

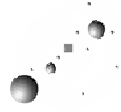
Origen y evolución de los Centauros

Romina P. Di Sisto

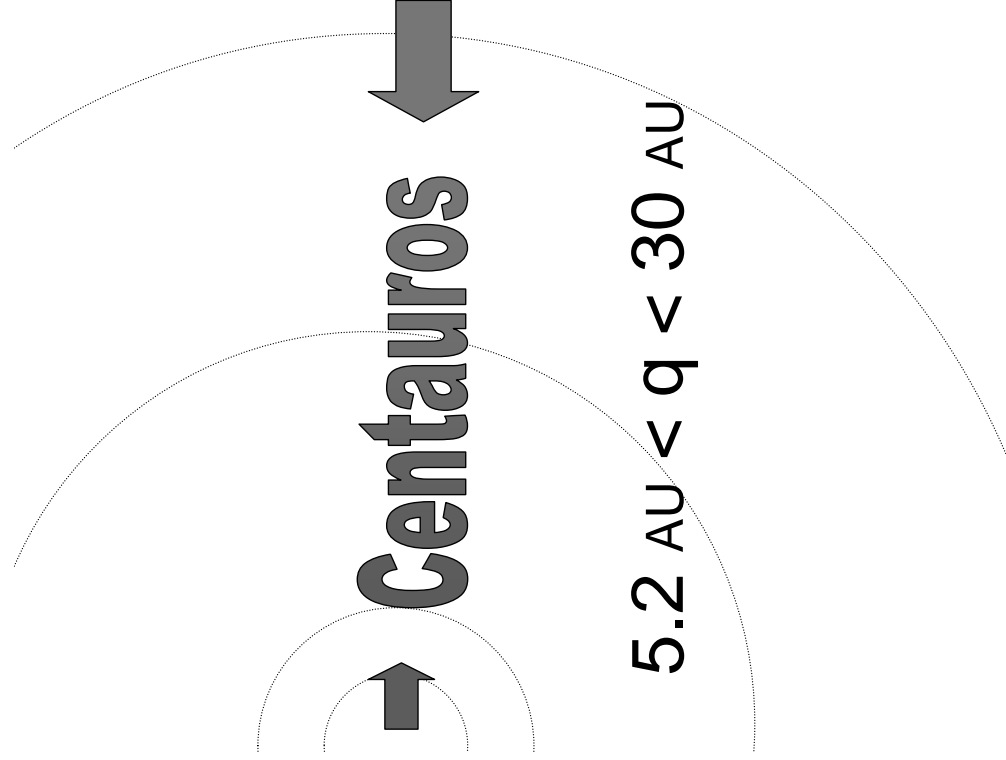
y

Adrián Brunini

Facultad de Ciencias
Astronómicas y Geofísicas
de La Plata



Grupo de Ciencias
Planetarias.



La región Transneptuniana y nuestras condiciones inicial GCP

63 SDO extraídos de la base de datos del MPC en Noviembre de 2004 con

$30 \text{ AU} < q < 39 \text{ AU}$

$a > 50 \text{ AU}$.

