

**Simulación de Sistemas (2019-2020)**  
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA

---

# Práctica 1

---



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

Antonio Jesús Heredia Castillo

11 de octubre de 2019

# Índice

<b>1. Mi Primer Modelo de Simulación de MonteCarlo</b>	<b>3</b>
1.1. Variando la posición de destino . . . . .	4
1.2. Variando el numero de posiciones a la vista . . . . .	5
1.3. Variando la probabilidad de plaza ocupada . . . . .	7
<b>2. Mi primer Modelo de Simulación Discreto</b>	<b>9</b>
2.1. Numero de repuestos minimos . . . . .	9
2.2. Otros experimentos . . . . .	11
2.3. Tiempo de vida . . . . .	11
2.4. Tiempo de reparación . . . . .	11
<b>3. Mi primer Modelo de Simulación Continuo</b>	<b>12</b>
3.1. Campaña de pesca . . . . .	15
3.2. Maximizar capturas . . . . .	16
3.2.1. Conclusión . . . . .	18

## 1. Mi Primer Modelo de Simulación de MonteCarlo

En este simulador tenemos como variables de entrada las siguientes variables:

- **Numero de iteraciones:** la cantidad de repeticiones que se va ejecutar el simulador
- **Posición de destino:** La posición donde quiere aparcar el usuario.
- **Numero de posiciones a la vista:** La cantidad de posiciones que puede ver hacia delante el conductor desde el coche.
- **Probabilidad de plaza ocupada:** Con que probabilidad se va a encontrar la plaza ocupada.

Dependiendo de las variables de entrada que especifiquemos tendremos unos datos de salida diferentes.

La primera prueba que realizaremos es ejecutar la misma simulación varias veces para ver como afecta la la generación de numeros aleatorios.

Variable entrada	Valor
Numero de iteraciones	100000
Posición de destino	100
Numero de posiciones a la vista	2
Probabilidad de plaza ocupada	0.9

Ejecutaremos varias veces la simulación con estos datos y veremos en una tabla comparativa como afecta.

Nº simulación	Mejor posición inicial	Mejor distancia
1	94	6.47
2	94	6.55
3	95	6.48
4	94	6.48
5	94	6.54
6	95	6.50

Como podemos ver la simulación varia muy poco en las diferentes. Esto se puede ver mejor en la Figura 1. En la que todos los valores están entre 6,4 y 6,6.

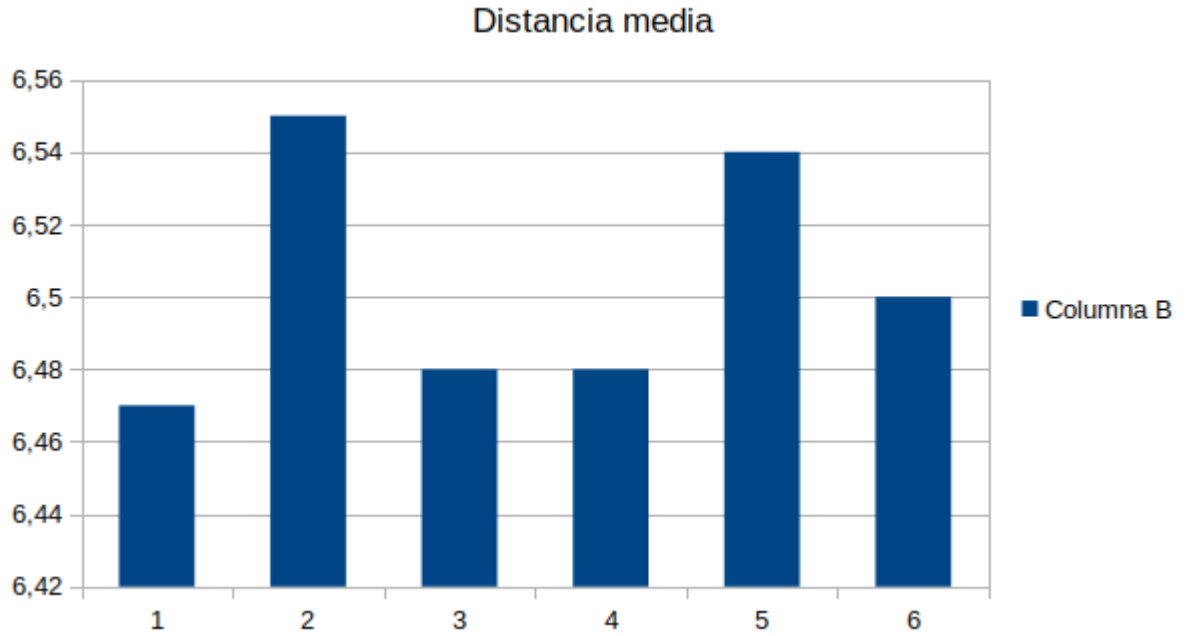


Figura 1: Distancia media en las diferentes simulaciones.

