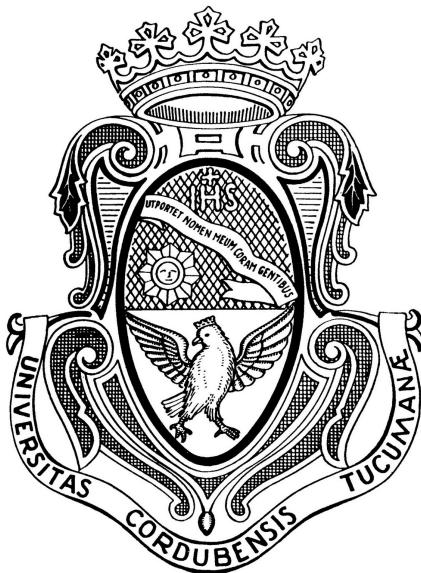


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



TESIS DE LICENCIATURA

Galaxias Centrales de Cúmulos Masivos en Simulaciones Cosmológicas Hidrodinámicas

Autor:

María Eugenia Ferraro

Director:

Dra. Cinthia Ragone-Figueroa

*Tesis presentada en cumplimiento de los requisitos
para el grado de Licenciada en Astronomía*

en la

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

October 11, 2017

Declaration of Authorship

"Thanks to my solid academic training, today I can write hundreds of words on virtually any topic without possessing a shred of information, which is how I got a good job in journalism."

Dave Barry

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Abstract

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación
Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación

Licenciada en Astronomía

Galaxias Centrales de Cúmulos Masivos en Simulaciones Cosmológicas Hidrodinámicas
by María Eugenia Ferraro

The Thesis Abstract is written here (and usually kept to just this page). The page is kept centered vertically so can expand into the blank space above the title too...

Acknowledgements

The acknowledgments and the people to thank go here, don't forget to include your project advisor...

Contents

Abstract	vii
Acknowledgements	ix
1 Resumen	1
2 Introducción Teórica	3
2.1 BCGs en el Universo Local	3
2.1.1 Luminosidad	3
2.1.2 Morfología	3
2.1.3 Estructura	4
2.2 Historia de Formación	4
3 Herramientas utilizadas y Métodos	5
3.1 Los Cúmulos Simulados y las Muestras	5
3.2 Identificación de las BCGs	6
3.3 Medición de la masa de las BCGs	7
3.4 Perfiles de brillo	8
3.4.1 Relación de Kormendy	8
3.4.2 Parámetros estructurales vs. MasaBCG	8
3.5 Grasil 3D....	8
4 Resultados	9
4.1 La importancia del AGN en los modelos de formación de galaxias	9
4.2 Masas de la BCG en función de la apertura	13
4.3 BCGs z=0	15
4.4 Relaciones Masa-Masa Cúmulo	17
4.5 Masas de las BCGs a distintos z	19
4.6 evolucion en masa	20
4.7 evolucion en perfiles	25
4.8 edades y metalicidades	27
4.9 influencia del polvo. Solo a z=3 para algun dusty case	28
4.10 Estabilidad a High Resolution	31
4.11 Relaciones de Escala	32
5 Conclusiones	35
A Frequently Asked Questions	37
A.1 How do I change the colors of links?	37

List of Figures

3.1 La presete figure exhibe las distribuciones de masas M_{200} de las muestras CMAY, CMENy AUM	6
4.1 csfagnmap	10

List of Tables

List of Abbreviations

LAH List Abbreviations Here
WSF What (it) Stands For

Physical Constants

Speed of Light $c_0 = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ (exact)

List of Symbols

a	distance	m
P	power	$\text{W} (\text{J s}^{-1})$
ω	angular frequency	rad

For/Dedicated to/To my...

Chapter 1

Resumen

Chapter 2

Introducción Teórica

2.1 BCGs en el Universo Local

Las BCGs son las galaxias más masivas y luminosas del Universo local. Uicadas en o cerca de los centros de los cúmulos de galaxias. En primer orden , aparecen como galaxias gigantes elípticas, sin embargo, como veremos a continuación, sus propiedades únicas y los entornos en los que viven las diferencian de las gigantes elípticas normales e integran uno de los tipos de galaxias más interesantantes para entender la historia evolutiva de las galaxias masivas, de los cúmulos de galaxias y de la estructura en gran escala en general. En esta sección se resumen las propiedades de las BCGs con el fin de evidenciar cuán especiales son.

2.1.1 Luminosidad

Los primeros estudios de las BCGs estuvieron focalizados en sus luminosidades extremadamente grandes, con magnitudes absolutas en la banda visual $-23.5 \leq M_V \leq -21.5$. Típicamente las BCGs son 10 veces más luminosas que las galaxias elípticas normales (Sandage & Hardy 1973; Schombert 1986), incluso, estudios recientes han demostrado que las luminosidades de las BCGs son demasiado altas para simplemente caracterizarlas como la parte de la función de luminosidad estándar (Schechter & Peebles 1976) de las galaxias elípticas (Tremaine & Richstone 1977; Dressler 1978; Bernstein & Bhavsar 2001, agregarrrrrrrrrrrrrr). Esto implica que las BCGs no son simplemente el extremo brillante de las galaxias elípticas normales, si no, pertenecen a una clase especial, atípica y única. Más allá de eso, si las BCGs constituyesen el extremo brillante de la función de luminosidad, la dispersión en sus luminosidades debería ser grande (por queeeeeeeeeeeeeeee), en aproximadamente 2 magnitudes, no obstante, mediante estudios en el óptico e infrarrojo cercano, han demostrado una dispersión intrínseca que no excede las 0.3 magnitudes (Sandage 1988; Aragon-Salamanca, Baugh & Kauffmann 1998; Collins & Mann 1998). La pequeña dispersión en las luminosidades de las BCGs, soporta la unicidad de la población de las BCGs y sugiere que han tenido un proceso evolutivo distinto al de las galaxias elípticas masivas ordinarias.

2.1.2 Morfología

La morfología de una galaxia es una propiedad muy importante pues nos otorga pistas sobre los procesos que han estado presentes durante su formación y evolución, de esta manera, las galaxias más luminosas de los cúmulos actualmente han adoptado una clasificación morfológica dada por: galaxias **cDs** y **BCGs**, la principal diferencia se debe a la presencia de una gran envolvente en las primeras que no se presenta en las segundas (figura..). En este trabajo la nomenclatura BCG, abarcará a toda la población de gigante elípticas luminosas, sin distinguir por morfología. Lo que es importante determinar es qué tan distintas son las BCGs respecto a las galaxias elípticas normales.

2.1.3 Estructura

Puesto que las BCGs parecen tener una estructura que es única a su especie, fueron muchos los a' os dedicados al estudio de ésta. Oelmer (1976) fue el primero en llevar a cabo un trabajo comparativo mediante el ajustando perfiles de brillo superficial. Encontró que las galaxias elípticas normales eran bien ajustadas por el modelo utilizado mientras que las BCGs, especialmente las que poseen la envolvente extensa, se desviaban de los ajustes, además observó que tales envolventes generan una especie de inflexión en los perfiles de luz de las BCGs que ocurre típicamente en $24 \leq \mu_v \leq 26 \text{mag/arcseg}^2$. Schombert (1987), condujo un estudio de los perfiles de luz adoptando como modelo la ley de Vaucouleurs $r^{1/4}$ (de Vaucouleurs 1948), asociado a galaxias de tipo temprano. Sus resultaron también mostraron diferencias estructurales entre las BCGs y las galaxias elípticas normales, sin embargo destacaron que el modelo sólo resultaba bueno, tanto para las elípticas normales como para las BCGs, en un acotado rango de brillos superficiales, $21 \leq \mu_v \leq 25 \text{mag/arcseg}^2$, siendo necesario así, incurrir en mejores modelos para estudiar las diferencias estructurales. Estudios más recientes hacen uso del modelo de Sérsic basado en la siguiente forma

$$I(r) = I_e \exp\{-b[(r/r_e)^{1/n} - 1]\} \quad (2.1)$$

donde $I(r)$ es la intensidad a una distancia r medida desde el centro, r_e es el radio efectivo, definido como el radio que contiene la mitad de la luminosidad total, I_e es la intensidad en r_e , n es el índice de Sérsic que representa el grado de concentración y $b \approx 2n - 0.33$ (Caon, Capaccioli & D'Onofrio 1993) Graham et al. (1996) aplicó este modelo a los perfiles de luz de las BCGs y encontró que es un modelo adecuado para representar la estructura de éstas galaxias. Además destacó que las BCGs presentan índices de Sérsic más grandes respecto a los asociados con las galaxias elípticas ordinarias. No obstante, estudios posteriores demostraron que no era suficiente hacer uso de un único perfil de Sérsic para reproducir la distribución de la luz en las BCGs. Gonzalez, Zabludoff & Zaritsky (2005) encontraron que para una muestra de 30 BCGs, ajustar dos perfiles de Vaucouleurs daba mejores resultados que un perfil de Sérsic pero más tarde, Donzelli, Muriel & Madrid (2011) sugirieron que es más apropiado un modelo basado en dos componentes, una de Sérsic para la zona interna y una exponencial en la zona más externa, para descomponer la distribución de la luz de manera adecuada. La interpretación de que algunas BCGs no puedan ser modeladas por un único perfil de Sérsic, suele atribuirse a que a veces se las encuentra dentro de un halo estelar disperso. Entonces, dado que las BCGs, a veces se ajustan con un único perfil de Sérsic, mientras que otras no debido a la existencia de un halo estelar, nos conduce a concluir que dentro de la población de BCGs existen dos tipos estructurales de galaxias. Por ejemplo, Donzelli, Muriel & Madrid (2011) tras estudiar separadamente las BCGs cuyos ajustes resultaron favorables con una única componente (Sérsic), de aquellas que precisaron dos componentes (Sérsic+Exponencial), concluyeron que las BCGs de dos perfiles son más brillantes y que la luz extra que estas poseen proviene de regiones que no forman parte de éstas. Por lo tanto, estudiar este subconjunto de BCGs puede darnos indicios sobre la evolución de las BCGs en general.

2.2 Historia de Formación

Tomar como guia lo que esta escrito en la introducción del paper que estamos escribiendo ahora (tenes el link de overleaf). NO delirarse y salir de esa introducción!!!!!!!!!!!!!!

Chapter 3

Herramientas utilizadas y Métodos

3.1 Los Cúmulos Simulados y las Muestras

El punto de partida para obtener el conjunto de cúmulos de galaxias utilizados en este trabajo es una simulación cosmológica en gran escala de baja resolución. Esta simulación N -body cuenta con 1024^3 partículas $\sim 6.2 \times 10^{10}$ dentro de un box periódico de $1 h^{-1} Gpc$ de lado (ver Bonafede et al. 2011 por más detalles). Dado su gran tamaño, este volumen cosmológico contiene una muestra numerosa de 64 cúmulos con $M_{FOF} > 1 \times 10^{15} M_\odot$ a redshift cero (M_{FOF} es la masa obtenida de sumar todas las partículas que, según el algoritmo *FOF* usado para la identificación de grupos, forman parte de un cúmulo).

Los 24 cúmulos más masivos ($M \sim 10^{15} M_\odot$) en el mencionado volumen, junto a su región circundante ($5 a 7 R_{vir}$), más otros cuatro menos masivos ($M \sim 10^{14} M_\odot$), han sido resimulados con mejor resolución, adoptando varios niveles de complejidad para los procesos físicos involucrados: enfriamiento radiativo del gas (*cooling*), formación estelar, *feedback* de supernovas (estos dos por medio del modelo subgrid de Springel & Hernquist 2003) y *feedback* de Núcleos Activos (AGN). A estos 29 cúmulos se los denominará cúmulos principales de la región resimulada.

Las simulaciones fueron llevadas a cabo utilizando el código *TreePM-SPH GADGET-3*, una versión mejorada no pública de *GADGET-2* (Springel 2005). La masa de las partículas de materia oscura es de $m_{dm} = 8.4 \times 10^8 h^{-1} M_\odot$, la masa inicial de las partículas de gas de $m_g = 1.6 \times 10^8 h^{-1} M_\odot$, mientras que la media de la masa inicial de las partículas de estrellas m_s oscila en $\sim 4.5 \times 10^7 h^{-1} M_\odot$. La longitud de suavizado o *softening* para las partículas de estrellas, componente sobre la cual se basará este trabajo, es $l_{soft} = 3 h^{-1} kpc$.

El modelo de AGN y su consiguiente *feedback*, es una versión actualizada de aquel descripto en Ragone-Figueroa et al. 2013. En esta nueva versión se ha mejorado el centrado de la partícula que representa al BH, lo cual ha tenido consecuencias directas en acercar las masas estelares de las BCGs simuladas a las mediciones observacionales.

Sumado al conjunto de simulaciones anteriormente descriptas, se cuenta con dos cúmulos (uno de alta y otro de baja masa) simulados apagando el modelo de *feedback* de AGN. Estos experimentos permitirán cuantificar la importancia del mencionado *feedback* en determinar las masas finales de las BCGs.

Finalmente, los mismos dos cúmulos mencionados en el párrafo anterior fueron simulados con una mejor resolución para estudiar la estabilidad de los resultados. Para estos dos casos $m_{dm} = 2.5 \times 10^8 h^{-1} M_\odot$, $m_g = 4.7 \times 10^7 h^{-1} M_\odot$, $m_s = 1.3 \times 10^7 h^{-1} M_\odot$, $l_{soft} = 2 h^{-1} kpc$.