+

32 SDO con

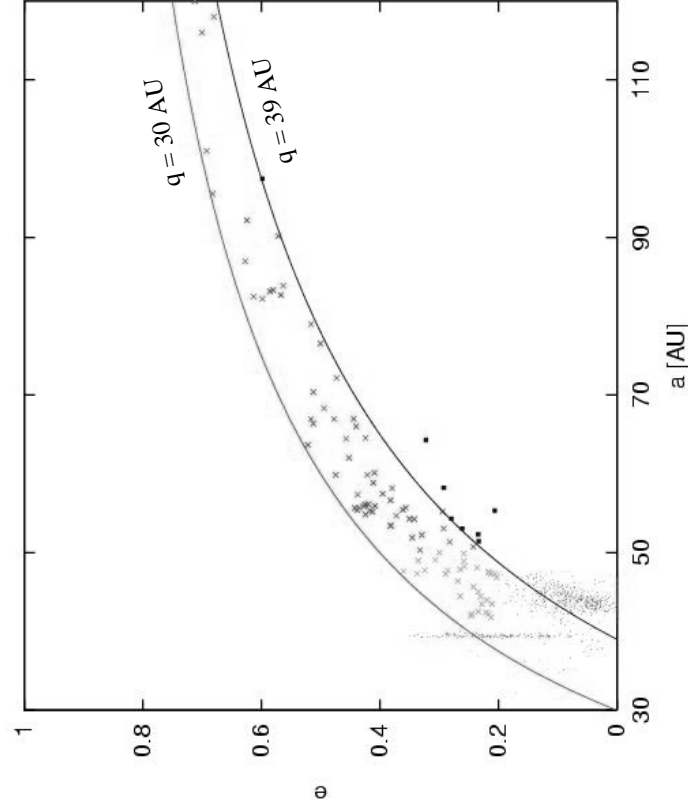
$40 \text{ AU} < a < 50 \text{ AU}$,

$e > 0.2$.

+

905 SDOs sintéticos

compensados por bias observacionales.



Simulación numérica

GCP

Integración: 1000 partículas + Sun (+ masas de los planetas terrestres) + planetas gigantes.

Integrador EVORB (Fernández et al. 2002), paso de integración = 0.5 años

$T = 4.5 \text{ Gyrs}$ o hasta colisionar con un planeta, alcanzar $a > 1000 \text{ UA}$ o $r < 5.2 \text{ AU}$ en cuyo caso son capaces de ser JFC.

Generación de objetos sintéticos:

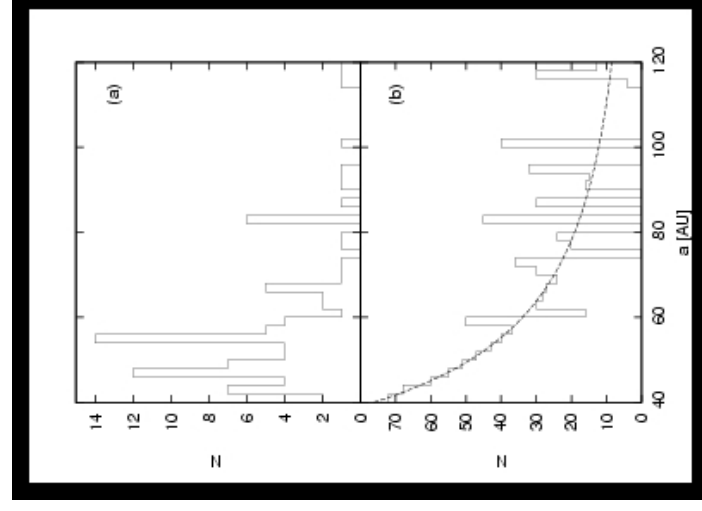
El número de SDOs sintéticos se generaron teniendo en cuenta el bias en la probabilidad de descubrimiento.

$$f(a) da \propto a^{-2} \cdot da$$

Todos los SDOs sintéticos fueron hechos a partir de los SDO reales cambiando al azar la anomalía media, y algunos de ellos cambiando también el semieje mayor a través de:

$$a = a_i (1 \pm d),$$

d es un número al azar menor que 0.0002.