Aunque de forma intuitiva podemos ver como a pesar de tener una probabilidad muy alta de que la plaza este ocupada siempre encuentra aparcamiento a una distancia que podemos considerar cercana. Veremos si esto se cumple cambiando los parámetros de entrada y haciendo diferentes simulaciones.

### 1.1. Variando la posición de destino

Para ver si afecta la a la distancia la posición a la que se quiere ir ejecutaremos varias veces la simulación con distintas posiciones final. Aunque intuitivamente podemos pensar que no, lo comprobaremos.

Ejecutaremos la simulación con las siguientes variables:

Variable entrada	Valor
Numero de iteraciones	100000
Posición de destino	97:103
Numero de posiciones a la vista	2
Probabilidad de plaza ocupada	0.9

En la Figura 2 podemos observar que lo que intuíamos se cumple. Podemos ver como la curva de disminución de la distancia media en función

de la posición inicial donde comienza a buscar aparcamiento es igual pero desplazada una posición. Por lo tanto en vista de los resultados podemos confirmar que la posición final no afecta a la mejor distancia para encontrar aparcamiento.

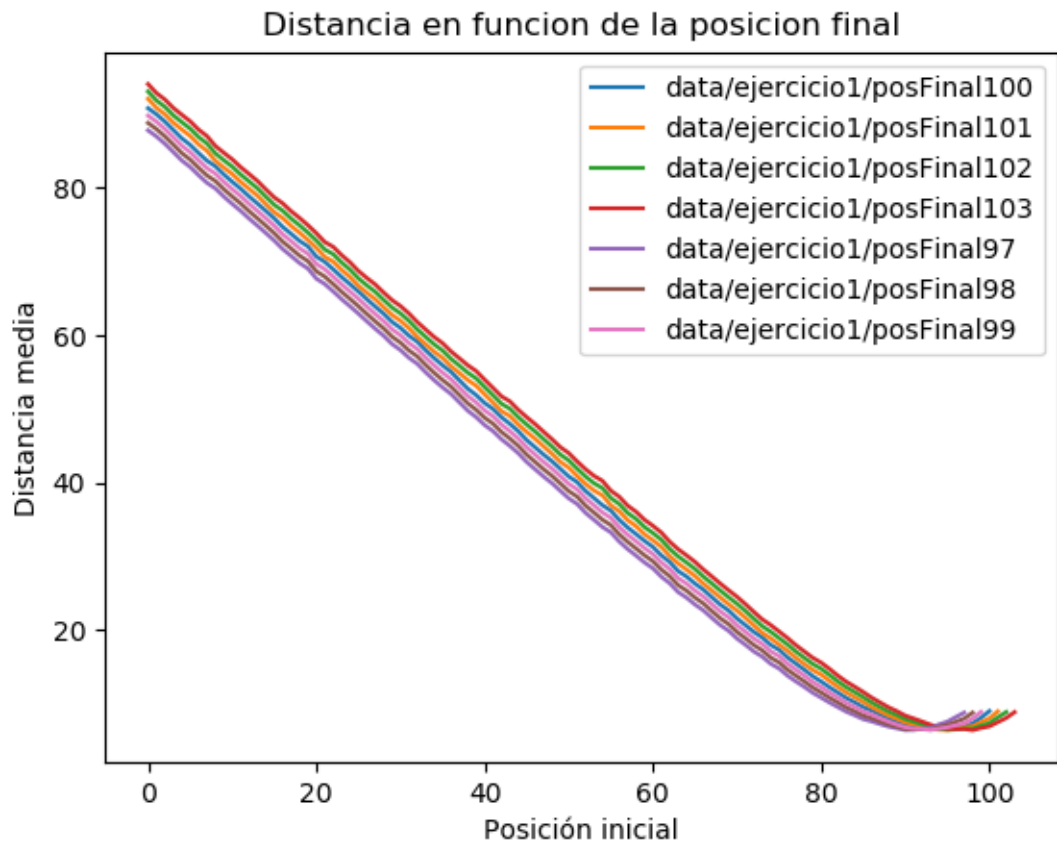


Figura 2: Distancia media en relación a la posición final.

## 1.2. Variando el numero de posiciones a la vista

En este caso podemos pensar que cuantas mas posiciones ves hacia delante mejor podrás predecir cuando escoger un aparcamiento y cuando no y asi mejorar la distancia a la que aparcar. Veremos si se cumple o en clase de que se cumpla si merece la pena anticiparse.

En este caso ejecutaremos la simulación con las siguientes variables:

Variable entrada	Valor
Numero de iteraciones	100000
Posición de destino	100
Numero de posiciones a la vista	2,12,22,32
Probabilidad de plaza ocupada	0.9

Para analizar los datos usaremos la Figura 3 que la visualizaremos en tres dimensiones, aunque no nos importa mucho en que posición inicial empezamos a buscar aparcamiento. Como podemos ver con visibilidad 0 la distancia de aparcado esta entorno a 6,5 y conforme aumentamos la visibilidad disminuye fuertemente. hasta que llega entorno al 4,75 y ya apenas varia. Con estos datos podemos deducir que cuanto mas coches hacia delante intente ver el conductor mas cerca podra aparcarse de su destino.

