Presentación práctica de eficiencia

Asignatura: Algorítmica

Rubén Morales Pérez Francisco Javier Morales Piqueras
Bruno Santindrian Manzanedo Ignacio de Loyola Barragan
Lozano Francisco Leopoldo Gallego Salido

17 de marzo de 2016

Índice

Eficiencia

Hemos usado los siguientes algoritmos en esta práctica

Ordenación

- Burbuja
- Inserción
- Selección
- Mergesort
- Quicksort
- Heapsort

Otros

- Fibonacci
- Hanoi
- Floyd

Script

El siguiente script automatizaba el proceso de obtención de las gráficas y los datos.

script.sh

```
g++ -std=c++11 ../src/algoritmo.cpp
nelementos=200
while [ $nelementos -lt 10000 ]; do
        ./a.out $nelementos » datos.dat
        let nelementos=nelementos+100
done
gnuplot ./gnuplot/algoritmo.gp # Salida: fichero.jpeg
mv fichero.jpeg ../Graficas/Algoritmo/algoritmo.jpeg
mv datos.dat ../Graficas/Algoritmo/Datos/algoritmo.dat
```

Scripts de gnuplot

Podemos hacer que gnuplot automatice su trabajo.
Suponemos que el fichero donde están los datos es "datos.dat", como indicamos anteriormente los scripts de gnuplot se ejecutan:

gnuplot algoritmo.gp

algoritmo.gp

```
set terminal jpeg
set output "fichero.jpeg"
set title ”Eficiencia algoritmo"
set xlabel "Tamaño del vector"
set ylabel "Tiempo (s)"
set fit quiet
f(x) = a*x*x+b*x+c
fit f(x) "datos.dat"via a, b, c
plot "datos.dat", f(x)
```

Funciones ajustadas

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

$$g(x) = ax^2 + bx + c$$

$$h(x) = ax \cdot log_2(x)$$

$$i(x) = a \cdot ((1 + \sqrt{(5)})/2)^x$$

Scripts de gnuplot

Podemos hacer que gnuplot automatice su trabajo.
Suponemos que el fichero donde están los datos es "datos.dat", como indicamos anteriormente los scripts de gnuplot se ejecutan:

gnuplot algoritmo.gp

algoritmo.gp

```
set terminal jpeg
set output "fichero.jpeg"
set title ”Eficiencia algoritmo"
set xlabel "Tamaño del vector"
set ylabel "Tiempo (s)"
set fit quiet
f(x) = a*x*x+b*x+c
fit f(x) "datos.dat"via a, b, c
plot "datos.dat", f(x)
```

Funciones ajustadas

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

$$g(x) = ax^2 + bx + c$$

$$h(x) = ax \cdot log_2(x)$$

$$i(x) = a \cdot ((1 + \sqrt{(5)})/2)^x$$

Scripts de gnuplot

Podemos hacer que gnuplot automatice su trabajo.
Suponemos que el fichero donde están los datos es "datos.dat",
como indicamos anteriormente los scripts de gnuplot se ejecutan:

gnuplot algoritmo.gp

algoritmo.gp

```
set terminal jpeg
set output "fichero.jpeg"
set title ”Eficiencia algoritmo"
set xlabel "Tamaño del vector"
set ylabel "Tiempo (s)"
set fit quiet
f(x) = a*x*x+b*x+c
fit f(x) "datos.dat"via a, b, c
plot "datos.dat", f(x)
```

Funciones ajustadas

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

$$g(x) = ax^2 + bx + c$$

$$h(x) = ax \cdot log_2(x)$$

$$i(x) = a \cdot ((1 + \sqrt{(5)})/2)^x$$

Ordenador usado para la ejecución

HP Pavilion g series (Pavilion g6)
Sistema operativo: ubuntu 14.04 LTS
Memoria: 3.8 GiB (4Gb)
Procesador: Inter Core i3-2330M CPU @ 2.20GHz x 4
Gráficos: Intel Sandybridge Mobile
Tipo de SO: 64 bits
Disco: 487.9 GB

Burbuja

Función

Este algoritmo tiene una eficiencia cuadrática, debemos ajustar una función del tipo $f(x) = ax^2 + bx + c$

Ajuste

$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

En el ajuste también tenemos un margen de error:

$$\begin{cases} a = 4{,}31433 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}378 \cdot 10^{-10} (5{,}511\,\%) \\ b = 3{,}94506 \cdot 10^{-6} \pm 2{,}476 \cdot 10^{-6} (62{,}75\,\%) \\ c = -0{,}00311235 \pm 0{,}005425 (174{,}3\,\%) \end{cases}$$

Burbuja

Función

Este algoritmo tiene una eficiencia cuadrática, debemos ajustar una función del tipo $f(x) = ax^2 + bx + c$

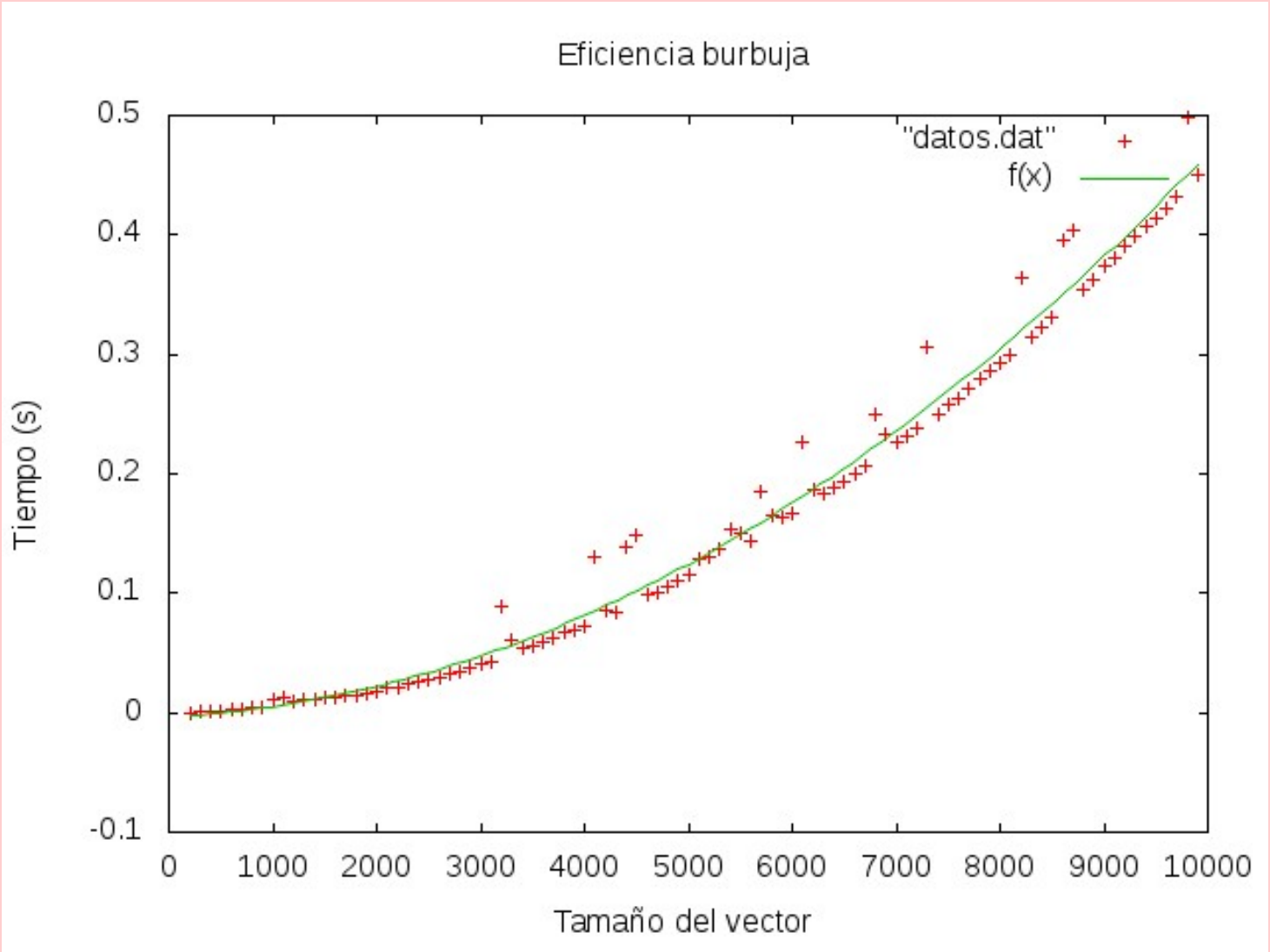
Ajuste

$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

En el ajuste también tenemos un margen de error:

$$\begin{cases} a = 4{,}31433 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}378 \cdot 10^{-10} (5{,}511\,\%) \\ b = 3{,}94506 \cdot 10^{-6} \pm 2{,}476 \cdot 10^{-6} (62{,}75\,\%) \\ c = -0{,}00311235 \pm 0{,}005425 (174{,}3\,\%) \end{cases}$$