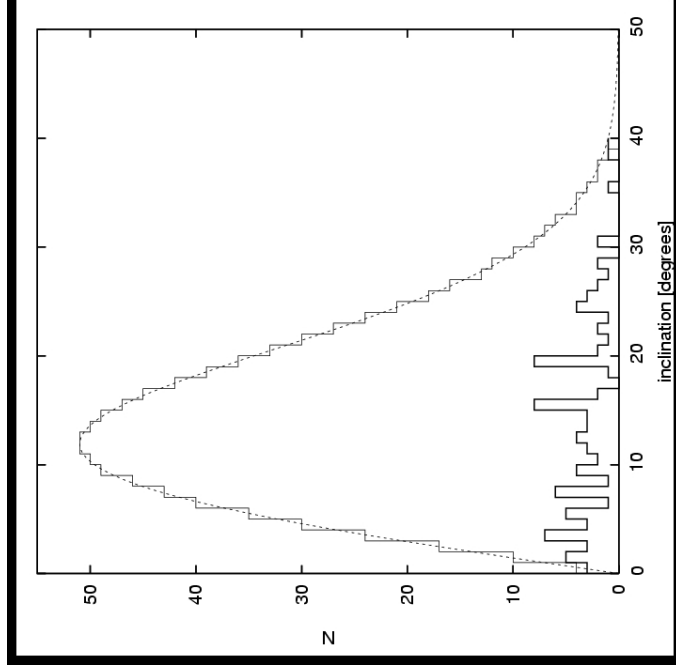


También cambiamos las inclinaciones de los objetos sintéticos para compensar el bias de los surveys observacionales hacia inclinaciones bajas. Brown (2001) obtiene para los SDO:

$$F(i) \propto \sin(i) \exp(-i^2)/(2\sigma^2))$$

donde adoptamos para

$\sigma = 12^\circ$ el valor dado por Morbidelli et al. (2003) basado en un trabajo de Gomes (2003).



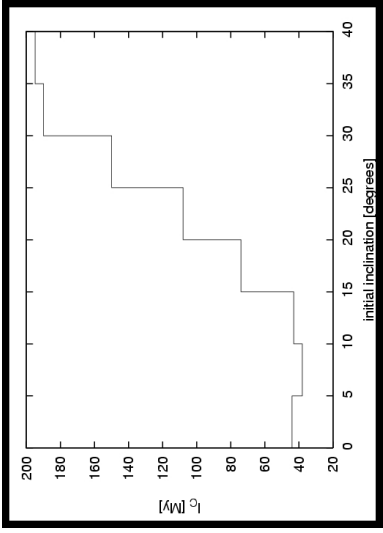
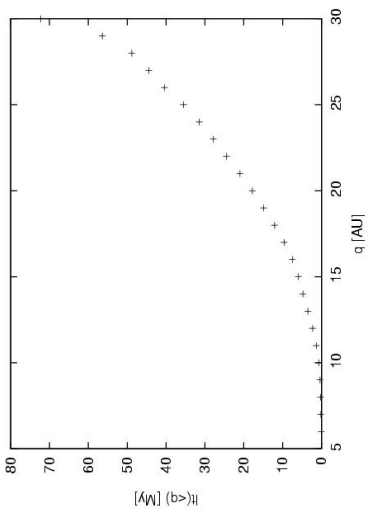
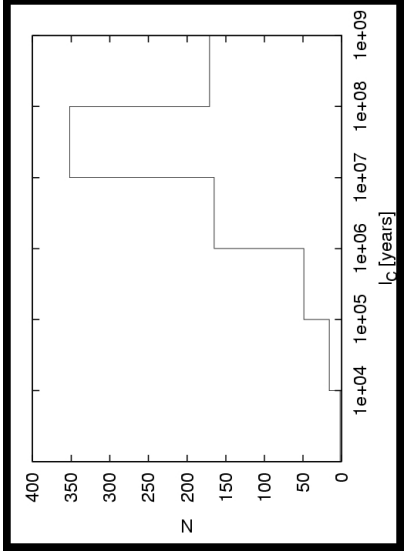
Resultados generales



	Np	Survivor [%]	Eject [%]	Col [%]	JFC [%]	$N_{(q<30AU)} [%]$	Lt [My.]
q < 35	246	6.5	54.9	0.8	37.8	96	81
q < 35	146	11	61.6	0.7	26.7	90	61
q < 35	68	13.2	64.7	1.5	20.6	88	108
q < 35	89	12.4	73	0	14.6	89	55
q < 35	130	13	77	0	10	89	82
q > 35	60	33.4	43.3	0	23.3	67	73
q > 35	261	64.8	22.6	0.4	12.2	36	46
Total	1000	25.8	51.9	0.5	21.8	75.5	72