**Distancia en funcion de la visibilidad**

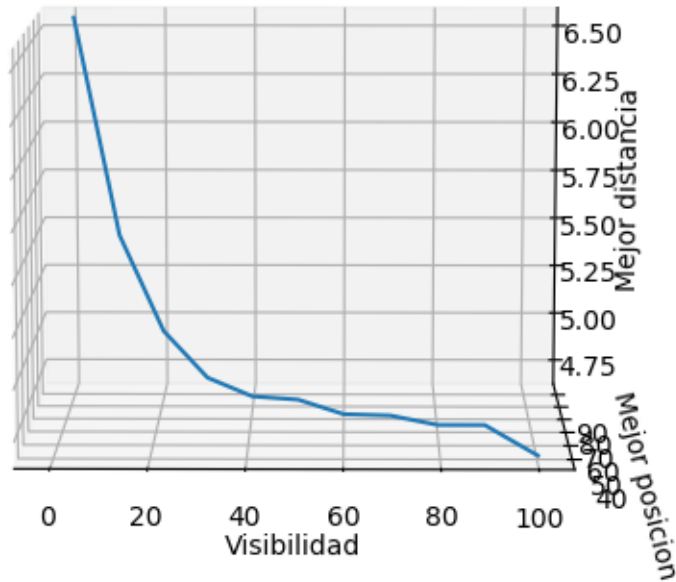


Figura 3: Distancia media en relación a la visibilidad final.

### 1.3. Variando la probabilidad de plaza ocupada

En este caso cambiaremos la probabilidad en que una plaza este libre o no. Como es de esperar cuanto mas probable sea que la plaza este ocupada mas difícil sera encontrar aparcamiento y por ende mas lejos se tendrá que aparcar.

La simulación la he realizado con los siguientes datos.

Variable entrada	Valor
Numero de iteraciones	100000
Posición de destino	100
Numero de posiciones a la vista	2
Probabilidad de plaza ocupada	0.5,0.6,...,0.9

Según la Figura 4 podemos observar que la distancia en función de la probabilidad de que este ocupada tiene un crecimiento exponencial y afecta mucho a la hora tener una distancia mejor o peor.

### Distancia en funcion de la probabilidad de ocupado

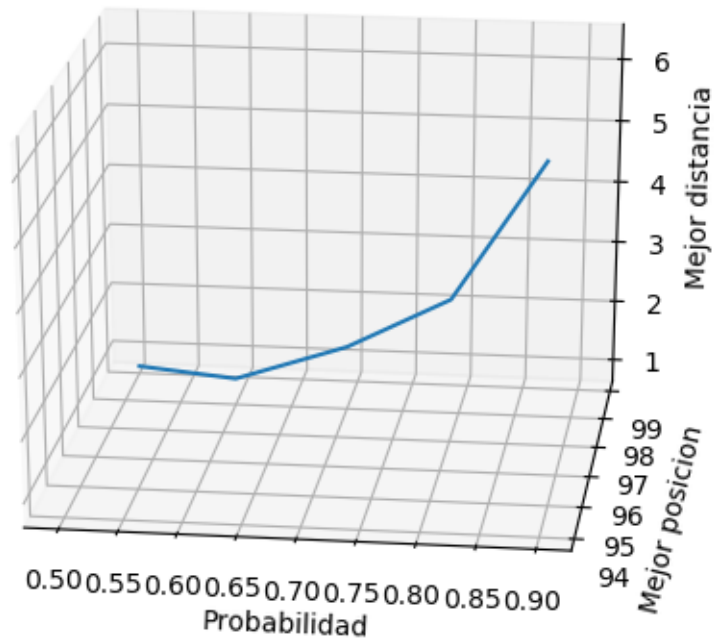


Figura 4: Distancia media en relación a la visibilidad final.

En cambio la distancia a la que deberíamos empezar a buscar aparcamiento si que varia de forma lineal como podemos ver en la Figura 5.



## Distancia en funcion de la probabilidad de ocupado

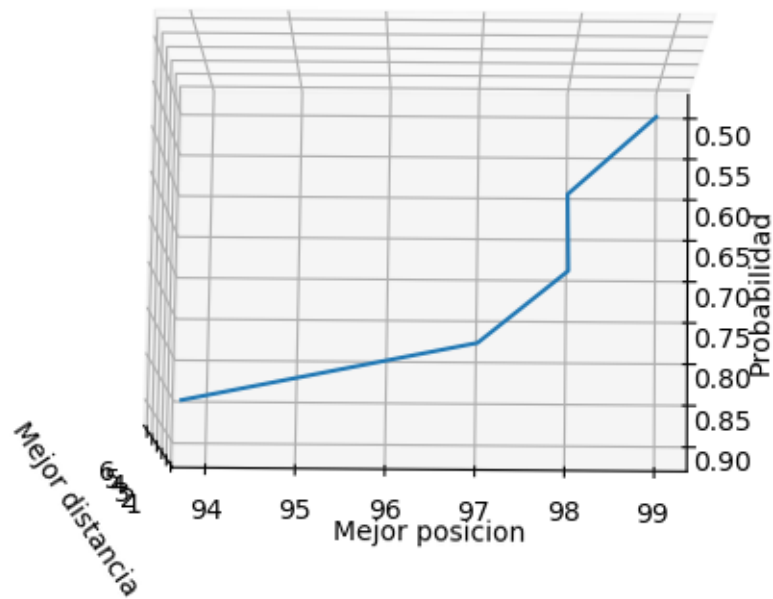


Figura 5: Distancia media en relación a la visibilidad final.

