una ley exponencial pura), siendo este porcentaje muy similar (49%) al que encontramos en la muestra de galaxias normales de Gavazzi et al. (1990) y que pertenecen en su mayoría a los tipos Sbc-Irr. Finalmente, aunque algunas Sy de la muestra UCM presentan valores de c_{31} tan elevados como 7.21, otras tienen valores tan bajos como 2.65, por lo que incluso en los casos de GLE de mayor actividad, el uso de este parámetro no representa ninguna ventaja en cuanto a su poder de discriminación de estas galaxias activas respecto a las demás GLE. Y respecto a las galaxias enanas BCD, el valor medio de c_{31} se sitúa en 2.6 ± 0.3 , muy inferior al promedio de la muestra, como corresponde a galaxias de tipo de Hubble muy avanzado.

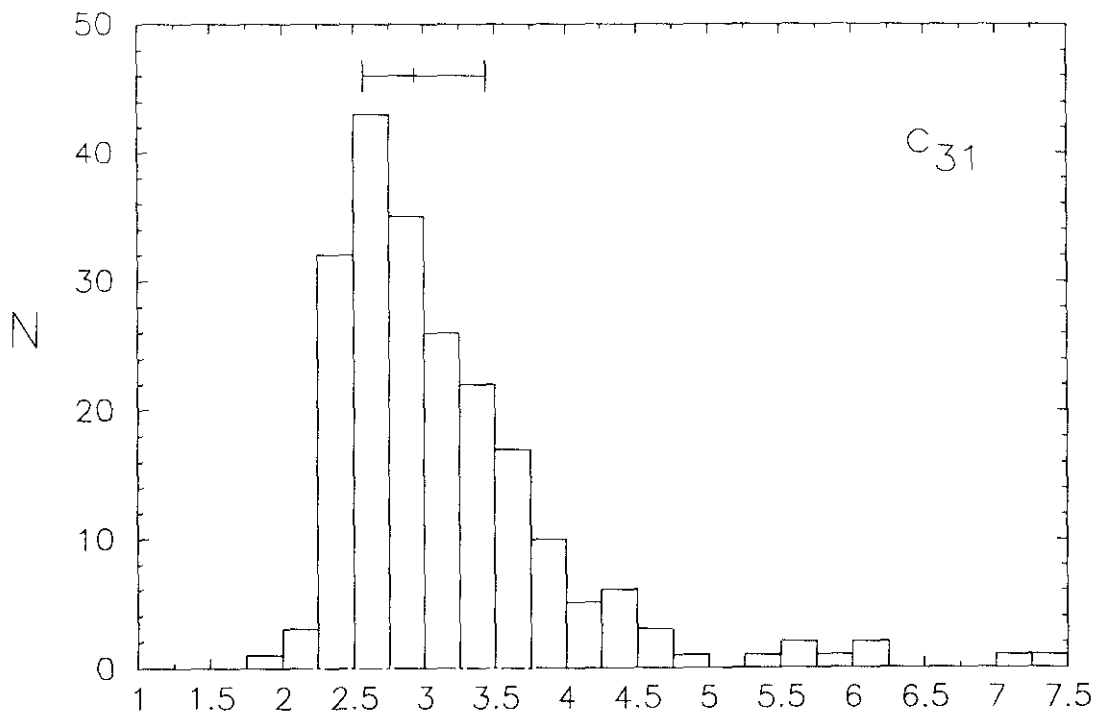


Fig. 4.18. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del índice de concentración c_{31} , para los objetos de la muestra UCM.

Por último, en la fig. 4.19 se observa el histograma correspondiente al índice c_{42} introducido por Kent (1985b). La muestra se extiende en principio en un rango que va desde 1.68 hasta 5.13, pero si se excluyen las estrellas (todas ellas con

índices c_{42} bajos) el rango se extiende desde 2.24 hasta 5.13; esta amplitud refleja la variada morfología de la muestra si se tiene en cuenta que los valores teóricos de este parámetro corresponden a 2.74 para un disco exponencial puro y a 5.16 para un ley $r^{1/4}$ pura.

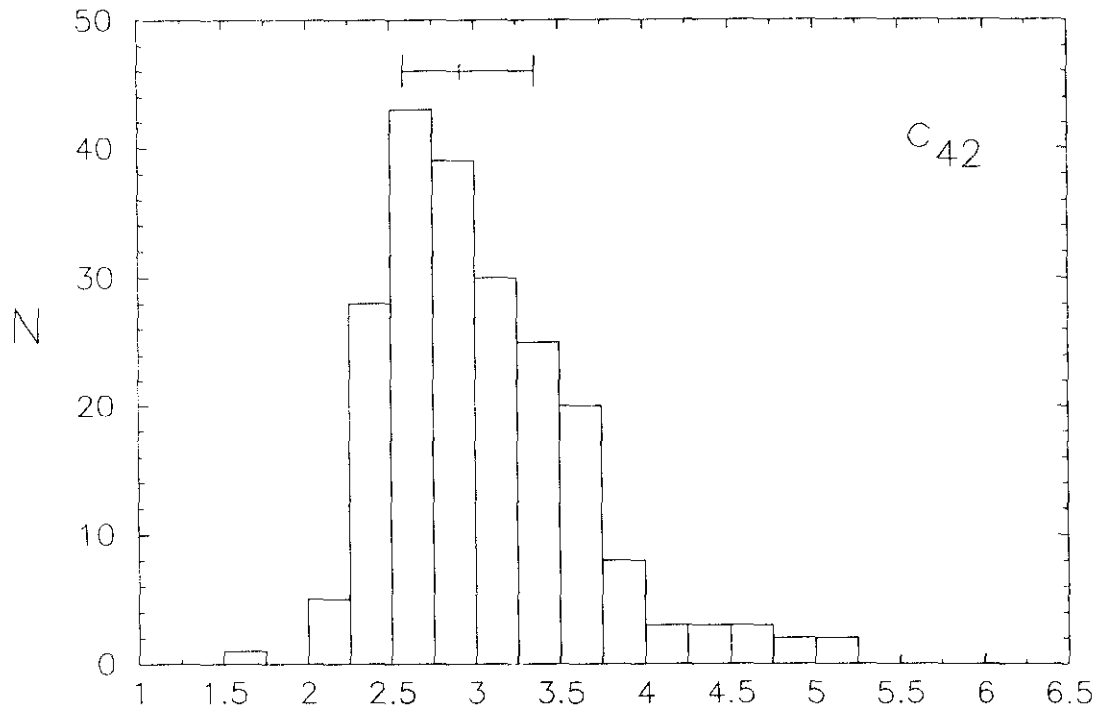


Fig. 4.19. Histograma correspondiente a la distribución de los valores del índice de concentración c_{42} , para los objetos de la muestra UCM.

El histograma presenta un máximo central entre 2.5 y 3.0, y una banda ancha entre 2.25 y 3.75 que incluye el 87% de los datos, produciéndose fuera de estos valores caídas muy bruscas en la distribución de frecuencias; este rango dominante corresponde a morfologías de tipo \geq Sb, según Kent (1985b), esto es, a galaxias dominadas por la componente de disco. La mediana de la distribución se sitúa en 2.92 y el valor medio corresponde a $c_{42} = 3.0 \pm 0.6$, típico de morfologías Sb-Sc⁺ en la muestra de galaxias de Kent (1985b). Por otro lado, en la muestra UCM hay un 36% de objetos con $c_{42} < 2.74$, que se reduce a un 29% si se excluye la contaminación por las estrellas y por otro lado, no hay ningún objeto con $c_{42} > 5.16$, aunque todos los objetos próximos a este valor (desde 4.50 hasta 5.13) corresponden, según el uso conjunto de nuestros cinco criterios morfológicos, a galaxias de tipos poco avanzados, S0 principalmente. En este sentido, Kent (1985b) encuentra en su muestra que la única galaxia con $c_{42} > 6$ corresponde a la Sy NGC 3516, pero en nuestra muestra los valores de este parámetro para las Sy UCM están distribuidos en un amplio rango desde ~ 2.7 hasta ~ 5.1 , lo que refleja la insensibilidad de este parámetro ante las GLE más activas. Y respecto a las galaxias enanas BCD, al igual que sucedía con el índice c_{31} , el valor medio de c_{42} se sitúa en 2.6 ± 0.2 , muy inferior

al promedio de la muestra, como corresponde a galaxias de tipo de Hubble muy avanzado.

Finalmente cabe señalar que, comparativamente, el índice de concentración c_{42} asigna a las galaxias de nuestra muestra, generalmente tipos de Hubble más avanzados que los otros cuatro criterios morfológicos utilizados en el presente trabajo. Este hecho lo interpretamos en parte como debido a que en el estudio de Kent (1985b) no se consideran realmente los radios que contienen en su interior el 80% y el 20% de la luz total de la galaxia, sino que en él se aproxima $r(80\%)$ por el radio de la isofota 24 mag/□, y $r(20\%)$ se calcula como el radio que contiene el 25% de la luz que hay dentro de dicho r_{24} . Así, en su trabajo Kent utiliza que dicha isofota de 24 mag/□ contiene el 79% de la luz total, apoyándose en que $m(\text{total}) - m_{24} \sim -0.2$, promediando para galaxias de todo tipo de Hubble; pero en muchas de nuestras galaxias esta diferencia es ~ -0.1 , más de acuerdo con lo que sucede en galaxias espirales de tipo más avanzado que S0 (RC2, de Vaucouleurs et al., 1976) y dicha isofota incluye el 91% de su luminosidad total. Como en nuestro caso sí se ha calculado este índice de acuerdo con su definición, la posible reducción en $r(80\%)$ respecto a la sobreestimación de Kent causaría un descenso en los c_{42} de nuestra muestra, provocando un adelanto en el tipo morfológico al utilizar los resultados de dicho autor, aunque su influencia queda diluida en nuestra clasificación final al estar ésta basada en el uso simultáneo de cinco criterios morfológicos.

4.5.4. Correlaciones entre los parámetros absolutos, geométricos, fotométricos medios e índices de concentración.

Una vez analizadas e interpretadas las distribuciones estadísticas que presentan por separado cada uno de los distintos parámetros calculados para los objetos de la muestra UCM, cabe analizar las posibles tendencias o correlaciones que puedan existir entre ellos.

La primera correlación a investigar debe reflejar la posible conexión entre los parámetros globales de los objetos; en este sentido se ha representado en la fig. 4.20 la relación tamaño-luminosidad. En ella se refleja la relación entre el tamaño (D_{24} corresponde al diámetro en kpc medido sobre la isofota de 24 mag/□) y la luminosidad en el filtro r (M_r) de las galaxias de la muestra UCM.

En dicha figura se observa una alta correlación en el sentido de que las galaxias mayores resultan también más luminosas, reflejando pues una constancia en el brillo superficial; es decir puesto que la relación luminosidad / área = cte equivale a una relación tamaño - magnitud absoluta de la forma

$$\log D = C - 0.20 M_r$$

cabe plantearse si las galaxias de nuestra muestra, pese a la presencia de rasgos emisores en ellas, siguen una tendencia de acuerdo con esta ley de constancia. En efecto, un ajuste por mínimos cuadrados sobre los parámetros D_{24} y M_r aporta el resultado siguiente:

$$\log D_{24} = (-3.10 \pm 0.13) - (0.21 \pm 0.01) M_r$$

ecuación muy similar a la encontrada en la banda B por Sandage (1993) a partir de una muestra de 62 galaxias de campo de tipos Sab y Sb. El resultado obtenido, además de garantizar los métodos utilizados para el cálculo de estos parámetros en nuestro estudio, refleja la gran uniformidad de los brillos medios superficiales, dentro de un estrecho rango dado por la desviación estadística en el ajuste, para las GLE de la muestra UCM, pese a la enorme variedad de mecanismos posibles responsables de la emisión así como de las distintas morfologías observadas. Así, dicha tendencia es igualmente seguida por los dos objetos más débiles y compactos de la muestra, dos de los candidatos a galaxias BCD, UCM1612+1309 y UCM2325+1628, ambos con $M_r \sim -16.7$ y con diámetros de sólo 3 kpc.

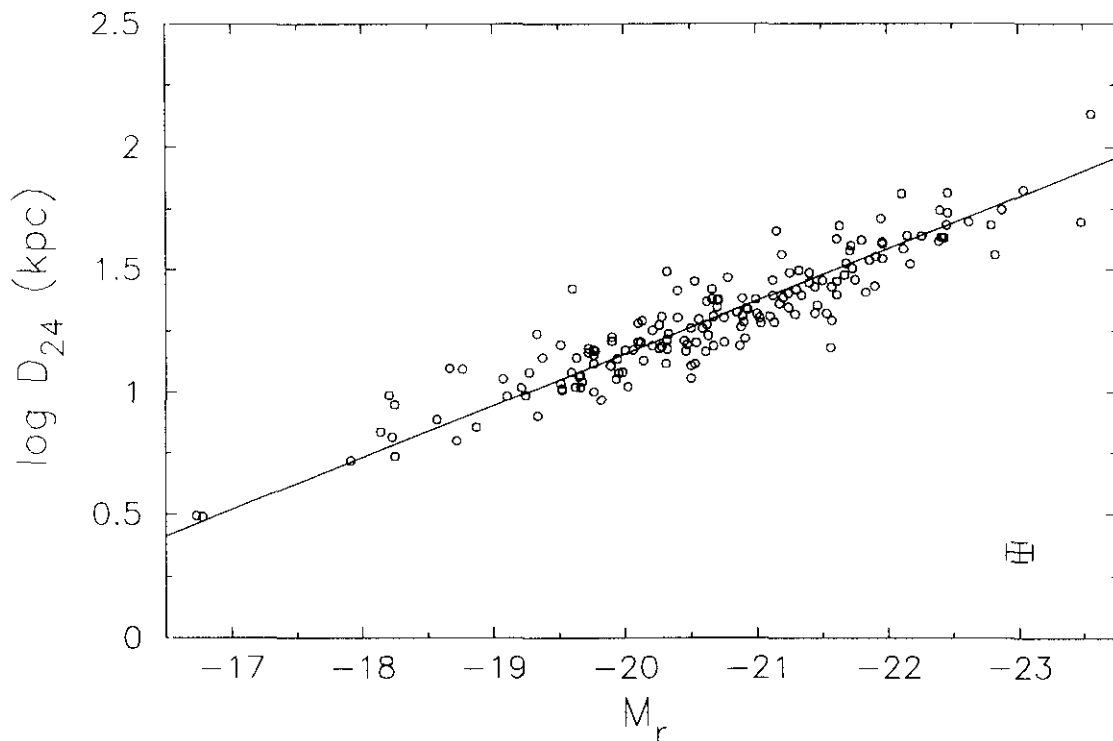


Fig. 4.20. Correlación entre los diámetros lineales, medidos sobre la isofota de 24 mag/□, y la magnitud absoluta para los objetos de la muestra UCM. Las barras de error representan los errores típicos en los datos de cada punto de la gráfica.

En cuanto a las posibles relaciones entre los parámetros de escala y de brillo superficial procedentes de la descomposición B+D, se han representado las figuras 4.21 y 4.22 los valores de μ_e vs. $\log r_e$ y de μ_0 vs. $\log d_L$. En cuanto a la posible relación entre los parámetros de la componente del bulbo, la fig. 4.21 muestra una ligera tendencia en el sentido de que las componentes de bulbo más extensas presentan un brillo superficial efectivo más débil, correspondiente a seguir la

tendencia de luminosidad total del bulbo constante, puesto que como a partir de la expresión de la luminosidad aparente

$$L_{\text{Bulbo}} = 7.215 \pi r_e^2 I_e$$

se obtiene, mediante la transformación de escalas angulares en tamaños lineales y de intensidades en magnitudes, que la magnitud absoluta del bulbo es

$$M_{\text{Bulbo}} = \mu_e - 5 \log r_e (\text{kpc}) - 39.96$$

entonces para $M_{\text{Bulbo}} = \text{cte}$ quedan rectas del tipo

$$\mu_e = C + 5 \log r_e$$

A modo de comparación, en la fig. 4.21 se han trazado estas rectas de luminosidad del bulbo constante correspondientes a $M_{\text{Bulbo}} = -16, -19$ y -22 , siendo el valor central de -19 el valor típico para componentes de bulbo pertenecientes a espirales normales de tipo avanzado (Kent, 1985b; Simien & de Vaucouleurs, 1986). Puesto que las rectas correspondientes a otras luminosidades del bulbo son paralelas entre sí, la dispersión de puntos en la figura indica que el rango en M_{Bulbo} es muy extenso, de unas 6 mag., amplitud igual a la observada por Kent (1985b), Simien & de Vaucouleurs (1986) y Kodaira et al. (1986).

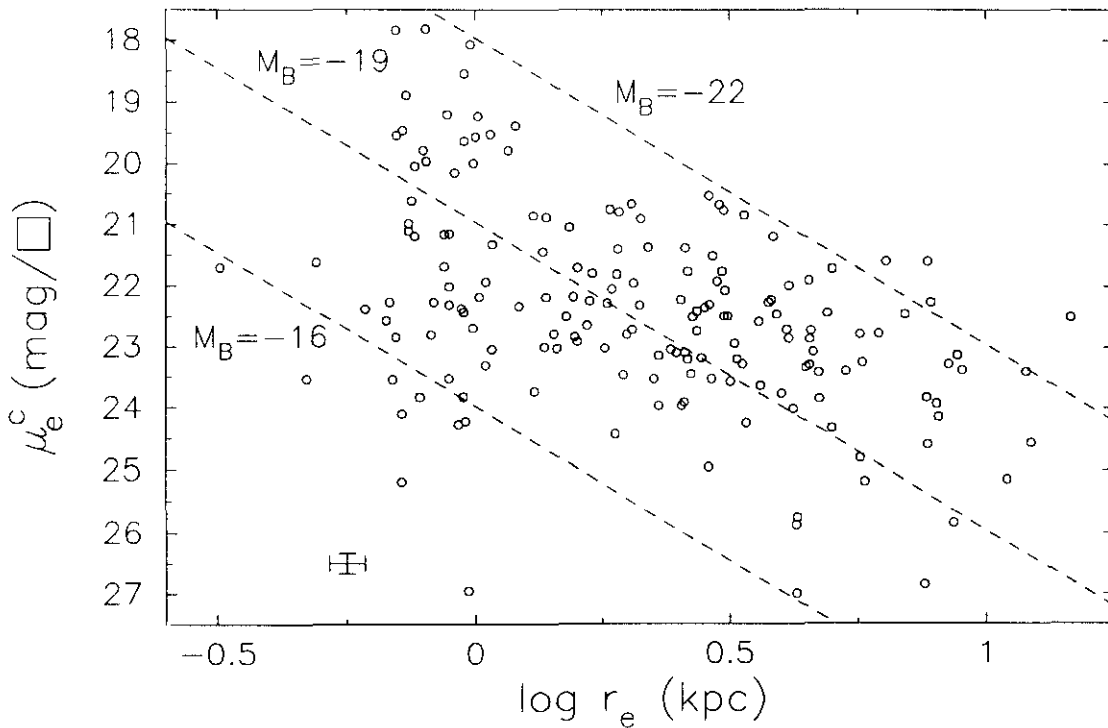


Fig. 4.21. Diagrama de los parámetros de la componente de bulbo, para los objetos de la muestra UCM. Las rectas de trazado discontinuo representan líneas de magnitud absoluta de bulbo constante.