Imagen


Eficiencia burbuja
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000

Inserción

Función

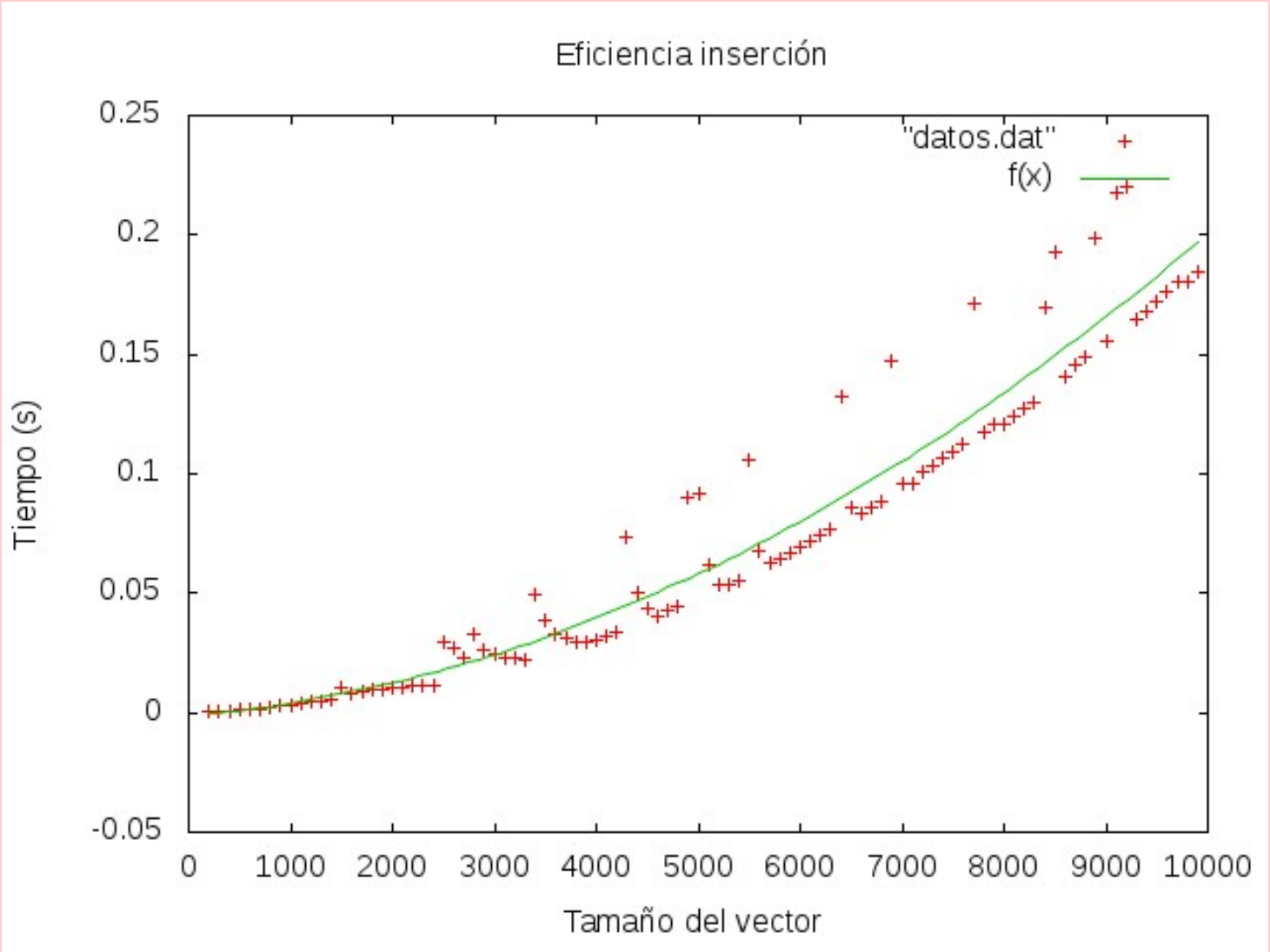
Aunque el algoritmo de inserción tenga una eficiencia $O(n^2)$ tiene una constante multiplicativa menor que el burbuja, y similar al selección.

Ajuste

$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

$$\begin{cases} a = 2{,}36229 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}503 \cdot 10^{-10} (10{,}6\,\%) \\ b = -2{,}27723 \cdot 10^{-6} \pm 2{,}606 \cdot 10^{-6} (114{,}5\,\%) \\ c = 0{,}00096037 \pm 0{,}005712 (594{,}8\,\%) \end{cases}$$