Si nos pusieramos en el caso de que fuera imposible encontrar aparcamiento porque todas las plazas van a estar llenas el simulador fallaría como podemos ver la Figura 6.

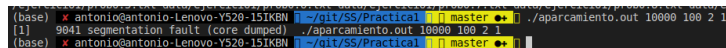


Figura 6

## 2. Mi primer Modelo de Simulación Discreto

### 2.1. Numero de repuestos minimos

En esta simulación vamos a obtener datos del tiempo en el que vamos a estar desprotegidos (sin radares). Para ver cual seria el mínimo nume-

ro de repuestos que podemos tener para no estar desprotegidos en ningún momento. La simulación con distinto numero de respuestos las vamos a ejecutar 5, 50, 500 y 5000 veces. En la siguiente tabla podemos ver los datos.

Nº de repuestos	Nº de repeticiones	Media de fallos	Porcentaje tiempo desprotección
3	5	55.4	69.33
3	50	52.54	64.3059
3	500	53.09	65.5727
3	5000	52.90	65.472
5	5	41	36.24
5	50	42.02	37.77
5	500	39.91	36.4588
5	5000	40.25	36.97
8	5	8	5.98
8	50	13.34	8.95
8	500	13.69	8.79
8	5000	13.71	8.87
11	5	2	0.59
11	50	1.62	0.78
11	500	1.91	0.95
11	5000	2.0862	1.02
12	5	0	0
12	50	0.9	0.3
12	500	0.788	0.36
12	5000	0.85	0.40
16	5	0	0
16	50	0	0
16	500	0.024	0.011
16	5000	0.019	0.00559

De estos datos podemos sacar varias conclusiones. La primera es que al simular mas veces obtenemos resultados mas consistentes. Cuando lo ejecutas varias veces con una sola repetición los datos medios (en ese caso los datos a secas) obtenidos son muy dispares en las distintas ejecuciones. Esto se debe principalmente a las variables aleatorias que afectan a la propia simulación. Por otro lado podemos ver como aunque es cierto que a mayor cantidad de repuestos menos % de tiempo sin protección tenemos, llega un momento en el que no merece la pena tener mas. Para mi en mi, en las simulaciones realizadas esa cantidad es de **12**.

Como podemos ver en la cantidad 12 es cuando el porcentaje de tiempo desprotegidos baja del cero por ciento y la diferencia entre tener 12 o 16 no son

excesivamente significativas.

## 2.2. Otros experimentos

## 2.3. Tiempo de vida

Para este ejemplo lo que haremos es usar el tiempo de vida por defecto, uno menor y otro mayor, para si necesitamos mas piezas de repuesto o las mimas, para que tener un porcentaje de tiempo de desprotección menor al 1 %.

Tiempo de vida	Nº repuestos	Nº fallos	Porcentaje tiempo desprotección
5	5	128.743	95.99
20	5	39.95	36.83
70	5	0.51	0.49
5	12	178.43	76.71
20	12	0.871	0.4122
70	12	0	0
5	30	15.3	2.95
20	30	0	0
70	30	0	0

Como podemos ver la vida útil en los componentes de los radares son un factor muy importante para que el tiempo de desprotección sea minimo. Si fuéramos el “ministerio de defensa” de algún país podríamos intentar optimizar la cantidad de repuesto que tenemos frente a la vida útil de los mismos para ahorrar costes teniendo el mismo porcentaje de desprotección.

## 2.4. Tiempo de reparación

Ahora realizaremos experimentos con diferentes tiempos de reparación mínimos y máximos para ver como afecta esta variabilidad pero sin cambiar el numero de repuestos ni la vida útil, que en este caso serán siete y veinte respectivamente.

vmin	vmax	Nº fallos	Porcentaje tiempo desprotección
5	15	1.47	0.38
5	30	10.55	6.001
5	45	26.28	20.90
10	15	2.96	1.22
10	30	16.221	10.47
10	45	30.645	26.71
15	15	6.29	3.10
15	30	21.22	15.31
15	45	34.99	33.03

Como podemos ver el tiempo que tardan en reparar los radares tambien afecta mucho en el porcentaje de tiempo sin protección. Para la misma cantidad de respuestos cuanto menos tarden en arreglar el radar menos tiempo estaremos sin su servicio. Por lo tanto a lo mejor convendría invertir mas en tener técnicos de reparación antes que tener muchos repuestos con el gasto en almacén que eso supondría.