Los puntos que más se apartan de dicha tendencia corresponden a bulbos de escala r_e muy pequeña pero de μ_e muy brillante ($\mu_e \sim 18-20 \text{ mag}/\square$), todos ellos pertenecientes a galaxias de tipo S0 o a barradas de tipo SBa, y a bulbos con un brillo superficial efectivo debilísimo ($\mu_e \sim 27 \text{ mag}/\square$), correspondiendo las dos de μ_e más débil a las galaxias enanas UCM0049-0006 y UCM1331+2901. Pero, al igual que sucede en el estudio de Kent (1985b), la gran dispersión observada y la influencia de la corrección de seeing en estos dos parámetros impide una mayor interpretación de estos resultados.

Respecto a los parámetros de la componente de disco, en la fig. 4.22 se representan los valores de μ_0 vs. $\log d_L$ para los objetos de la muestra UCM; en ella se observa una tendencia, más clara que en el caso de μ_e vs. $\log r_e$, en el sentido de que los discos de escala mayor resultan tener brillos superficiales más débiles. Esta tendencia lineal corresponde, dentro de la dispersión observada, a una conservación de la luminosidad total de los discos para todo tipo de galaxia, puesto que a partir de la expresión

$$L_{\text{Disco}} = 2\pi d_L^2 I_0$$

se obtiene que la magnitud absoluta del disco es

$$M_{\text{Disco}} = \mu_0 - 5 \log d_L (\text{kpc}) - 38.57$$

quedando para $M_{\text{Disco}} = \text{cte}$ rectas del tipo

$$\mu_0 = C + 5 \log d$$

A modo de comparación se han trazado en la fig. 4.22 las rectas de luminosidad del disco constante correspondientes a $M_{\text{Disco}} = -18, -20$ y -22 , siendo el valor de -21.7 el valor típico para componentes de disco pertenecientes a espirales normales de tipo avanzado (Kent, 1985b; Simien & de Vaucouleurs, 1986). Recordando que las rectas correspondientes a otras luminosidades del disco son paralelas entre sí, la dispersión de puntos en la figura indica que el rango en M_{Disco} es menos extenso, de unas 4 mag., que el correspondiente a los bulbos, y con una amplitud igual a la observada por Kodaira et al. (1986), aunque algo más ancha que la de Simien & de Vaucouleurs (1986).

Por otro lado, se observa que la mayoría de los discos de las GLE de la muestra UCM presentan luminosidades inferiores a los valores típicos de los discos de espirales normales avanzadas; puesto que las GLE de nuestra muestra presentan brillos superficiales centrales μ_0 sólo ligeramente más brillantes que las espirales normales, pero longitudes de escala d_L mucho menores que éstas, la menor luminosidad total de los discos de nuestras GLE podría deberse en mayor medida al menor tamaño de los discos respecto a lo que sucede en galaxias normales, sin olvidar que nuestras galaxias resultan casi unas 2 magnitudes más débiles que las espirales normales cuando se integra la luz total en ellas. Sin embargo, los diferentes procedimientos de descomposición B+D utilizados por

distintos autores para muestras de galaxias normales y la ausencia de datos publicados sobre M_{Disco} obtenidos a partir de una técnica de descomposición B+D similar a la nuestra, para otras muestras de GLE imponen severas restricciones en las consideraciones a este respecto.

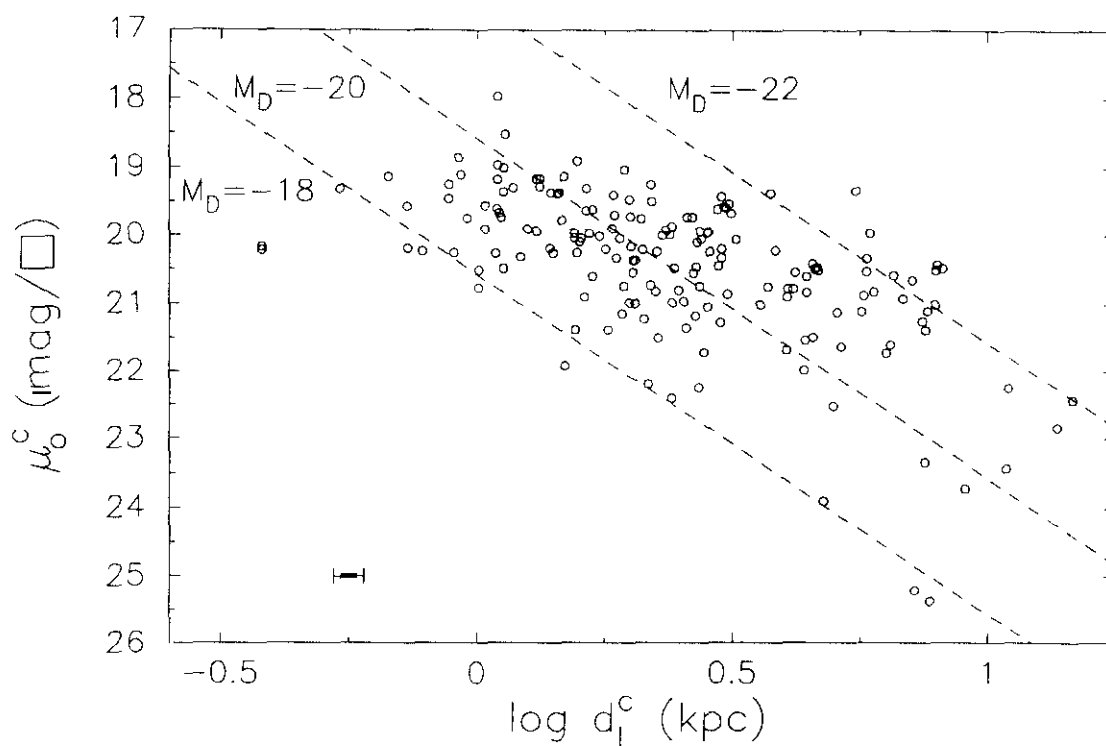


Fig. 4.22. Diagrama de los parámetros de la componente de disco, para los objetos de la muestra UCM. Las rectas de trazado discontinuo representan líneas de magnitud absoluta de disco constante.

Los seis puntos que se alejan más de la nube principal del gráfico presentan todos ellos brillo superficial débil ($\mu_0 > 23 \text{ mag}/\square$) y escala relativamente grande ($d_L > 4.7 \text{ kpc}$), y pertenecen todos ellos a galaxias de tipo S0 y con valores grandes de la razón B/D ($B/D = 2.2 - 30.0$), es decir corresponden todos a sistemas en los que la presencia de la componente de disco resulta de escasa fiabilidad. Y en cuanto al análisis comparativo, dicha tendencia es similar a la observada en la muestra de espirales normales de Kent (1985b), en la que, al igual que en nuestra muestra pero contrariamente a lo expuesto por Boroson (1981), las galaxias S0 que se alejan del comportamiento general presentan μ_0 débiles y d_L grandes. Esta correlación entre el brillo superficial extrapolado del disco y su longitud de escala ha sido también recientemente confirmada en una muestra de galaxias activas Sy 1 por Granato et al. (1993), y lo mismo sucede con la mayoría de las Sy de nuestra muestra.

Por otro lado y también respecto a las posibles relaciones entre los parámetros procedentes de la descomposición bulbo+disco aplicada a las galaxias de la muestra, se han investigado las tendencias de dichos parámetros en función

del propio valor de la razón B/T, puesto que en las luminosidades de ambas componentes intervienen tanto su tamaño como el brillo superficial. Así, cabe preguntarse en primer lugar si el decrecimiento en la razón bulbo/disco puede deberse a una disminución del tamaño del bulbo relativo al del disco, o a una caída en el brillo superficial del bulbo (ya que los brillos de la componente de disco se encuentran en un rango más reducido, la influencia de μ_0 en la razón B/T tendría una importancia secundaria), o a ambos factores.

En este sentido, en la fig. 4.23 se muestra la relación de la razón de escalas de las componentes de bulbo y de disco y la razón B/T obtenida; para la muestra UCM de GLE se observa una escasa relación entre ambos parámetros, aunque una tendencia algo más marcada que en el trabajo de Kent (1985b). Por un lado, parece existir una ligera tendencia a que la razón de escalas aumente al crecer la razón B/T, especialmente si se excluyen los puntos correspondientes a $B/T \geq 0.63$, pero por otro existe una enorme dispersión de valores en el sentido de que para una razón B/T dada existen razones de escalas muy diferentes, y viceversa, esto es, para una razón de escalas dada existen valores de la razón B/T dentro de un amplio rango.

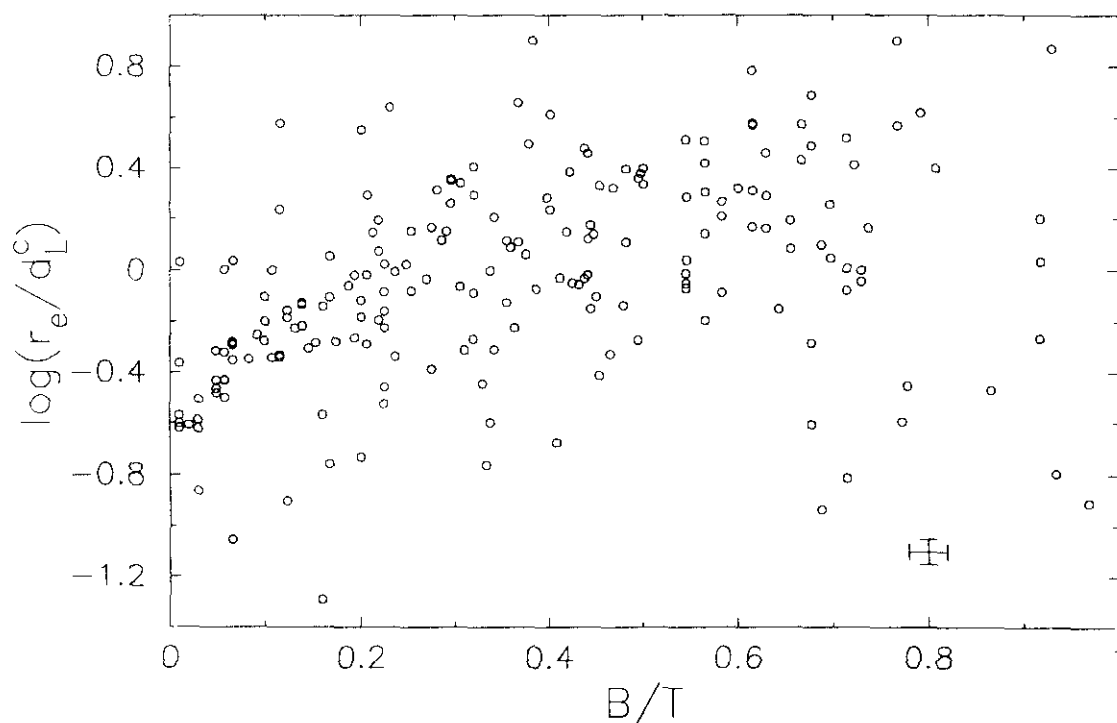


Fig. 4.23. Diagrama de la razón de las longitudes de escala de las componentes de bulbo y de disco en función de la razón B/T para los objetos de la muestra UCM.

Podría entonces suceder que, como propone Kent (1985b), el decrecimiento de la razón B/T observado en las galaxias se debiera más bien a una caída en el brillo superficial del bulbo relativo al disco (es decir $\mu_e - \mu_0$ creciente); en este sentido se ha representado la fig. 4.24 en la que tampoco se observa la tendencia

de mayores valores de $\mu_e - \mu_0$ para B/T bajos, por lo que en definitiva la caída en la razón B/T no puede atribuirse a un único parámetro (tamaño o brillo superficial), sino a una combinación, mezclada e inseparable, de ambos efectos. En cuanto al análisis comparativo con otros autores, la dispersión observada en ambas gráficas se refleja también en el trabajo de Kent (1985b), y aunque los rangos observados, tanto en la escala geométrica relativa (r_e/d_L) como en el brillo superficial relativo ($\mu_e - \mu_0$) son muy similares a los de nuestra muestra (aunque nuestros discos resultan algo menores), la gran dispersión de valores y la influencia de los diferentes métodos de descomposición B+D utilizados, especialmente en los parámetros del bulbo, nos previenen de mayores comparaciones.

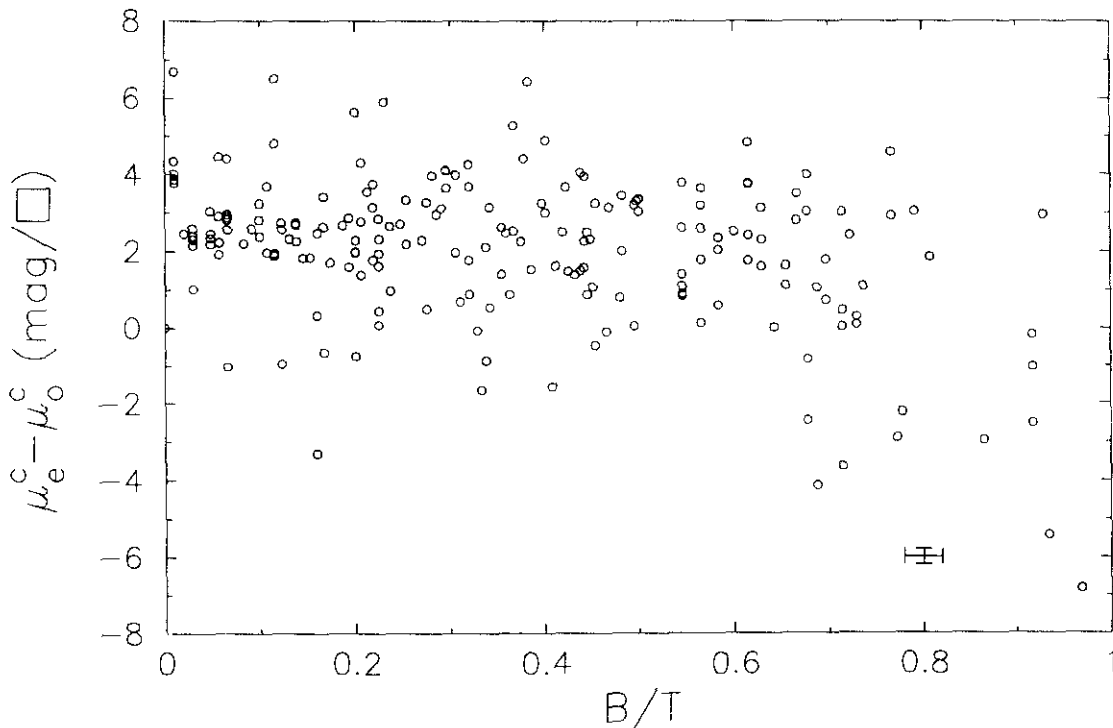


Fig. 4.24. Diagrama de la diferencia en los brillos superficiales del bulbo y del disco en función de la razón B/T para los objetos de la muestra UCM.

Una última relación buscada en la que interviene la razón B/T es la posible dependencia con el índice de concentración c_{42} , dado que precisamente la idea de introducir este índice es obtener una medida de la razón B/T que sea independiente del procedimiento de descomposición bulbo+disco utilizado.

En este sentido, se ha representado dicha dependencia en la fig 4.25, en la que se aprecia, en efecto, una marcada tendencia a que B/T crezca con c_{42} , coherente con el hecho de que ambos parámetros reflejan el grado de concentración espacial de la luz en las galaxias. Esta tendencia está definida incluso para aquellos puntos con $B/T > 0.63$, y sólo se alejan de ella algunos puntos con $c_{42} \geq 4$, correspondientes a galaxias de tipo temprano; aunque la contribución

estadística de estos casos es ínfima, puesto que el 87% de la muestra presenta $c_{42} < 3.75$, todos ellos responden a alguna particularidad que podría explicar su alejamiento respecto a la tendencia lineal observada.

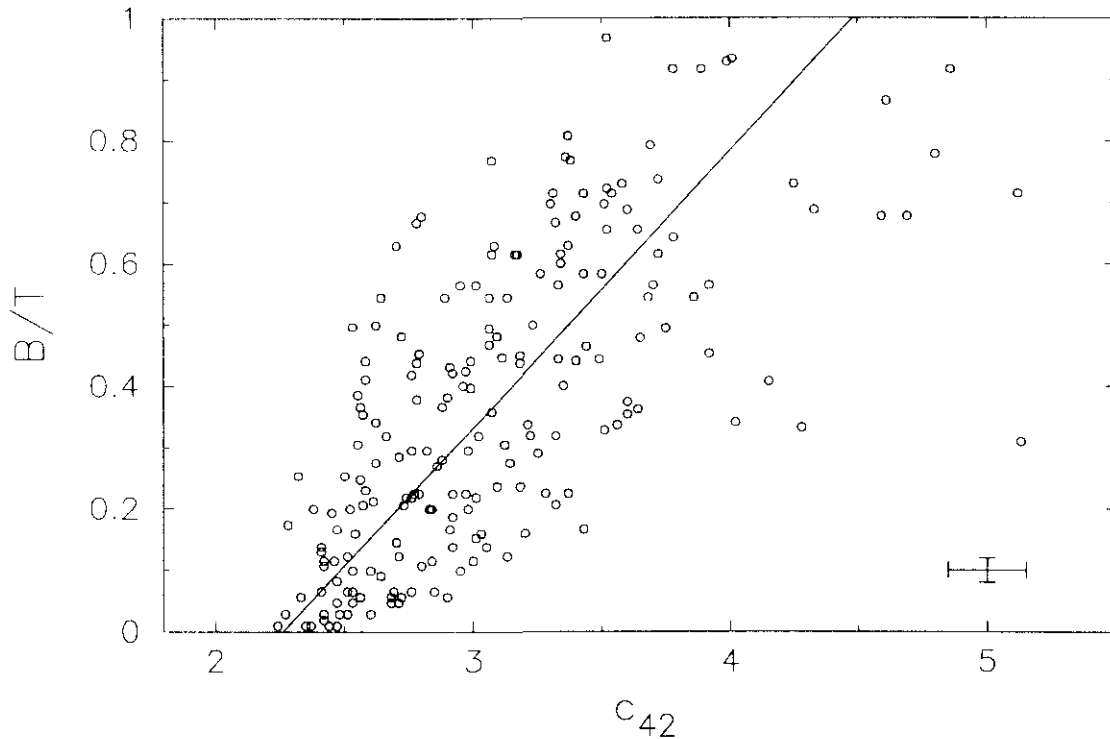


Fig. 4.25. Diagrama de la razón B/T vs. el índice de concentración c_{42} para los objetos de la muestra UCM. La recta corresponde al mejor ajuste por mínimos cuadrados obtenido a partir de los datos.