Imagen


Eficiencia inserción
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000

Selección

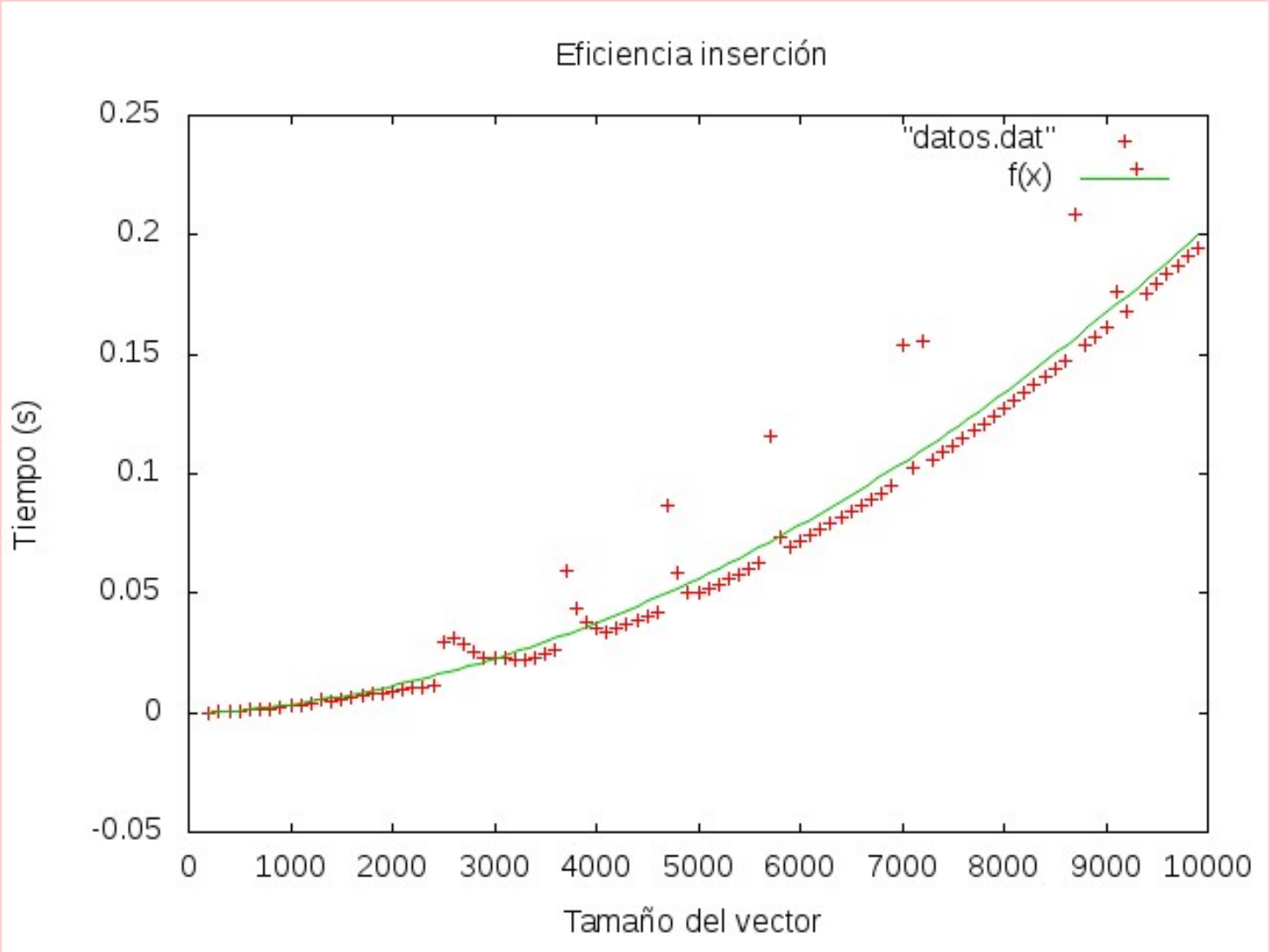
Función

Este algoritmo tiene dos partes una ordenada y otra no, en cada iteración coge el máximo/mínimo de los elementos no ordenados y los inserta en los ordenados.

Ajuste

$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$
$a = 2{,}36327 \cdot 10^{-9} \pm 3{,}232 \cdot 10^{-11} (1{,}368\,\%)$

Imagen


Eficiencia inserción
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000

Mergesort

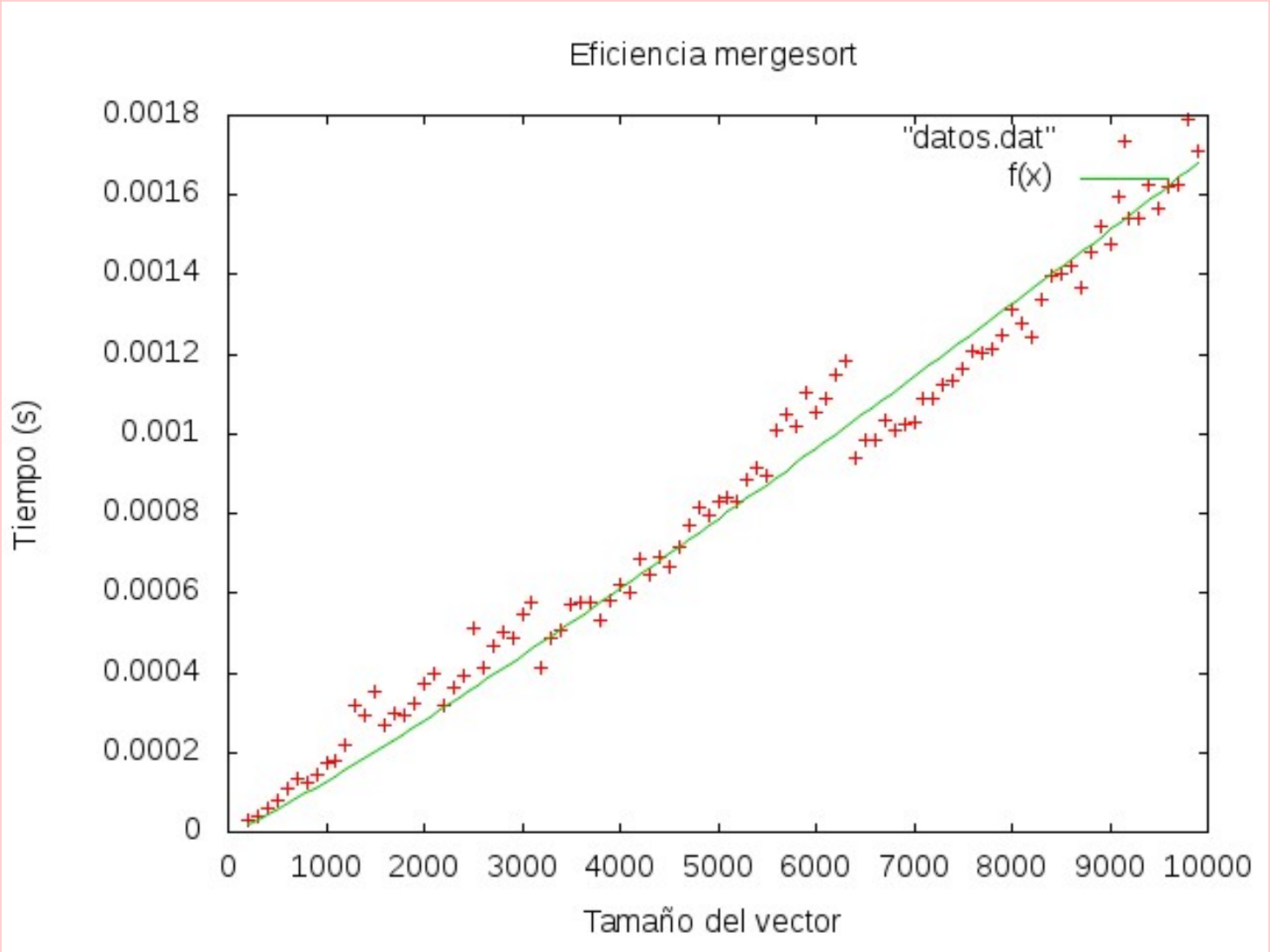
Función

Siguiente algoritmo de ordenación: mergesort

Ajuste

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x)$
$a = 3{,}5231 \cdot 10^{-8} \pm 1{,}191 \cdot 10^{-9} (3{,}382\,\%)$

Imagen


Eficiencia mergesort
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
0.0018
0.0016
0.0014
0.0012
0.001
0.0008
0.0006
0.0004
0.0002
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Tamaño del vector