En todas las simulaciones se asume una cosmología de Universo plano Λ CDM, cuyo parámetro de densidad de materia es $\Omega_m = 0.24$; densidad de bariones $\Omega_b = 0.04$ y constante de Hubble $h = 0.72$.

A continuación se listan las distintas muestras que se utilizarán en este trabajo:

- **CMay:** Muestra completa en volumen formada por los 24 cúmulos más masivos.

- **CMEN**: Muestra formada por los 5 cúmulos principales de baja masa.
- **AUM** : Muestra Aumentada formada por **CMAY**, **CMEN**, más los demás cúmulos que se encuentran en las regiones resimuladas y no son principales.
- **AGN-OFF** : Muestra formada por los 2 cúmulos simulados sin considerar el efecto del AGN.
- **MR** : Muestra formada por los 2 cúmulos simulados con resolución intermedia.
- **HR** : Muestra formada por el único cúmulo simulado en alta resolución.

La Figura 3.1 muestra las distribuciones de masas de los cúmulos que conforman las muestras **CMAY**, **CMEN** y **AUM**

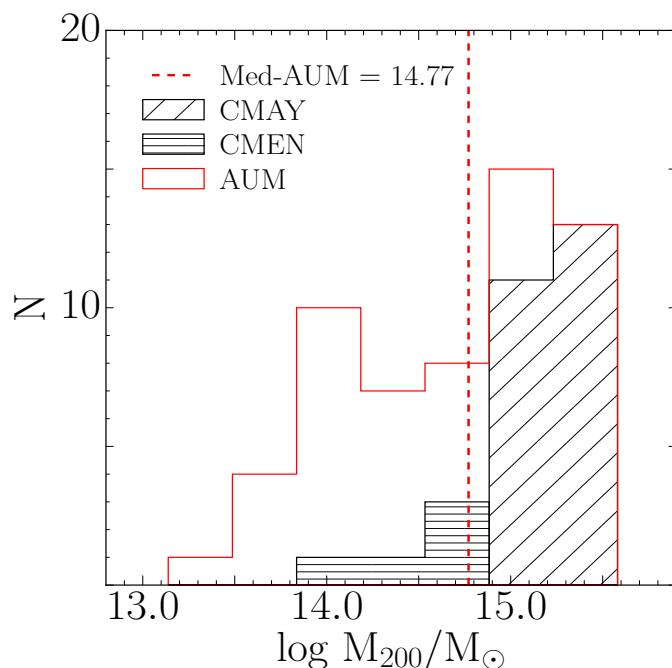


FIGURE 3.1: La presente figura exhibe las distribuciones de masas M_{200} de las muestras **CMAY**, **CMENy AUM**

3.2 Identificación de las BCGs

El código utilizado para realizar las simulaciones numéricas corre *on the fly* un algoritmo *Friends-of-Friends* de identificación de halos (o cúmulos de galaxias). Una vez identificado el cúmulo, otro algoritmo corre sobre las partículas que forman parte del mismo para identificar sus subhalos (o galaxias satélites) (Subfind, Dolag et al. 2009). Las partículas de estrellas no ligadas a ninguna galaxia son asociadas por *Subfind* a la componente estelar del halo, formando así un único sistema BCG+Componente-Estelar-Difusa (o subhalo principal).

En este trabajo se considera que la partícula con mínimo de potencial del subhalo principal denota el centro de la BCG. Para medir las masas de estas galaxias, tal es uno de los objetivos de este trabajo, se adoptarán diferentes aperturas centradas todas ellas, en el mencionado mínimo de potencial.

3.3 Medición de la masa de las BCGs

Observacionalmente, la obtención de las masas de las BCGs no es una medición directa. El cálculo de la masa de las BCG se hace a partir de una medición de luminosidad y del posterior uso de un cociente masa-luminosidad.

Además de las diferentes asunciones para los cocientes masa-luminosidad utilizados, se pueden encontrar en la literatura diversas convenciones para medir la fotometría de las BCGs: magnitudes Petrosian, magnitudes tipo Kron, magnitudes obtenidas a partir de ajustes a los perfiles de brillo, magnitudes de apertura, magnitudes isofotales, magnitudes métricas. A continuación se describen brevemente las utilizadas más frecuentemente.

- Magnitudes Petrosian: La idea es medir una fracción constante de la luz total independientemente de la distancia o posición de la galaxia. Esta magnitud mide el flujo dentro del Radio Petrosian, el cual se calcula teniendo en cuenta el nivel de ruido de fondo y la forma del perfil de luz de la galaxia (Petrosian 1976; Blanton et al. 2001 y Yasuda et al. 2001). Es una medida robusta frente a variaciones de exposición pero, según algunos estudios, no es apropiada para galaxias extendidas dado que subestima el flujo total. Por ejemplo según Blanton et al. 2001, la magnitud petrosian recupera casi todo el flujo para una galaxia disco pero sólo el 80% para una galaxia con "bulge" con un perfil de Vaucouleurs. Independientemente, Graham & Driver (2005) encuentran que en la versión utilizada por SLOAN (aperturas circulares), la magnitud Petrosian subestima la luminosidad de galaxias con índices de Sersic $n = 10$ en un $\sim 45\%$ (0.64 mag). Bernardi et al. (2007) y Lauer et al. (2007) encuentran el mismo bias en galaxias BCGs.
- Magnitudes Kron: Al igual que la anterior, se trata de una magnitud de "apertura escalada" en cuanto mide el flujo de la galaxia dentro de usualmente 2.5 radios de Kron. El radio de Kron se calcula teniendo en cuenta el perfil de luz (Kron 1980). No es tan robusta como la magnitud Petrosian en lo que respecta a variaciones exposición-a-exposición, pero es más apropiada para medir el flujo total de las galaxias extendidas. Según Graham & Driver (2005) una magnitud de Kron de una galaxia con bulge, con $n = 4$, pierde $\sim 10\%$ del flujo. La dificultad para calcular esta magnitud reside en lograr una correcta medición del radio de Kron, para hacerlo es necesario integrar el perfil de luz hasta radios relativamente grandes. Si la integración se corta incorrectamente el radio de Kron será mucho menor y por consiguiente se obtendrá un flujo equivocado, que puede llegar a ser hasta un 50% menor que el real (Bernstein et al. 2002). Todos los trabajos que utilizan el software `mag_auto` de SExtractor, calculan este tipo de magnitud (en aperturas elípticas).
- Magnitudes a partir de ajustes: En este caso hace falta ajustar alguna función al perfil de brillo de la galaxia. La magnitud de la galaxia se obtiene integrando el ajuste, en algunos casos truncando el fit en algn mltiplo del radio efectivo, en otros extrapolando a infinito. Un software muy usado en la literatura que trabaja de esta forma es GALFIT (Peng et al. 2010), el usuario puede elegir entre diferentes funciones de ajuste (Sersic, Moffat, King, Ferrer, etc.). Bernardi+ 2013, Giallongo et al. 2014, Bellstedt+ 2016 son ejemplos de algunos trabajos en donde se usa GALFIT para obtener luminosidades de BCGs. Se pueden además encontrar trabajos en donde los autores obtienen las luminosidades de las BCGs haciendo sus propios ajustes (ej: Kravtsov et al. 2014, Gonzalez et al. 2005, Ascaso et al. 2011)
- Magnitudes de apertura: Consiste simplemente en calcular magnitudes dentro de un radio fijo. Zhang et al. (2016) calculan por ejemplo magnitudes, y luego masas de

BCGs, a partir de flujos medidos dentro de aperturas circulares de 15, 32, 50 y 60 kpc de radio.

- Magnitudes Isofotales: Queda determinada por el flujo contenido dentro del radio donde el perfil de brillo superficial unidimensional alcanza un dado valor. Al igual que la magnitud de apertura, la magnitud isofotal posee la ventaja de ser insensible al modelo utilizado para ajustar el perfil de brillo, o a la forma del perfil de brillo. En el caso de las galaxias BCGs, esta propiedad resulta particularmente atractiva debido a la no universalidad del modelo que ajusta sus perfiles de brillo (ver [section 3.4](#)). Para citar algunos ejemplos, von der Linden et al. 2007 consideran que la BCG está delimitada por un corte en $\mu_r = 23 \text{ mag arcsec}^{-2}$ en la banda r. Fasano et al. 2010 usan el radio de la isofota $\mu_V = 24 \text{ mag arcsec}^{-2}$ en la banda V.

3.4 Perfiles de brillo

Varios trabajos publicados recientemente han evidenciado que los perfiles de luz de algunas BCGs no pueden ser ajustados por una simple función de Sersic. Esto sucede cuando se verifica la presencia de una envolvente estelar extendida la cual habría sido acumulada en la parte externa de la BCG a lo largo de su formación (residuos de "mergers" o "stripping" de material de otras galaxias).

Para poder ajustar los perfiles de luz de estas galaxias extendidas hace falta sumar a la función de Sersic una componente externa, la cual puede ser otra función de Sersic o una función Exponencial (ej: Seigar et al. 2007; Donzelli et al. 2011; Ascaso et al. 2011).

3.4.1 Relación de Kormendy

Ascaso et al. 2011 estudian una muestra de BCG a z bajo ($0.04 < z < 0.07$) y comparan con otra a z intermedio $0.3 < z < 0.6$. Encuentran que la pendiente de la relación de Kormendy crece hacia z bajos pasando de 3.3 a 4.2. Bildfell et al. 2008 también encuentran el mismo comportamiento al comparar una muestra de BCGs a $0.15 < z < 0.55$ con otra local.

(Las medianas de μ_{re} y r_e en las muestras de Ascaso et al. 2011 muestran que el cambio en μ_{re} no es significativo pero sí el cambio en r_e .)

3.4.2 Parámetros estructurales vs. MasaBCG

Ascaso et al. 2011 estudian la relación existente entre las magnitudes absolutas de sus dos muestras con n , r_e y μ_{re} . Encuentran que a una dada luminosidad las BCGs más cercanas tienen μ_{re} más débil, r_e más grandes y parámetros de Sersic similares que las BCGs de la muestra a redshift intermedio.

3.5 Grasil 3D....

Chapter 4

Resultados

4.1 La importancia del AGN en los modelos de formación de galaxias

Uno de los desafíos actuales al cual se enfrentan los modelos de formación de galaxias, en lo que respecta a las galaxias masivas, consiste en controlar el excesivo enfriamiento del gas para así evitar tasas de formación estelar por encima de los valores que se observan en el Universo. En la actualidad, se sabe que los cálculos efectuados sin incluir una inhibición eficiente al ensamblaje de la masa estelar en el rango de masas altas de la función de masa, donde el feedback de supernovas se vuelve ineficiente, lleva a una sobre predicción de la masa estelar en estos sistemas por un factor ~ 10 (ej. Benson et al. 2003).

El *feedback* de supernovas, utilizado en los modelos para controlar la formación estelar en galaxias, deja de ser eficiente en aquellas más masivas, en particular en las BCGs, en donde una fuente adicional de calentamiento para el gas se hace necesaria, siendo la solución más prometedora el *feedback* proveniente de la actividad AGN.

Sorprendentemente, este proceso físico ha sido ignorando en los cálculos presentes en los modelos de formación de galaxias durante mucho tiempo. Sin embargo, desde hace aproximadamente una década, su uso en modelos semianalíticos y en simulaciones numéricas hidrodinámicas, ha crecido progresivamente (ej. Granato et al. 2004; Springel, Di Matteo & Hernquist 2005; Bower et al. 2006; Croton et al. 2006; Monaco, Fontanot & Taffoni 2007; Sijacki et al. 2007; Somerville et al. 2008; Fabjan et al. 2010; McCarthy et al. 2010; Martizzi, Teyssier & Moore 2012; Ragone-Figueroa et al. 2013; Dubois et al. 2014, Martizzi et al. 2016; Bahé et al. 2017; Pillepich et al. 2017).

En el campo de las simulaciones numéricas, el uso del *feedback* de AGN reduce la masa estelar de las galaxias BCGs en un factor que varía de 2 a 10 dependiendo del modelo y de la masa de la galaxia considerada (Sijacki et al. 2007; Martizzi et al. 2012; Stott et al. 2012; Dubois et al. 2013; Ragone-Figueroa et al. 2013). No obstante, como se verá en 4.5 el contenido estelar de estas galaxias simuladas sigue siendo alto comparado con las masas que miden las observaciones.

En la Fig. puede verse el impacto del modelo de *feedback* de AGN usado en estas simulaciones sobre las masas finales ($z = 0$) de dos BCGs y sus respectivos cúmulos, uno en la muestra de alta masa y otro en la muestra de baja masa. En ambos casos la disminución de la masa final al encender el AGN en la simulación es evidente.