Así todos los puntos con $B/T > 0.63$ y $c_{42} \geq 4$ que se separan de la tendencia presentan morfologías de tipo S_0 , siendo S_y 1 dos de ellas: la barrada UCM1659+2928 y la UCM2329+2500 que presenta un anillo subyacente (Gallego et al., 1994); y de los cuatro puntos con $c_{42} \geq 4$ que se separan pero con $B/T < 0.63$, todos presentan alguna anomalía intrínseca: así UCM1537+2506N y UCM2316+2457 presentan estructura de barra, UCM2312+2500 presenta un anillo y la más alejada, UCM2250+2427 corresponde a Mk 309 cuya emisión procede de la abundante presencia de estrellas WR en su núcleo (Osterbrock & Cohen, 1982). Por tanto en todos los casos con $c_{42} > 4$ que se alejan de la tendencia general observada, este elevado valor correspondería a la presencia de estructuras o mecanismos emisores centrales que elevarían sensiblemente el valor de dicho índice de concentración luminosa espacial. Por otro lado, el hecho de que ninguno de los puntos de la muestra UCM con c_{42} alto presente un bajo valor de B/T indica que nuestro procedimiento de descomposición $B+D$ no ha fracasado, contrariamente a lo que sucede en el estudio de Kent (1985b) en el que todas las galaxias con $B/T > 0.63$ presentan índices c_{42} inferiores a lo esperado, alejándose de la tendencia lineal que muestran el resto de las galaxias.

En cuanto a la forma funcional de dicha tendencia para las galaxias de nuestra muestra, un ajuste de mínimos cuadrados ofrece la relación siguiente:

$$B/T = (-1.02 \pm 0.08) + (0.45 \pm 0.03)c_{42}$$

tendencia similar a la obtenida por Kent (1985b), aunque él excluye para ello los casos con $B/T > 0.63$.

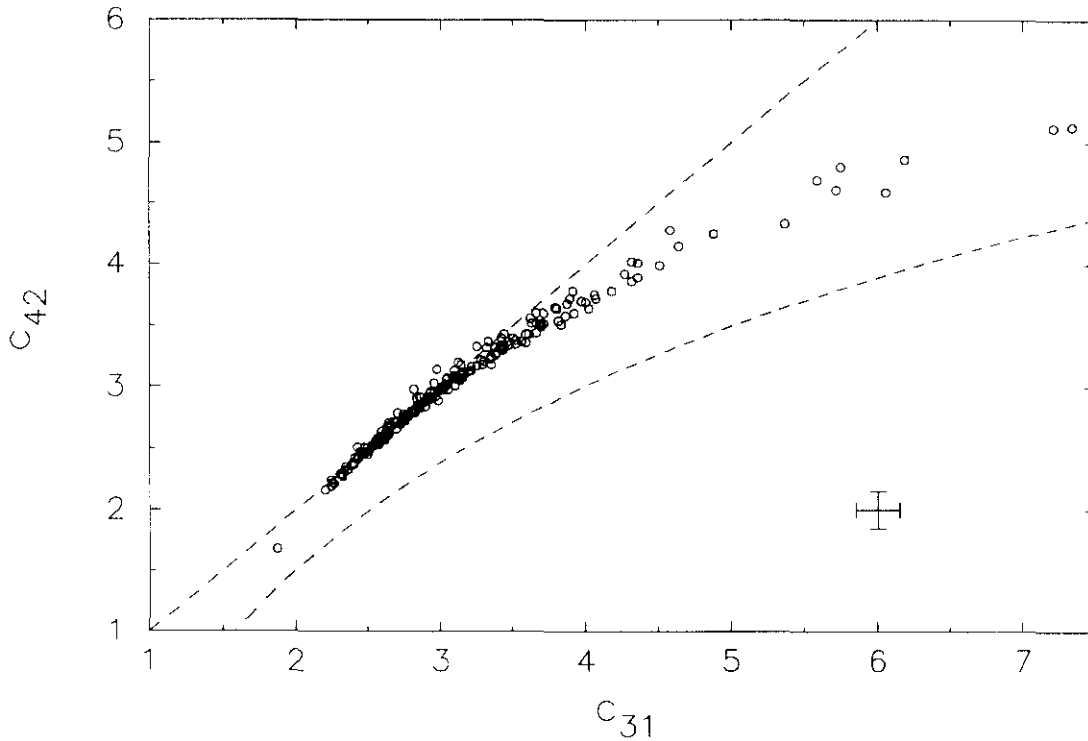


Fig. 4.26. Diagrama de los índices de concentración c_{42} vs c_{31} , para los objetos de la muestra UCM. La línea recta de trazos discontinuos correspondería a la igualdad entre ambos índices, mientras la línea curva de trazos correspondería a la relación $c_{42} = 5 \log c_{31}$.

Un resultado muy similar se obtiene si se efectúa la correlación de B/T con c_{31} en lugar de c_{42} , lo que prueba la similitud de ambos índices de concentración, de acuerdo con lo expuesto por Okamura et al. (1984). Esta similitud se observa en la fig 4.26 en la que se han representado ambos índices de concentración; en ningún caso se observan anomalías entre ambos valores, independientemente del tipo de galaxia (el punto aislado situado en $c_{31} = 1.87$, $c_{42} = 1.68$, que se aleja sólo ligeramente de la tendencia inicial no corresponde a una galaxia, sino que pertenece a una estrella, UCM2315+1658) y la tendencia a curvarse para valores altos se corresponde con la forma funcional esperada puesto que el índice c_{42} es similar al c_{31} , salvo que aquél incluye un logaritmo en su definición (ecuaciones 3.15 y 3.16). Así, los datos medidos se sitúan, por un lado, lógicamente por debajo de la situación que tendrían si la definición de c_{31} y de c_{42} fuera idéntica puesto que el

logaritmo en c_{42} tiende a aplanar la figura, pero, por otro lado, por encima de la curva teórica $y = 5 \log x$, puesto que al ser $r_{80} \gg r_{75}$ (por el lento gradiente espacial de la luz en las regiones más externas de las galaxias) y $r_{20} \approx r_{25}$ (debido al rápido gradiente luminoso en las partes más internas de las galaxias), se tiene $r_{80} / r_{20} > r_{75} / r_{25}$.

En resumen, la correlación observada entre B/T y c_{42} apoya la validez de nuestro procedimiento de descomposición B+D, puesto que un índice de concentración, c_{42} o similarmente c_{31} , independiente de cualquier técnica de descomposición de la distribución espacial de luz en las galaxias, presenta la misma tendencia que la razón B/T obtenida a partir de nuestra técnica de separación en componentes de bulbo y disco.

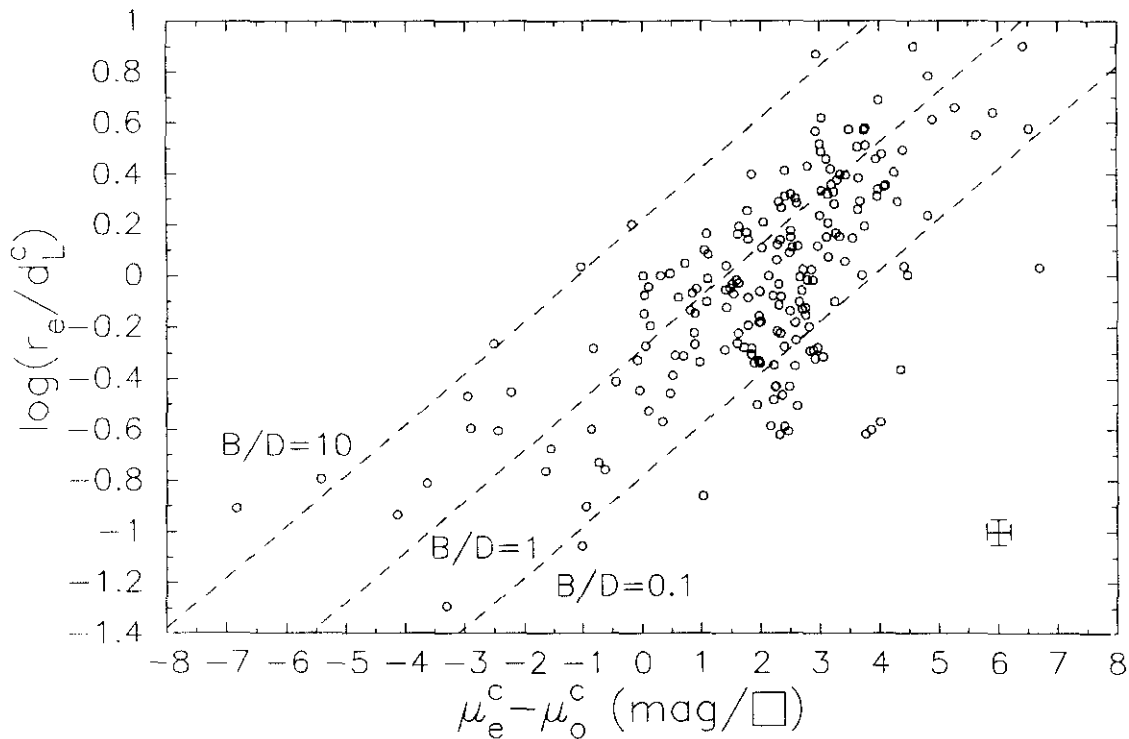


Fig. 4.27. Correlación entre la razón de las escalas y la diferencia de brillo superficiales correspondientes a las componentes de bulbo y de disco, para los objetos de la muestra UCM. Las líneas rectas de trazos discontinuos corresponden a las secuencias esperadas para distintos valores de la razón B/D.

Otra posible conexión que se ha investigado entre los parámetros procedentes de la descomposición B+D es la dependencia entre la razón de escalas y la diferencia de brillos superficiales de las componentes de bulbo y de disco. Con tal fin, se ha representado en la fig. 4.27 la correlación entre $\log(r_e/d_L)$ y $\mu_e - \mu_0$; en ella se aprecia la esperada tendencia, ya observada por Kodaira et al. (1986) en su muestra de 167 galaxias correspondientes a todos los tipos morfológicos. Este

gráfico representa en sí una distribución de los objetos en función de su razón B/D, puesto que a partir de la ecuación (3.14) se obtiene

$$\log (r_e / d_L) = 0.5 \log (B / D) - 0.279 + 0.2 (\mu_e - \mu_0)$$

por lo que en este diagrama los objetos con un mismo valor de la razón B/D aparecerían distribuidos a lo largo de líneas rectas de la forma

$$\log (r_e / d_L) = C + 0.2 (\mu_e - \mu_0)$$

Así, a modo de orientación se han trazado en la figura las rectas de localización de los objetos con razones B/D = 0.1, 1 y 10. Como puede observarse la mayoría de los puntos se distribuyen en la zona correspondiente al dominio de la componente de disco, mientras la zona superior con B/D > 10 resulta dominada por las galaxias de tipo S0.

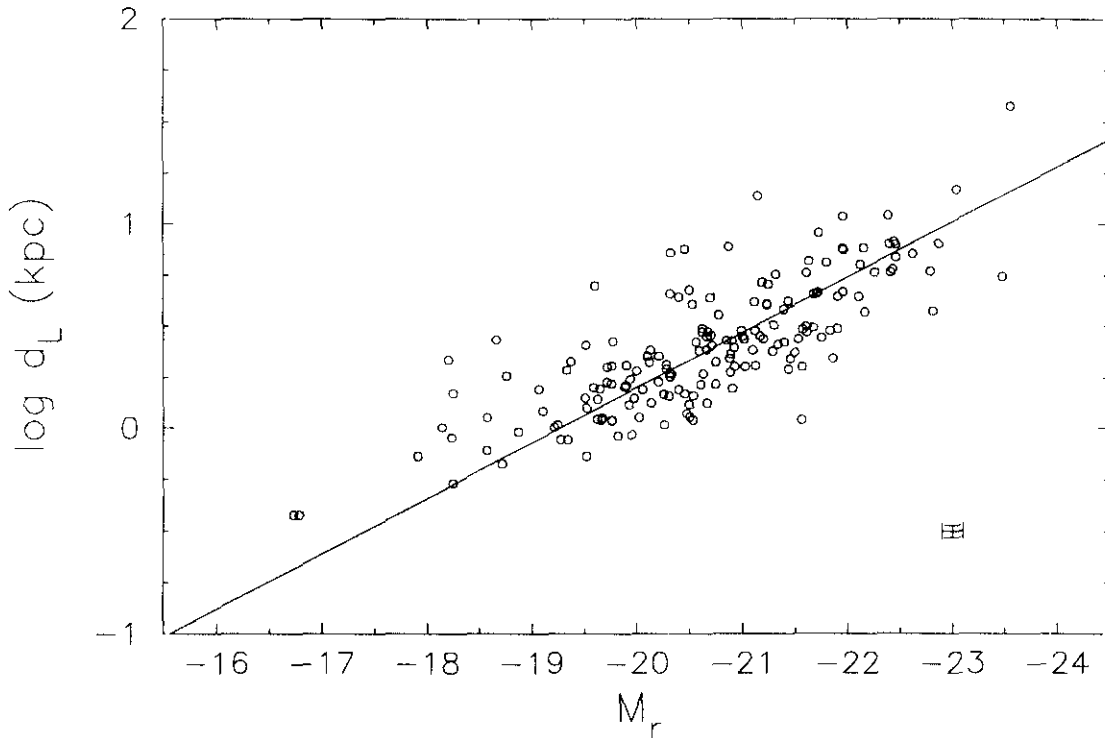


Fig. 4.28. Correlación entre la longitud de escala del disco exponencial y la magnitud absoluta para los objetos de la muestra UCM. La línea recta representa el mejor ajuste a los datos observados.

Por último, respecto a las posibles dependencias de los cuatro parámetros procedentes de la descomposición B+D, se han investigado las posibles correlaciones entre cada uno de ellos y la magnitud absoluta de la galaxia. De todos ellos, el único que muestra una clara correlación con la luminosidad total es la

longitud de escala exponencial de la componente de disco. Esta dependencia, representada en la fig. 4.28 corresponde pues a una clara influencia de la escala de los discos en la luminosidad total de la galaxia, como corresponde a sistemas dominados por la componente de disco; el ajuste por mínimos cuadrados a la distribución de puntos observada corresponde a la ecuación

$$\log d_L = (-5.20 \pm 0.29) + (-0.27 \pm 0.01) M_r$$

Esta tendencia es seguida, aún con cierta dispersión, por las galaxia enanas de nuestra muestra, aunque parecen mostrar todas ellas un cierto exceso en la escala del disco respecto a lo que les correspondería para su luminosidad total; de hecho, Binggeli (1994) hace notar que, en la banda azul, para galaxias enanas la relación $\log d_L$ vs. M_B presenta una tendencia que se desvía de la puramente lineal.

Finalmente, en las gráficas 4.29 a 4.31 se han representado las posibles relaciones entre los brillos superficiales medios y los índices de concentración. Así la fig. 4.29 corresponde a la distribución de los objetos de la muestra en el plano $(\bar{\mu}_e, c_{42})$; en ella se aprecia una marcada tendencia en el sentido de que las galaxias con índice de concentración c_{42} bajo, correspondientes a tipos morfológicos avanzados, presentan un brillo superficial medio dentro del radio efectivo, $\bar{\mu}_e$, relativamente más débil que las galaxias con c_{42} alto.

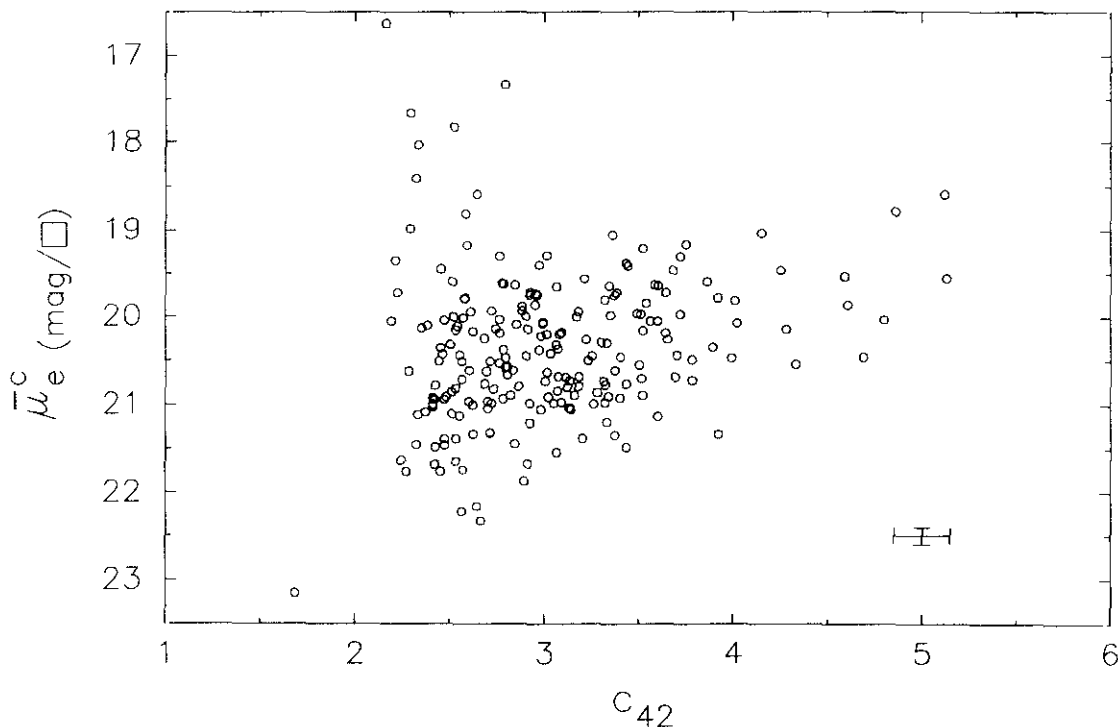


Fig. 4.29. Correlación entre el brillo medio superficial $\bar{\mu}_e$ dentro del radio efectivo y el índice de concentración c_{42} para los objetos de la muestra UCM.