Quicksort

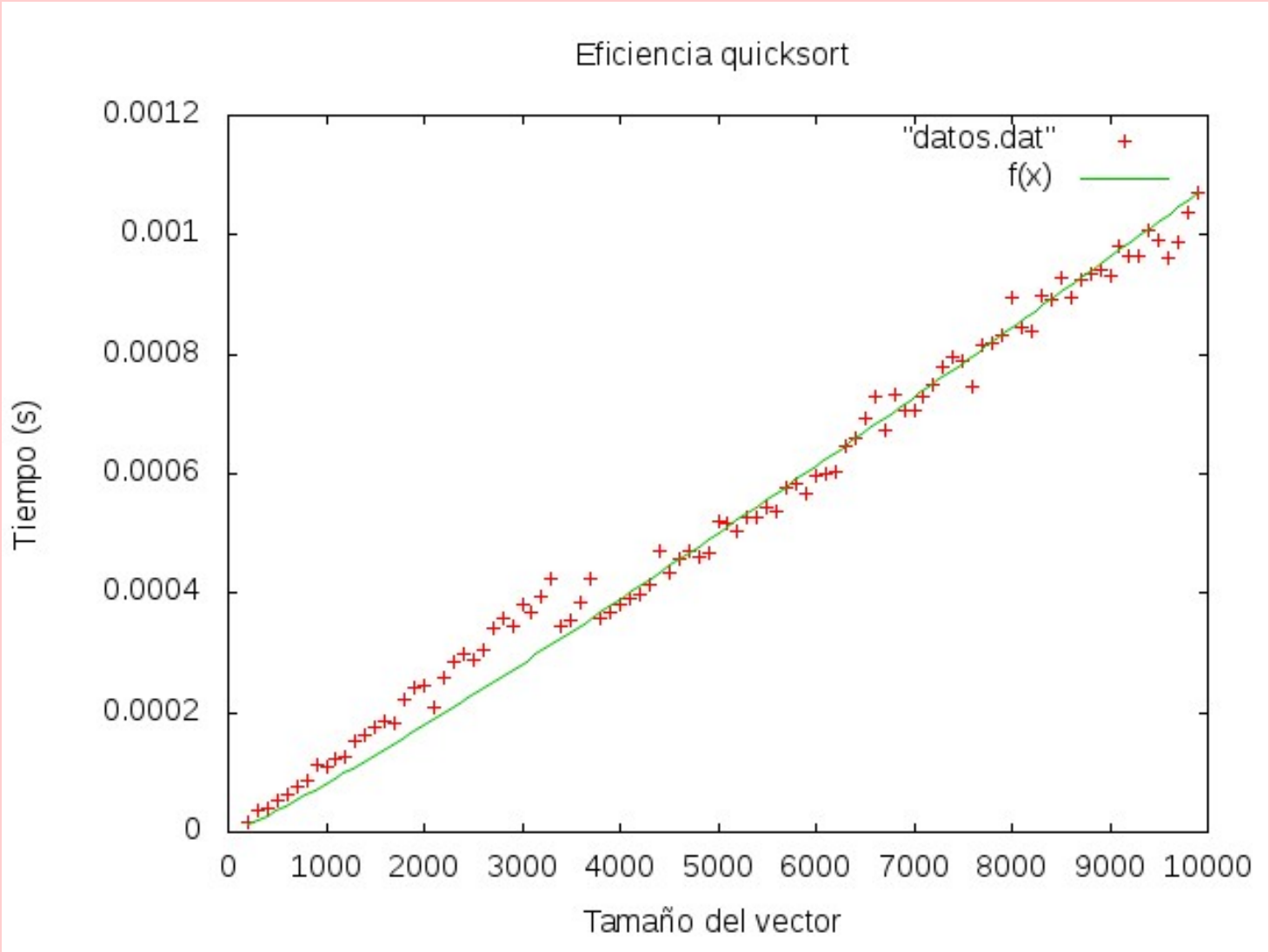
Función

El algoritmo de ordenación más rápido en término medio: quicksort

Ajuste

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x)$
$a = 2{,}3704 \cdot 10^{-8} \pm 5{,}497 \cdot 10^{-10} (2{,}319\,\%)$

Imagen


Eficiencia quicksort
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
0.0012
0.001
0.0008
0.0006
0.0004
0.0002
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Tamaño del vector

Heapsort

Función

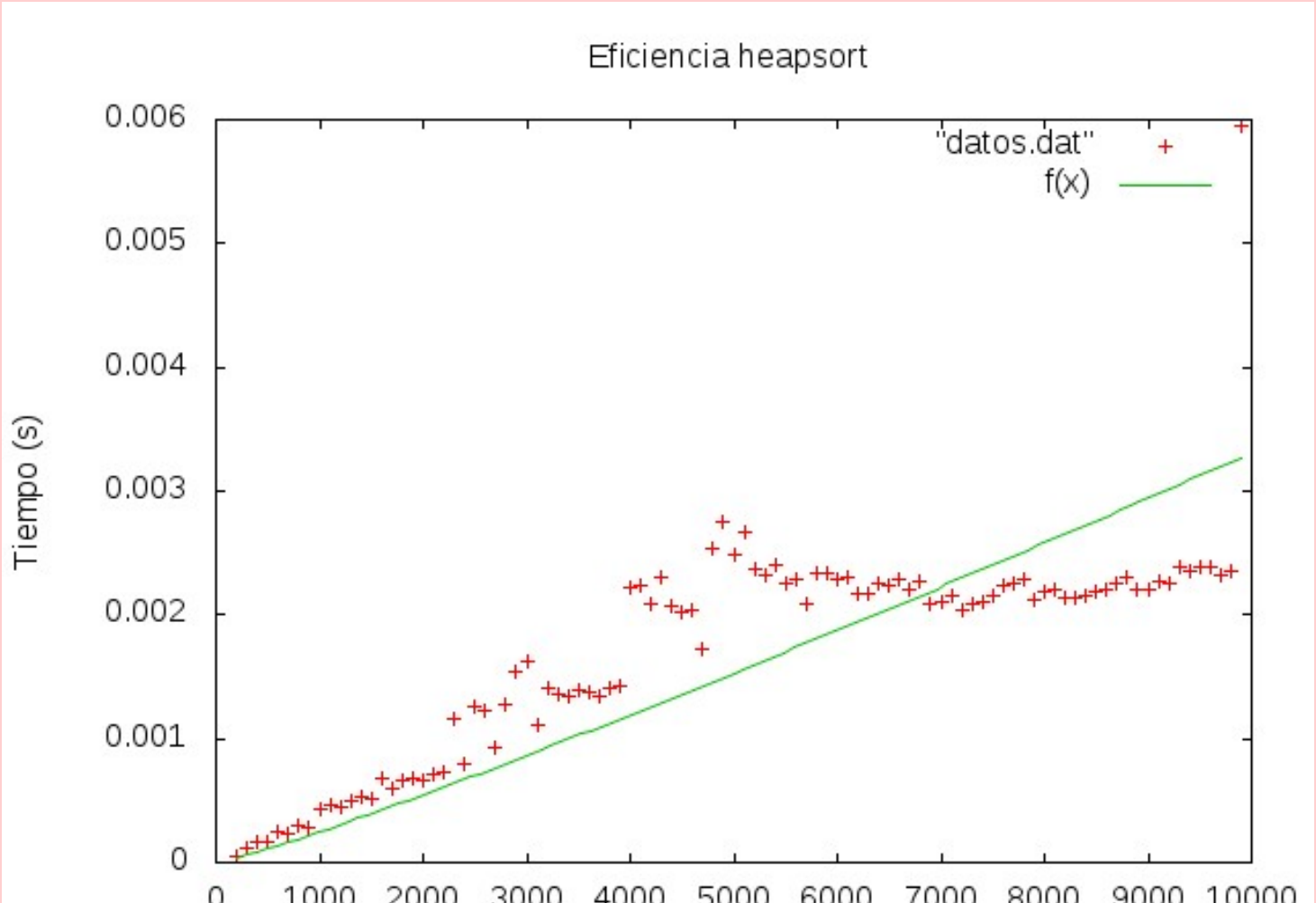
El algoritmo de ordenación más rápido teóricamente: heapsort

Ajuste

$f(x) = a \cdot x \cdot log_2(x)$
$a = 2{,}49016 \cdot 10^{-8} \pm 7{,}983 \cdot 10^{-10} (3{,}206\,\%)$