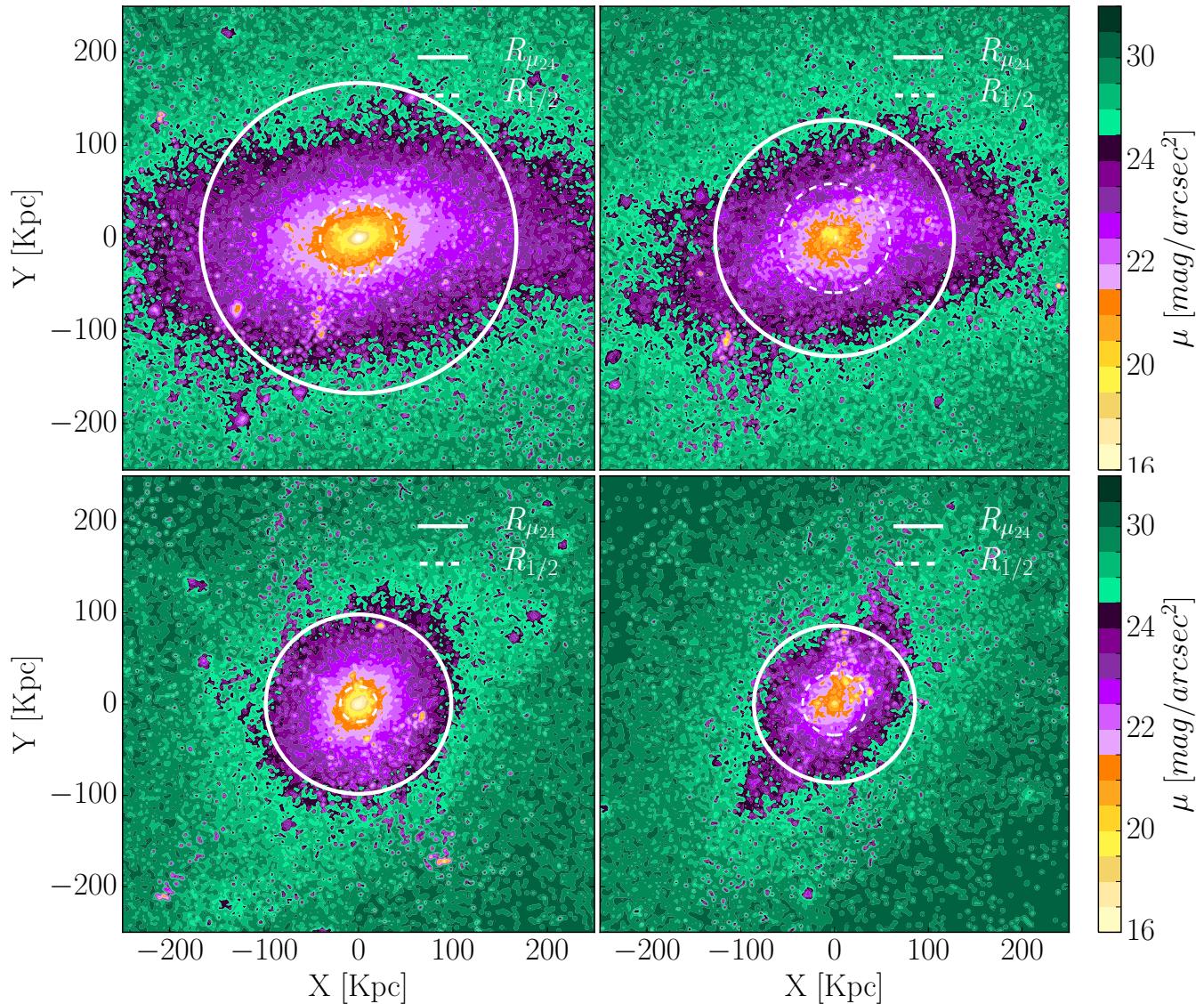
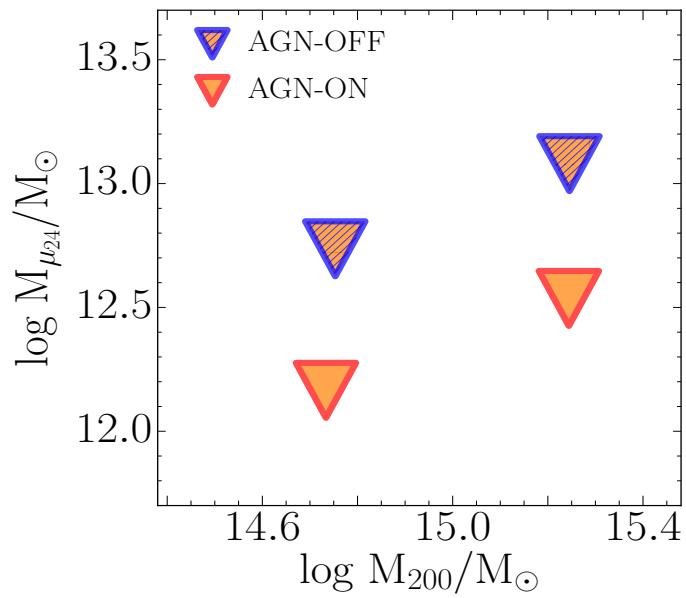
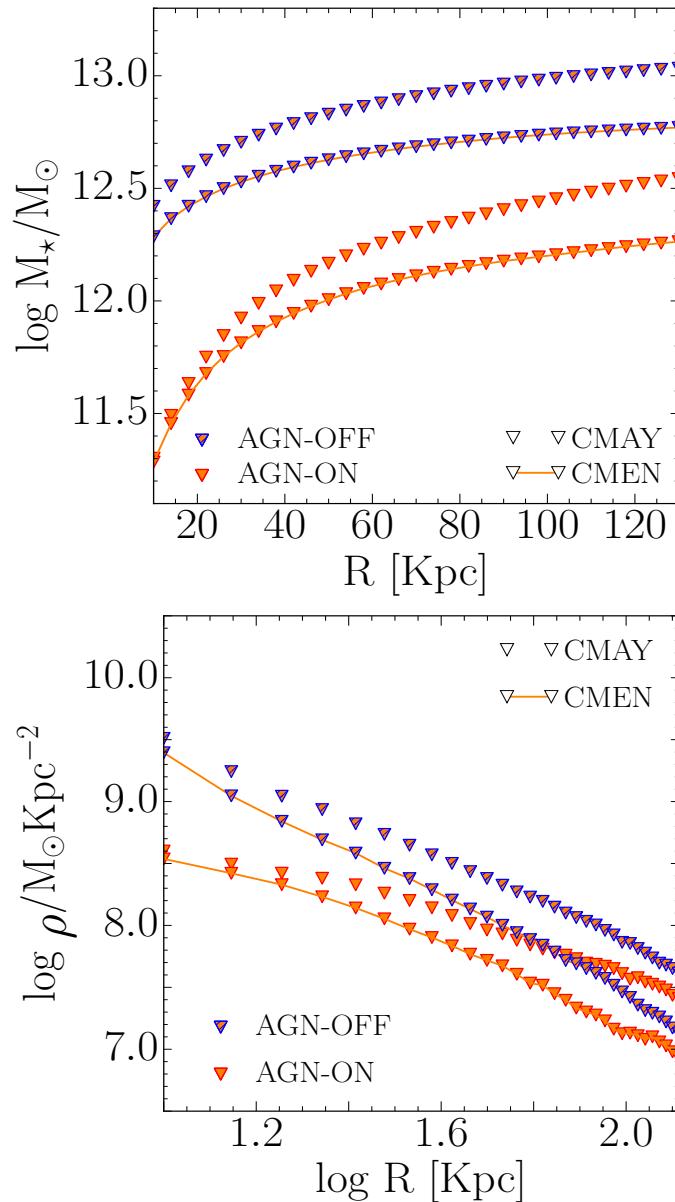
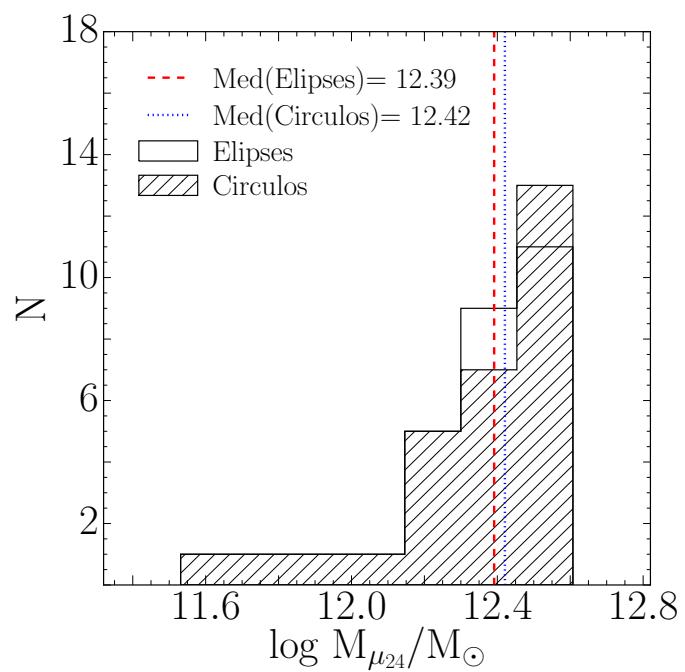
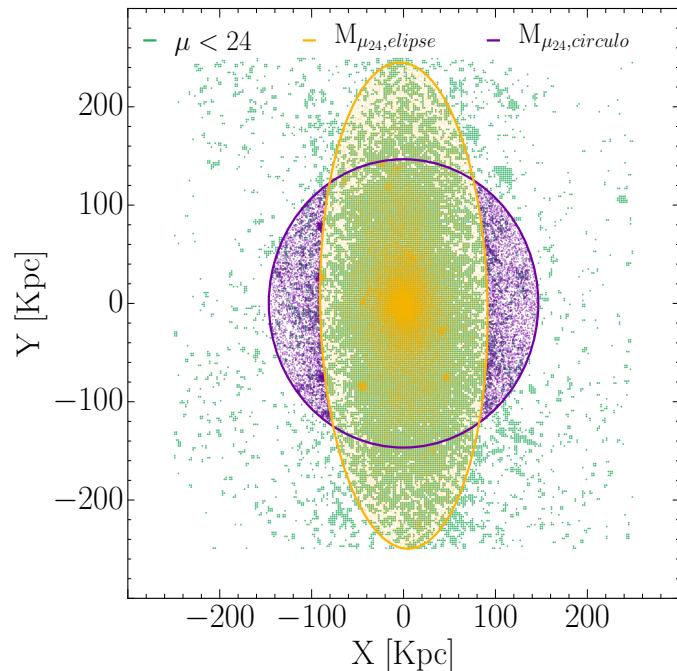