Vida media

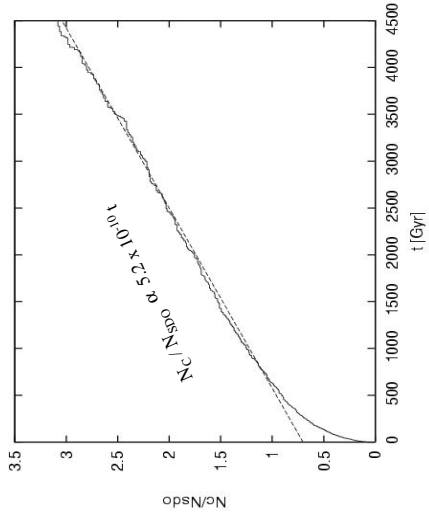


Comparación con trabajos previos:

Levison y Duncan (1997) i_c (cometas eclípticos) = 45 My
 Tiscareno y Malhotra (2003) $i_c = 9$ My



El número de Centauros



La pendiente (Y) da la tasa de inyección de Centauros desde el SD.

$$N_{PC} = Y N_{SDO} i_c$$

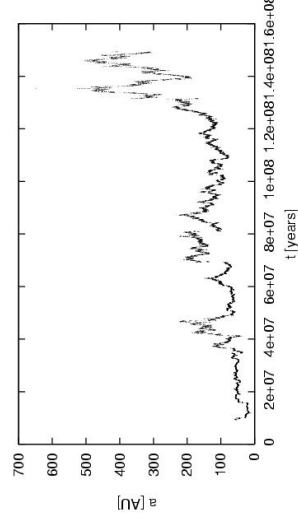
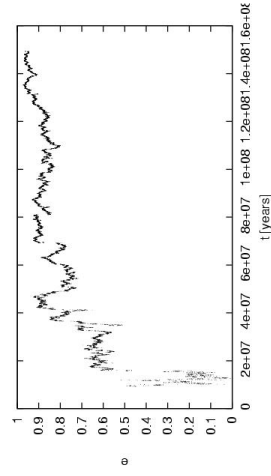
Con $N_{SDO}(R > 1 \text{ km}) = 7.5 \times 10^9$ (Fernández et al. (2004)) y $i_c = 72 \text{ My}$

⇒ Tasa de inyección actual de Centauros desde el SD : 3.9 SDO/año

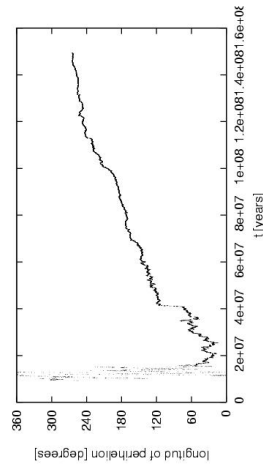
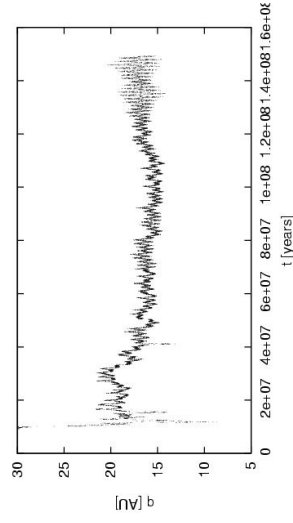
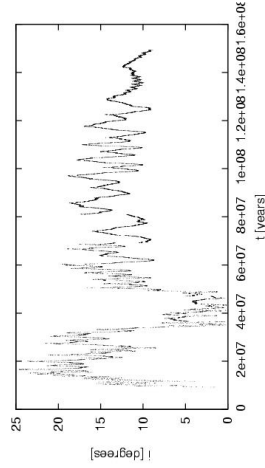
⇒ Población actual de Centauros ($R > 1 \text{ km}$): 2.8×10^8



