

Sistemas Exoplanetarios Múltiples: Estadísticas y Clasificación

Melissa Hobson^{1,2}, Mercedes Gomez^{2,3}

1: FaMAF – UNC – Córdoba



2: OAC – UNC – Córdoba



3: CONICET



Contacto:
mhobson@oac.uncor.edu

1. Introducción

Se conocen 459 sistemas planetarios múltiples, de los cuales 50 poseen cuatro o más planetas (Figura 1). Aquí analizamos las propiedades físicas de las estrellas y los planetas de estos sistemas, y sus configuraciones orbitales. Para ello, los separamos en sistemas chicos (2 o 3 planetas) y grandes (4 o más planetas), dedicando especial atención a éstos últimos; se buscan criterios de clasificación que permitan compararlos entre sí, con el Sistema Solar y con los sistemas planetarios chicos. Estos criterios incluyen: metalicidad de las estrellas huéspedes, cuán compactos son los sistemas y cómo varía el tamaño de sus planetas. Además, investigamos si los planetas están ordenados preferentemente por tamaño en sus sistemas.

2. Análisis y Resultados

2.1. Metalicidad: Sistemas Chicos, Grandes, con Hot Jupiters

Fischer & Valenti (2005) reportaron que la presencia de planetas sería más frecuente en estrellas más metálicas que el Sol. Sin embargo otros trabajos (ej. Udry & Santos 2007) sugieren que tal relación se limita a estrellas con planetas de tipo Hot Jupiter. Analizamos la metalicidad estelar para sistemas chicos, grandes, y con Hot Jupiters, en base a datos de Rowe et al. (2014), Adibekyan et al. (2012), y Maldonado et al. (2012).

Según el test Kolmogorov-Smirnov, las distribuciones de metalicidades de sistemas grandes y chicos no se diferencian significativamente, siendo sus estrellas, en promedio, ligeramente menos metálicas que el Sol. Los Hot Jupiters (que casi siempre están solos en su sistema) se diferencian de ambos, siendo sus estrellas en promedio más metálicas que el Sol.

En la Figura 2 puede notarse que el 60% de las estrellas que albergan sistemas tanto chicos como grandes tienen metalicidades menores que 0, comparadas con solo el 40% de las estrellas que albergan Hot Jupiters.

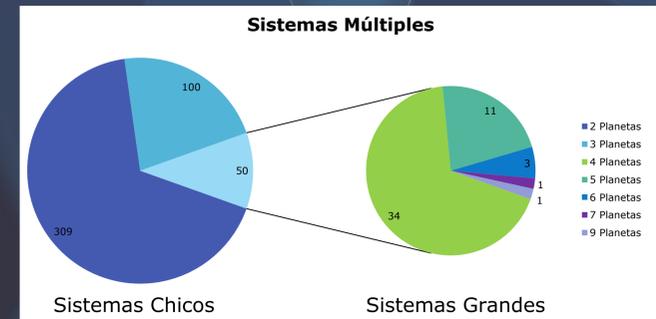


Figura 1: Sistemas múltiples según cantidad de planetas.

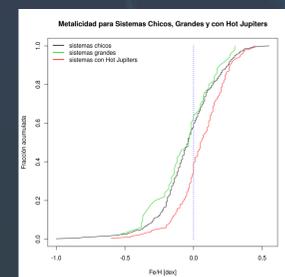


Figura 2: Distribuciones acumuladas de metalicidad para sistemas chicos, grandes y con Hot Jupiters.

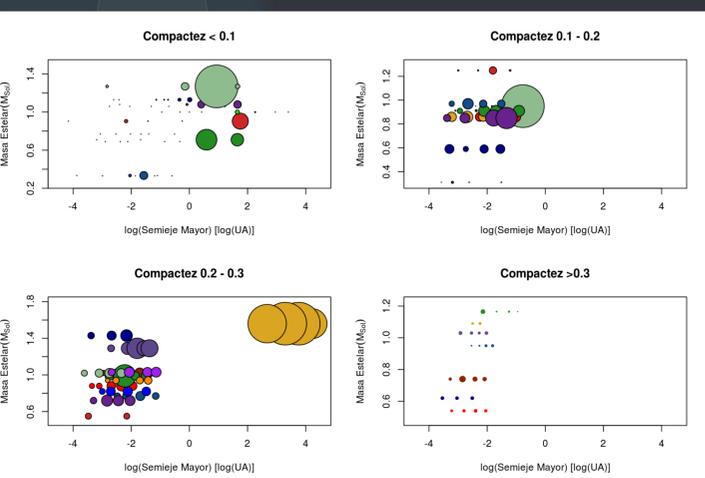


Figura 3: Sistemas de 4 o más planetas, categorizados por compactez. En el eje vertical se muestra la masa estelar, en el eje horizontal el semieje mayor. Los círculos son proporcionales a la masa/radio de cada planeta.