FIGURE 4.1

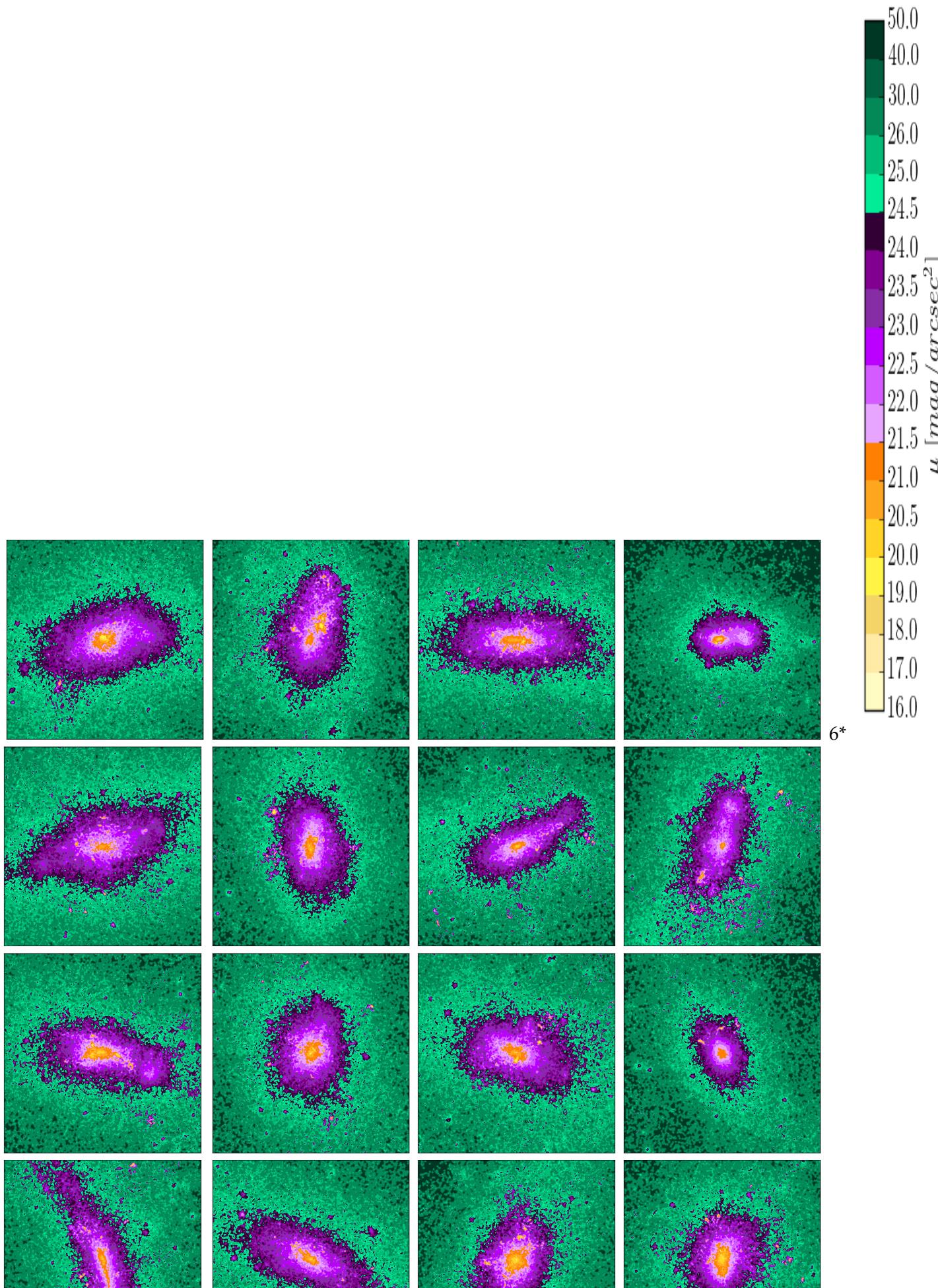


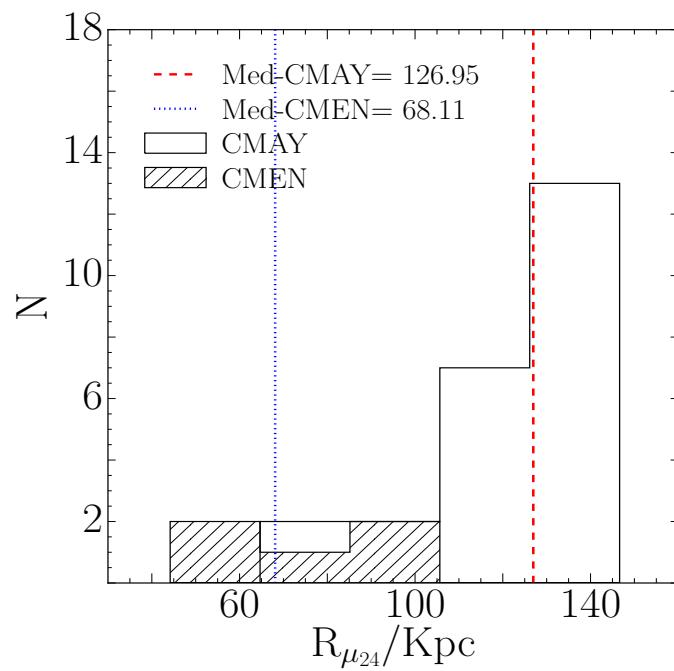
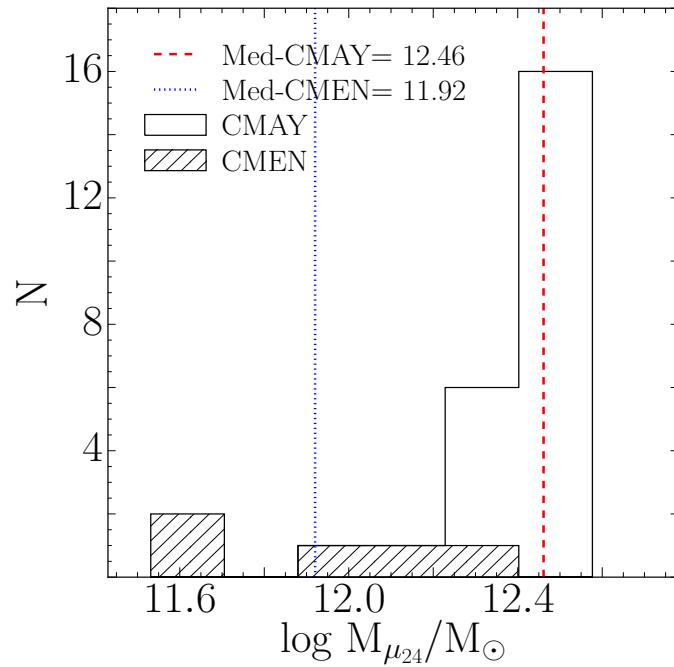


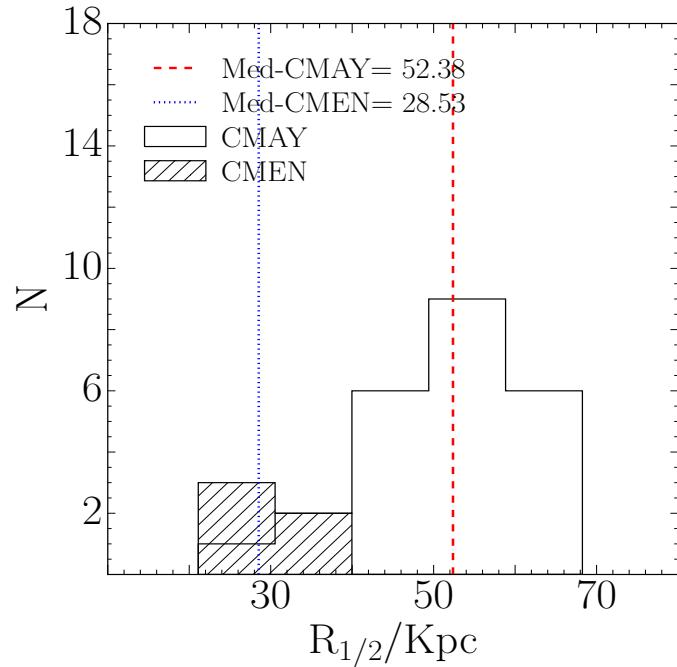
4.2 Masas de la BCG en función de la apertura



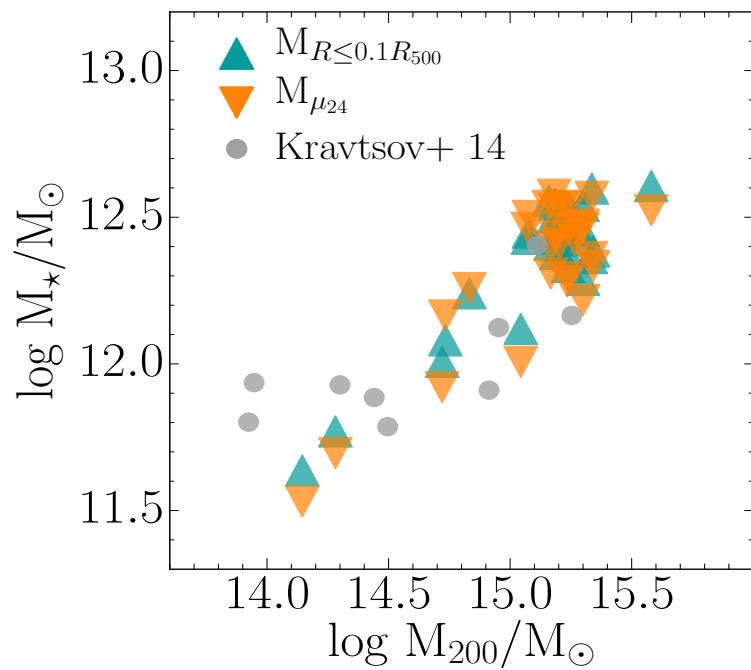
4.3 BCGs $z=0$

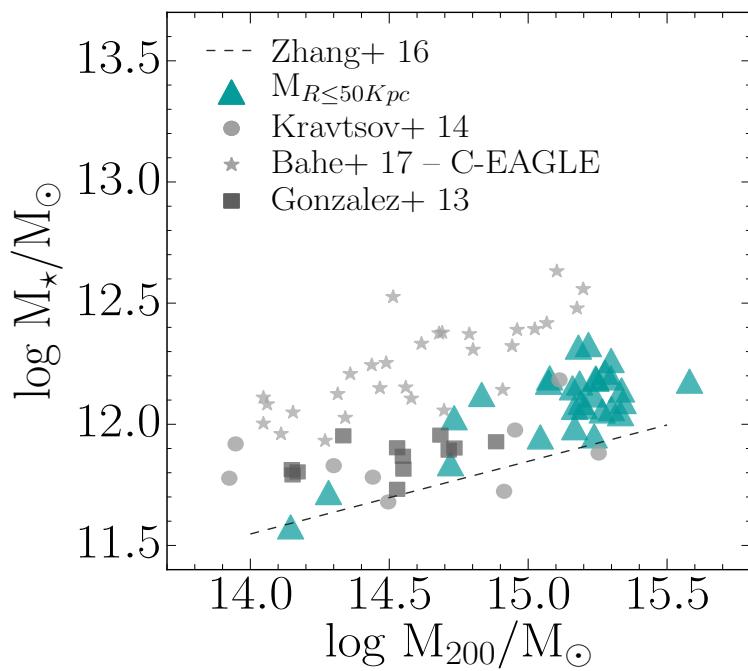
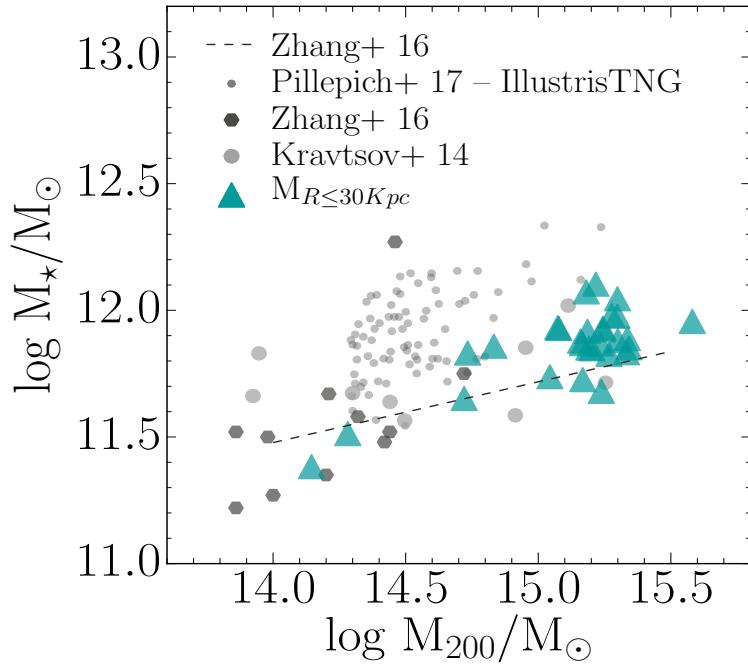