Aún considerando la dispersión observada, este hecho refleja que ambos parámetros representan una estimación cuantitativa del grado de concentración luminosa, puesto que las galaxias de tipo avanzado, con componentes centrales poco luminosas presentarían un índice c_{42} bajo, y correspondientemente, un débil brillo superficial dentro del radio efectivo que contiene la mitad de la luz total de la galaxia. Esta tendencia, dentro de la dispersión existente, así como los rangos en los que se encuentran distribuidas ambas variables, son idénticos a los observados por Kent (1985b) para su muestra de galaxias normales, e igual tendencia se observa si se sustituye el índice c_{42} por el c_{31} . De nuevo, todos los puntos de nuestra muestra que se alejan de dicha tendencia, ésto es con $\bar{\mu}_e > 22.5 \text{ mag}/\square$ o con $\bar{\mu}_e < 18.5 \text{ mag}/\square$, y que presentan todos ellos valores de c_{42} bajos, no corresponden a GLE sino a estrellas.

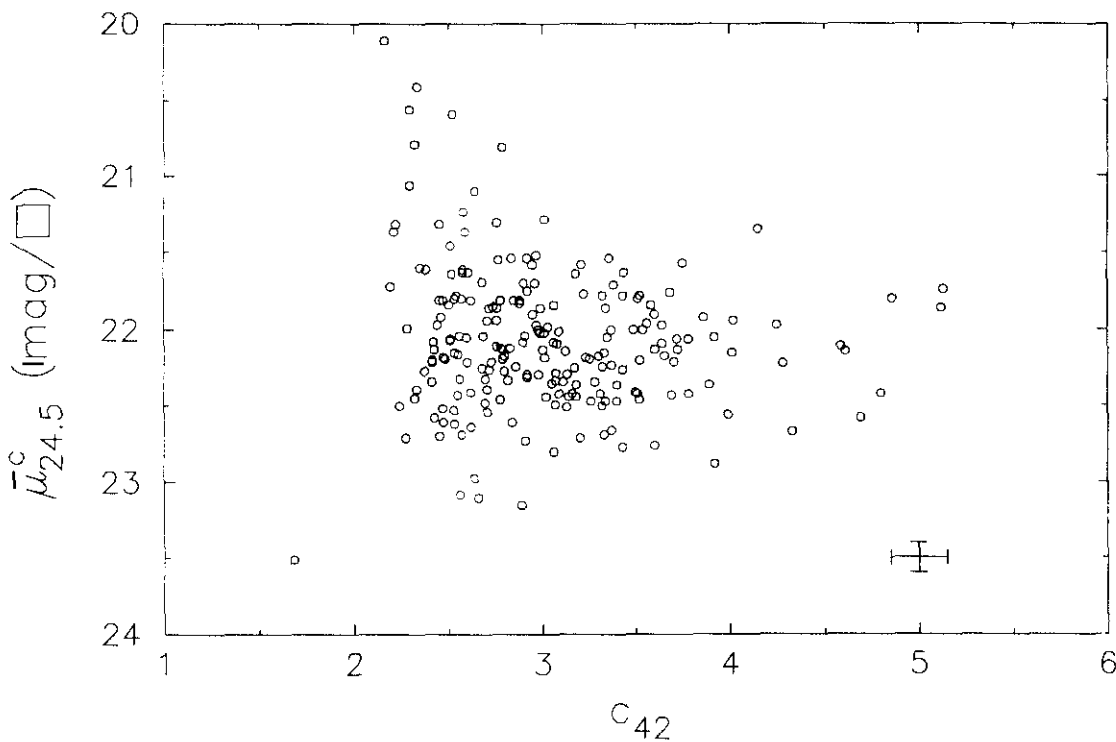


Fig. 4.30. Diagrama del brillo medio superficial $\bar{\mu}_{24.5}^c$ vs. el índice de concentración c_{42} para los objetos de la muestra UCM.

En el mismo sentido se ha representado en la fig. 4.30 la distribución de los objetos de la muestra en el plano $(\bar{\mu}_{24.5}^c, c_{42})$; en ella se observa una escasa dependencia entre ambos parámetros, lo cual corresponde al hecho de que mientras el índice de concentración c_{42} es un reflejo del grado de concentración espacial de la luz en las galaxias, el brillo medio $\bar{\mu}_{24.5}^c$, al promediarse sobre prácticamente la totalidad de la galaxia, diluye dicha concentración, lo que se manifiesta en el estrecho rango de $\sim 1 \text{ mag}$ en que se encuentran situadas la mayoría de las galaxias, independientemente de su morfología; e idéntica situación

se tiene si se sustituye el índice de concentración c_{42} por el c_{31} . Al igual que en la gráfica anterior, los objetos que se alejan de la nube principal de puntos, con $\bar{\mu}_{24.5} > 23.5 \text{ mag}/\square$ o con $\bar{\mu}_{24.5} < 21.0 \text{ mag}/\square$, y que presentan todos ellos valores de c_{42} bajos, no corresponden a GLE sino a estrellas.

Por otro lado, aunque como acabamos de ver, el brillo medio $\bar{\mu}_{24.5}$ es poco sensible al tipo morfológico de la galaxia, Doi et al. (1993) han demostrado que si se le combina con otro parámetro, el índice de concentración $c_{in}(\alpha)$ definido en la ecuación (3.17), el plano resultante se convierte en un discriminador práctico y sencillo de usar, como se expuso previamente en su utilización como uno de los cinco criterios morfológicos aquí considerados. Así, en la fig. 4.31 se ha representado la posición de los objetos de la muestra UCM, y se ha trazado a modo de orientación la recta de segregación morfológica propuesta por Doi et al. (1993) que sitúa por encima de ella a las galaxias de primeros tipos (E-S0a), quedando bajo ella las de últimos tipos (Sb-Irr), permitiendo cierta contaminación procedente del tipo Sa, y con un porcentaje de aciertos $\geq 85\%$.

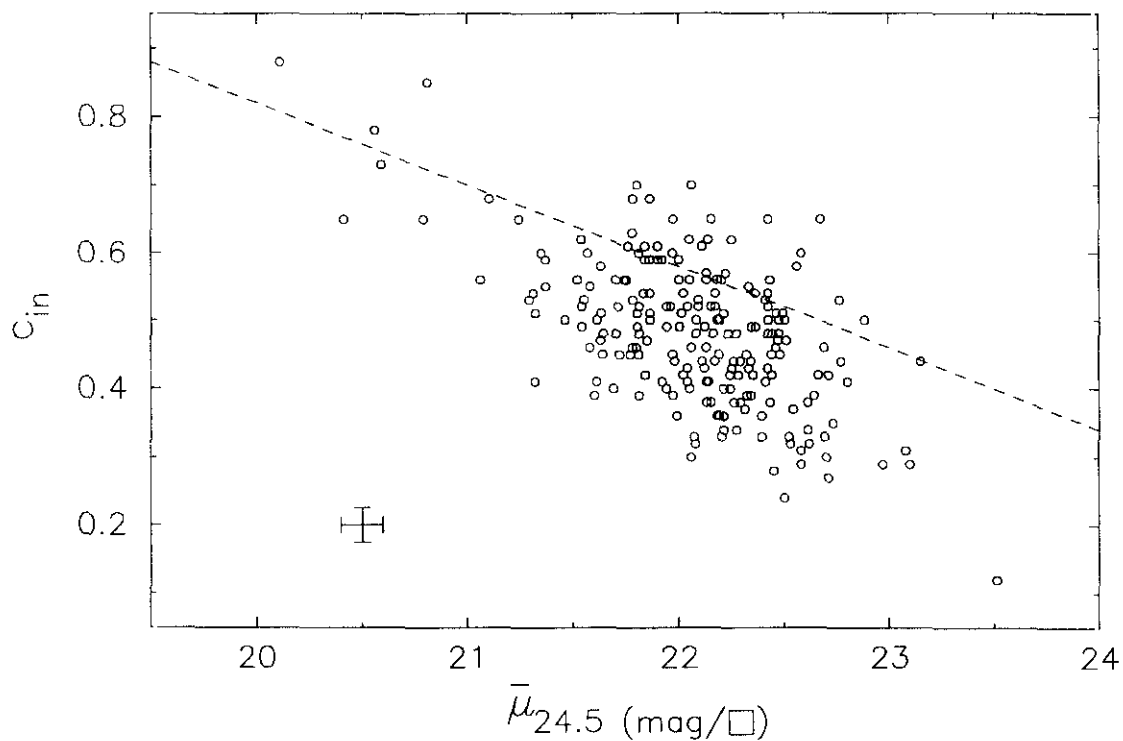


Fig. 4.31. Diagrama del índice de concentración c_{in} vs. el brillo medio superficial $\bar{\mu}_{24.5}$ para los objetos de la muestra UCM. La línea de trazos corresponde a la recta de segregación morfológica de Doi et al. (1993).

En esta figura se observa que la mayoría de las objetos de la muestra UCM se encuentran localizados por debajo de dicha recta, es decir pertenecen a morfologías de tipo avanzado (\geq Sa) y están situados en una banda de unas 2 mag

en $\bar{\mu}_{24.5}$ y de 0.5 unidades en $c_{in}(\alpha)$, puesto que todos los objetos situados en la esquina superior izquierda, con $\bar{\mu}_{24.5} < 21$ mag/□ y $c_{in}(\alpha) > 0.6$, así como el punto aislado en la región inferior derecha, en $\bar{\mu}_{24.5} = 23.5$ mag/□ y $c_{in}(\alpha) = 0.12$, pertenecen todos ellos a estrellas. Por un lado, todos los objetos que quedan por encima de la recta de segregación presentan valores elevados de la razón B/D, típicos de galaxias de primeros tipos, y en concreto todas las Sy 1 de nuestra muestra quedan situadas por encima de dicha línea en una pequeña región, con $\bar{\mu}_{24.5} \sim 21.8 - 22.4$ mag/□ y $c_{in}(\alpha) \sim 0.6 - 0.7$, mientras las Sy 2 se encuentran distribuidas por debajo de dicha línea, y localizadas en un estrecho rango de valores en torno a $\bar{\mu}_{24.5} \sim 22.2$ mag/□ y $c_{in}(\alpha) \sim 0.4$; la única excepción la constituye la Sy 2 UCM1443+2714, que se encuentra alejada de dicha zona, puesto que corresponde a una morfología más temprana (Sa). Este resultado confirma la idea de que los núcleos de Sy 1 se encuentran albergados preferentemente en galaxias de primeros tipos (Bonoli et al., 1989; Woltjer, 1990; Zamorano et al., 1992; Gallego et al., 1994), mientras que las Sy 2 suelen presentar tipos más avanzados (Salzer et al., 1989b; Rego et al., 1994).

Por otro lado, todas las galaxias con apariencia claramente irregular en la imagen directa, y cuya clasificación morfológica obtenida utilizando simultáneamente los cinco criterios ha sido también de Irr (UCM0056+0044, UCM1256+2702, UCM1303+2908 y UCM1304+2907), quedan localizadas en la parte inferior derecha del diagrama, como corresponde a galaxias normales de últimos tipos de Hubble; sólo la galaxia UCM1255+2734, algo menos irregular que sus compañeras, queda situada en una posición más central en el diagrama. Por último, respecto a la localización de las BCDs, todas ellas quedan situadas en la zona inferior del gráfico, en una región definida por $\bar{\mu}_{24.5} \sim 22.0 - 22.8$ mag/□ y $c_{in} \sim 0.3 - 0.5$, y presentando la mayoría de ellas una tendencia a quedar localizadas en la zona inferior derecha del gráfico, como corresponde a galaxias de tipo de Hubble avanzado.

Finalmente, se ha analizado la posible dependencia entre el brillo medio superficial y la luminosidad absoluta de la galaxia. Así en la fig. 4.32 se representa el brillo medio $\bar{\mu}_{24.5}$ vs. la magnitud absoluta M_r ; en ella se observa la práctica independencia del brillo medio superficial con la luminosidad de la galaxia, como corresponde a la idea ya expuesta de uniformidad para la muestra en la razón luz / área promediada sobre toda la galaxia. Incluso las galaxias enanas BCD siguen dicha constancia, aunque muestran una ligera tendencia a presentar brillos medios superficiales ligeramente más débiles (~ 0.3 mag/□) al resto de las galaxias de la muestra, y la misma desviación hacia $\bar{\mu}_{24.5}$ menos brillantes presentan la pequeña irregular UCM0056+0044 (UM 295) y la débil y pequeña galaxia UCM0049+0017 (UM 283). Es decir, los sistemas menos luminosos y de menor tamaño, presentarían brillos medios superficiales más débiles. En este sentido, se observa la misma tendencia hallada por Binggeli (1985), quien encuentra que el brillo medio superficial en la banda B se mantiene prácticamente uniforme para las espirales, produciéndose luego un decrecimiento al ir hacia las irregulares y teniendo las

galaxias enanas menor brillo superficial; sin embargo, señala la excepción de las BCDs que presentan un brillo superficial medio ligeramente más brillante. A este respecto, en nuestra muestra en el rojo no se observa este ligero aumento del brillo medio para las BCDs observado en el azul por dicho autor.

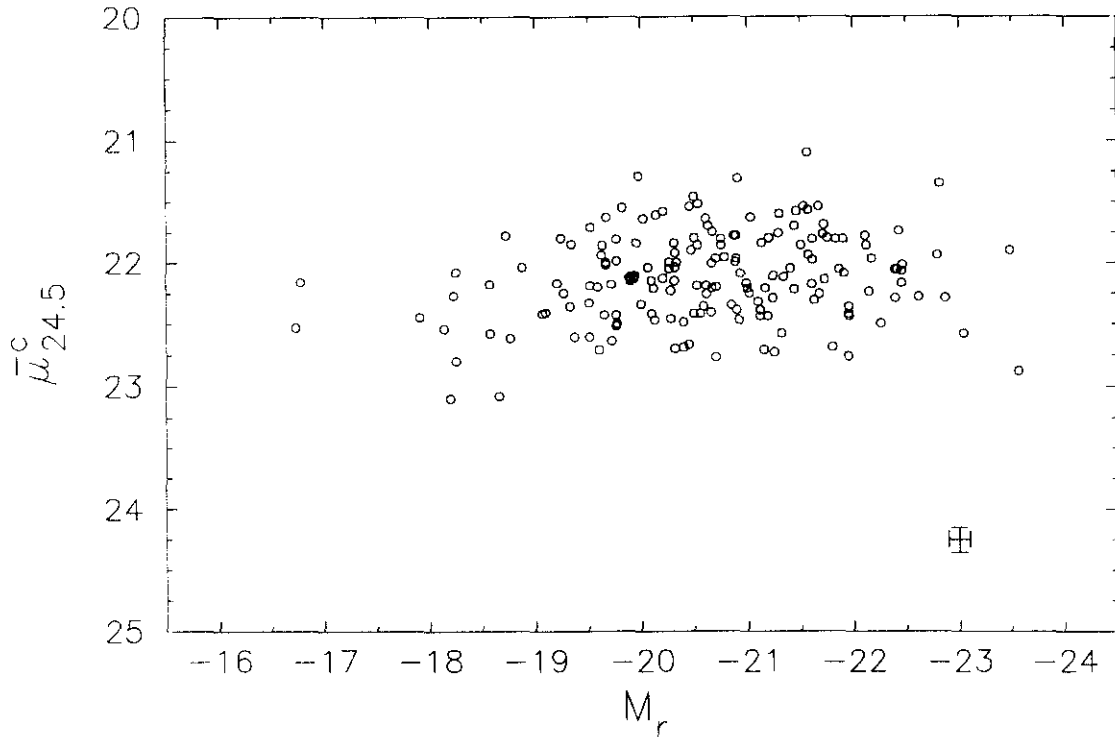


Fig. 4.32. Diagrama del brillo medio superficial $\bar{\mu}_{24.5}^C$ vs. la magnitud absoluta M_r para los objetos de la muestra UCM.

4.5.5. Estadísticas morfológicas de los objetos de la exploración UCM.

Finalmente, una vez analizadas todas las propiedades estadísticas de las variables fotométricas de los objetos de la exploración UCM, cabe proceder a un estudio estadístico de los aspectos morfológicos (localización de los brotes, tipo de Hubble, presencia de rasgos interactivos, etc.) presentes en las galaxias de la muestra.

Respecto a la localización de los brotes, sólo en un 22% de las galaxias (42 de 194) se detectan regiones de formación estelar intensa fuera del núcleo, lo cual indica que nuestra técnica de prisma-objetivo no selecciona fundamentalmente sistemas en que la emisión procede de regiones HII externas de la galaxia, sino que prima la selección de galaxias en que la emisión, muy concentrada espacialmente, procede de las regiones nucleares de las mismas.

En cuanto a la morfología, a partir de la clasificación morfológica final obtenida para cada objeto, mediante los cinco criterios utilizados, presentada en la tabla 4.6, se ha procedido a un análisis estadístico y a una posterior comparación con otras muestras de galaxias. En este sentido, respecto a la frecuencia de tipos observados en nuestra muestra de objetos, en la tabla 4.7 se presentan los porcentajes correspondientes a cada una de las categorías utilizadas en el presente estudio: E-S0 (que agrupa a todos los objetos S0 más la E de tipo cD encontrada en la exploración), Sa, Sb, Sc⁺ (que engloba a los tipos Sc y posteriores, pero excluyendo las Irr y las BCD), Irr, BCD y estrellas. En la primera fila se tabula el número de objetos totales correspondientes a cada categoría; en la segunda figuran los porcentajes de cada clase relativos a la muestra total de 212 objetos, y en la tercera se presentan los porcentajes de cada morfología, pero relativos al número total de galaxias (194), tras segregar los 18 objetos que no son GLE, sino estrellas.

Tabla 4.7. Morfología de los objetos de la exploración UCM.