Heapsort

Imagen

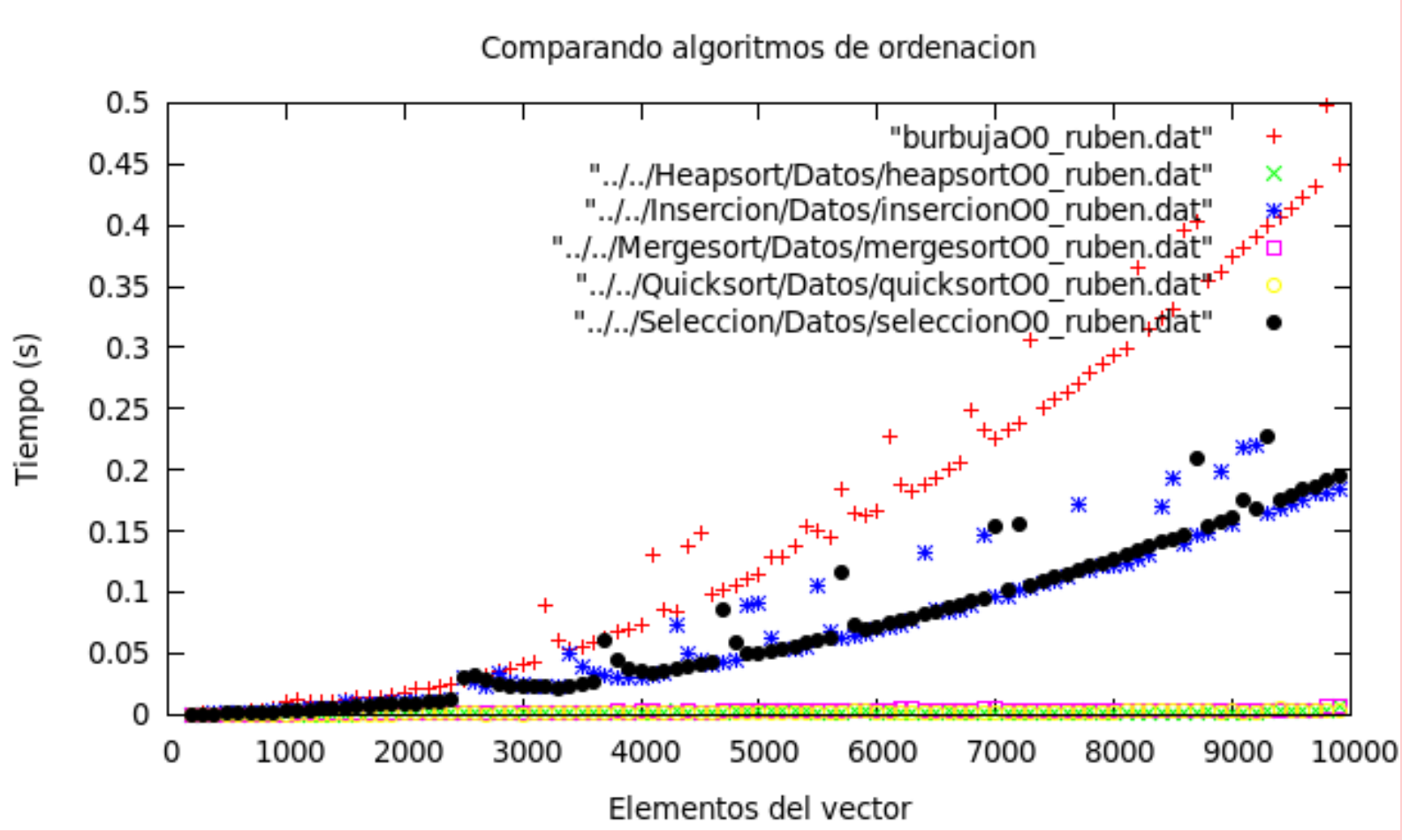


Algoritmos de ordenación

Función

Se observa una diferencia notable entre los algoritmos $O(nlog_2(n))$ y los $O(n^2)$, casi no se aprecian los primeros.

Imagen


Comparando algoritmos de ordenacion
"burbujaO0_ruben.dat"
"../../Heapsort/Datos/heapsortO0_ruben.dat"
"../../Insercion/Datos/insercionO0_ruben.dat"
"../../Mergesort/Datos/mergesortO0_ruben.dat"
"../../Quicksort/Datos/quicksortO0_ruben.dat"
"../../Seleccion/Datos/seleccionO0_ruben.dat"
Tiempo (s)
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Elementos del vector

Fibonacci

Función

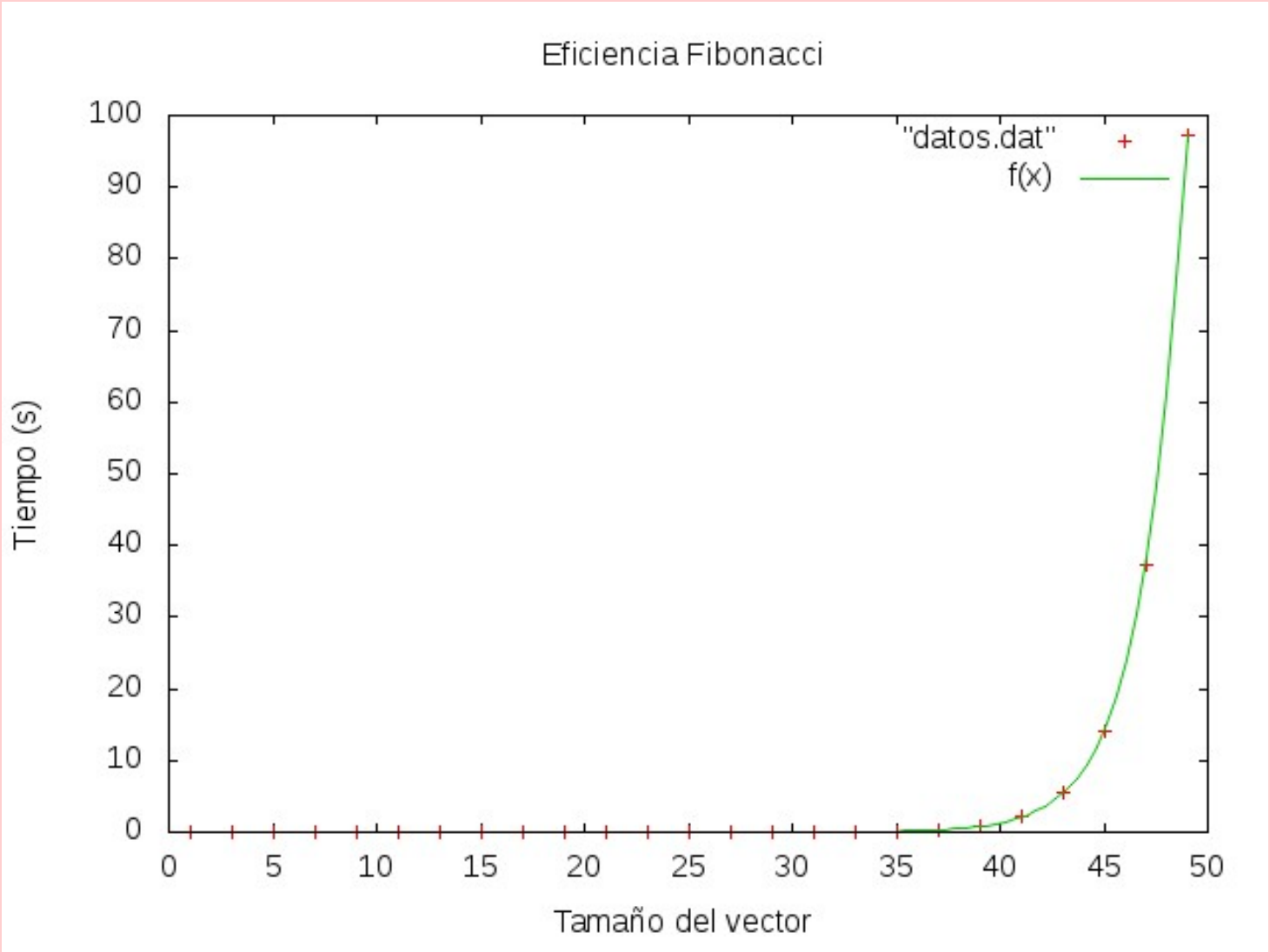
Fibonacci: $a_n = a_{n-1} + a_{n-2}$ con $a_0 = 1, a_1 = 1$