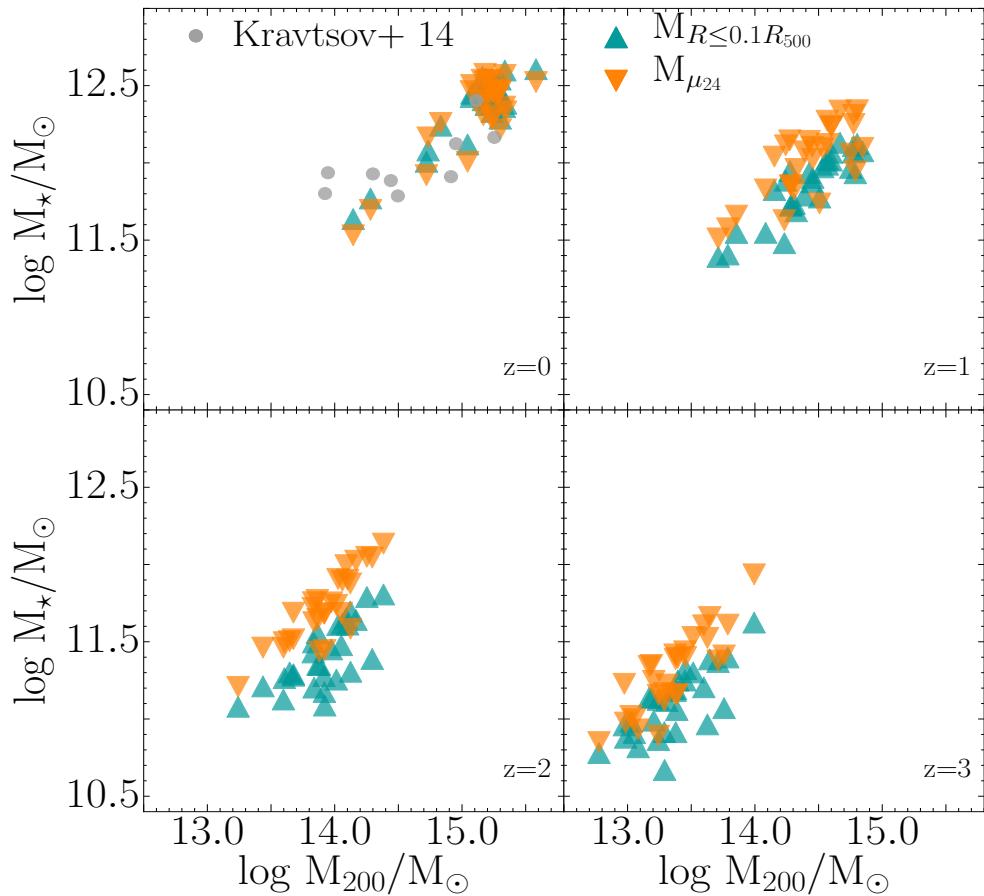


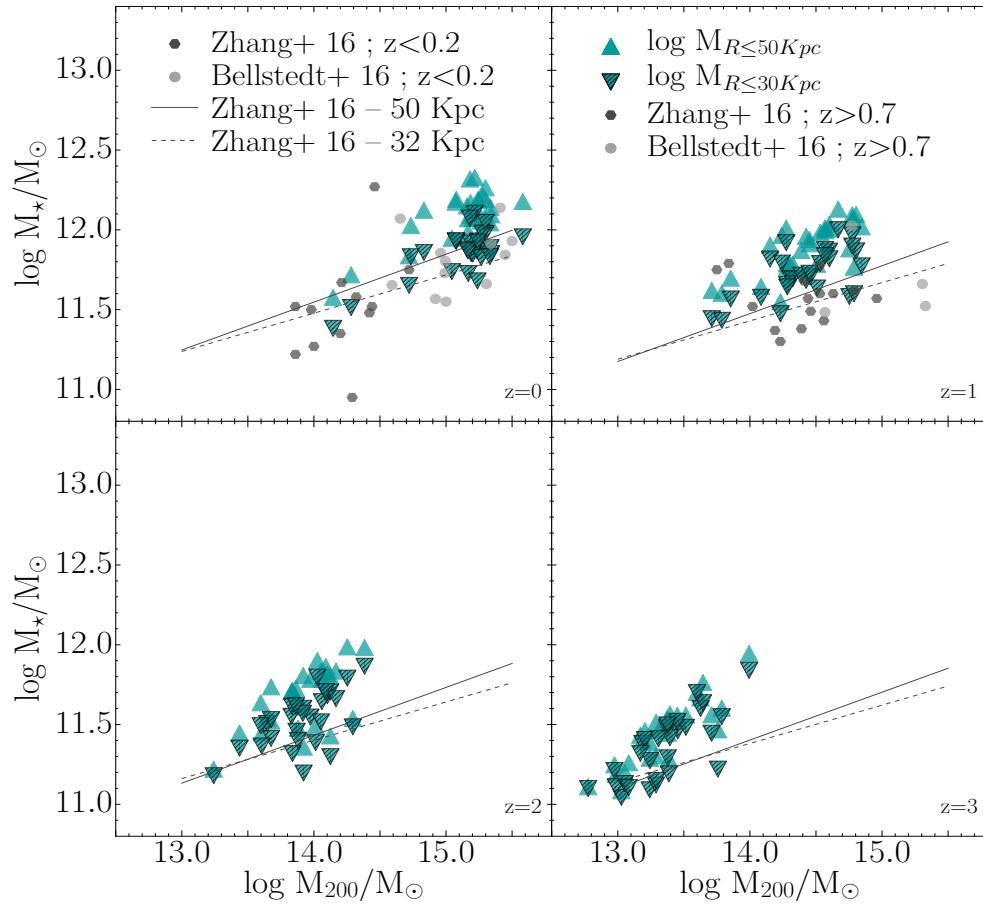
4.4 Relaciones Masa-Masa Cúmulo





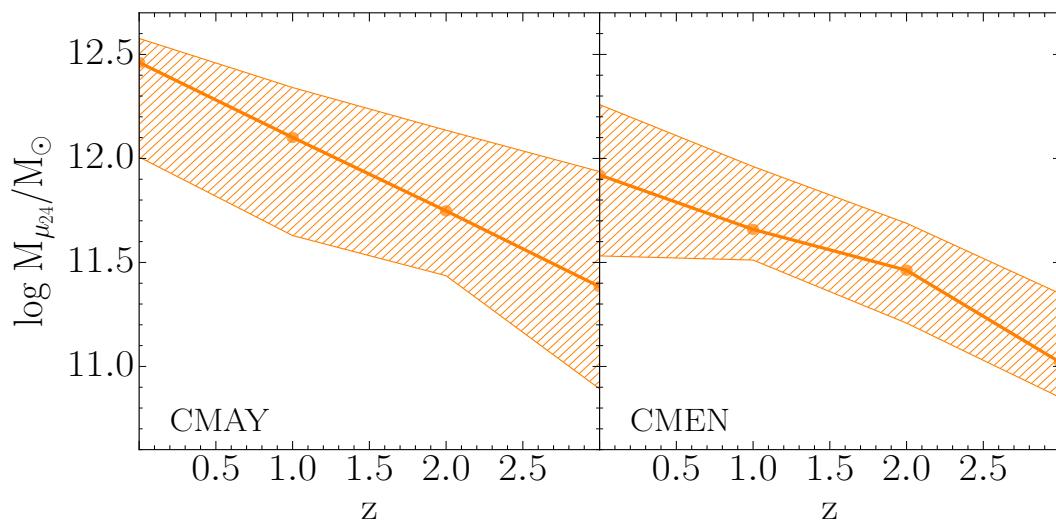
4.5 Masas de las BCGs a distintos z

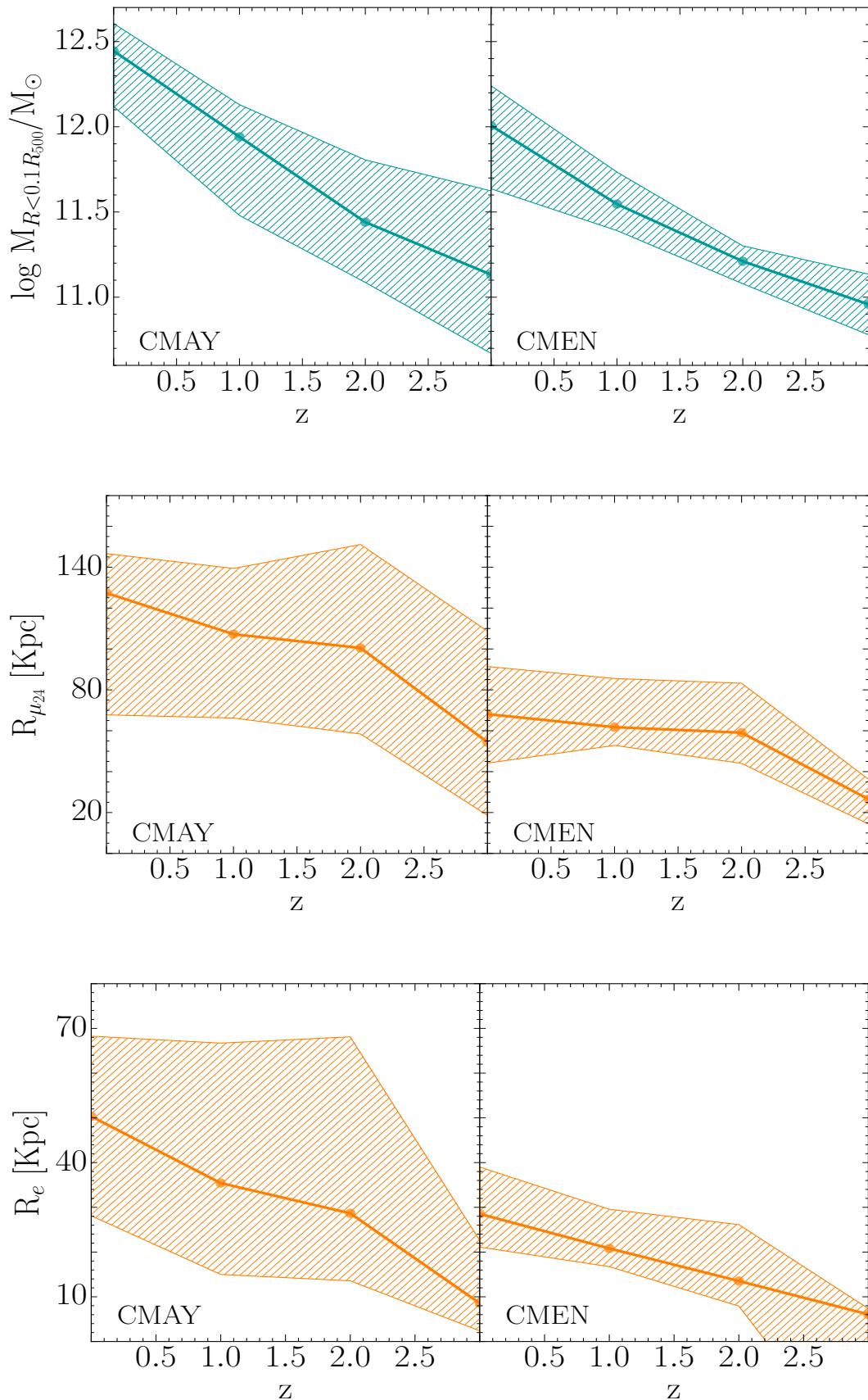


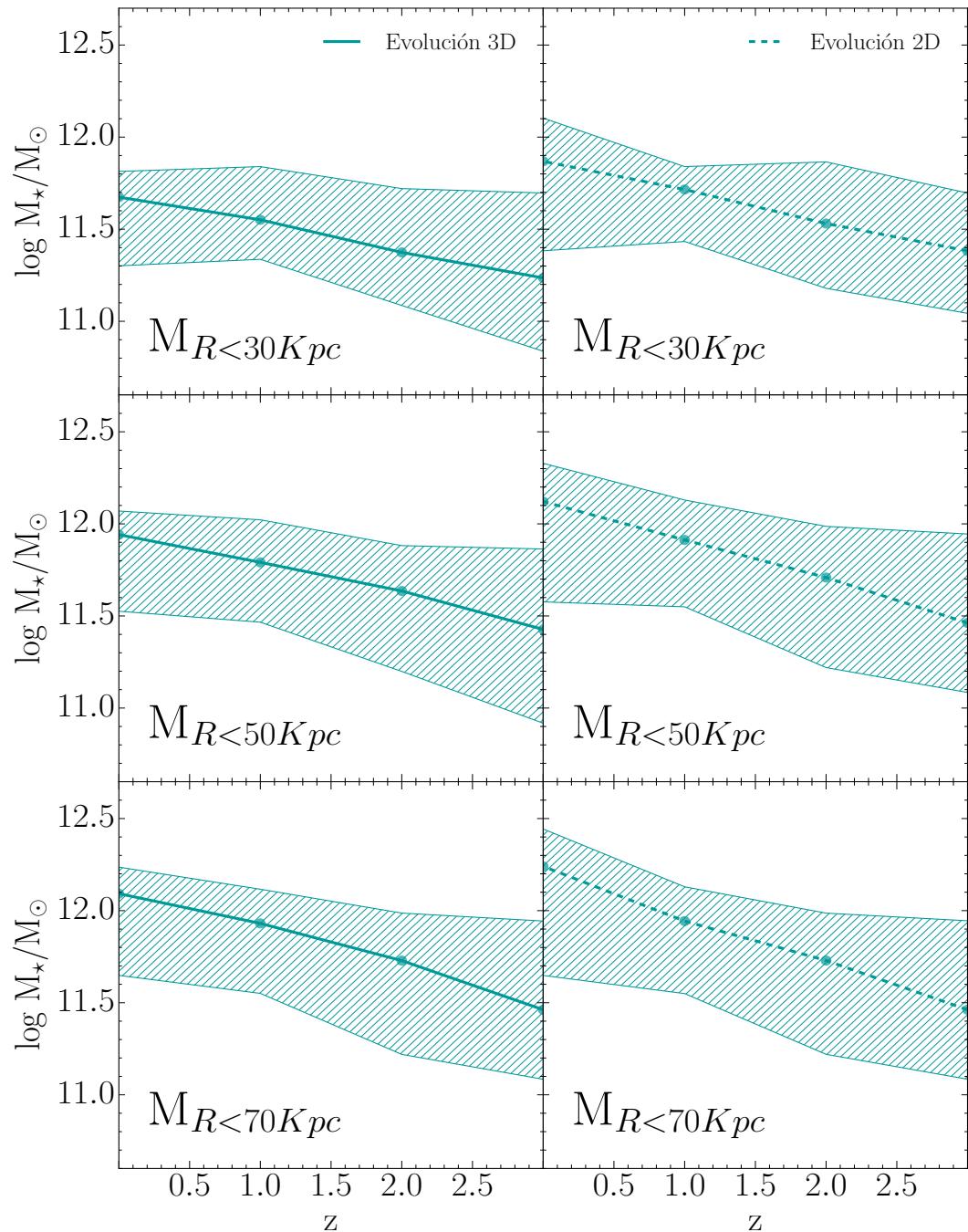


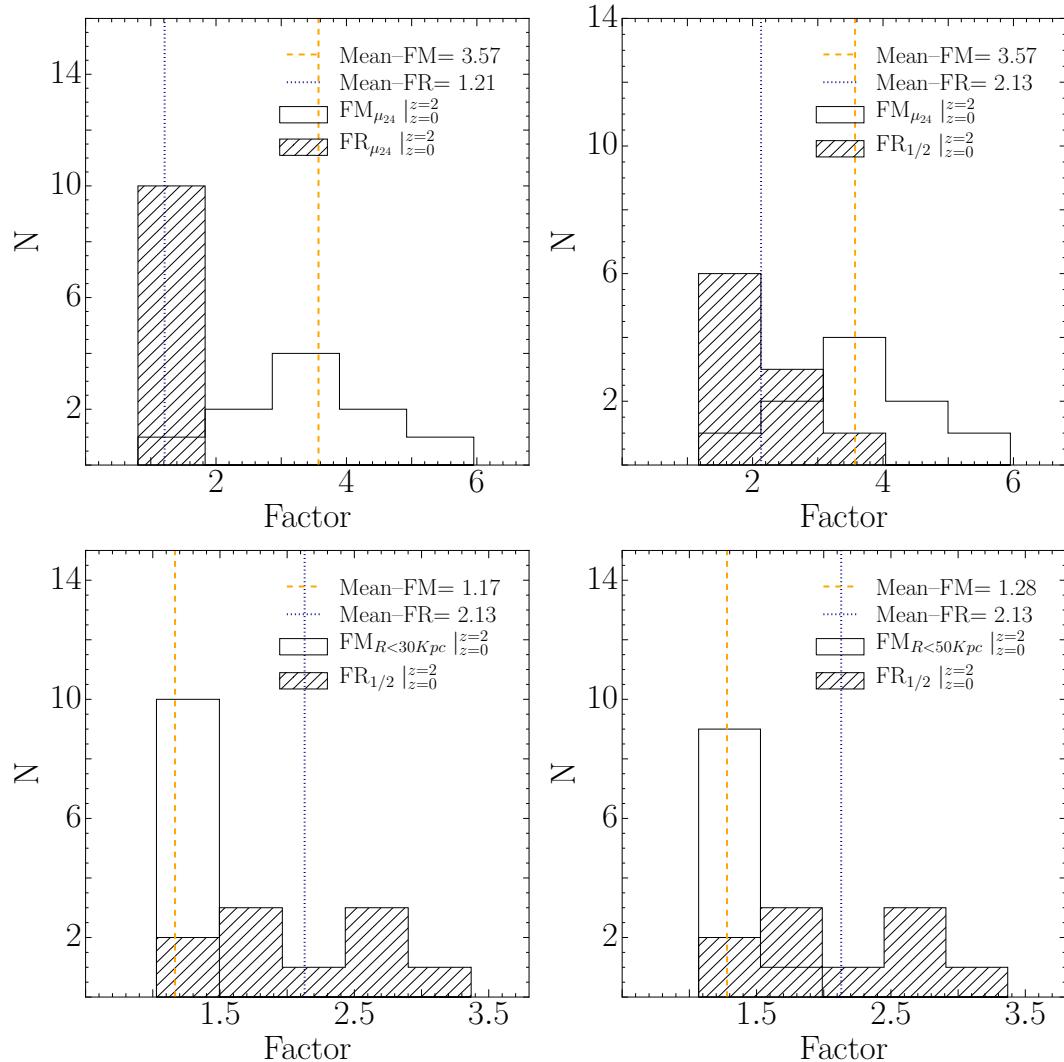
ver. There is also a (weak) correlation between BCG mass and the mass of their host clusters, which does not change significantly with redshift out to $z \sim 0.8$ (Edge 1991; Collins & Mann 1998; Burke, Collins & Mann 2000).