Tipo	E-S0	Sa	Sb	Sc+	Irr	BCD	Estrellas
N	19	48	59	54	5	9	18
% sobre objetos	9 %	23 %	28 %	25 %	2 %	4 %	8 %
%sobre galaxias	10 %	25 %	30 %	28 %	3 %	5 %	0 %

En la fig. 4.33 se ha representado, mediante un diagrama de sectores, la distribución por tipos de Hubble de las galaxias de la muestra UCM. En ella se observa un claro dominio de las morfologías avanzadas, con un 66% de tipo igual o posterior a Sb, y tan sólo un 10% de galaxias de primeros tipos (E-S0); este dominio de los tipos tardíos es el esperado para una muestra cuyo rasgo de selección es la presencia de líneas de emisión en sus espectros, de acuerdo con lo observado por Gisler (1978) y Moss & Whittle (1993), tanto en galaxias de campo como en cúmulos, puesto que la fracción de masa disponible en gas resulta mayor en las galaxias de tipo de Hubble avanzado. En el mismo sentido, Bothun et al. (1989) encuentran que muchas de las GLE de la muestra de Wasilewski presentan perfiles exponenciales, lo que demuestra que las galaxias de primeros tipos no se encuentran frecuentemente en las muestras de GLE seleccionadas mediante prisma-objetivo. Respecto a la fracción de GLE de morfología irregular, pese a que estos sistemas son abundantes en las muestras de galaxias normales, e incluso pueden dominar entre las galaxias con formación estelar (Gallagher & Hunter, 1984), en nuestra exploración sólo representan un 3% del total de la muestra, lo cual podría indicar en parte que en este tipo de galaxias los brotes de formación estelar no resultan suficientemente intensos como para ser detectados en nuestra exploración mediante prisma-objetivo.

Respecto a los tipos morfológicos dominantes dentro de nuestra submuestra de galaxias Seyfert, las 5 galaxias UCM de clase Sy 1 presentan tipo S0, mientras

las 7 de clase Sy 2 pertenecen a tipos más avanzados (una Sa, tres Sb y tres Sc). Ello coincide con el resultado ya señalado por algunos autores en el sentido de que mientras las Sy suelen estar albergadas en galaxias de primeros tipos de Hubble (Bonoli et al., 1989; Woltjer, 1990; Zamorano et al., 1992; Gallego et al., 1994), las Sy 2 resultan dominadas por tipos más avanzados (Salzer et al., 1989b; Rego et al., 1994). Por otro lado, Whittle (1992) señala que aunque la distribución de Sy de su muestra aparece dominada por tipos no muy avanzados, la incidencia de últimos tipos no resulta tan rara como se creía, con un $\sim 30\%$ de Sy de morfología igual o posterior a Sb; a este respecto, en nuestra submuestra de Sy, seleccionadas mediante la presencia de líneas de emisión en su espectro de prisma-objetivo, y por tanto dominada por galaxias de últimos tipos, el porcentaje de Sy con tipos \geq Sb resulta ser del 50%.

Morfología de las galaxias UCM

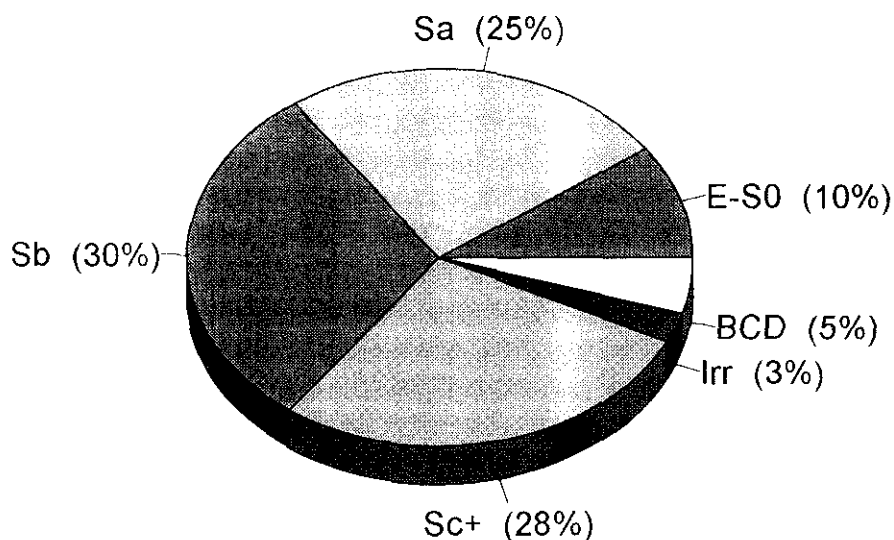


Fig. 4.33. Diagrama de sectores de la distribución de tipos morfológicos para las galaxias de la muestra UCM.

Respecto a la presencia de sistemas barrados, su frecuencia dentro de la muestra UCM es del 8% (16/194), y su distribución por tipos resulta ser la siguiente: el 6% de las UCM barradas son S0, el 13% son Sa, el 56% presentan tipo Sb, y el 25% restante corresponden a morfologías Sc+. Así pues, dentro de la submuestra de GLE barradas, persiste el dominio de galaxias de tipo avanzado, tal y como sucede en la muestra UCM en general. Comparativamente, en una muestra de galaxias normales, hasta un tercio de ellas pueden corresponder a sistemas fuertemente barrados, pero sólo en tipos de Hubble avanzados se observa emisión $H\alpha$ en la

barra (Bosma, 1992), lo cual explicaría por qué en nuestra submuestra de GLE barradas dominan los últimos tipos de espirales. Por otro lado, es conocida la presencia de estructuras de barra y anillo en GLE, especialmente en las de tipo AGN (para morfologías tempranas) y en las de tipo SBN (para morfologías avanzadas). El hecho de que dentro de algunas submuestras de SBN y AGN, el porcentaje de galaxias barradas y con anillo aumente enormemente respecto a lo que sucede en galaxias normales, hace pensar que, en estos casos, la formación estelar podría estar ligada a la perturbación gravitacional introducida por estas estructuras subyacentes (Arsenault, 1989). Dentro de nuestra submuestra de 12 galaxias Seyfert, son dos (17%), los casos que presentan clara estructura de barra subyacente: la Sy 1 UCM1659+2928 (SB0) y la Sy 2 UCM0142+2137 (SBb).

Por otro lado, puesto que la formación estelar resulta potenciada en sistemas en interacción, con la consiguiente aparición de rasgos de emisión, cabe analizar la frecuencia de GLE interactivas en nuestra exploración. A este respecto, han sido detectados 11 sistemas con rasgos interactivos, en los que se encuentran involucradas 16 galaxias UCM, siendo el resto galaxias cuyos rasgos emisores no resultan presentes en nuestras placas de prisma-objetivo, bien por saturación, bien por ausencia de emisión relevante en ellas. Estas 16 galaxias UCM involucradas en las 11 interacciones son: UCM0040+0257 (Mrk 1144 = UM 61), que muestra una región intensa algo descentrada quizá por la interacción con su vecina situada al sureste, y menos probablemente con Mrk 1143, situada al noroeste de la UCM, estando las tres alineadas en línea recta y presentando todas la misma velocidad radial; el par UCM0206+2300N y UCM0206+2300S, desconocido salvo como fuente IRAS02063+2300, dos espirales cuyas partes más externas parecen estar en contacto y que en el análisis espectral realizado por nuestro equipo han revelado poseer la misma velocidad radial; UCM1254+2740 (Mrk 55 = KUG1254+276), que forma par en el cúmulo de Coma con una compañera menor situada al este, aunque ésta no muestra emisión en su espectro; UCM1259+2934 (NGC 4922B), que forma par, también en el cúmulo de Coma, con otra galaxia más brillante situada al sur, pero cuyo espectro en prisma-objetivo aparece saturado; UCM1324+2650 (Mrk 454 = KUG1324+268), que parece un par en fusión con una cola hacia el sur, residuo de la interacción; el par UCM1440+2521N y UCM1440+2521S (sistema UGC 9489), dos espirales en contacto alineadas en dirección noreste-suroeste; el par UCM1537+2506N y UCM1537+2506S (par Mrk 860), dos espirales en contacto, ambas barradas; UCM1701+3131 (Mrk 700 = KUG1701+315), que presenta una enorme cola hacia el suroeste y otra más débil en dirección opuesta, reflejando una interacción pasada; UCM2239+1959 (Mrk 308 = KUG2239+199), que presenta una distorsión al noreste apuntando hacia otra galaxia cuyo espectro en nuestra placa de prisma-objetivo no mostraba rasgos emisores, aunque un espectro de mejor resolución ha revelado que presenta emisión y que posee la misma velocidad radial que la UCM; el par UCM2302+2053E (ZWG 453.065) y UCM2302+2053W, dos espirales con igual velocidad radial, alineadas en dirección este-oeste, y que en la placa POSS muestran como signo interactivo un ligero puente que emerge del brazo, muy desarrollado, de la componente este y alineado hacia su compañera; y finalmente, el par UCM2327+2515N y UCM2327+2515S (par ZWG 476.055), dos espirales en contacto, con una cola al sur, residuo de su interacción.

En lo referente a la distribución por tipos morfológicos de las galaxias UCM participantes en los sistemas en interacción, un 25% son S0, un 19% son Sa, el 44% resultan Sb y el 13% restante son Sc⁺. De nuevo se observa, al igual que sucede en la muestra UCM en general, un claro dominio de los sistemas de morfología avanzada, aunque resalta comparativamente la elevada fracción de sistemas S0 interactivos; a este respecto, no olvidemos que una parte de las S0 podrían tener como causante de tal morfología encuentros próximos recientes o incluso fusiones pasadas (van der Bergh, 1990). Y en cuanto al tipo de rasgo interactivo, las colas y puentes han sido observadas en algunos de estos sistemas, de acuerdo con los resultados de Schombert et al. (1990) que muestra que mientras en las interacciones E+E el rasgo interactivo más frecuente son las envolturas, para los sistemas E+S y S+S son más frecuentes los puentes y las colas, respectivamente. Por otra parte, dos casos (la SBb UCM1537+2506N y la SBa UCM1537+2506S) de los 16 miembros interactivos (13 %) de la exploración UCM pertenecen a sistemas barrados, lo cual apoyaría la posibilidad de que en algunos casos, y en especial en espirales de tipos no muy avanzados, la interacción entre galaxias pudiera provocar en ellas la aparición de estructuras barradas (Giuricin et al., 1993). Respecto a la presencia de galaxias Sy, dos de las 16 galaxias UCM (13%) que presentan rasgos interactivos pertenecen a esta categoría de galaxias activas: la Sy 1 UCM1701+3131 y la Sy 2 de Coma UCM1259+2934.

Un último problema abordado a partir de nuestros resultados morfológicos globales es el de la naturaleza de las galaxias de tipo S0. Si bien, como comentaremos en breve, en el caso de los cúmulos, parece claro que al menos una fracción de estas galaxias podrían tener como precursoras galaxias espirales de tipo intermedio-avanzado despojadas de su gas en su caída hacia el centro del denso cúmulo, para el caso de las S0 de campo, la ausencia de un medio responsable de tal transformación obliga a pensar que o bien las S0 de campo son simplemente un estado intermedio en la secuencia de Hubble entre las elípticas y las espirales, o bien podrían proceder de galaxias espirales de tipo intermedio-avanzado que en su natural evolución hubieran agotado parte de su gas mediante un mecanismo (interacciones, vientos galácticos, etc) aún no bien conocido.

Desde el punto de vista que aquí nos ocupa, el de los parámetros fotométricos, el problema ha sido abordado, en el caso de galaxias normales, por Kent (1985b) de la siguiente manera. Si las S0 procedieran de este tipo de evolución a partir de las espirales, al ir éstas consumiendo su gas debería de producirse un cese en la formación estelar que causaría un debilitamiento en los discos; por otro lado, como el bulbo estaría dominado por una población estelar vieja, tal pérdida de gas apenas afectaría a los bulbos; todo ello conllevaría por tanto un aumento en la razón B/D. Pero además, respecto a los parámetros fotométricos medios, tal debilitamiento del disco provocaría que la mitad de la luz total de la galaxia quedara ahora concentrada en una distancia mucho menor desde el centro, disminuyendo por tanto el radio efectivo a_e , así como una disminución en el brillo medio superficial dentro del radio efectivo, $\bar{\mu}_e$ (aunque no tan severa como para el caso del disco, debido a que la reducción en a_e frenaría un descenso mucho mayor).

Planteado así el problema, Kent (1985b), a partir de su estudio fotométrico, encuentra algunos resultados que parecen invalidar que tal situación sea la causante de la existencia de las S0 de campo; así encuentra, contrariamente, que los discos de las S0 tienen valores de μ_0 similares a los de las espirales, mientras los bulbos de las S0 presentan valores de μ_e unas 2 mag más brillantes que los de las Sc y por último, que las S0 no resultan tener valores de $\bar{\mu}_e$ inferiores, sino más brillantes que los de las espirales.

En nuestro caso, un primer problema surge en cuanto que nuestras S0 proceden de una muestra de GLE, por lo que en ellas ya hay signos subyacentes de formación estelar o de actividad. Aun así, y considerando además las dificultades en la descomposición bulbo+disco para valores elevados de la razón B/D, así como la gran dispersión en algunos parámetros dentro de la muestra, hemos procedido a investigar tal posibilidad de conexión evolutiva $S \rightarrow S0$.

Excluyendo de nuestro análisis tanto la galaxia cuyo perfil asigna tipo S0, cuando en realidad se trata de una elíptica cD como la única S0 detectada en el cúmulo de Coma, queda una submuestra de 17 GLE de campo de tipo S0, según nuestra clasificación morfológica final. En valores medios, para nuestra exploración encontramos que las S0 presentan valores de μ_0 de 1.5 mag más débiles que el promedio de toda la muestra, dominada por galaxias de tipo avanzado, mientras que, de acuerdo con el resultado de Kent (1985b), los μ_e resultan para las S0 unas 2 mag más luminosas que en el caso de la muestra global promediada; y en cuanto a las escalas, mientras el valor medio de r_e para las S0 resulta reducido en un 20% respecto al promedio de la muestra, el valor de d_L se ve aumentado en un 68%. Aunque la interpretación de estos parámetros por separado resulta difícil, globalmente ello se traduce en el esperado aumento en la razón B/D al pasar de S a S0, y en el hecho de que la magnitud absoluta integrada de los bulbos, M_{bulbo} , de nuestras S0 resultan ser en promedio 1.6 mag más luminosos que el promedio de la muestra, mientras la magnitud de sus discos, M_{disco} , se debilita sólo en 0.3 mag. Y respecto a los parámetros fotométricos medios, encontramos que nuestras S0 presentan, en promedio, respecto a la muestra, valores de a_e reducidos en un 13% y brillos medios $\bar{\mu}_e$ 0.8 mag más brillantes.

En resumen, algunos de nuestros resultados (en especial el aumento en el brillo superficial efectivo del bulbo μ_e y en el brillo superficial medio dentro del radio efectivo $\bar{\mu}_e$) parecen favorecer las ideas expuesta por Boroson (1981) y Kent (1985b), contrarias a que las S0 de campo tengan como progenitoras a las espirales de tipo intermedio-avanzado. Sin embargo, el hecho de que nuestras S0 presenten rasgos emisores, nos impide apoyar también la hipótesis alternativa, aceptada por dichos autores, de que las S0 serían sistemas que, por alguna razón aún no comprendida, agotaron su gas tras su formación perdiendo su posterior capacidad de formar estrellas. Por otro lado, el hecho de que un 25% de las GLE con rasgos interactivos de nuestra muestra presenten morfologías de tipo S0, podría explicar en parte la presencia de rasgos emisores en este tipo de galaxias. No olvidemos que, de acuerdo con los resultados de van der Bergh (1990) una parte de las S0 podrían

tener como causante de tal morfología encuentros próximos recientes o incluso fusiones pasadas.

En cuanto al análisis comparativo de frecuencia de tipos morfológicos respecto a otras muestras de GLE, éste no ha sido posible, puesto que nuestra exploración constituye el primer caso en que se analiza la morfología mediante tipos de Hubble para una muestra específicamente seleccionada mediante la presencia de líneas de emisión en sus espectros de prisma-objetivo. Por ello, la única comparación posible ha sido con muestras de galaxias en general, no seleccionadas mediante prisma-objetivo o exceso de color, sino cuyo carácter emisor ha sido obtenido de distintas fuentes y por distintos procedimientos. Se ha manejado para ello el completo estudio de Gisler (1978) en que, a partir de una muestra de 1316 galaxias UGC, analiza la frecuencia de la presencia de líneas de emisión en sus espectros, tanto en galaxias de campo como en cúmulos. De las 1316 galaxias de su análisis, presentan emisión 799 (~61 %), y a partir de esta submuestra, hemos calculado, a partir de sus datos, los porcentajes correspondientes a cada tipo de Hubble, agrupándolos en cuatro bandas para facilitar la comparación con nuestra exploración: E-S0, Sa, Sb, y \geq Sc (que agruparía nuestras Sc+, Irr y BCD). En la tabla 4.8 se muestra la comparación de este estudio (Gisler) con los resultados de nuestra muestra UCM.

Tabla 4.8. Comparación morfológica de las GLE entre la muestra UCM y el estudio de Gisler.

Muestra	E-S0	Sa	Sb	\geq Sc
Gisler	11.5 %	10.5 %	27.5 %	50.5 %
UCM	9.8 %	24.7 %	30.4 %	35.1 %

En esta comparación se observa que mientras las fracciones de galaxias de primeros tipos E-S0 y de tipo Sb son similares en ambas muestras, nuestra exploración presenta un exceso de galaxias de tipo Sa que revierte en un correspondiente defecto de galaxias de tipo \geq Sc respecto a la muestra de Gisler. No olvidemos sin embargo, que por un lado la muestra de Gisler está sesgada hacia las galaxias más luminosas; así las grandes espirales de tipo avanzado aparecerían en su muestra, mientras en nuestro estudio aparecerían saturadas en nuestras placas de prisma-objetivo; por otro lado, a partir de la exploración de velocidades radiales de CfA, Postman & Geller (1984) encuentran que la fracción de E+S0 normales en el campo podría elevarse hasta el 35%, en lugar del 18 % de Gisler (1978; 1980), lo cual afectaría a las fracciones calculadas de estas galaxias que además tienen emisión, presentadas en la tabla anterior; en cuanto al exceso de Sa de nuestras GLE respecto a las de Gisler (1978), éste podría deberse, en parte, a la frecuente presencia de emisión nuclear en nuestras galaxias. Por otro lado, en la categoría de Gisler (1978) de tipo \geq Sc aparecen incluidos tanto los sistemas múltiples, cada uno de cuyos miembros ha sido clasificado por separado en nuestro estudio, como un conjunto indeterminado de galaxias de morfología inclasificable. Por último no

olvidemos que nuestra muestra de GLE ha sido seleccionada por la presencia de emisión pero exclusivamente en el rango rojo del espectro. Todos estos factores, inherentes a la influencia del método de selección de las galaxias en las muestras obtenidas dificultan mayores interpretaciones comparativas. Ello hace aún más deseable que se proceda en un futuro a un estudio morfológico de las GLE por parte de otros autores de las muestras que, como la de la UCM, hayan sido elaboradas mediante prisma-objetivo, como la de Wasilewski o la de Michigan.