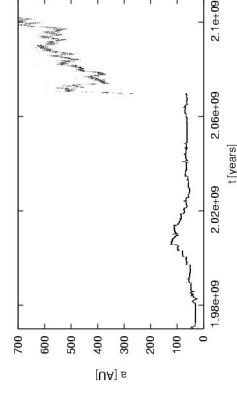
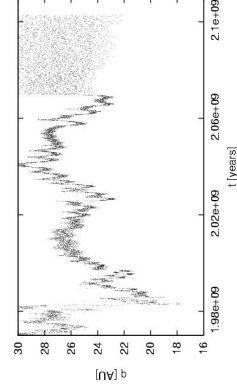
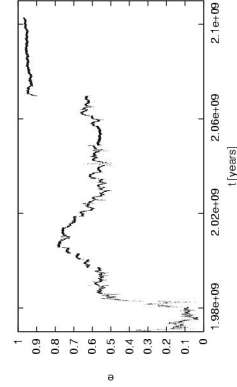
Evolucion dinamica



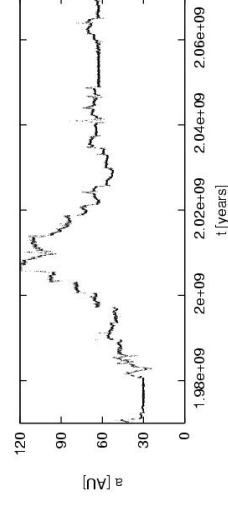
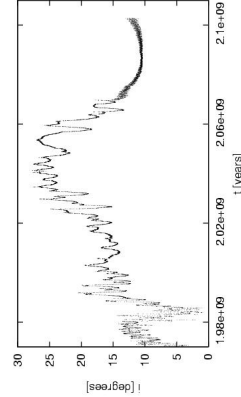
Primera Clase



Evolucion dinamica



Segunda clase



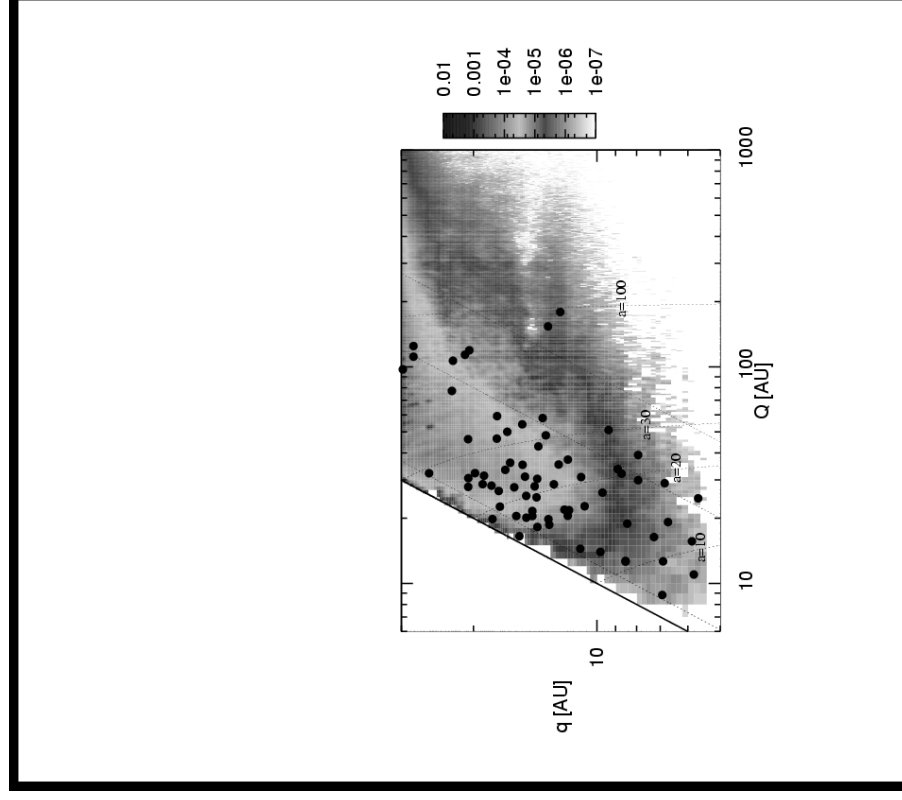
Tercera clase: q cerca de Neptuno. Los objetos entran y salen de la zona de Centauros.