4.6 evolucion en masa

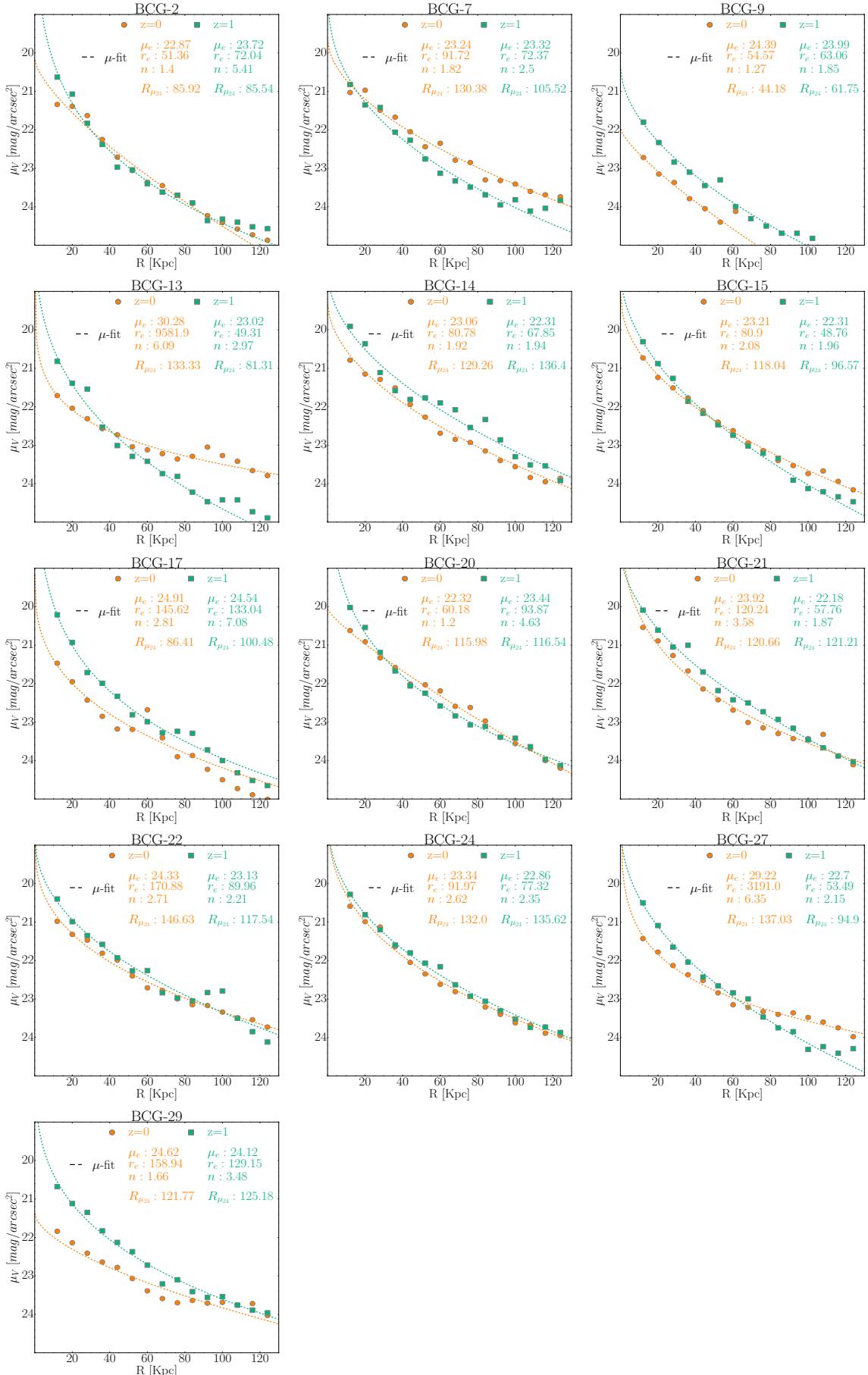


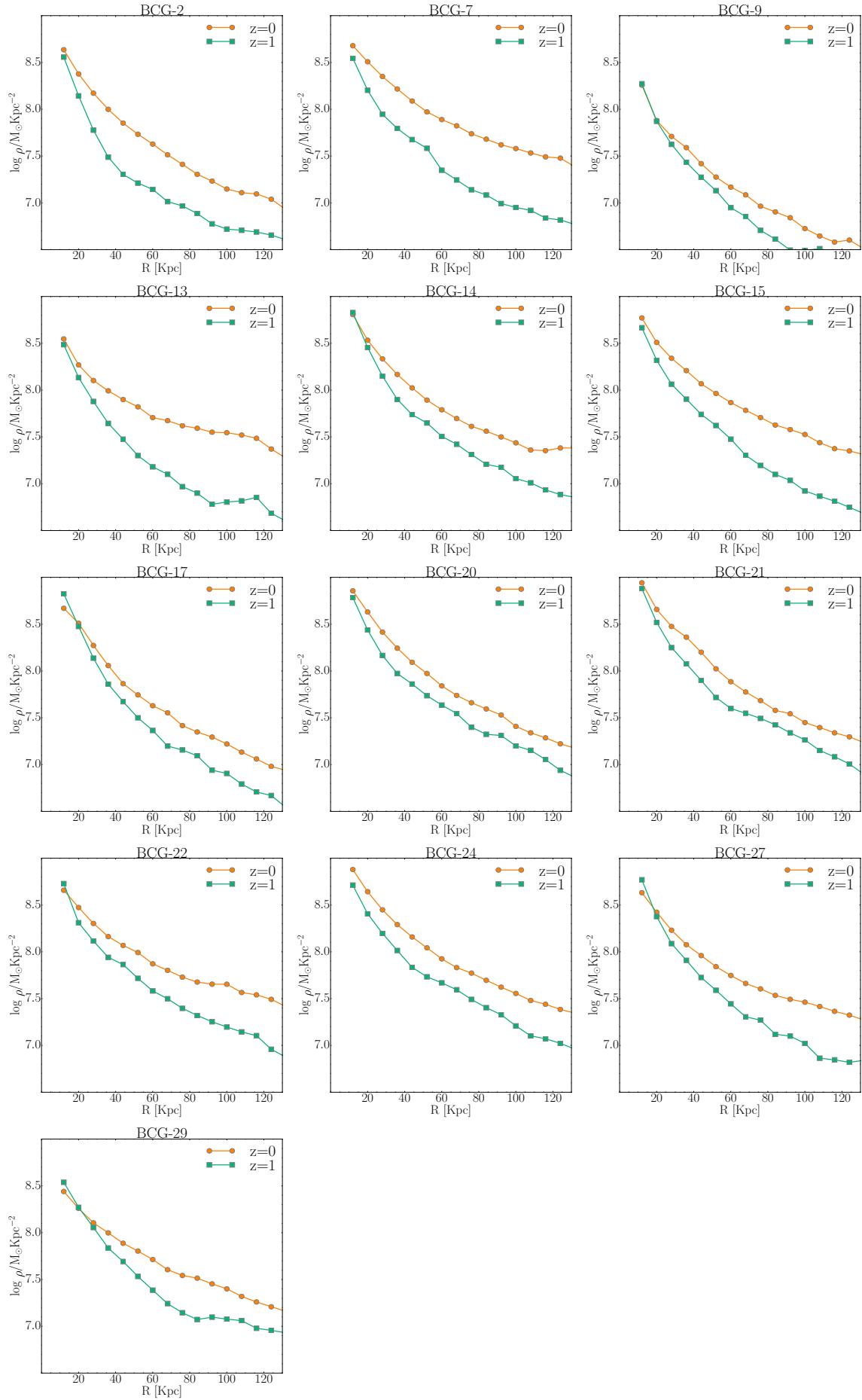




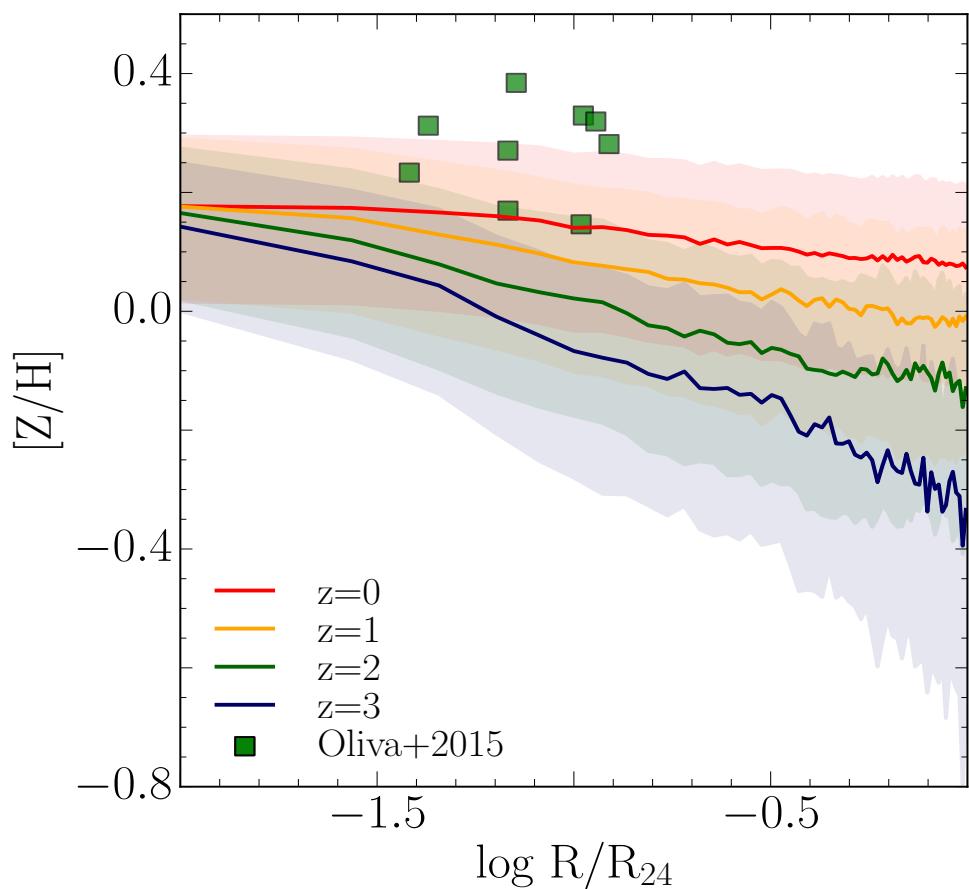


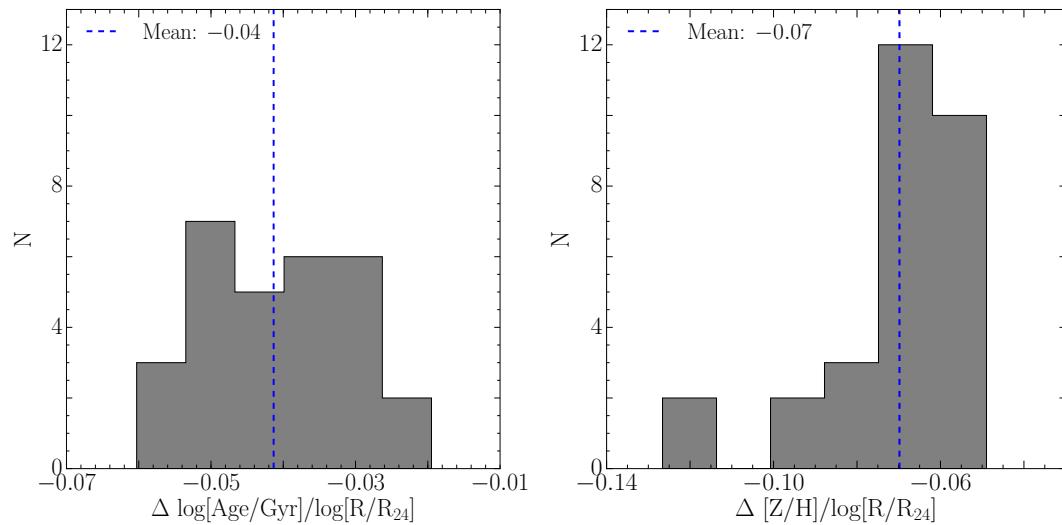
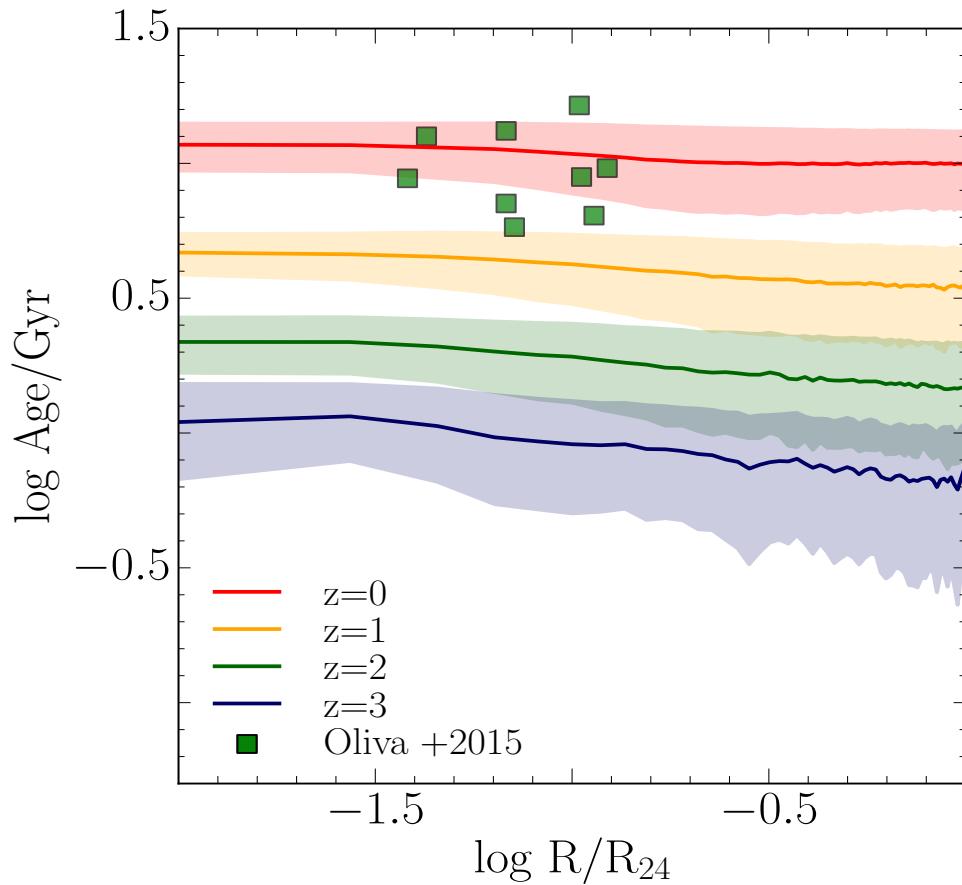
4.7 evolucion en perfiles