### 3. Mi primer Modelo de Simulación Continuo

Para hacer una aproximación al sistema veremos como afecta diferentes poblaciones de los distintos peces.

- **Peces pequeños:** 1000
- **Peces grandes:** 5,6,7
- **Tiempo:** 100

En la Figura 7 podemos ver la comparación entre las tres simulaciones realizadas variando el numero de peces grandes.

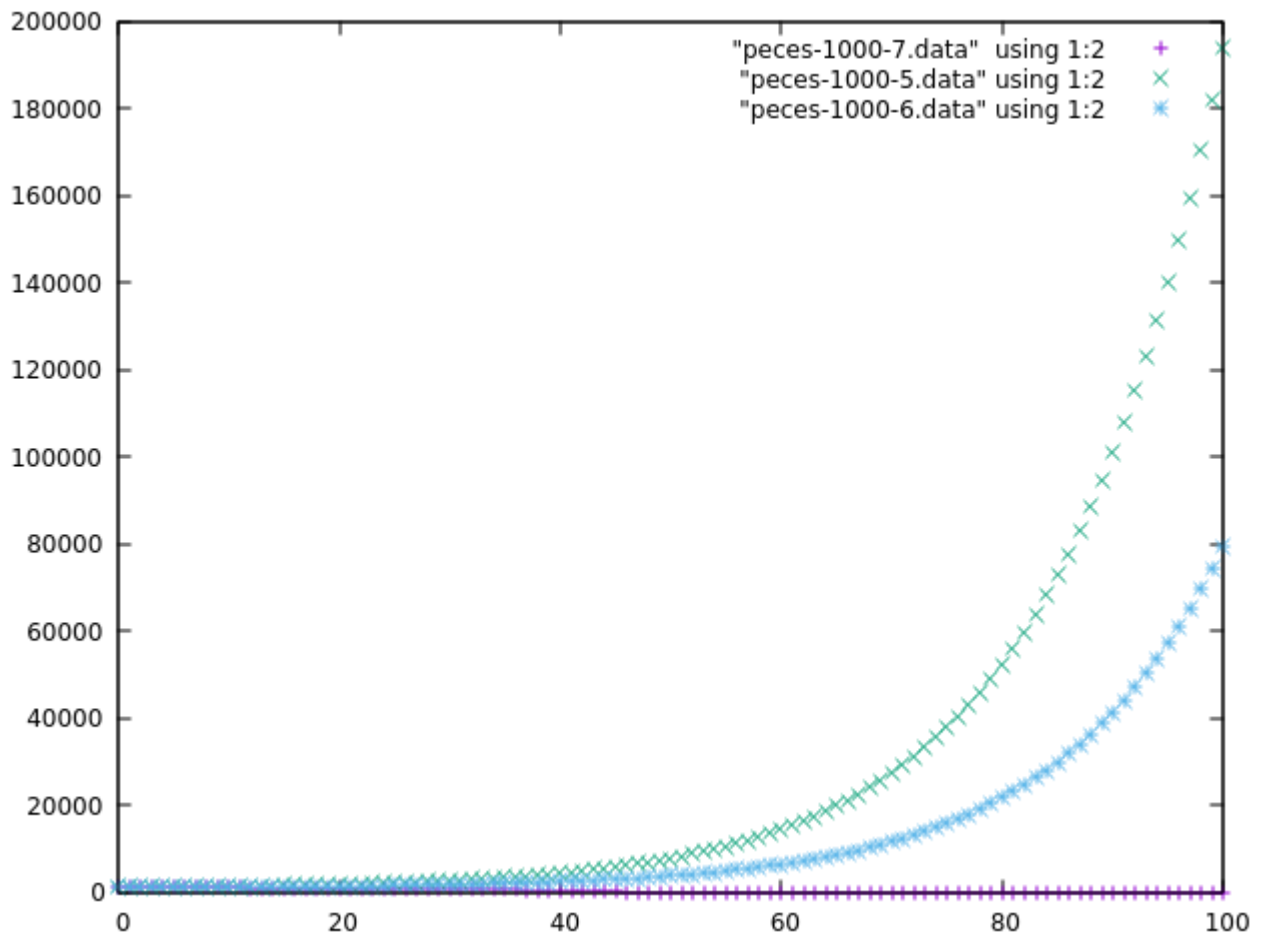


Figura 7: Crecimiento de los peces pequeños con diferente cantidad de peces grandes.