Cuarta clase: resonancias de movimientos medios y/o de Kozai por casi toda la vida como Centauro.



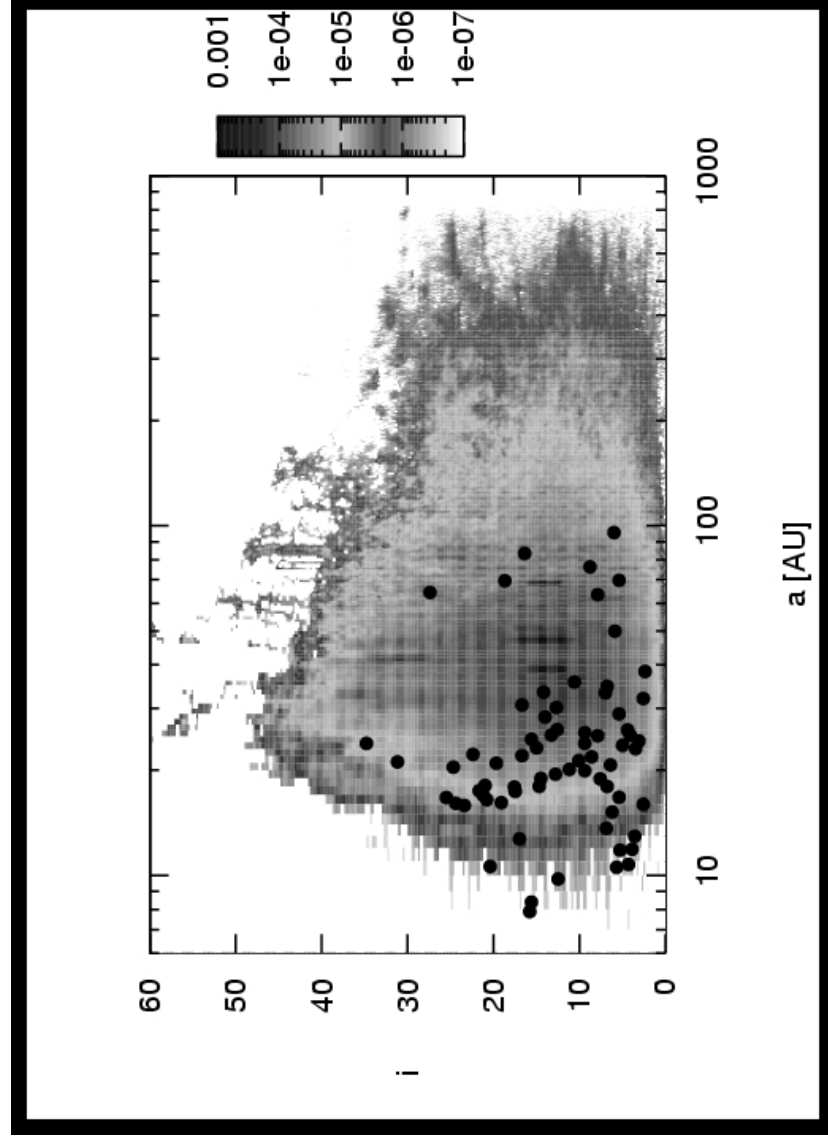
Distribucion de los elementos orbitales

GCP



Distribucion de los elementos orbitales

GCP





Comparacion con la muestra observada de Centauros



Simulación de un survey

observacional: (según Tiscareno y Malhotra (2003))