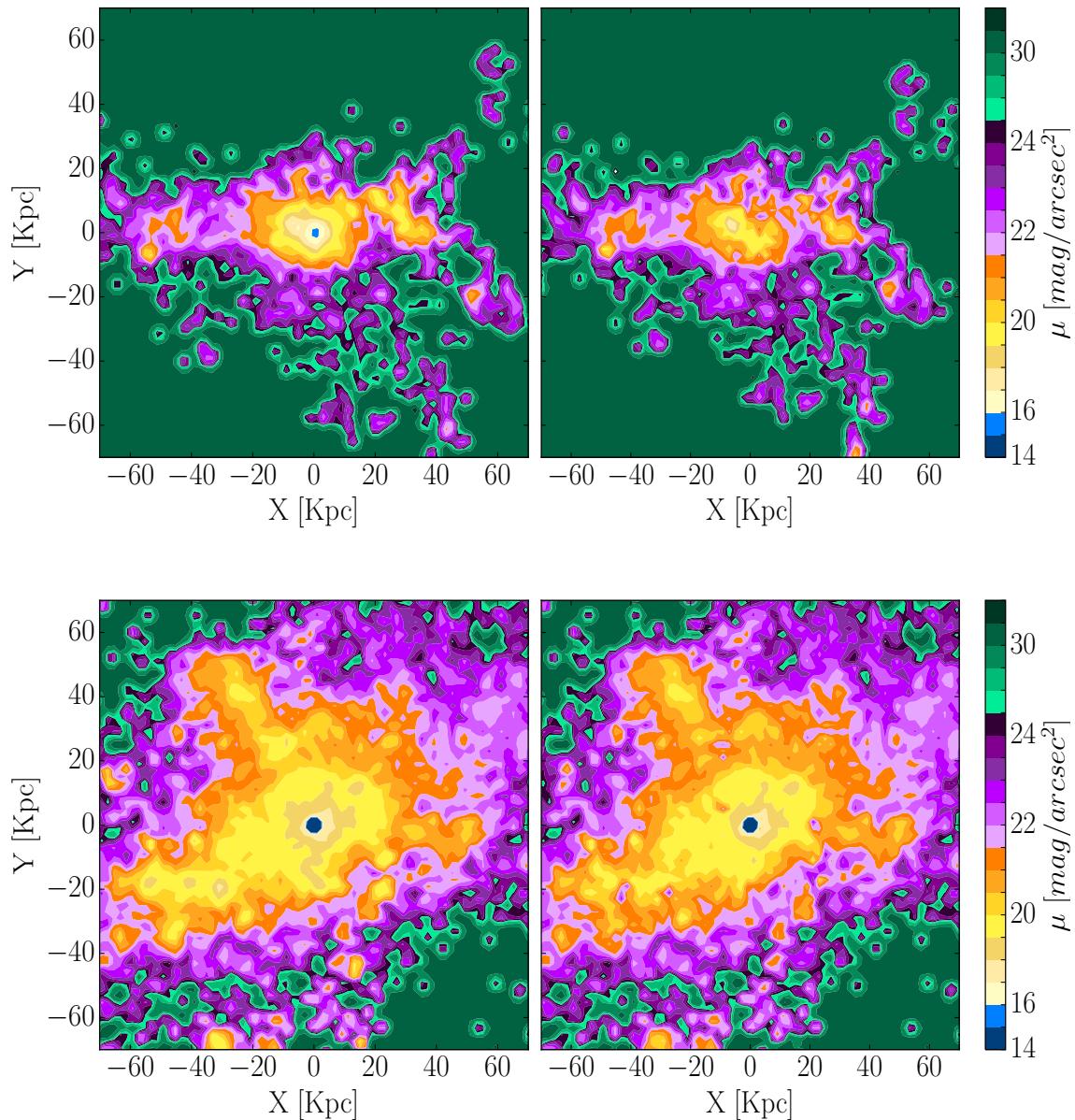


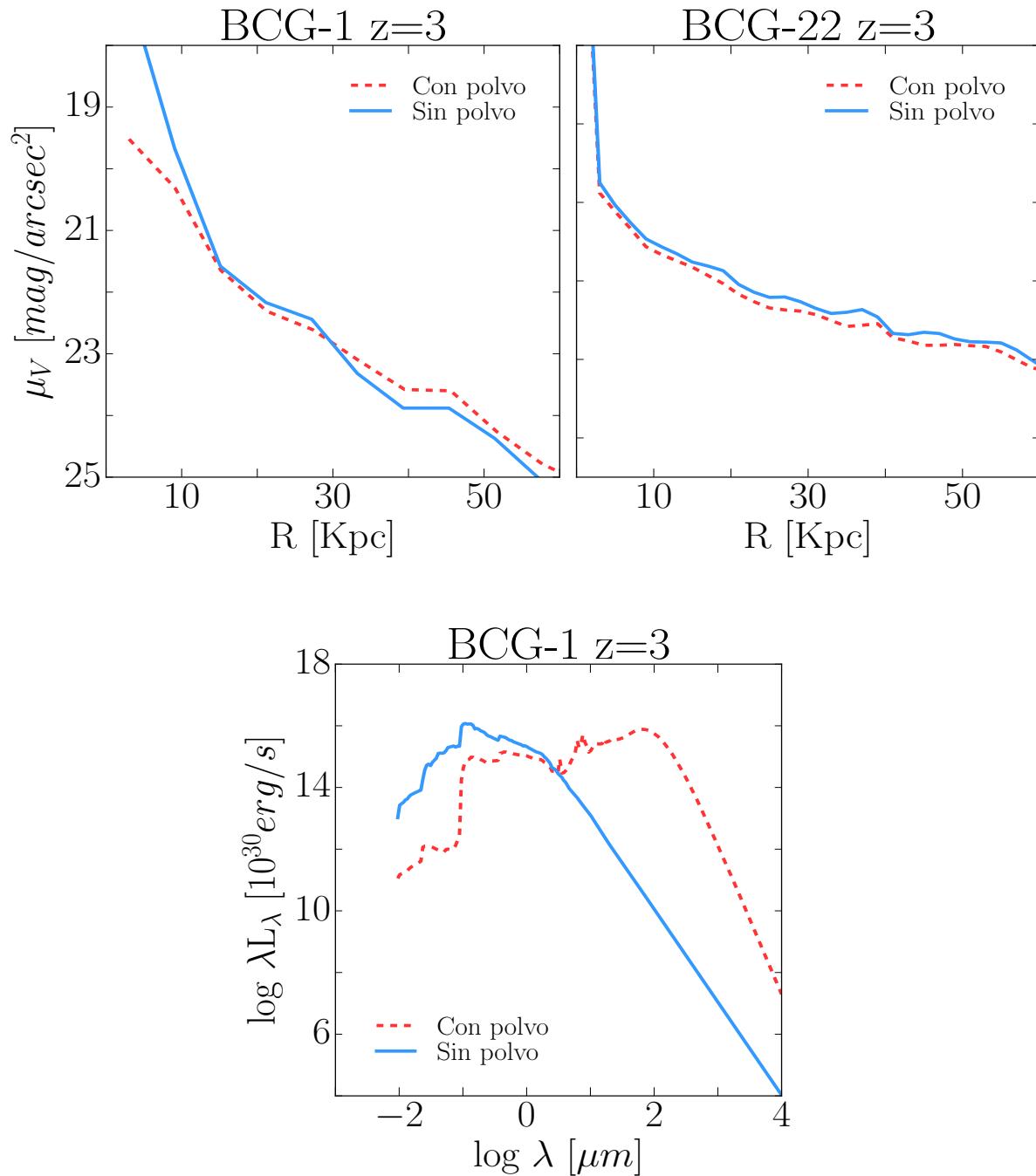
4.8 edades y metalicidades

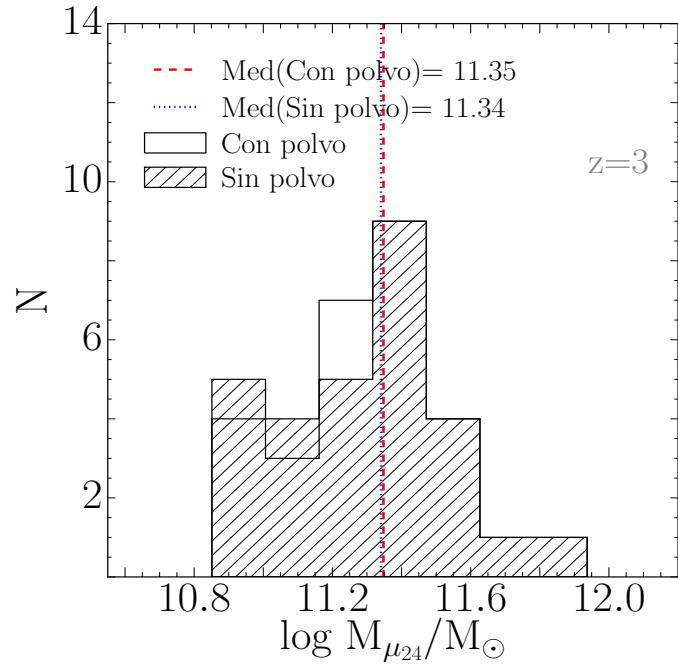




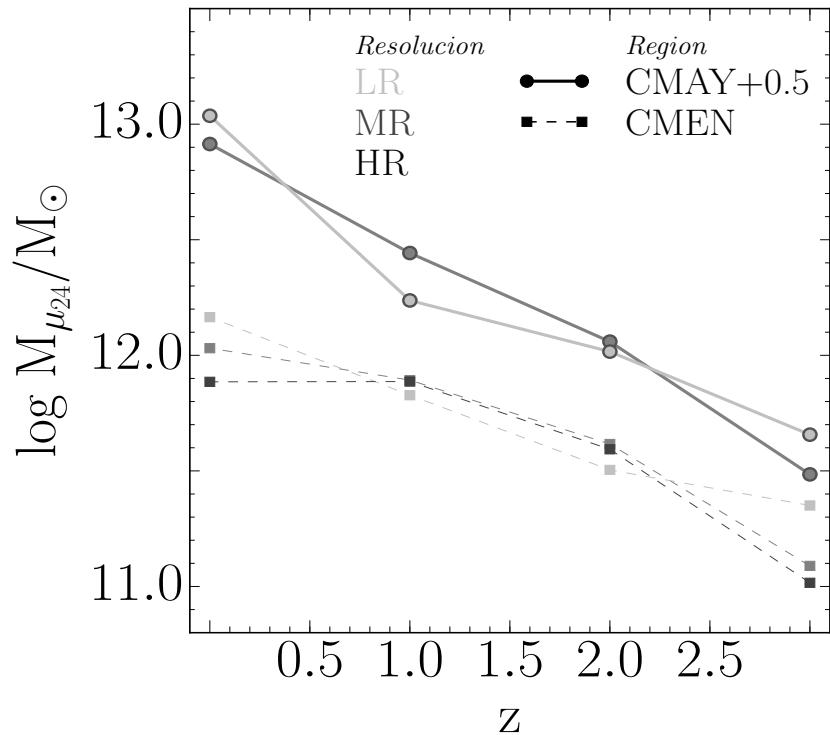
4.9 influencia del polvo. Solo a z=3 para algun dusty case