En cuanto al análisis comparativo con otras muestras de galaxias de la presencia de sistemas en interacción, en la exploración UCM el porcentaje de GLE que participan en interacciones (16/194) es del 8%, una fracción bastante inferior al 22% hallado por Bothun et al (1989) para la muestra de Wasilewski, aunque a la hora de efectuar comparaciones estadísticas, debe considerarse la limitación que supone caracterizar la existencia o no de interacción por la mera inspección de la imagen.

Por último, puesto que una de las placas (A 228) de la muestra UCM de prisma-objetivo corresponde a un cúmulo, se ha planteado la posibilidad de analizar si al comparar entre galaxias de campo y de cúmulo, existe alguna diferencia en cuanto a la frecuencia de GLE respecto al total de galaxias así como en lo referente a la distribución morfológica por tipos de las GLE. Tal comparación debe considerarse sólo como indicativa, puesto que tan sólo disponemos de un cúmulo, el de Coma, para realizar dicho análisis.

En primer lugar, respecto a la fracción de GLE detectadas relativa al total de galaxias Zwicky en campo y en cúmulo, mientras para la muestra UCM se encuentra que un 34% de las galaxias de campo presentan emisión (Zamorano et al., 1994), este porcentaje se reduce al 9% para el denso cúmulo de Coma. Esta drástica reducción, en un factor $\sim 1/4$, en la fracción de GLE al pasar a medios de mayor densidad, coincide con la ya observada por Gisler (1978), Dressler et al. (1985) y Salzer et al. (1988), y resultaría una manifestación de la relación morfología-densidad (Dressler, 1980) en el sentido de que en los medios más densos en población de galaxias, una menor cantidad de gas disponible corresponde a un mayor dominio de galaxias de primeros tipos (E+S0) y por lo tanto a una reducida presencia de sistemas con formación estelar, dominados por morfologías avanzadas.

Y respecto a la distribución por tipos, se ha realizado un estudio morfológico estadístico de las frecuencias de tipos de Hubble segregando entre los objetos de la muestra que pertenecen al cúmulo de Coma y los que se consideran galaxias de campo. De las 194 galaxias en total, 37 pertenecen al cúmulo de Coma, quedando por tanto una muestra de campo formada por 157 galaxias. En la tabla 4.9 se presentan los porcentajes de galaxias, agrupadas por tipos morfológicos, existentes en las submuestras UCM de cúmulo y en la de campo.

Como puede apreciarse en la tabla 4.9 (aunque tanto en la submuestra de campo como en la de cúmulo sigue cumpliéndose a grandes rasgos la tendencia general de que en tipos Sb y en el tipo conjunto \geq Sc son más frecuentes las GLE

que en los primeros tipos), al pasar de campo a cúmulo se pierden, en términos relativos, GLE de primeros tipos (E-S0), pasando de un 11% a un 3%, y de últimos tipos (tipo \geq Sc en conjunto, aunque en particular se ganan de tipo Irr), pasando de un 37% en total a un 30 %, mientras las Sa apenas aumentan ligeramente, pero se gana una fracción apreciable, del 28% al 41% del tipo intermedio Sb. Todos estos efectos se observan también en el estudio de Gisler (1978), salvo que éste encuentra un ligero aumento en el porcentaje de detección de GLE de tipo \geq Sc al pasar de campo a cúmulo. Por otro lado, Moss & Whittle (1993) encuentran también que para espirales de primeros tipos no existe una diferencia significativa en la frecuencia de detección entre las galaxias de campo y las de cúmulo, mientras que, tal y como sucede en nuestra muestra, el porcentaje de galaxias con emisión de tipo \geq Sc decrece al pasar de campo a cúmulo.

Tabla 4.9. Comparación morfológica de las GLE entre las submuestras UCM de campo y de cúmulo (Coma). Entre paréntesis figura el número de galaxias UCM de cada tipo.

Submuestra	E-S0	Sa	Sb	Sc ⁺	Irr	BCD
Campo	11 % (18)	24 % (38)	28 % (44)	31 % (48)	1 % (1)	5 % (8)
Cúmulo	3 % (1)	27 % (10)	41 % (15)	16 % (6)	11 % (4)	3 % (1)

Para interpretar estos resultados debemos tener en cuenta que puesto que el cúmulo de Coma aparece dominado por galaxias de primeros tipos (el 80-90% de ellas pertenecen a la clase E-S0: Dressler, 1980; Thompson & Gregory, 1980; Butcher & Oemler, 1985), sería de esperar que al pasar de una submuestra de campo a otra de cúmulo decreciera enormemente el número relativo de galaxias de últimos tipos; así Gisler (1980) ha observado un progresivo retraso en el tipo de Hubble conforme aumenta el grado de compacidad el cúmulo; pero no olvidemos que nuestra muestra UCM no representa una muestra de galaxias normales sino de galaxias con líneas de emisión, en las que dominan las morfologías de tipo avanzado. Por tanto, lo que podría suceder es que, al pasar a un cúmulo denso, no sólo ocurriera una importante pérdida de galaxias normales de tipo muy avanzado, sino que además, dentro de su escaso número, la fracción de ellas con emisión se viera reducida al pasar a un medio más denso. En este sentido, algunos autores (Bothun et al., 1984) proponen que en cúmulos muy densos, y especialmente en el de Coma, en las regiones más externas existen galaxias de tipo avanzado, ricas en gas y la mayoría de ellas con formación estelar, que al ir cayendo hacia el centro del cúmulo serían despojadas de gran parte de su gas, acabando en la región central como las galaxias de tipo S0 con una razón B/D anormalmente baja que se observan en el centro de Coma (Postman & Geller, 1984). Así, aunque la mayoría de las S0 de Coma (67%) serían una manifestación del colapso rápido de la región central del cúmulo, el 37% restante tendría como origen este despojo de gas, procedente de sistemas de tipo más avanzado, en su interacción con el medio intergaláctico del cúmulo. A este respecto, Bothun (1982) ha observado entre la reducida fracción de espirales de Coma una marcada presencia de galaxias de tipo

Sb-Sc, y por otro lado, Dressler (1980) ha interpretado que tanto la intensa emisión de rayos X observada en el cúmulo de Coma, signo de gas calentado a muy elevadas temperaturas, como la mencionada deficiencia de la presencia de galaxias espirales no son más que dos efectos asociados a la alta densidad de galaxias en el medio.

Por tanto, en nuestro caso, al tratarse de una muestra seleccionada mediante líneas de emisión, en el cúmulo de Coma estaríamos viendo, por un lado galaxias principalmente de tipo avanzado, puesto que no seleccionamos galaxias normales sino GLE, y por otro, dentro de su escasa población de galaxias de últimos tipos, estaríamos seleccionando aquellas de morfología más avanzada (70% de tipo \geq Sb) antes de su posible evolución hacia tipos más tempranos como consecuencia de su pérdida de gas en la interacción con el medio del cúmulo; la observada reducción de S0 con emisión en nuestra submuestra de GLE de Coma podría interpretarse entonces como debida a estos sistemas que acaban despojados de gran parte de su gas. Y respecto al exceso de Irr, éste podría deberse, al menos en parte, a interacciones pasadas. Los excesos observados por nuestra exploración en Coma en los tipos Sa, y en especial en las Irr, han sido también observados en la exploración CCD que de este cúmulo realizaron Gavazzi et al. (1990); así mismo, estos autores encuentran que la mayoría de las galaxias de disco de su muestra presentan exceso de color rojo en sus regiones centrales, lo cual podría explicar en parte el aparente retraso en el tipo de Hubble que observamos en nuestra submuestra de Coma en la banda r, respecto a lo que sucede en el campo (tabla 4.9). Sin embargo, como ellos mismos indican, su muestra no reúne los criterios de completitud suficientes para proceder a cualquier comparación estadística profunda, puesto que sus objetos fueron elegidos de modo que reunieran las características siguientes: apariencia espiral en las placas de Palomar, que hubieran sido observadas en radio y en el IR próximo y lejano, y que presentaran morfología especialmente peculiar.

Por último, respecto a los casos de interacción, sólo 2 de las 37 galaxias UCM en Coma, es decir un 5%, presentan signos interactivos, una fracción muy inferior a lo que sucede en el campo ($14/157 = 9\%$ de interacciones); este resultado apoya el de Bothun et al. (1989), quienes en su análisis de la muestra de Wasilewski, indican que el dominio en su muestra de galaxias de tipo avanzado representa una manifestación de la relación morfología-densidad, en el sentido de que las GLE se ven favorecidas en regiones de baja densidad local de galaxias, en las que además la menor velocidad de los encuentros favorecería la existencia de sistemas en interacción.

Sin embargo, no olvidemos, que el problema de la influencia del medio en la morfología y en la formación estelar está aún abierto, puesto que por un lado, algunos estudios implican una formación estelar reducida en galaxias de cúmulos comparadas a las de campo, dentro de un mismo tipo morfológico (Gisler, 1978), lo cual podría interpretarse como debido a un agotamiento del gas interestelar como consecuencia de los frecuentes encuentros entre galaxias; o como Gallagher & Hunter (1989) indican, que debido al despojo de gas en los cúmulos, la tasa de formación estelar por unidad de área resultaría ligeramente inferior en las Irr de

cúmulo respecto a lo que sucede en el campo; sin embargo, en nuestra muestra UCM, 4 de las 5 (80%) galaxias Irr detectadas con emisión pertenecen al cúmulo de Coma. Pero por otro lado, algunos autores apuntan hacia una tasa de formación estelar igual o incluso superior en las galaxias de medios densos comparadas con las de campo (Maia et al., 1994), quizá debido a la mayor presencia de galaxias vecinas en las regiones ricas.

Por último, no olvidemos que, como Moss & Whittle (1993) proponen, quizá algunas de las aparentes contradicciones se deban de nuevo, en parte, a la influencia del método de selección de las muestras de GLE. Así, en las muestras seleccionadas por prisma-objetivo, a diferencia de las seleccionadas por otras técnicas espectrales, la limitación impuesta por un umbral en la anchura equivalente de $H\alpha$ en nuestro caso, hace que la submuestra de cúmulo resulte dominada por las espirales con formación estelar intensa, puesto que de no ser así serían indetectables en la placa, mientras que en otro tipo de exploraciones que permitieran detectar emisión con un límite menos exigente, la submuestra de GLE de cúmulo estaría probablemente dominada por la mayoría de las espirales con baja tasa de formación estelar. Así, al comparar submuestras de campo y de cúmulo, estas exploraciones encontrarían en los cúmulos una fracción menor de espirales de primeros tipos con emisión, al detectar muchos sistemas con emisión menos intensa, mientras nuestra exploración de prisma-objetivo encontraría en dichos cúmulos más espirales de tipos no muy avanzados (Sa-Sb en nuestro caso) con tasas de formación estelar inusualmente altas y con emisión frecuentemente localizada en el núcleo, atrasando ligeramente el tipo de Hubble, respecto a las otras exploraciones. Este efecto también se tendría en principio en muestras de galaxias de campo, pero quedaría más diluido dada la alta población relativa de galaxias de tipo avanzado, y sería más notable en cúmulos, debido a la enorme reducción en la frecuencia relativa de espirales de últimos tipos al aumentar la densidad de galaxias del medio.

RESUMEN

El presente estudio constituye un análisis fotométrico CCD en la banda r de Thuan & Gunn de un conjunto de 212 objetos seleccionados por su carácter emisor mediante prisma-objetivo, a partir de la exploración UCM (Universidad Complutense de Madrid).

El estudio fotométrico detallado de cada uno de estos objetos ha consistido en los siguientes aspectos:

- cálculo de las magnitudes aparentes para todos los objetos de la muestra, y de las magnitudes absolutas para aquellos casos en los que se dispone de velocidad radial (tabla 4.1).
- ajuste de las isofotas de intensidad mediante elipses con geometría (centro, ángulo de posición y elipticidad) variable.
- obtención de los perfiles radiales equivalentes de brillo superficial para cada uno de los objetos de la muestra (fig. 4.1).
- aplicación de un proceso de descomposición bulbo + disco para aquellos objetos en que esta técnica ha podido utilizarse. Para ello previamente se ha elaborado un procedimiento propio que, además de tener en cuenta la influencia de la PSF, permite ajustar simultáneamente ambas componentes. Este procedimiento ha sido previamente comprobado mediante su aplicación a un conjunto de 24 modelos con un amplio rango de valores de la razón B/D (tabla 4.2). A partir de dicha descomposición se han obtenido, para cada objeto, los cuatro parámetros que caracterizan a las componentes de bulbo y de disco: radio efectivo del bulbo, brillo superficial del bulbo en el radio efectivo, escala de longitud exponencial del disco y brillo superficial extrapolado de dicha componente de disco. Finalmente, a partir de ellos se ha calculado la razón B/D entre las luminosidades de ambas componentes (tabla 4.3).
- cálculo de los parámetros geométricos de cada objeto: ejes mayor y menor, medidos sobre la isofota de $24 \text{ mag}/\square$, ángulo de inclinación aparente en el cielo, radios equivalentes de las isofotas de $24 \text{ mag}/\square$ y de $24.5 \text{ mag}/\square$, así como las magnitudes integradas dentro de dichos radios (tabla 4.4).
- cálculo de los parámetros fotométricos medios (radio efectivo, brillo superficial medio dentro de dicho radio efectivo y brillo superficial medio hasta la isofota de $24.5 \text{ mag}/\square$) y de los tres índices de concentración fotométricos (c_{31} , c_{42} y $c_{in}(\alpha)$), especialmente útiles como caracterizadores morfológicos (tabla 4.5).
- aplicación simultánea, por primera vez en un estudio fotométrico de galaxias, de cinco criterios como caracterizadores morfológicos para obtener, también por

primera vez para una muestra de GLE, el tipo de Hubble de cada una de las galaxias de la muestra UCM (tabla 4.6).

A partir de los ~ 6500 parámetros calculados en las tablas previamente mencionadas, junto con una estimación en cada caso de los errores en ellos involucrados, se ha efectuado un estudio estadístico y un análisis detallado de los resultados obtenidos para el conjunto de la muestra UCM. Esta fase ha consistido en los siguientes aspectos:

- estudio estadístico de los parámetros fotométricos globales: magnitudes aparentes, velocidades radiales y magnitudes absolutas (sección 4.4.1).
- estudio estadístico de los parámetros fotométricos de la descomposición bulbo + disco (sección 4.4.2).
- estudio estadístico de los parámetros geométricos, fotométricos medios y de los índices de concentración (sección 4.4.3).
- análisis de las posibles correlaciones y tendencias entre los distintos parámetros: absolutos, geométricos, fotométricos medios e índices de concentración (sección 4.4.4).
- análisis estadístico de la morfología presente en los objetos de la muestra (sección 4.4.5).

En cada uno de los aspectos previamente mencionados, los análisis han sido realizados tanto desde una perspectiva global interna a la muestra UCM, como desde el punto de vista externo comparativo con otras muestras de GLE y de galaxias normales. Así mismo, se han realizado análisis estadísticos comparativos, tanto con muestras de galaxias de campo como de cúmulos, con el fin de investigar la posible influencia del medio en la morfología.

No olvidemos por último que, como ha sido mencionado en algunas ocasiones a lo largo de la presente memoria, las conclusiones que de ella pudieran extraerse, deben tomarse siempre con una prudente cautela, puesto que nuestro trabajo no pretende ser más que una modesta contribución dentro del enorme campo que supone la astronomía extragaláctica. Los estudios fotométricos de las galaxias deben considerarse siempre como una herramienta más a utilizar en la reconstrucción del viejo rompecabezas, puesto que sólo una información conjunta aportada por todas las posibilidades a nuestro alcance, tanto teóricas como observacionales, puede ofrecernos una visión físicamente más completa del origen, estructura y evolución del Universo que nos rodea. Si con nuestro trabajo hemos conseguido, aunque sólo sea, ampliar el volumen de datos necesario para lograr dicho fin, el modesto esfuerzo realizado habrá merecido, sin duda, la pena.

Capítulo 5

Conclusiones

Como consecuencia de todos los resultados expuestos en los capítulos anteriores, y previamente resumidos, presentamos las siguientes conclusiones:

- Hemos obtenido información fotométrica y morfológica, a partir de observaciones en la banda r , de un conjunto de 212 objetos de la exploración UCM (Universidad Complutense de Madrid) de búsqueda de galaxias con líneas de emisión. De ellos, 88 (42%) no habían sido previamente estudiados ni estaban catalogados, tratándose por tanto de nuevos objetos. Y respecto a los objetos conocidos, por un lado, en algunos casos tan sólo se conocía su carácter de objeto con exceso en el azul, pero se desconocía su naturaleza como GLE (galaxia con líneas de emisión), y por otro lado, para la mayoría de ellos hemos aportado una completa información fotométrica de la que se carecía hasta el momento.
- La exploración UCM prima la selección de aquellas galaxias en que las regiones emisoras intensas se encuentran localizadas en el núcleo: sólo en un 22% de los casos se aprecian regiones de formación estelar intensa localizadas fuera del núcleo de las mismas.
- La exploración UCM es eficaz en la detección de objetos emisores cuyo estudio fotométrico CCD delata una muy variada naturaleza de los mismos: estrellas, galaxias con brotes nucleares o situados en sus partes más externas, galaxias aisladas y sistemas en distintos grados de interacción.
- La metodología empleada en la exploración UCM es especialmente eficaz en la detección de objetos con magnitud aparente débil. Así el análisis fotométrico aquí presentado ha revelado la capacidad de nuestra exploración de prisma-objetivo para detectar objetos tan débiles como de magnitud $m_r=20.5$. La media de la muestra analizada se sitúa en $m_r=15.5\pm 1.2$, lo que significa que estamos detectando objetos que son en promedio 1 magnitud más débiles que los detectados en otras exploraciones similares como la de Wasilewski. De esta forma hemos podido descubrir, hasta el momento, 73 nuevas galaxias cuyo bajo brillo aparente las hubiera hecho pasar desapercibidas en otro tipo de exploraciones.