Ajuste

$$f(x) = a \cdot \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^x$$

$$a = 5{,}59738 \cdot 10^{-9} \pm 2{,}093 \cdot 10^{-12} (0{,}0374\,\%)$$

Imagen


Eficiencia Fibonacci
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

Hanoi

Función

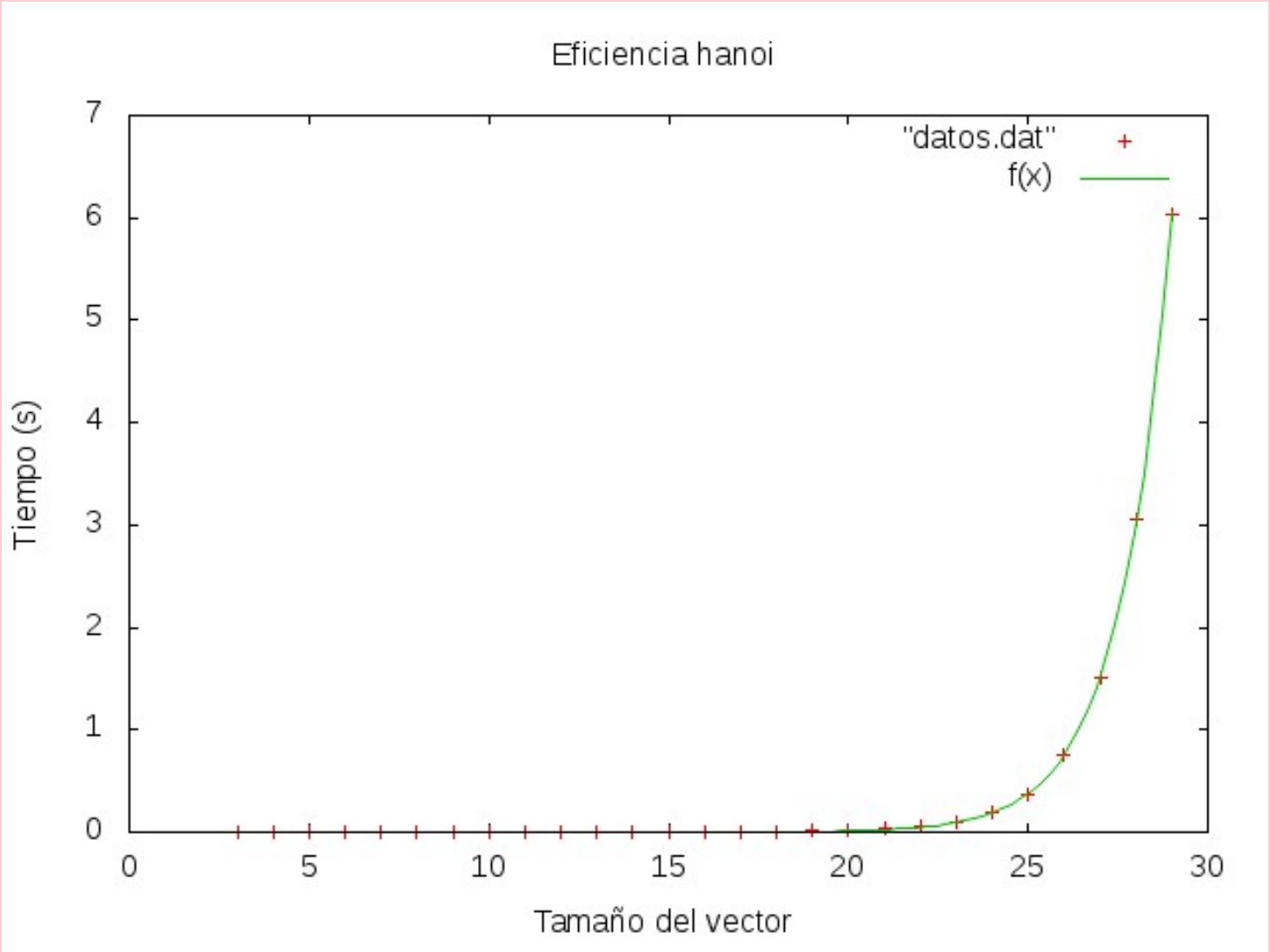
Hanoi

Ajuste

$f(x) = a \cdot (2^x)$

$a = 1{,}12636 \cdot 10^{-8} \pm 1{,}391 \cdot 10^{-11} (0{,}1235\,\%)$

Imagen


Eficiencia hanoi
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0
1
2
3
4
5
6
7
0
5
10
15
20
25
30

Floyd

Función

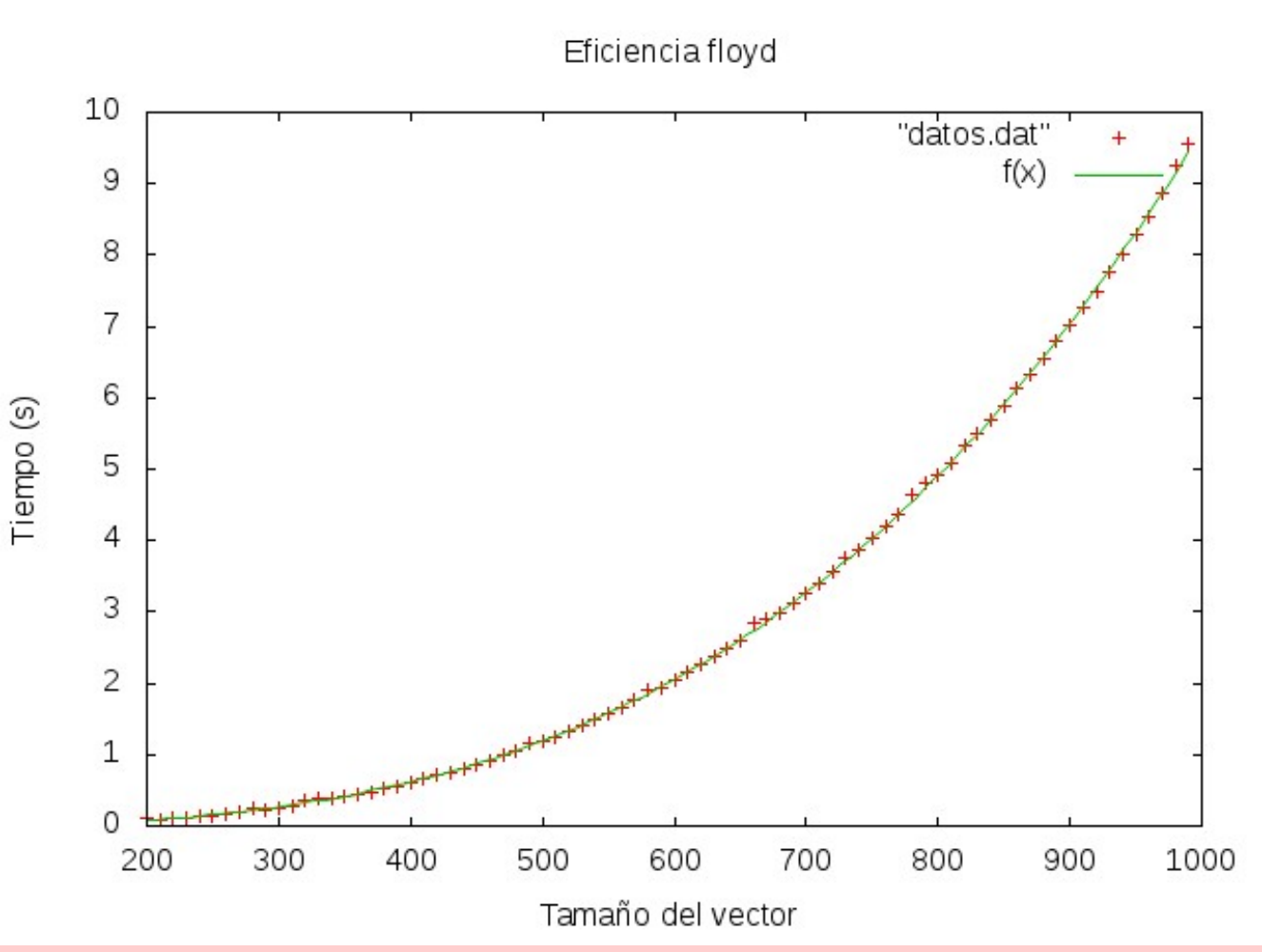
Tipo de algoritmo con programación dinámica para encontrar el camino mínimo en grafos ponderados.

Ajuste

$$f(x) = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d$$

$$\begin{cases} a = 1{,}11725 \cdot 10^{-8} \pm 3{,}725 \cdot 10^{-10} (3{,}334\,\%) \\ b = -2{,}27723 \cdot 10^{-6} \pm 6{,}692 \cdot 10^{-7} (29{,}39\,\%) \\ c = 0{,}00096037 \pm 0{,}0003713 (38{,}66\,\%) \\ d = -0{,}115743 \pm 0{,}06234 (53{,}86\,\%) \end{cases}$$

Imagen


Eficiencia floyd
"datos.dat"
f(x)
Tiempo (s)
Tamaño del vector
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

Optimizando algoritmos

Algoritmos

En este apartado optimizaremos diferentes algoritmos.

- Burbuja
- Quicksort
- Floyd

Observación

Como podemos comprobar, por mucho que optimicemos el algoritmo de burbuja no llega a igualar al mejor algoritmo de ordenación (en término medio), quicksort. La optimización del burbuja más agresiva sin riesgo de pérdida de información es -O2 y es 10 veces más lento que quicksort sin optimización con 10.000 elementos. Esta diferencia aumenta con el tamaño.