Podemos ver el crecimiento exponencial del crecimiento perfectamente. La línea verde indica cuando solo hay 5 peces grandes y la azul cuando hay 6. Aunque el crecimiento de la línea azul es bastante inferior a la verde se puede observar que el comportamiento es el mismo. Aunque no se aprecia bien, la línea morada, cuando hay siete peces grandes, converge rápidamente a cero ya que los peces grandes se comen a todos los peces pequeños rápidamente. Se puede observar la tendencia en la Figura 8

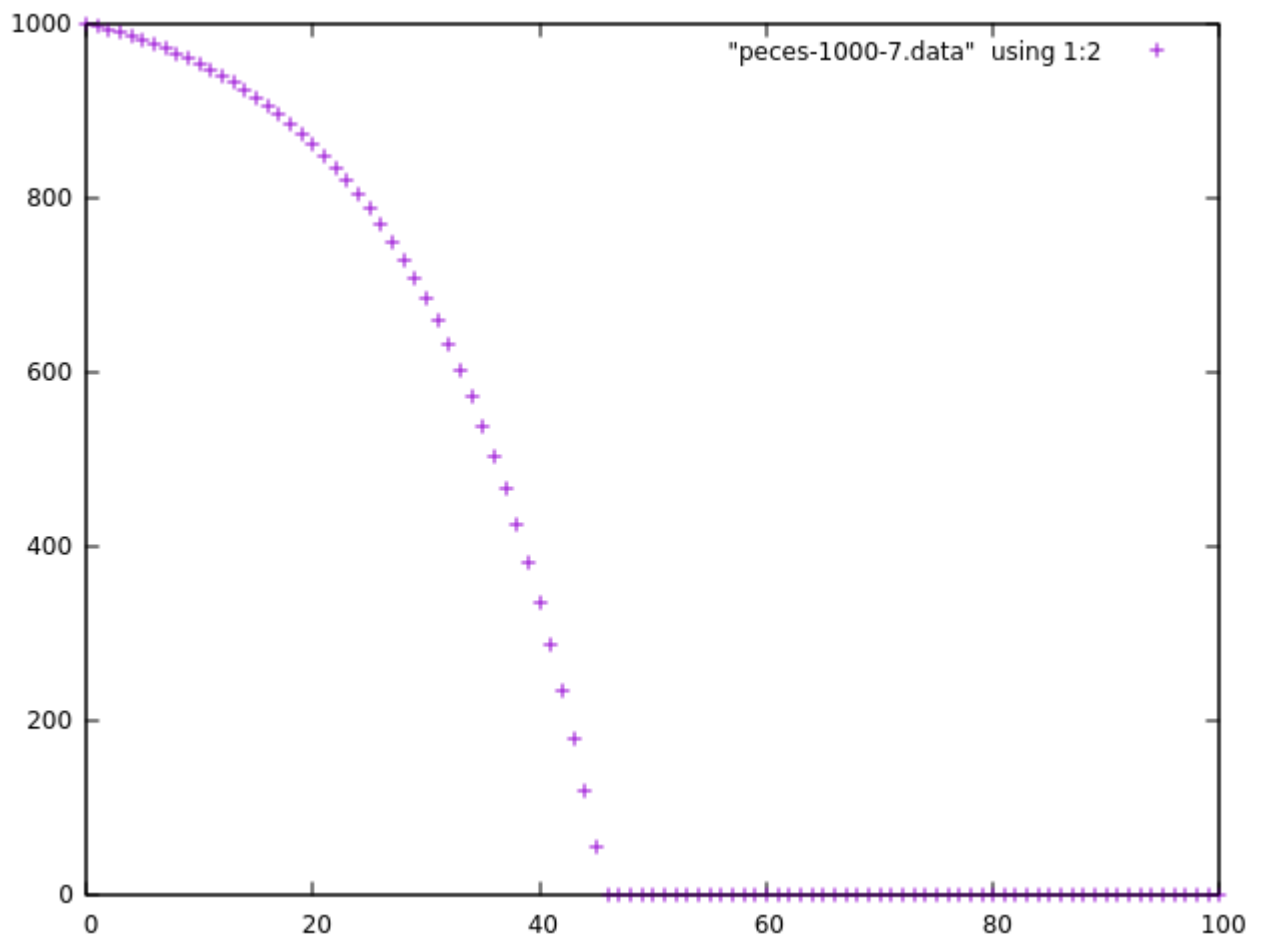


Figura 8: Crecimiento de los peces pequeños con 7 peces grandes.

Aunque estas graficas parezcan coherentes no hemos tenido en cuenta la cantidad de peces grandes que pueda a ver o que no se haya llegado a un punto en el que se pueda equilibrar el ecosistema. Por lo tanto después de realizar pruebas he encontrado un ecosistema inicial en el que se llegaría aun punto de equilibrio después de  $X$  años sera el siguiente:

- **Peces pequeños:** 1000
- **Peces grandes:** 6
- **Tiempo:** 10000

Como podemos ver en la Figura 9a la cantidad de peces grandes empieza a ser estable sobre el día 3000 y en este caso la cantidad de peces pequeños