- Las galaxias de nuestra muestra resultan ser, en promedio, unas 2 magnitudes absolutas más débiles que las espirales normales. Por tanto, podemos afirmar que la exploración UCM facilita la selección de objetos de pequeño tamaño (la mediana de la muestra se sitúa en $D_{24} = 19.4$ kpc) y menos luminosos (mediana $M_r = -20.6$) en los que la presencia de rasgos emisores, que es la base de nuestra selección, resulta más contrastada. Por ello, nuestra exploración de prisma-objetivo en el rojo complementa por un lado otro tipo de exploraciones de galaxias al detectar objetos menos luminosos, y por otro lado complementa a otras exploraciones de prisma-objetivo en el azul al detectar objetos de menor excitación que se perderían en este tipo de exploraciones.
- Respecto al problema de Freeman de la constancia del brillo superficial central extrapolado de la componente de disco, para las GLE de la exploración UCM, este valor presenta un promedio de 20.3 ± 1.8 r-mag/ \square , aunque tal dispersión se reduce si se excluyen los casos con descomposición menos fiable ($B/D > 1.7$), obteniéndose un promedio de 20.2 ± 0.9 r-mag/ \square . Por tanto, para las GLE, aunque el valor de μ_0 se mantiene dentro de un rango relativamente estrecho, no parece ser tan constante como lo observado en la banda B para galaxias normales, y por otro lado, dicho valor resulta ser para nuestras GLE unas 0.3 mag más brillante que para los discos de espirales normales, lo cual podría interpretarse como debido a la presencia de la emisión $H\alpha$ en nuestras galaxias. Y respecto a las escalas de los discos, la muestra UCM, al igual que la de Wasilewski, aparece dominada por valores de d_L pequeños, con un valor medio de 3.2 kpc, escala que se ve reducida en un factor 4 para las galaxias BCD de nuestra muestra.
- Por primera vez en el estudio sistemático de una muestra de galaxias, y especialmente en el caso de las GLE, ha sido aplicado un método de caracterización morfológica que implica la utilización simultánea de cinco criterios (razón B/D , diagrama $c_{in}(\alpha)$ vs. $\bar{\mu}_{24.5}$, índice de concentración c_{31} , índice de concentración c_{42} y brillo medio superficial dentro del radio efectivo, $\bar{\mu}_e$). Nuestros resultados indican un claro dominio de las galaxias de tipo avanzado entre la muestra de GLE. Un 66% de las galaxias UCM presentan tipo morfológico igual o posterior a Sb, mientras sólo un 10% corresponden a tipos E-S0. Ello confirma la tendencia esperada de que los objetos con presencia de rasgos emisores correspondan fundamentalmente a galaxias de tipos avanzados, y muy infrecuentemente a galaxias de tipos tempranos, dada la mayor fracción de masa disponible en gas en las galaxias de últimos tipos.
- Sólo un 3% de las GLE de la muestra UCM presentan morfología claramente irregular, lo cual indica que en estos sistemas los brotes responsables de la emisión no resultan lo suficientemente intensos como para ser detectados en el espectro integrado de prisma-objetivo.
- Hemos detectado 16 galaxias UCM (8%) que muestran signos de interacción clara. En el contexto de la conexión interacción-emisión, el hecho de que en una elevada fracción de las GLE de nuestra muestra no se aprecien signos de

interacción reciente debe interpretarse como debido a que nuestra exploración selecciona objetos de naturaleza emisora muy heterogénea.

- Hemos identificado 9 candidatos a galaxias compactas azules (5 de ellos previamente desconocidos, y siendo los otros 4 objetos que previamente habían sido seleccionados en exploraciones de prisma-objetivo, pero en la zona azul del espectro). Estos sistemas constituyen excelentes laboratorios para investigar medios de baja metalicidad en los que podríamos estar viendo galaxias jóvenes, en sentido evolutivo, y que por tanto podrían aportar información muy valiosa acerca de las condiciones del universo primordial.
- Los resultados fotométricos obtenidos para la submuestra de GLE de tipo S0 de campo parecen descartar tanto la hipótesis de que estas galaxias sean sistemas inertes, que hayan agotado su posibilidad de albergar formación estelar, como que procedan de espirales de tipo avanzado que han agotado su gas en su fase evolutiva. La presencia de un 25% de galaxias de tipo S0 entre las GLE con rasgos interactivos en nuestra muestra, podría explicar la naturaleza emisora de algunas de las S0 encontradas.
- La exploración UCM ha confirmado que las GLE resultan ser menos frecuentes en medios de mayor densidad; así mientras un 34% de las galaxias de campo presentan emisión en nuestra exploración, esta fracción se reduce a tan sólo el 9% para el denso cúmulo de Coma. Por otro lado, mientras este cúmulo presenta una población global dominada por galaxias de tipos E-S0, cuando se estudia mediante prisma-objetivo, debido al efecto de selección asociado a dicha técnica, resulta revelada una población de galaxias de tipo más avanzado (el 71% presentan morfología igual o más avanzada que Sb). Este hecho podría sugerir la eficacia de las exploraciones de prisma-objetivo en seleccionar aquellas galaxias de últimos tipos en una fase previa a su posible evolución posterior hacia galaxias de tipo más temprano como consecuencia de los procesos conocidos de pérdida de gas en su interacción con el medio del cúmulo.

Por último, cabe citar las líneas de trabajo futuras planteadas a partir de la tarea ya realizada. En este sentido, algunas de las orientaciones futuras para la fase de estudio fotométrico de la exploración UCM, consisten en los siguientes aspectos:

- estudio, mediante fotometría superficial CCD en otros colores, de aquellos objetos seleccionados que presenten especial interés para las líneas de investigación de la exploración UCM: candidatos a galaxias BCD, por su baja metalicidad, sistemas irregulares o en interacción previamente desconocidos, galaxias cuyo perfil de brillo superficial presente rasgos más propios de galaxias activas, etc.

- investigación de las posibles relaciones entre los parámetros fotométricos y los parámetros físicos, con el fin de elaborar modelos que permitan entender fenómenos como las curvas de rotación observadas en las galaxias espirales.
- investigación de la conexión entre los distintos grados de interacción entre galaxias y los mecanismos emisores presentes en ellas.
- continuación del estudio de la influencia del medio en la morfología de las GLE, para analizar si el efecto aquí encontrado para el cúmulo de Coma de localización de galaxias emisoras de tipo avanzado, que podrían evolucionar hacia morfologías más tempranas por pérdida de gas en su interacción con el medio del cúmulo, está presente en mayor o menor grado en otros cúmulos con distintos grados de agrupamiento de galaxias.

Capítulo 6

Bibliografía

- [1] Acker, A., Ochsenbein, F., Stenholm, B., Tylanda, R., Marcout, J., & Schohn, C. 1992, *The Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae*. Ed. ESO (Alemania), vol. I, 166 y vol. II, 215.
- [2] Alonso, O. 1995, Tesis Doctoral, en preparación, Univ. Complutense de Madrid.
- [3] Andredakis, Y. C., & Sanders, R. H. 1994, *MNRAS*, 267, 283.
- [4] Arsenault, R. 1989, *A&A*, 217, 66.
- [5] Athanassoula, E., Bosma, A., & Papaioannou, S. 1987, *A&A*, 179, 23.
- [6] Barbieri, C., & Rosino, L. 1972, *Ap & SS*, 16, 324.
- [7] Barnes, J. 1990, en *Dynamics and Interactions of Galaxies*, ed. Wielen, R. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 186.
- [8] Berger, J., Cordonni, J. P., Fringant, A. M., Guibert, J., Moreau, O., Reboul, H., & Vanderriest, C. 1991, *A&AS*, 87, 389.
- [9] Berger, J., & Fringant, A. M. 1977, *A&AS*, 28, 123.
- [10] Binggeli, B. 1985 en *Star-Forming Dwarf Galaxies and Related Objects*, ed. Kunth, D., Thuan, T. X., & Tran Thanh Van, J., Editions Frontières, París, 53.
- [11] Binggeli, B. 1994 en *Panchromatic view of galaxies. Their evolutionary puzzle*, ed. Hensler, G., Theis, Ch., & Gallagher, J. S. Edit. Frontières (Francia), 173.
- [12] Bonoli, C., Bonoli, F., Danese, L., Delpino, F., de Zotti, G., Granato, G., & Zitelli, V. 1989 en *Active Galactic Nuclei*, IAU Symp. 134, ed. Osterbrock, D. E., & Miller, J. S. Ed. Kluwer Academic Publishers (Dordrecht, Holanda), 49.
- [13] Boroson, T. 1981, *ApJS*, 46, 177.
- [14] Bosma, A. 1992, en *Morphological and Physical Classification of Galaxies*, ed. Longo, G., Capaccioli, M., & Busarello, G. Kluwer Academic Publishers (Holanda), 207.
- [15] Bosma, A., & Freeman, K. C. 1993, *AJ*, 106, 1394.
- [16] Bothun, G. D. 1982, *PASP*, 94, 774.
- [17] Bothun, G. D., Dressler, A. 1986, *ApJ*, 301, 57.

- [18] Bothun, G. D., Halpern, J. P., Lonsdale, C. J., Impey, C., & Schmitz, M. 1989, *ApJS*, 70, 271.
- [19] Bothun, G. D., & Schombert, J. M. 1988, *ApJ*, 335, 617.
- [20] Bothun, G. D., & Schombert, J. M. 1990, *ApJ*, 360, 436.
- [21] Bothun, G. D., Schommer, R. A., & Sullivan, W. T. III 1984, *AJ*, 89, 466.
- [22] Burstein, D., Haynes, M. P., & Faber, S. M. 1991, *Nature*, 353, 515.
- [23] Burstein, D., & Heyles, C. 1978, *ApJ*, 225, 40.
- [24] Burstein, D., & Heyles, C. 1982, *AJ*, 87, 1165.
- [25] Burstein, D., & Rubin, V. C. 1985, *ApJ*, 297, 423.
- [26] Buta, R. 1992, en *Morphological and Physical Classification of Galaxies*, ed. Longo, G., Capaccioli, M., & Busarello, G. Kluwer Academic Publishers (Holanda), 1.
- [27] Butcher, H. R., & Oemler, A. Jr. 1985, *ApJS*, 57, 665.
- [28] Caldwell, N., Rose, J. A., Sharples, R. M., Ellis, R. S., & Bower, R. G. 1993, *AJ*, 106, 473.
- [29] Capaccioli, M. 1989, en *The World of Galaxies*, ed. Corwin, H. G., & Bottinelli, L. (New York: Springer-Verlag), 208.
- [30] Cawson, M. 1983, Tesis Doctoral, Universidad de Cambridge.
- [31] Collin-Souffrin, S. 1992, en *Physics of Nearby Galaxies. Nature or Nurture?*. Edit. Thuan, T. X., Balkowski, C., & Tran Thanh Van, J. Ed. Frontieres (Francia), 265.
- [32] Comte, G., Augarde, R., Chalabaev, A., Kunth, D., & Maehara, H. 1994, *A&A*, 285, 1.
- [33] Cornell, M. E., Aaronson, M., Bothun, G., & Mould, J. 1987, *ApJS*, 64, 507.
- [34] Crane, P., Stiavelli, M., King, I. R., Deharveng, J. M., Albrecht, R., Barbieri, C., Blades, J. C., Boksenberg, A., Disney, M. J., Jakobsen, A., Kamperman, T. M., Machetto, F., Mackay, C. D., Paresce, F., Weigelt, G., Baxter, D., Greenfield, P., Jedrzejewski, R., Nota, A., & Sparks, W. B. 1993, *AJ*, 106, 1371.
- [35] Dahari, O. 1985, *ApJS*, 57, 643.
- [36] Dahari, O., & de Robertis, M. M. 1988, *ApJS*, 67, 249.
- [37] Davies, J. I., Phillipps, S., Boyce, P. J., & Disney, M. J. 1993, *MNRAS*, 260, 491.
- [38] Davies, J. I., Phillipps, S., & Disney, M. J. 1990, *MNRAS*, 244, 385.
- [39] Davis, L. E., Cawson, M., Davies, R. L., & Illingworth, G. 1985, *AJ*, 90, 169.
- [40] de Grijp, M. H. K., Miley, G. K., & Lub, J. 1987, *A&AS*, 70, 95.
- [41] de Jong, R. S., & van der Kruit, P. C. 1994, *A&AS*, 106, 451.
- [42] de Juan y Ruiz, L. 1994, Tesis Doctoral, Univ. Autónoma de Madrid.
- [43] de Vaucouleurs, G. 1948, *Ann. d'Ap.*, 11, 247.

- [44] de Vaucouleurs, G. 1953, *MNRAS*, 113, 134.
- [45] de Vaucouleurs, G. 1956, *Occas. Notes Roy. Astron. Soc.* 3, 129.
- [46] de Vaucouleurs, G. 1959, *Hdb. Phys.*, 53, 311.
- [47] de Vaucouleurs, G. 1977, en *Evolution of Galaxies and Stellar Populations*, ed. Larson, R., & Tynsley, B., Yale Univ. Observatory, New Haven, 43.
- [48] de Vaucouleurs, G. 1979, en *Photometry, Kinematics and Dynamics of Galaxies*, ed. Evans, D. S. Proc. Confer. Austin. University of Texas, 1.
- [49] de Vaucouleurs, G., & Agüero, E. 1973, *PASP*, 85, 150.
- [50] de Vaucouleurs, G., de Vaucouleurs, A., & Corwin, H. G. 1976, *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*. Austin: University of Texas Press (RC2).
- [51] de Vaucouleurs, G., de Vaucouleurs, A., & Corwin, H. G., Jr., Buta, R. J., Paturel, G., & Fouqué, P. 1991, *Third Reference Catalogue of Bright Galaxies*. New York: Springer (RC3).
- [52] Djorgovski, S. 1984, en *Proceedings of the NASA/SDSU Workshop on Improvements in Photometry*, ed. Borucki, W. y Young, A. (San Diego, 18-19 Junio 1984).
- [53] Djorgovski, S. 1992, en *Morphological and Physical Classification of Galaxies*, ed. Longo, G., Capaccioli, M., & Busarello, G. Kluwer Academic Publishers (Holanda), 337.
- [54] Doi, M., Fukugita, M., & Okamura, S. 1993, *MNRAS*, 264, 832.
- [55] Dressler, A. 1980, *ApJ*, 236, 351.
- [56] Dressler, A., Thompson, I. B., & Shectman, S. A. 1985, *ApJ*, 288, 481.
- [57] Dressler, A., & Shectman, A. 1988, *AJ*, 95, 284.
- [58] Fraser, C. W. 1977, *A&AS*, 29, 161.
- [59] Freeman, K. C. 1970, *ApJ*, 160, 811.
- [60] Gallagher, J. S. III, & Hunter, D. A. 1984, *ARA&A*, 22, 37.
- [61] Gallagher, J. S. III, & Hunter, D. A. 1989, *AJ*, 98, 806.
- [62] Gallego, J. 1995, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- [63] Gallego, J., Zamorano, J., Rego, M., & Vitores, A. G. 1994, *A&A*, 290, 705.
- [64] Gavazzi, G., Boselli, A., & Kennicutt, R. 1991, *AJ*, 101, 1207.
- [65] Gavazzi, G., Garilli, B., & Boselli, A. 1990, *A&AS*, 83, 399.
- [66] Gavazzi, G., Garilli, B., Carrasco, L., Boselli, A., & Cruz-González, I. 1994, *A&AS*, 104, 271.
- [67] Gavazzi, G., & Randone, I. 1994, *A&AS*, 107, 285.
- [68] Gavazzi, G., & Trinchieri, G. 1989, *ApJ*, 342, 718.

- [69] Gerber, R. A., Lamb, S. A., Miller, R. H., & Smith, B. F. 1990, en *Dynamics and Interactions of Galaxies*, ed. Wielen, R. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 223.
- [70] Gisler, G. R. 1978, *MNRAS*, 183, 633.
- [71] Gisler, G. R. 1980, *AJ*, 85, 623.
- [72] Giuricin, G., Mardirossian, F., Mezzetti, M., & Monaco, P. 1993, *ApJ*, 407, 22.
- [73] González-Serrano, J. I. 1988, Tesis Doctoral, Instituto Astrofísico de Canarias.
- [74] González-Serrano, J. I., & Pérez-Fournon, I. 1991, *A&A*, 249, 75.
- [75] Granato, G. L., Zitelli, V., Bonoli, F., Danese, L., Bonoli, C., & Delpino, F. 1993, *ApJS*, 89, 35.
- [76] Gregory, S. A., & Thompson, L. A. 1978, *ApJ*, 222, 784.
- [77] Gursky, H., Geary, J., Schild, R., Stephenson, T., & Weekes, T. 1980, en *SPIE*, 264, *Applications of Digital Image Processing to Astronomy*, 14.
- [78] Hamabe, M. 1993, *ApJS*, 85, 249.
- [79] Heckman, T. M. 1980, *A&A*, 87, 152.
- [80] Hoffmeister, C., Richter, G., & Wenzel, W. 1985, en *Variable Stars*. Ed. Springer-Verlag (Alemania), capítulo 3, 122.
- [81] Hubble, E. 1926, *ApJ*, 64, 321.
- [82] Hubble, E. 1930, *ApJ*, 71, 231.
- [83] Hubble, E. 1936, *The Realm of the Nebulae*, New Haven, Yale Univ. Press.
- [84] Huchra, J. P., Davis, M., Latham, D. W., & Tonry, J. 1983, *ApJS*, 52, 89.
- [85] Hunter, D. A. 1992, en *Star Formation in Stellar Systems*, ed. Tenorio-Tagle, G., Prieto, M., & Sánchez, F. Cambridge University Press. III Canary Islands Winter School of Astrophysics, 67.
- [86] Izotov, Y. I., Lipovetskii, V. A., Guseva, N. G., Stepanian, J. A., Erastova, L. K., & Kniazev, A. Y. 1993, comunicación privada en el congreso *Panchromatic View of Galaxies*, Kiel, Alemania.
- [87] Jacobi, S., & Kegel, W. H. 1994, *A&A*, 282, 401.
- [88] Jedrzejewski, R. I. 1987, *MNRAS*, 226, 747.
- [89] Kazaryan, M. A., & Kazaryan, E. S. 1980, *Astrofizika*, 16, 17.
- [90] Keel, W. C. 1982, *PASP*, 94, 765.
- [91] Kennicutt, R. C. 1992, en *Star Formation in Stellar Systems*, ed. Tenorio-Tagle, G., Prieto, M., & Sánchez, F. Cambridge University Press. III Canary Islands Winter School of Astrophysics, 191.
- [92] Kennicutt, R. C., & Kent, S. M. 1983, *AJ*, 88, 1094.
- [93] Kent, S. M. 1983, *ApJ*, 266, 562.
- [94] Kent, S. M. 1984, *ApJS*, 56, 105.