Optimizando algoritmos

Algoritmos

En este apartado optimizaremos diferentes algoritmos.

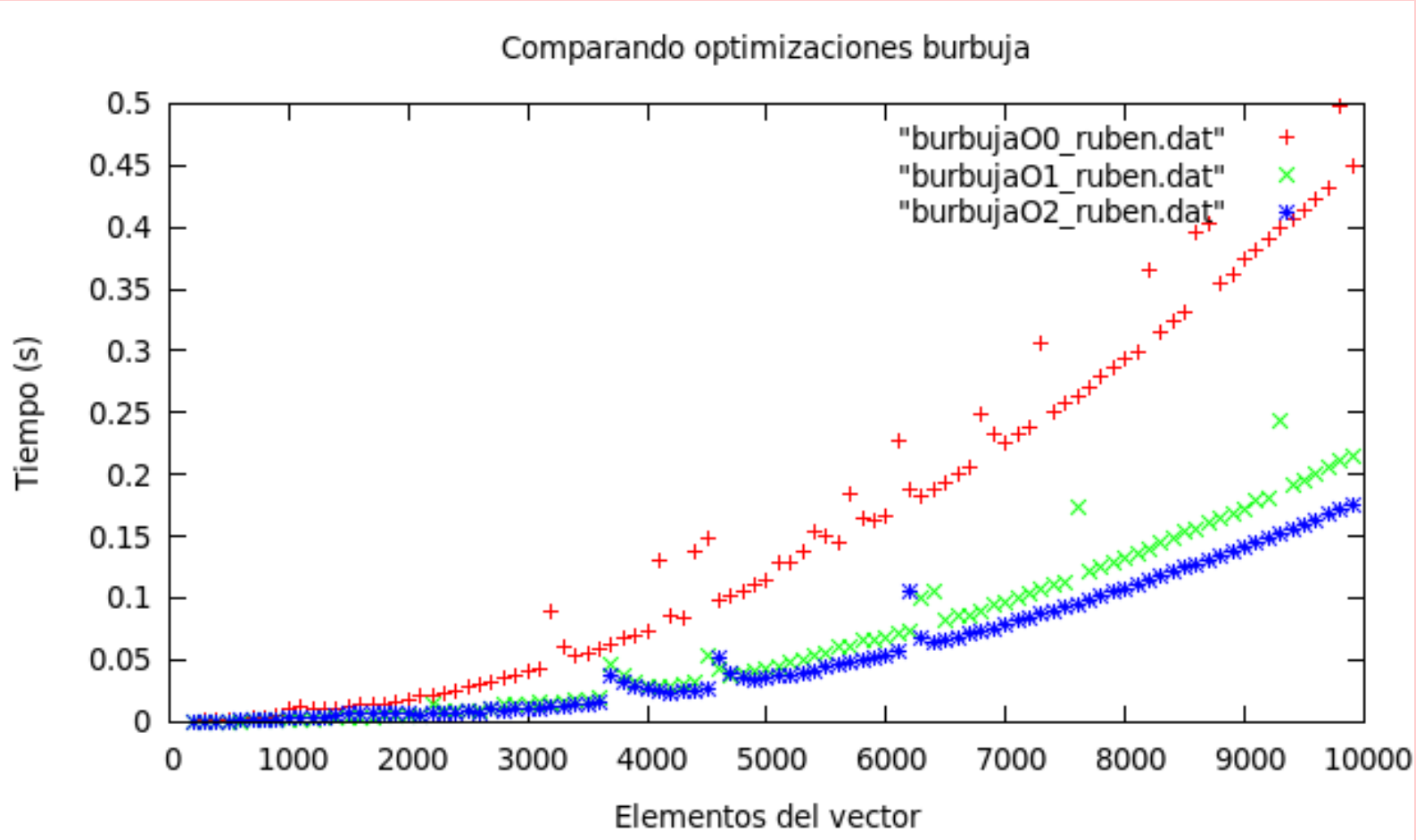
- Burbuja
- Quicksort
- Floyd

Observación

Como podemos comprobar, por mucho que optimicemos el algoritmo de burbuja no llega a igualar al mejor algoritmo de ordenación (en término medio), quicksort. La optimización del burbuja más agresiva sin riesgo de pérdida de información es -O2 y es 10 veces más lento que quicksort sin optimización con 10.000 elementos. Esta diferencia aumenta con el tamaño.