2.2. Compactez y Razón de Tamaños

Definimos los siguientes parámetros para sistemas grandes:

- ✓ Razón de tamaños de un sistema: el cociente entre las masas del planeta menos masivo del sistema, y el planeta más masivo (o análogamente con los radios planetarios).
- ✓ Compactez de un sistema: el cociente entre los semiejes de las órbitas del planeta más cercano a la estrella, y el planeta más alejado.

En la Figura 3 se muestran todos los sistemas grandes, en cuatro grupos de creciente compactez. Se puede apreciar que el grupo de sistemas más compactos (panel inferior derecho) presenta planetas de tamaño más homogéneo que el grupo de sistemas menos compactos (panel superior izquierdo). Globalmente, compactez y razón de tamaño se relacionaron lineal y significativamente (Figura 4).

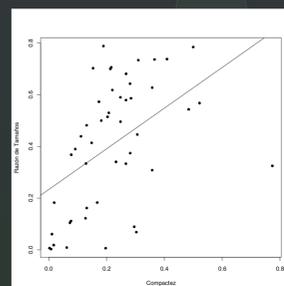


Figura 4: Ajuste lineal entre compactez y razón de tamaños.

2.3. Orden Preferencial por Tamaño

Se ha reportado un orden preferencial de tamaño para planetas Kepler (Ciardi et al 2013), siendo el planeta interno generalmente de menor tamaño que el externo. Analizamos esta posibilidad en toda la muestra de sistemas multiplanetarios conocidos, discriminando en sistemas chicos y grandes y calculando cocientes de masas o de radios según la información disponible. En todos los casos, se encontró evidencia de orden preferencial, respetándolo el 65%-70% de los pares planetarios. En la Figura 5 se muestran las distribuciones acumuladas de cocientes para los distintos grupos.

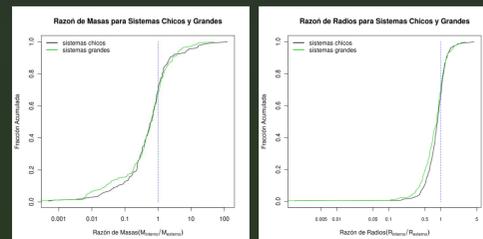


Figura 5: Distribuciones acumuladas de razones de tamaños para sistemas chicos y grandes.

3. Conclusiones

- ✓ Hay una gran variedad de sistemas planetarios; a modo de ejemplo, se presentan en la Figura 6 cuatro sistemas grandes, junto con el Sistema Solar.
- ✓ La metalicidad es similar y ligeramente sub-solar en sistemas chicos y grandes, difiriendo de sistemas con Hot Jupiter, donde tiende a ser mayor a la solar.
- ✓ Hay una tendencia a que los planetas internos de un sistema sean de menor tamaño que los externos.
- ✓ Los sistemas poco compactos poseen planetas con variaciones importantes de tamaño, mientras que en los muy compactos los planetas tienen tamaños más homogéneos.

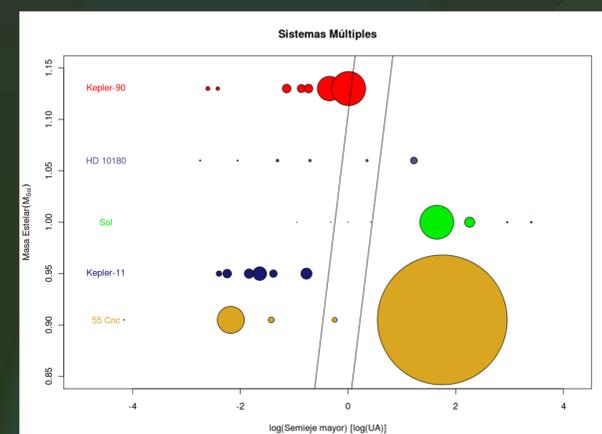


Figura 6: Cuatro sistemas exoplanetarios grandes. Se muestra el Sistema Solar como referencia.

Referencias

- ✓ The Extrasolar Planet Encyclopaedia, www.exoplanet.eu
- ✓ Fischer, D. A. & Valenti, J. 2005, ApJ, 622, 1102
- ✓ Rowe, J. F., Bryson, S. T., Marcy, G. W., et al 2014, ApJ, 784, 45
- ✓ Adibekyan, V. Zh., Sousa, S. G., Santos, N. C., et al. 2012, A&A, 545, 32
- ✓ Maldonado, J., Eiroa, C., Villaver, E., et al. 2012, A&A, 541, 40
- ✓ Udry, S. & Santos, N.C. 2007, ARA&A, 45, 397
- ✓ Ciardi, D.R., Fabrycky, D. C., Ford, E. B., et al. 2013, ApJ, 763, 41