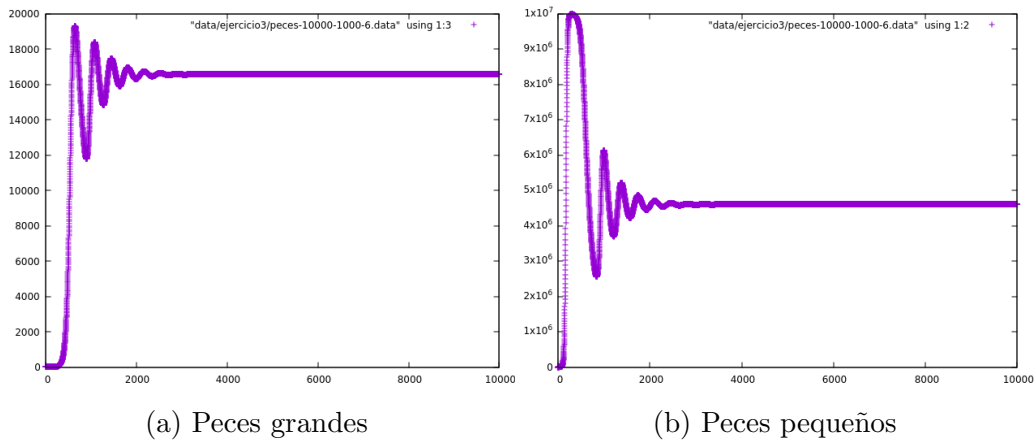


Figura 9: Ecosistema en equilibrio de ambos tipos de peces

empieza a ser estable también entorno al día 3000. Aunque en este caso haya salido un tiempo parecido no es necesario que siempre sea así.

### 3.1. Campaña de pesca

Para ver como afecta una campaña de pesca una vez el ecosistema es estable, haremos que la periodicidad de la campaña sea a partir de los 3000 días y así ver como afecta.

- **Peces pequeños:** 1000
- **Peces grandes:** 6
- **Tiempo:** 10000
- **Tiempo entre campaña de pesca:** 3000
- **Porcentaje pescado:** 0.3

En la Figura 10 podemos ver perfectamente como afecta la pesca del 30% de la población de peces grandes. Cuando llega el día de pesca la población de peces grandes baja directamente pero la población de peces pequeños va subiendo de forma continua y no a salto, esto se debe a que la población aumenta con un factor de natalidad. Mirando intuitivamente la grafica podemos ver como podemos realizar pescas cada menos tiempo o aumentar la cantidad de peces que pescamos.

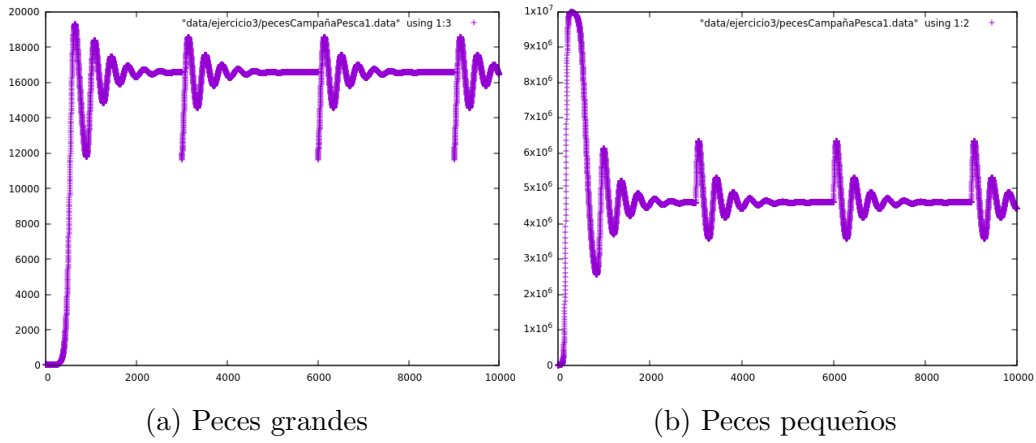


Figura 10: Ecosistema en equilibrio con pescas cada 3000 días

Para comprobar si esos datos son correctos realizare otra prueba a ver si se podría realizar pescas cada menos tiempo y seguir teniendo un ecosistema mas o menos estable. Realizando pescas cada 1500 días y manteniendo el ecosistema inicial podríamos seguir teniendo un ecosistema estable.

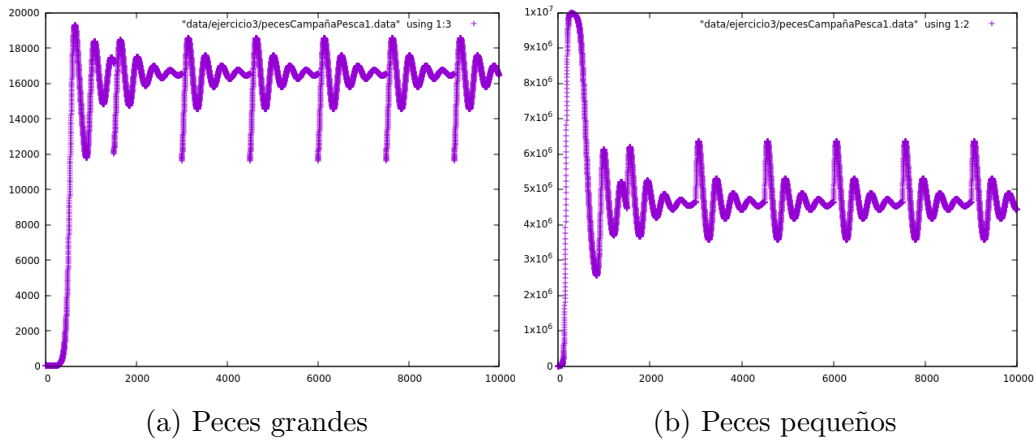


Figura 11: Ecosistema en equilibrio con pescas cada 1500 días

### 3.2. Maximizar capturas

Para comparar estos datos he realizado una tabla donde indico las diferentes variables y la cantidad de peces capturados.