- [95] Kent, S. M. 1985a, *PASP*, 97, 165.
- [96] Kent, S. M. 1985b, *ApJS*, 59, 115.
- [97] Kent, S. M. 1986, *AJ*, 91, 1301.
- [98] King, I. R. 1978, *ApJ*, 222, 1.
- [99] Kinman, T. D. 1984, en *Astronomy with Schmidt-Type Telescopes*, ed. Capaccioli, M. D. Reidel Publishing Company (Holanda), IAU Colloq. 78, 409.
- [100] Kodaira, K., Okamura, S., & Ichikawa, S. (eds.) 1990, *Photometric Atlas of Northern Bright Galaxies*. Univ. de Tokyo Press, Tokyo (PANBG).
- [101] Kodaira, K., Watanabe, M., & Okamura, S. 1986, *ApJS*, 62, 703.
- [102] Kormendy, J. 1977, *ApJ*, 217, 406.
- [103] Kormendy, J. 1979, en *Photometry, Kinematics and Dynamics of Galaxies*, ed. Evans, D. S. Proc. Confer. Austin. University of Texas, 341.
- [104] Kormendy, J. 1993, *AJ*, 105, 1793.
- [105] Kormendy, J., & Djorgovski, S. 1989, *ARA&A*, 27, 235.
- [106] Kunth, D., Martin, J. M., Maurogordato, S., & Vigroux, L. 1985, en *Star-Forming Dwarf Galaxies and Related Objects*, ed. Kunth, D., Thuan, T. X., & Tran Thanh Van, J., Editions Frontières, Paris, 89.
- [107] Kunth, D., Maurogordato, S., & Vigroux, L. 1988, *A&A*, 204, 10.
- [108] Kunth, D., & Sargent, W. L. W. 1986, *ApJ*, 300, 496.
- [109] Landsberg, P. T., & Evans, D. A. 1977, en *Mathematical Cosmology*. Oxford University Press, capítulos 10 y 11.
- [110] Lauberts, A., & Valentijn, E. A. 1985, en *New Aspects of Galaxy Photometry*, ed. J.-L. Nieto (Berlin: Springer-Verlag), *Lecture Notes in Physics*, 232, 73.
- [111] Lauer, T. R. 1985, *ApJS*, 57, 473.
- [112] Loose, H. H., & Thuan, T. X. 1985 en *Star-Forming Dwarf Galaxies and Related Objects*, ed. Kunth, D., Thuan, T. X., & Tran Thanh Van, J., Editions Frontières, Paris, 73.
- [113] MacAlpine, G. M., Smith, S. B., & Lewis, D. W. 1977a, *ApJS*, 34, 95.
- [114] MacAlpine, G. M., Lewis, D. W., & Smith, S. B. 1977b, *ApJS*, 35, 203.
- [115] MacKenty, J. W. 1990, *ApJS*, 72, 231.
- [116] Mackie, G. 1992, *ApJ*, 400, 65.
- [117] Magreli, G., Bettoni, D., & Galletta, G. 1992, *MNRAS*, 256, 500.
- [118] Maia, M. A., Pastoriza, M. G., Bica, E., & Dottori, H. 1994, *ApJS*, 93, 425.
- [119] Mazzarella, J. M., & Balzano, V. A. 1986, *ApJS*, 62, 751.
- [120] McCarthy, M. F. 1984, en *Astronomy with Schmidt-Type Telescopes*, ed. Capaccioli, M. D. Reidel Publishing Company (Holanda), IAU Colloq. 78, 37.
- [121] McLean, I. S. 1989, en *Electronic and Computer-aided Astronomy*, ed. Ellis Horwood Limited (England), cap.5.

- [122] Moles, M., García-Pelayo, J. M., del Río, G., & Lahulla, F. 1987, *A&A*, 186, 77.
- [123] Moss, C., & Whittle, M. 1993, *ApJ*, 407, L17.
- [124] Nieto, J.-L., & Bender, R. 1989, *A&A*, 215, 266.
- [125] Nieto, J.-L., Bender, R., Poulain, P., & Surma, P. 1992, *A&A*, 257, 97.
- [126] Nilson, B. 1973, *Uppsala General Catalogue of Galaxies*, Acta Uppsala Univ., Ser. V: A, vol. 1 (UGC).
- [127] Okamura, S. 1988, *PASP*, 100, 524.
- [128] Okamura, S., Doi, M., Fukugita, M., Kashikawa, N., Sekiguchi, M., Shimasaku, K., & Yasuda, N. 1994, en *Astronomy from Wide-Field Imaging*. Proceed. IAU Symp.161, ed. MacGillivray, H. T., Thomson, E. B., Lasker, B. M., Reid, I. N., Malin, D. F., West, R. M., & Lorenz, H. (Potsdam, Alemania). Ed. Kluwer Academic Publishers (Dordrecht, Holanda), 243.
- [129] Okamura, S., Kodaira, K., & Watanabe, M. 1984, *ApJ*, 280, 7.
- [130] Osterbrock, D. E., & Cohen, R. D. 1982, *ApJ*, 261, 64.
- [131] Patterson, F. S. 1940, *Harvard Bull.* 914, 9.
- [132] Paturel, G., Fouqué, P., Bottinelli, L., & Gouguenheim, L. 1989, *Catalogue of Principal Galaxies (PGC)*. Observatoires de Lyon et Paris-Meudon. Lyon. (Francia).
- [133] Pierce, M. J. 1986, *AJ*, 92, 285.
- [134] Pogge, R. W., & Eskridge, P. B. 1993, *AJ*, 106, 1405.
- [135] Porter, A. C., Schneider, D. P., & Hoessel, J. G. 1991, *AJ*, 101, 1561.
- [136] Postman, M., & Geller, M. J. 1984, *ApJ*, 281, 95.
- [137] Prestwich, A. H., Joseph, R. D., & Wright, G. S. 1994, *ApJ*, 422, 73.
- [138] Prieto, M., Beckman, J. E., Cepa, J., & Varela, A. M. 1992b, *A&A*, 257, 85.
- [139] Prieto, M., Longley, D. P. T., Pérez, E., Beckman, J. E., Varela, A. M., & Cepa, J. 1992a, *A&AS*, 93, 557.
- [140] Rego, M., Zamorano, J., Gallego, J., & Vitores, A. G. 1994, *A&A*, 281, 348.
- [141] Rego, M., Zamorano, J., & González-Riestra, R. 1989, *A&AS*, 79, 443.
- [142] Reynolds, R. H. 1913, *MNRAS*, 74, 132.
- [143] Romanishin, W., Strom, K. M., & Strom, S. E. 1983, *ApJS*, 53, 105
- [144] Salzer, J. J., Aldering, G. S., Bothun, G. D., Mazzarella, J. M., & Lonsdale, C. J. 1988, *AJ*, 96, 1511.
- [145] Salzer, J. J., MacAlpine, G. M., & Boroson, T. A. 1989a, *ApJS*, 70, 447.
- [146] Salzer, J. J., MacAlpine, G. M., & Boroson, T. A. 1989b, *ApJS*, 70, 479.
- [147] Sandage, A. 1993, *ApJ*, 404, 419.
- [148] Sandage, A., & Binggeli, B. 1984, *AJ*, 89, 919.
- [149] Sandage, A., Saha, A., Tammann, G. A., Labhardt, L., Schwengeler, H., Panagia, N., & Macchetto, F. D. 1994, *ApJ*, 423, L13.

- [150] Sandage, S., & Tammann, G. A. 1990, *ApJ*, 365, 1.
- [151] Sanduleak, N., & Pesch, P. 1990, *ApJS*, 72, 291.
- [152] Scheffler, H. 1982, en *Landolt-Börnstein, New Series. Group VI, vol. 2c, A&A. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology.* Editores Schaifers, K., & Voigt, H. H. (Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag), 46.
- [153] Schombert, J. M. 1987, *ApJS*, 64, 643.
- [154] Schombert, J. M. 1992, en *Morphological and Physical Classification of Galaxies*, ed. Longo, G., Capaccioli, M., & Busarello, G. Kluwer Academic Publishers (Holanda), 53.
- [155] Schombert, J. M., & Bothun, G. D. 1987, *AJ*, 93, 60.
- [156] Schombert, J. M., Wallin, J. F., & Struck-Marcell, C. 1990, *AJ*, 99, 497.
- [157] Schweizer, F. 1979, *ApJ*, 233, 23.
- [158] Seiden, P. E., & Gerola, H. 1979, *ApJ*, 233, 56.
- [159] Shaw, M. A., & Gilmore, G. 1989, *MNRAS*, 237, 903.
- [160] Simien, F. 1989, en *The World of Galaxies*, ed. Corwin, H. G., & Bottinelli, L. (New York: Springer-Verlag), 293.
- [161] Simien, F., & de Vaucouleurs, G. 1986, *ApJ*, 302, 564.
- [162] Slezak, E., Mars, G., Bijaoui, A., Balkowski, C., & Fontanelli, P. 1988, *A&AS*, 74, 83.
- [163] Spiekermann, G. 1992, *AJ*, 103, 2102.
- [164] Stephenson, C. B., Pesch, P., & MacConnell, D. J. 1992, *ApJS*, 82, 471.
- [165] Storrie-Lombardi, M. C., Lahav, O., Sodr e, L. Jr, & Storrie-Lombardi, L. J. 1992, *MNRAS*, 259, Short Communication, 8p.
- [166] Surma, P., Seifert, W., & Bender, R. 1990, *A&A*, 238, 67.
- [167] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1985, *Ann. Tokyo Astron. Obs., 2nd Ser.*, 20, 237.
- [168] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1986, *Ann. Tokyo Astron. Obs., 2nd Ser.*, 21, 181.
- [169] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1987, *Ann. Tokyo Astron. Obs., 2nd Ser.*, 21, 251.
- [170] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1989, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan. Vol. 1*, 97.
- [171] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1990, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan, Vol. 1*, 181.
- [172] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1991, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan, Vol. 2*, 7.
- [173] Takase, B., Miyauchi-Isobe, N. 1992, *Publ. Natl. Astron. Obs. Japan, Vol. 2*, 573.

- [174] Thompson, L. A., & Gregory, S. A. 1980, *ApJ*, 242, 1.
- [175] Thuan, T. X., & Gunn, J. E. 1976, *PASP*, 88, 543.
- [176] Thuan, T. X., & Martin, G. E. 1981, *ApJ*, 247, 823.
- [177] Valentijn, E. A. 1990, *Nature*, 346, 153.
- [178] van den Bergh, S. 1990, *ApJ*, 348, 57.
- [179] van der Kruit, P. C. 1987, *A&A*, 173, 59.
- [180] van der Kruit, P. C. 1989, en *The World of Galaxies*, ed. Corwin, H. G., & Bottinelli, L. (New York: Springer-Verlag), 256.
- [181] van der Kruit, P. C. 1992, en *Morphological and Physical Classification of Galaxies*, ed. Longo, G., Capaccioli, M., & Busarello, G. Kluwer Academic Publishers (Holanda), 39.
- [182] van Haarlem, M. P., Cayón, L., Gutiérrez de la Cruz, C., Martínez-González, E., & Rebolo, R. 1993, *MNRAS*, 264, 71.
- [183] Vigroux, L., & Nieto, J.-L. 1985, en *New Aspects of Galaxy Photometry*, ed. J.-L. Nieto (Berlin: Springer-Verlag), *Lecture Notes in Physics*, 232, 73.
- [184] Vorontsov-Velyaminov, B. A. 1977, *A&AS*, 28, 1.
- [185] Wasilewski, A. J. 1983, *ApJ*, 272, 68.
- [186] Weedman, D. W. 1977, *ARA&A*, 15, 69.
- [187] Weedman, D. W. 1978, *MNRAS*, 184, 11P.
- [188] Whittle, M. 1992, *ApJS*, 79, 49.
- [189] Woltjer, L. 1990, en *Active Galactic Nuclei*, Saas-Fee Advanced Course 20, ed. Blandford, R. D., Netzer, H., & Woltjer, L. Ed. Springer-Verlag (Berlín), 1.
- [190] Wozniak, H., & Pierce, M. J. 1991, *A&AS*, 88, 325.
- [191] Yoshizawa, M., & Wakamatsu, K. 1975, *A&A*, 44, 363.
- [192] Young, P. J., Sargent, W. L. W., Kristian, J., & Westphal, J. A. 1979, *ApJ*, 234, 76.
- [193] Young, P. J., Westphal, J. A., Kristian, J., & Wilson, C. P. 1978, *ApJ*, 221, 721.
- [194] Zamorano, J., Gallego, J., Rego, M., Vitores, A. G., & González-Riestra, R. 1992, *AJ*, 104, 1000.
- [195] Zamorano, J., Rego, M., Gallego, J., Vitores, A. G., González-Riestra, R., & Rodríguez-Caderot, G. 1994, *ApJS*, 95, en prensa.
- [196] Zamorano, J., Rego, M., González-Riestra, R., & Rodríguez-Caderot, G. 1990, *Ap&SS*, 170, 353.
- [197] Zitelli, V., Granato, G. L., Mandolesi, N., Wade, R., & Danese, L. 1993, *ApJS*, 84, 185.

- [198] Zwicky, F., Herzog, E., Wild, P., & Kowal, C. 1961-1968, Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies. Pasadena, California Institute of Technology (CGCG).

Bibliografía complementaria.

Muchas son las obras que, de una manera consciente o no, me han impulsado a seguir adelante en momentos difíciles, y en especial aquellas que con su lenguaje directo nos ayudan a entender los conceptos involucrados o aquellas que reflejan el proceso histórico de elaboración y aceptación de las nuevas ideas sobre el conocimiento y comprensión del Universo, así como de la crónica de aquellas personas que con su tenacidad y entrega se comprometieron con la defensa de las mismas. Al final del presente trabajo, desearía por ello expresar mi agradecimiento, entre otros, a los autores de las siguientes obras:

- [199] Ferris, T. 1990, La aventura del Universo. Editorial Crítica.
[200] Kaufmann, W. J. 1991, Universe. W.H. Freeman and Company.
[201] Overbye, D. 1992, Corazones solitarios en el Cosmos. Editorial Planeta.
[202] Seeds, M. 1989, Fundamentos de Astronomía. Ediciones Omega.
[203] Smith, R. W. 1993, El Universo en expansión. Alianza Universidad. Alianza Editorial (AU 742).
[204] Tempesti, P.(director de la obra) 1982, El Universo. Ediciones Sarpe.

Glosario de siglas

ADU	analog-digital unit	unidad analógica digital
AGN	active galactic nuclei	núcleos galácticos activos
BCD	blue compact dwarf	galaxia enana compacta azul
BCM	brightest cluster member	galaxia más brillante de un cúmulo
CCD	charge-coupled device	dispositivo de carga acoplada
ECIS	Extragalactic Card Index System	Sistema indexado de cartas extragalácticas
GLE		galaxias con líneas de emisión
FF	flat-field	iluminación uniforme
FWHM	full width half maximum	anchura a media altura
p.n.	photon noise	ruido de lectura
PROF	profiles	programa de perfiles
GASP	galaxy surface photometry	paquete de fotometría superficial de galaxias
MIDAS	Munich Image Data Analysis System	Sistema de análisis de datos de imágenes de Munich
MK	Markarian	
PGC	Catalogue of Principal Galaxies	Catálogo de galaxias principales
PSF	point spread function	función de dispersión puntual
r.o.n.	readout of noise	ruido de lectura
SBN	starburst nuclei	núcleos con brotes de formación estelar
SBSS	Second Byurakan Spectral Survey	Segunda exploración espectral de Byurakan
S/N	signal/noise	razón señal/ruido
UCM	Universidad Complutense de Madrid	
UM	Universidad de Michigan	
WAS	Wasilewski	

Glosario de símbolos

a	semieje mayor de la isofota elíptica
a_e	radio efectivo dentro del cual está contenida la mitad de la luminosidad total de una galaxia
b	semieje menor de la isofota elíptica
B+D	descomposición del perfil de brillo superficial en componentes de bulbo y de disco
B/D	razón entre las luminosidades de las componentes de bulbo y de disco de una galaxia
c_{31}	índice de concentración definido como la razón entre los radios que contienen el 75% y el 25% de la luminosidad total de una galaxia
c_{42}	índice de concentración definido a partir de la razón entre los radios que contienen el 80% y el 20% de la luminosidad total de una galaxia
$c_{in}(\alpha)$	índice de concentración definido como la razón entre la luminosidad total de una galaxia dentro de una fracción α del radio de la isofota límite y la luminosidad total dentro de dicho radio límite
d_L	longitud de escala exponencial de la componente de disco de una galaxia
D_{24}	diámetro de la isofota de 24 mag/arcsec ²
ϵ	elipticidad de la isofota

i	ángulo de inclinación de la galaxia respecto al plano del cielo
m_r	magnitud aparente en el filtro r de Thuan-Gunn
m_B	magnitud aparente en el filtro B de Johnson
m_{24}	magnitud aparente integrada en el perfil de brillo hasta la isofota de 24 mag/arcsec ²
$m_{24.5}$	magnitud aparente integrada en el perfil de brillo hasta la isofota de 24.5 mag/arcsec ²
M_r	magnitud absoluta en el filtro r de Thuan-Gunn
M_B	magnitud absoluta en el filtro B de Johnson
μ	brillo superficial (mag/arcsec ²) en el radio r
μ_e	brillo superficial de la componente de bulbo de una galaxia en el radio efectivo de dicha componente
μ_0	brillo superficial central extrapolado de la componente de disco de una galaxia
$\bar{\mu}_e$	brillo superficial medio dentro del radio efectivo
$\bar{\mu}_{24.5}$	brillo superficial medio dentro de la isofota de 24.5 mag/arcsec ²
PA	ángulo de posición de la isofota elíptica
r_e	radio efectivo de la componente de bulbo de una galaxia
r_{24}	radio efectivo de la isofota de 24 mag/arcsec ²
$r_{24.5}$	radio efectivo de la isofota de 24.5 mag/arcsec ²