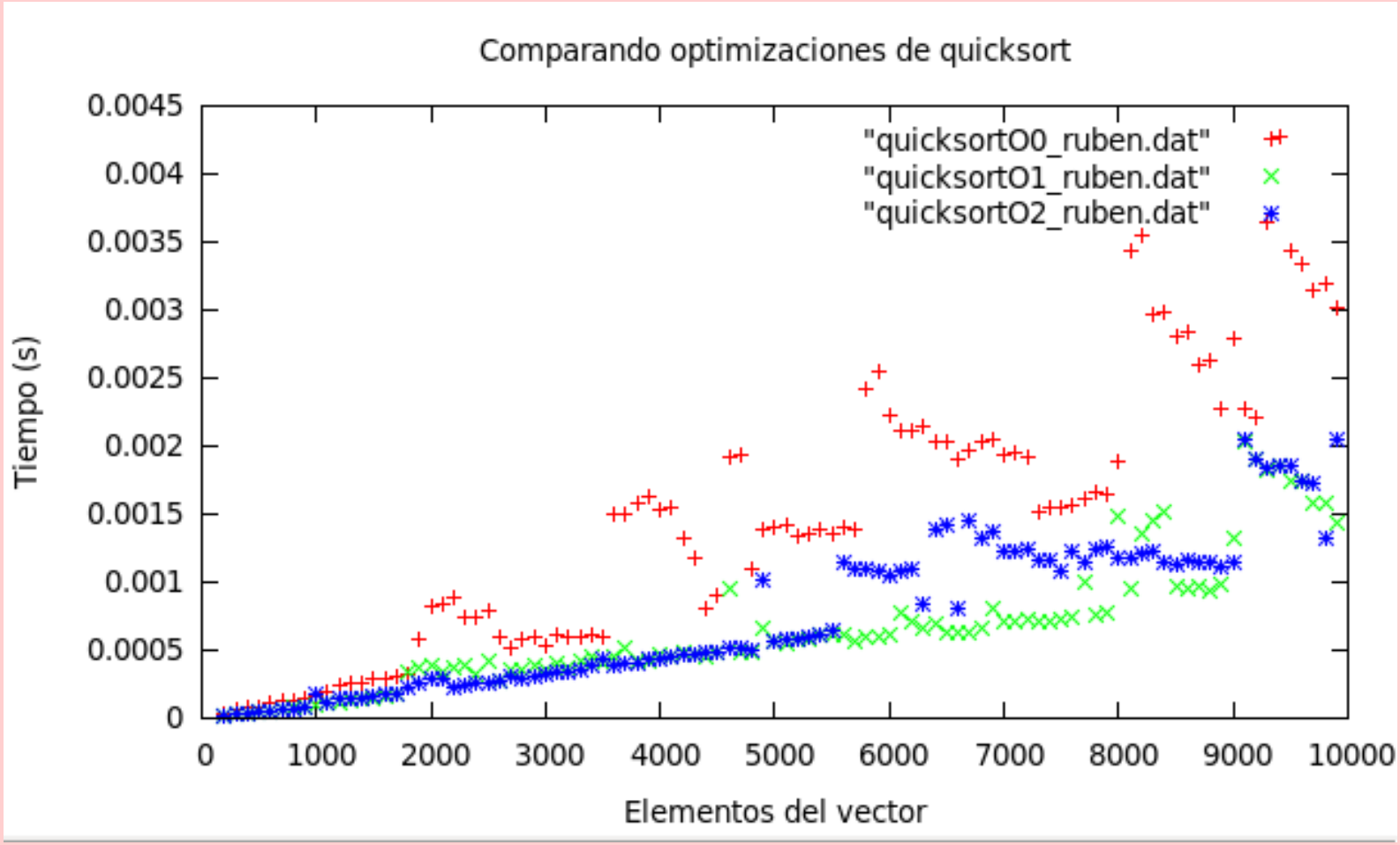
Burbuja optimizado

Imagen



Quicksort optimizado

Imagen

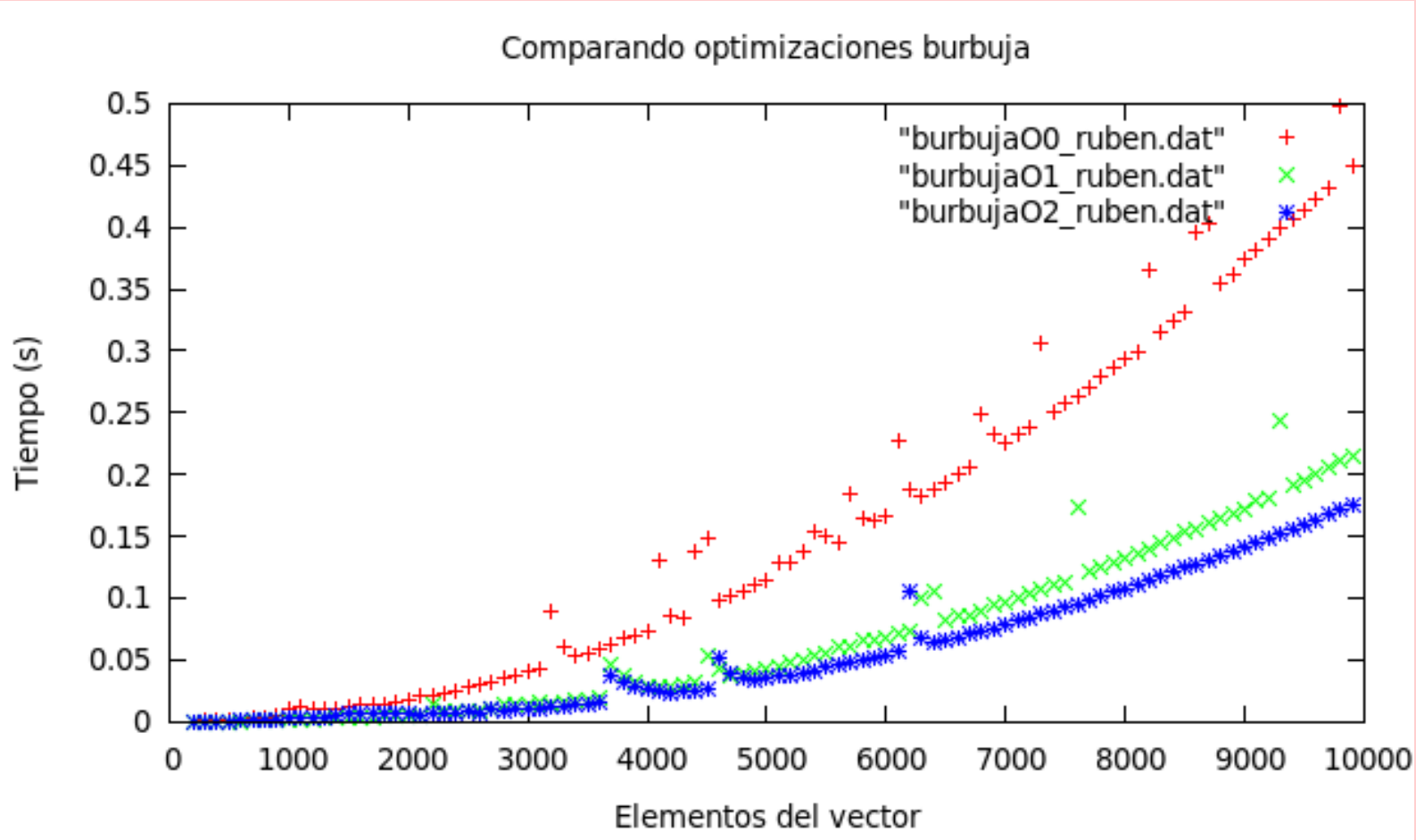


Conclusión

Esto es una prueba gráfica de que hay que tener en cuenta la eficiencia de los algoritmos, ya que la mejora hardware no es suficiente en caso de que tengamos restricciones de tiempo.

Burbuja optimizado

Imagen



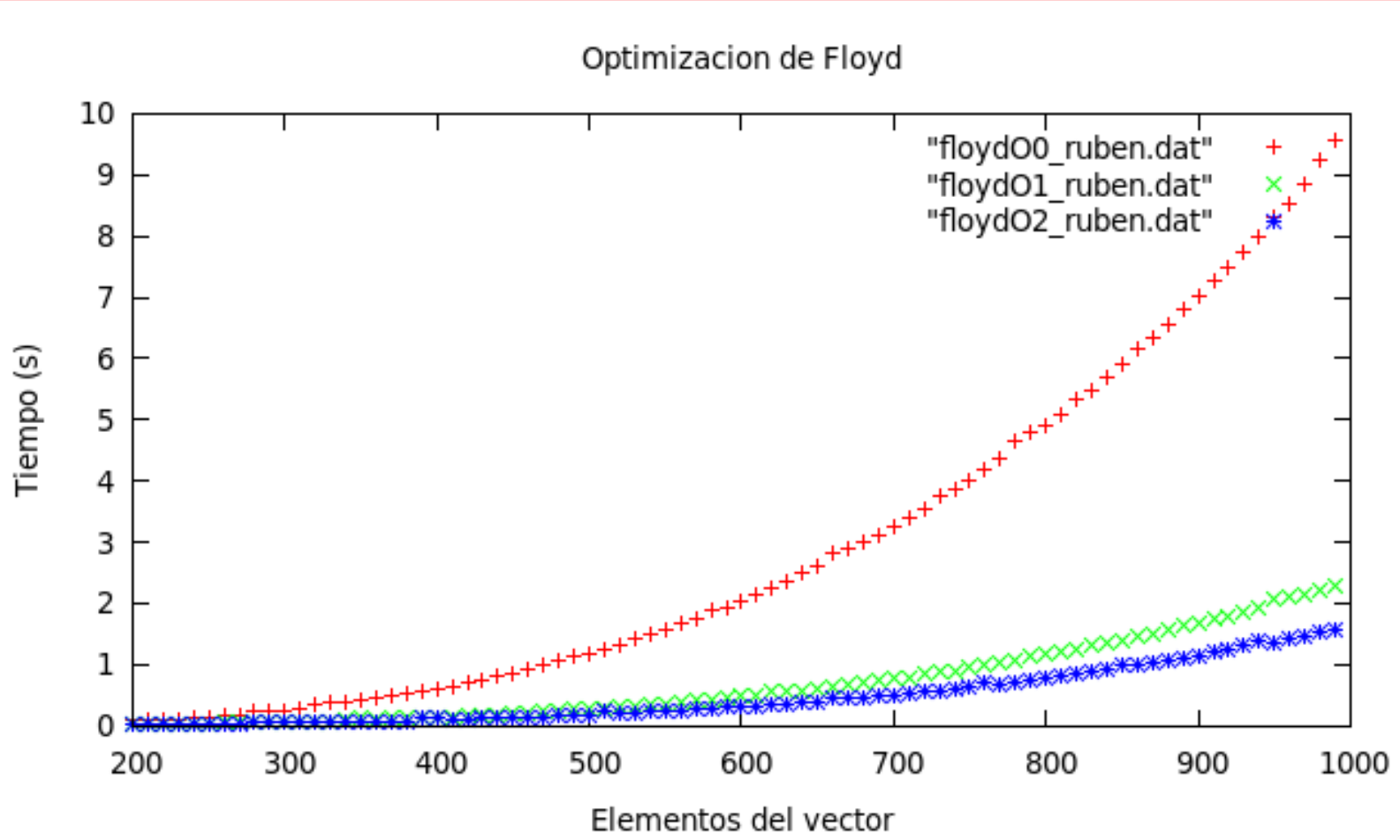
Floyd

Algoritmo

El algoritmo floyd, tipo de algoritmo con programación dinámica para encontrar el camino mínimo en grafos ponderados.

Floyd

Imagen



Diferentes ordenadores

Imagen