Porcentaje pesca	Dias entre pescas	Total Capturados
0.3	2000	19826.9
0.3	1500	29942.2
0.3	1000	44267
0.3	500	95676
0.3	100	513841

Aunque se

puede pescar cada 100 días el ecosistema nunca llega a ser estable. Habría que mostrarle los datos a un ambientólogo para deducir si es recomendable hacerlo o no. El ecosistema actuaría como se ve en la Figura 12

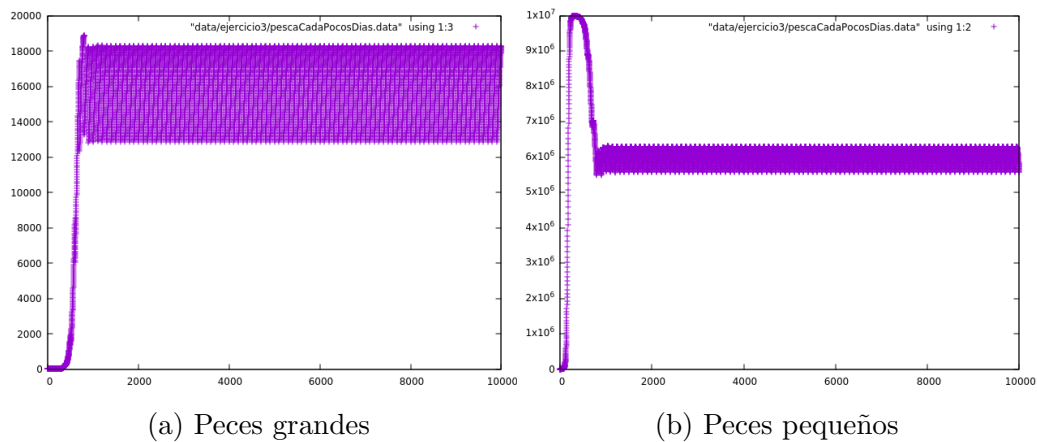


Figura 12: Ecosistema con pescas del 30 % cada 100 dias

Ahora realizaremos pruebas cambiando la cantidad de peces que se capturan con una periodicidad fija de 1500 dias.

Porcentaje pesca	Dias entre pescas	Total Capturados
0.3	1500	29942.2
0.4	1500	39834.5
0.5	1500	49637.3
0.6	1500	59368.1
0.7	1500	69137.8

Podemos

ver, analizando los datos, que aumentar la cantidad de peces capturados no parece buena una buena técnica para maximizar los beneficios. Ya que una vez que el sistema vuelve a ser estable la cantidad de peces que capturamos es la misma y no aumenta como se puede ver en la Figura 13.

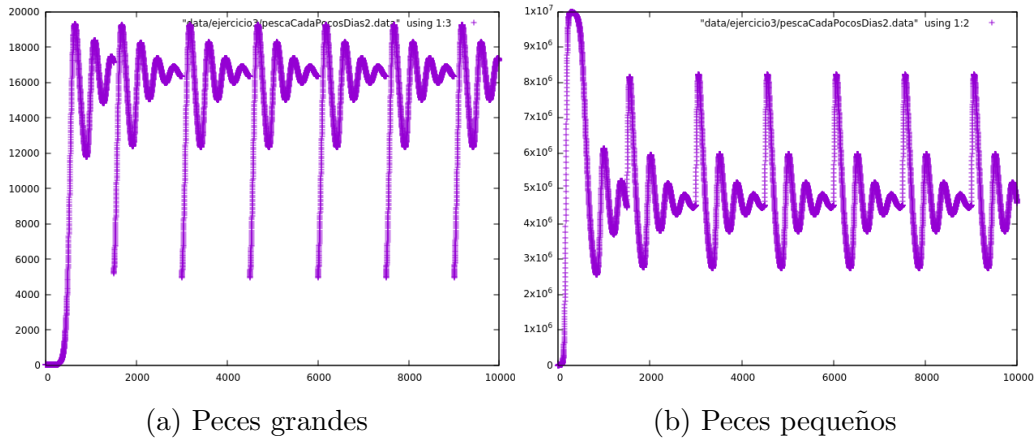


Figura 13: Ecosistema con pescas del 30 % cada 100 días

### 3.2.1. Conclusión

Si queremos aumentar los beneficios y disminuir la cantidad de días entre pescas. De esta forma aunque pesquemos menos peces por pesca, estamos continuamente pescando.