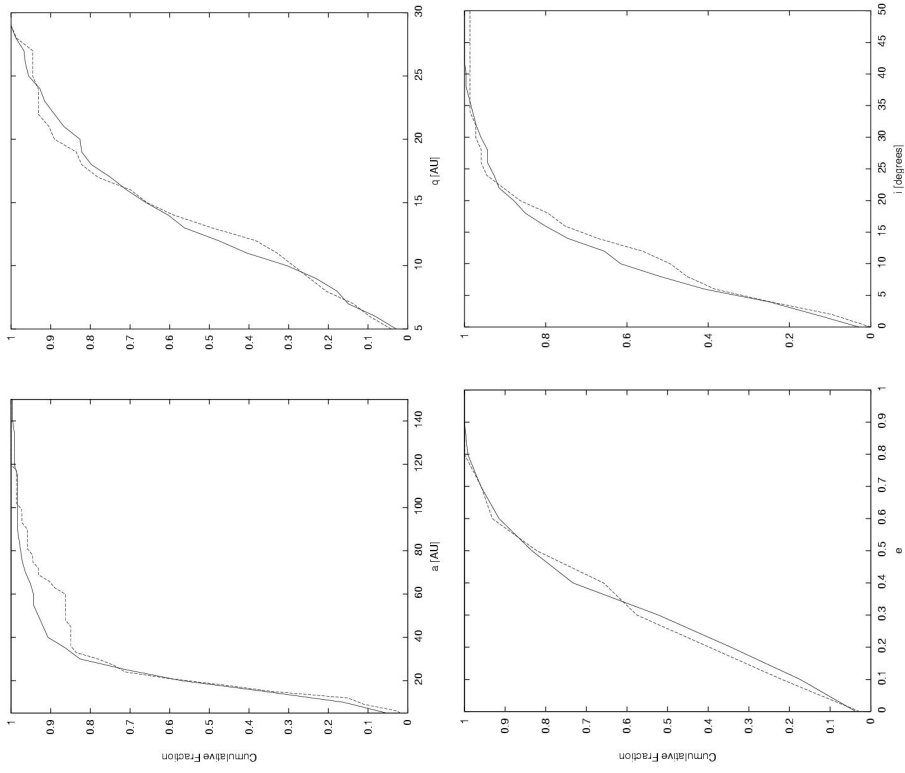
- Asignamos H al azar según la ley de distribución:

$$N(<H) \sim 10^{3H}$$

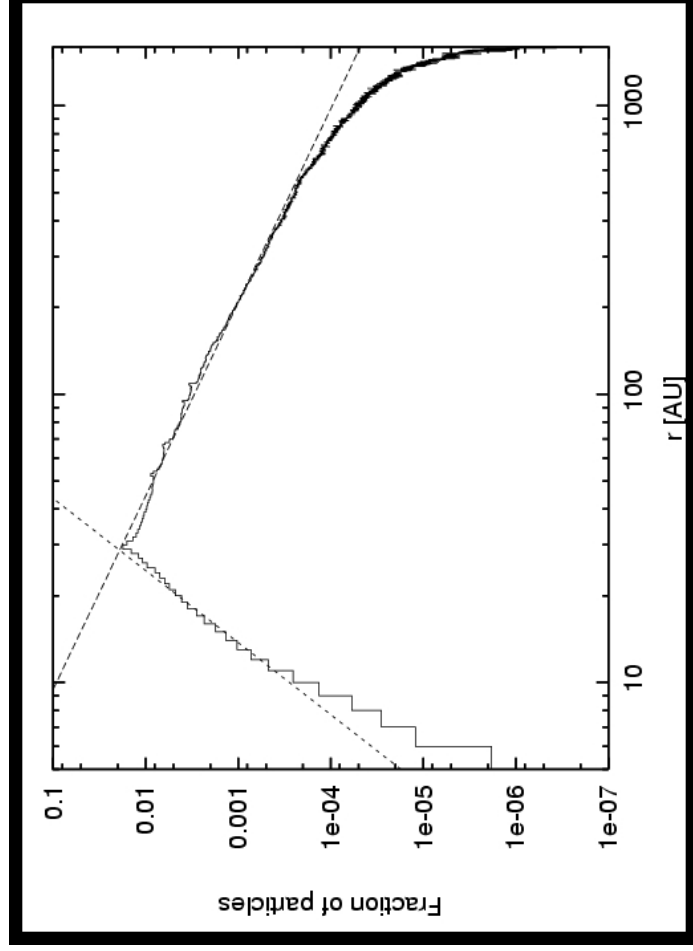
Con $a = 0.54$, (Larsen et al. (2001))