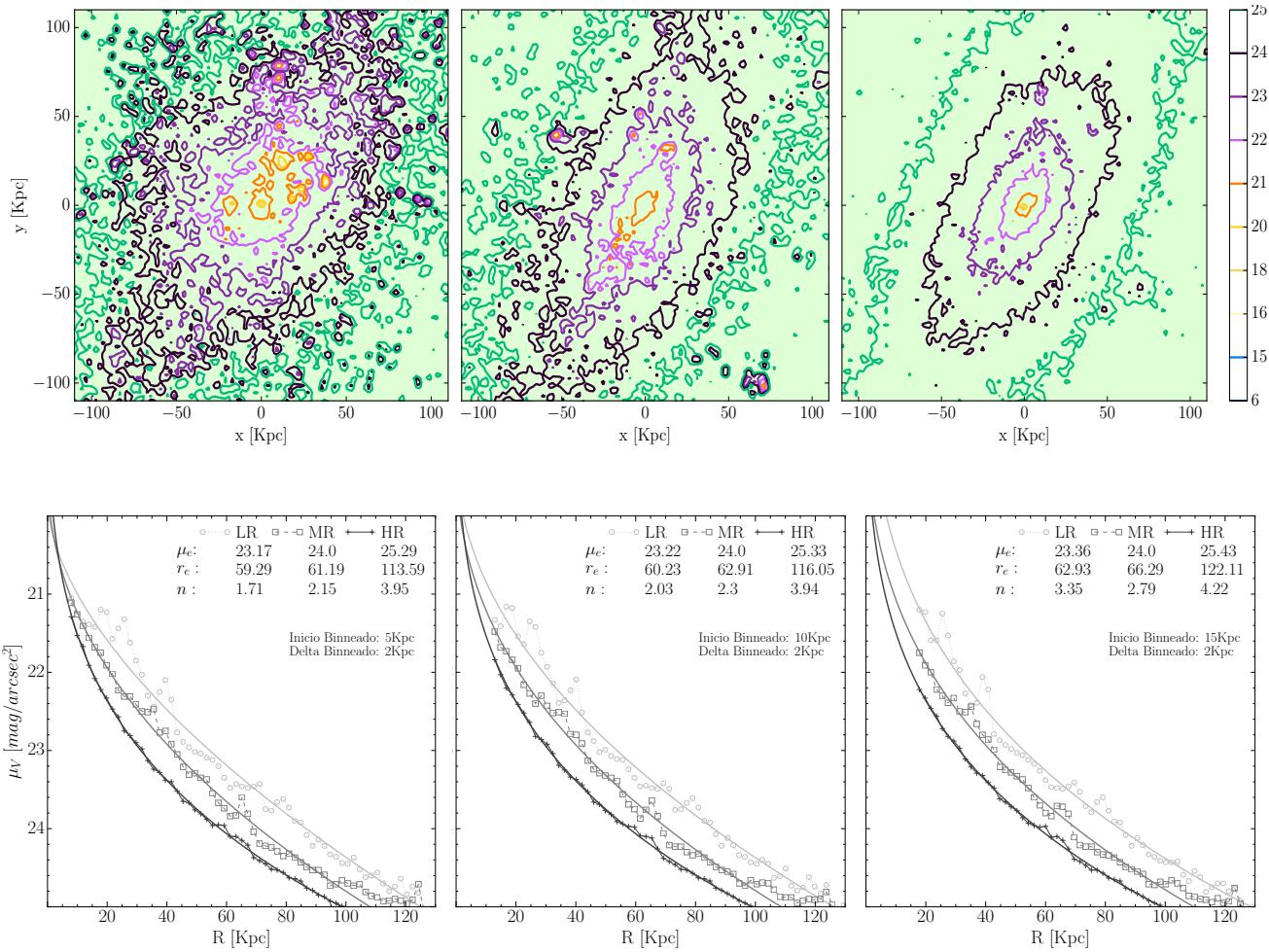




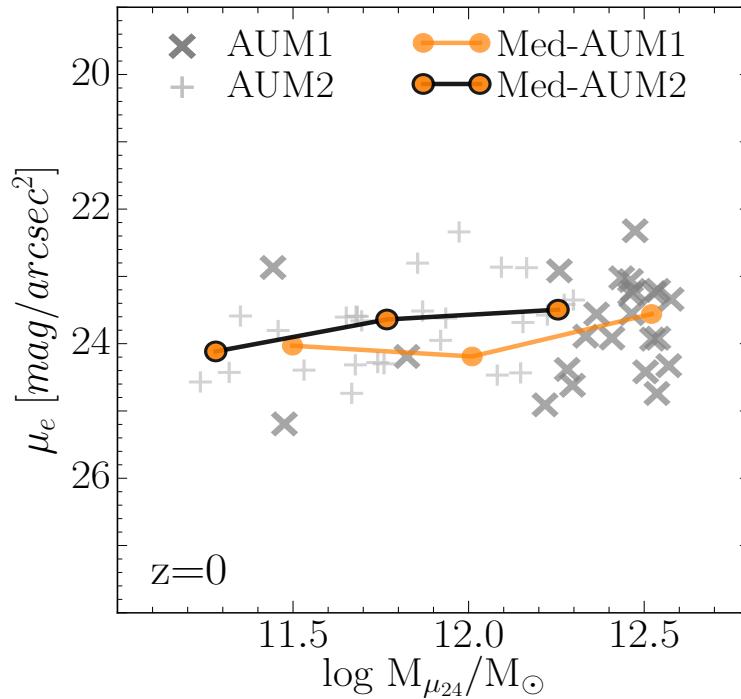


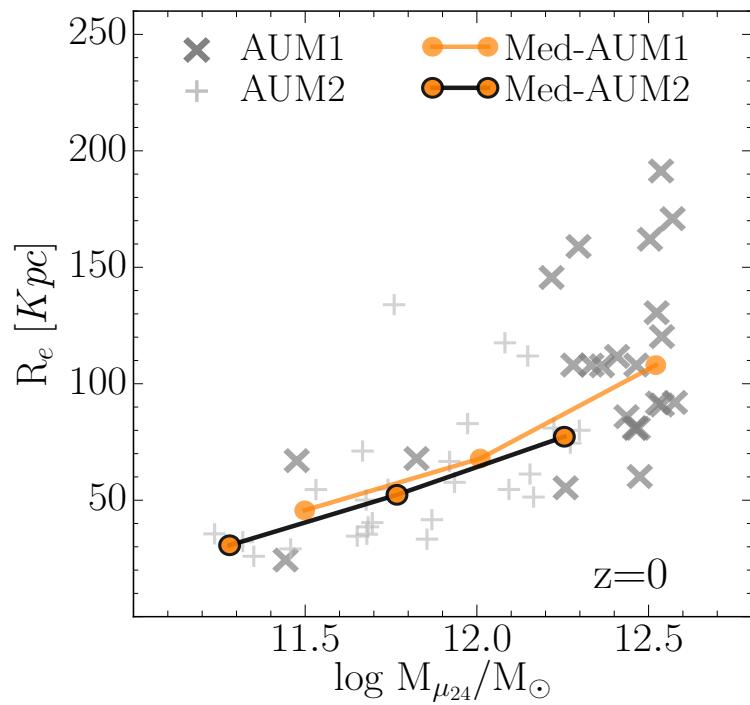
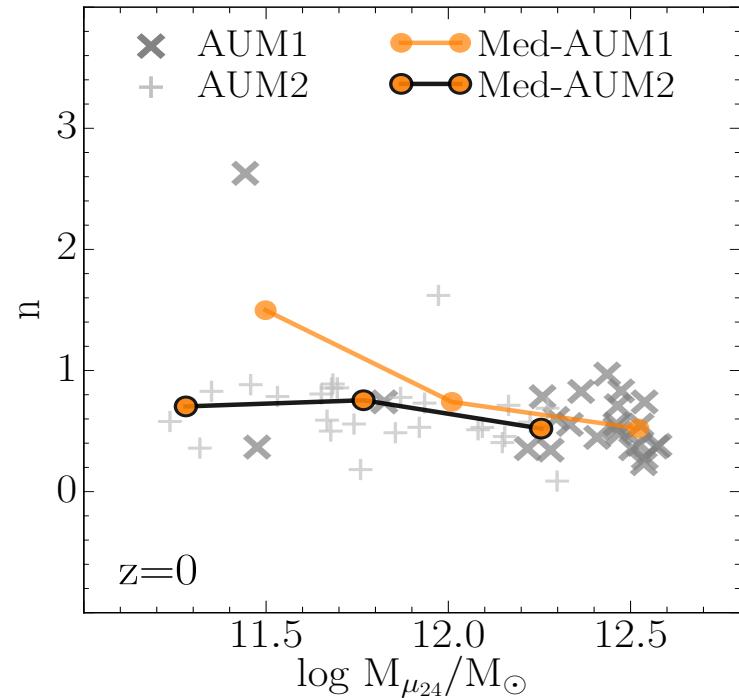
4.10 Estabilidad a High Resolution

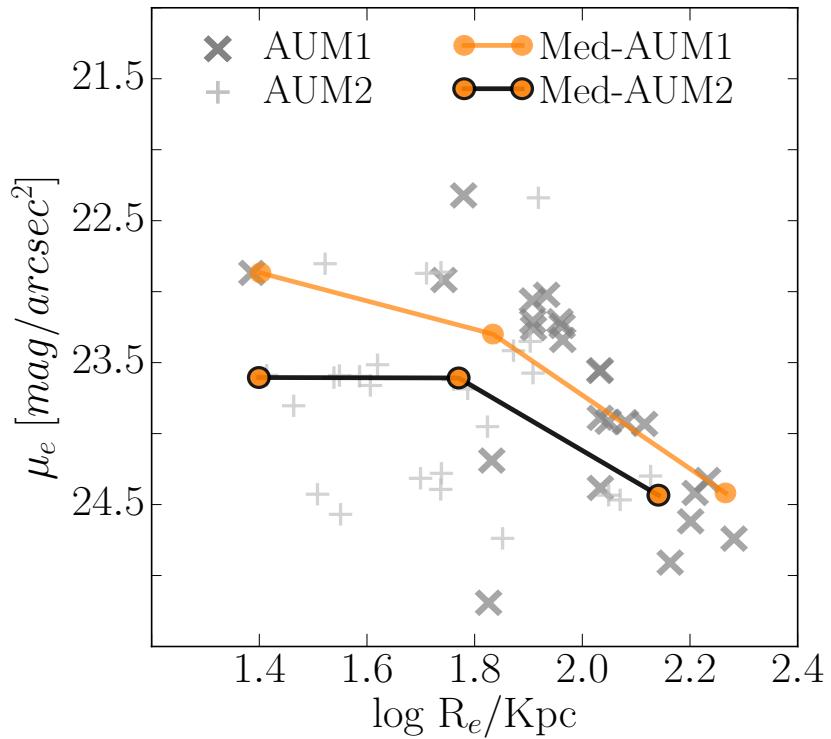




4.11 Relaciones de Escala







Chapter 5

Conclusiones

Appendix A

Frequently Asked Questions

A.1 How do I change the colors of links?

The color of links can be changed to your liking using:

```
\hypersetup{urlcolor=red}, or  
\hypersetup{citecolor=green}, or  
\hypersetup{allcolor=blue}.
```

If you want to completely hide the links, you can use:

```
\hypersetup{allcolors=.}, or even better:  
\hypersetup{hidelinks}.
```

If you want to have obvious links in the PDF but not the printed text, use:

```
\hypersetup{colorlinks=false}.
```