- Calculamos V
- Extraemos objetos con $V < 24$ y $\beta < 5^\circ$.
- Distribuimos las magnitudes absolutas en el rango:

$$5 < H < 16.2.$$



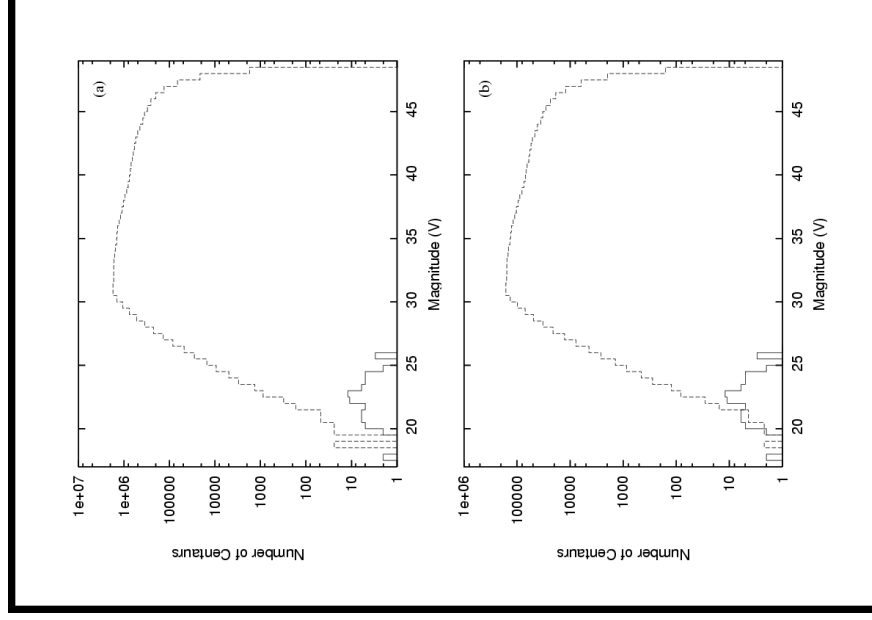
Distribucion de distancias



$$\Sigma \propto r^\gamma$$

$$\gamma = -1.49 \quad r > 30 \text{ AU}$$

$$\gamma \sim 4 \quad r < 30 \text{ AU}$$



Conclusiones

- La zona $q < 35$ UA y $40 < a < 50$ UA es la más eficiente en alcanzar un estado final de JFCs.
- La zona $q < 35$ UA es la más eficiente en inyectar Centauros.
- El 75.5 % de los SDO entran en la zona de Centauros y tienen $t = 72$ My.
- Los SDO son la principal fuente de Centauros siendo el número actual $R > 1$ km igual a $\sim 3 \times 10^8$. Fuentes secundarias son los objetos de la región Transneptunian con baja excentricidad según la estimación de Levison and Duncan (1997) de 1.2×10^7 .
- Generamos un survey con nuestra muestra de Centauros. Con los parámetros descriptos antes, nuestro survey ajusta bien a la muestra observada de Centauros, por lo tanto, nuestra distribución de Centauros puede ser un modelo para la distribución intrínseca.
- La distribución de distancias es ajustada por la ley: $\Sigma \propto r^\gamma$, donde $\gamma \sim -1.49$ para $r > 30$ AU y $\gamma \sim 4$ para $r < 30$ UA.
- La distribución de magnitudes muestra que debe haber muchos Centauros aún no descubiertos pero debe haber aún más en el rango de V fuera del límite actual de observabilidad.