



Sistemas de Inteligencia Artificial

Trabajo práctico 2 - Algoritmos Genéticos

De Simone, Franco - 61100

Dizenhaus, Manuel - 61101

Cornídez, Milagros - 61432

Problemática

- Dados los siguientes resultados obtenidos en un experimento

$$\xi^1 = \begin{pmatrix} 4,4793 \\ -4,0765 \\ -4,0765 \end{pmatrix}$$

- Se desea aproximar los valores para otras posibles entradas representadas como:

$$\zeta^1 = 0$$

$$\xi^2 = \begin{pmatrix} -4,1793 \\ -4,9218 \\ 1,7664 \end{pmatrix}$$

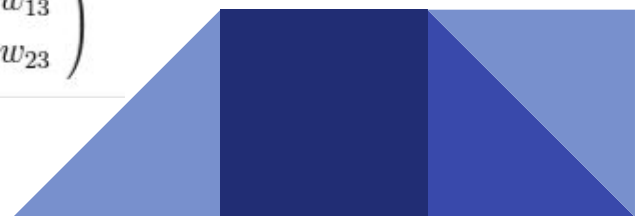
$$W = \begin{pmatrix} W_0 \\ W_1 \\ W_2 \end{pmatrix} \quad w_0 = (w_{01}, w_{02})$$

$$\zeta^2 = 1$$

$$\xi^3 = \begin{pmatrix} -3,9429 \\ -0,7689 \\ 4,8830 \end{pmatrix}$$

$$w = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \end{pmatrix}$$

$$\zeta^3 = 1$$



Problemática

- Encontrar solución que minimice la función de error mediante el uso de algoritmos genéticos
- Individuos \rightarrow Arreglo de 11 elementos de tipo *double* que representan las posiciones del arreglo

$$X = (W_0, W_1, W_2, w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{01}, w_{02})$$



Fitness

- Decidimos utilizar como función de fitness la fórmula de error presentada en la consigna multiplicada por -1, para respetar que el mejor fitness sea el mayor.

$$F(W, w, w_0, \xi) = g\left(\sum_{j=1}^2 W_j g\left(\sum_{k=1}^3 w_{jk} \xi_k - w_{j0}\right) - W_0\right)$$

con $\xi \in \mathbb{R}^3$ y $g(x) = \frac{e^x}{1+e^x}$ considerando el error que se comete:

$$E(W, w, w_0) = \sum_{\mu=1}^3 (\zeta^\mu - F(W, w, \xi^\mu))^2$$



Cruza

- ¿Método de selección para los padres?
 - “Probabilidad de selección es proporcional al fitness de los individuos” → Método de la ruleta
- Un punto
- Múltiples puntos
- Uniforme con probabilidad de intercambio $p = 0,5$



Mutación

- Elemento de aleatoriedad en los individuos
- Tomamos un valor p entre 0 y 1, y perturbamos una posición del arreglo al azar con un valor de perturbación $\pm r$.
 - Es importante que si p es un valor alto, la perturbación sea “pequeña” en la misma escala relativa.



Selección

- Distintos métodos
 - Elite: en cada iteración, siempre se eligen los individuos de mejor fitness
 - Ruleta: la probabilidad de elección de un individuo depende de un fitness relativo
 - Torneo: se eligen grupos de individuos y se los hace “competir”
 - Rank: se calcula un fitness relativo basado en un ranking de individuos, con el objetivo de “suavizar”
 - Boltzmann: se calcula un fitness relativo basado en una función de temperatura, que varía con el tiempo
 - Truncado: se descartan individuos de peor fitness, luego se elige con igual probabilidad



Experimentación

- De corte:
 - Cantidad de generaciones
 - Tiempo de ejecución
 - Cota de error del mejor fitness
 - Cantidad de veces consecutivas que se repite el mismo fitness máximo
 - Desviación estándar de la generación
- Generales:
 - Tamaño de generación
 - Límite de reales para inicializar
 - Método de selección
- Mutación:
 - Valor de perturbación
 - Probabilidad de mutación
- Cruza:
 - Un punto
 - Múltiples
 - Uniforme
- Selección (con sus respectivos parámetros):
 - Elite
 - Rank
 - Ruleta
 - Torneo
 - Boltzmann
 - Truncado



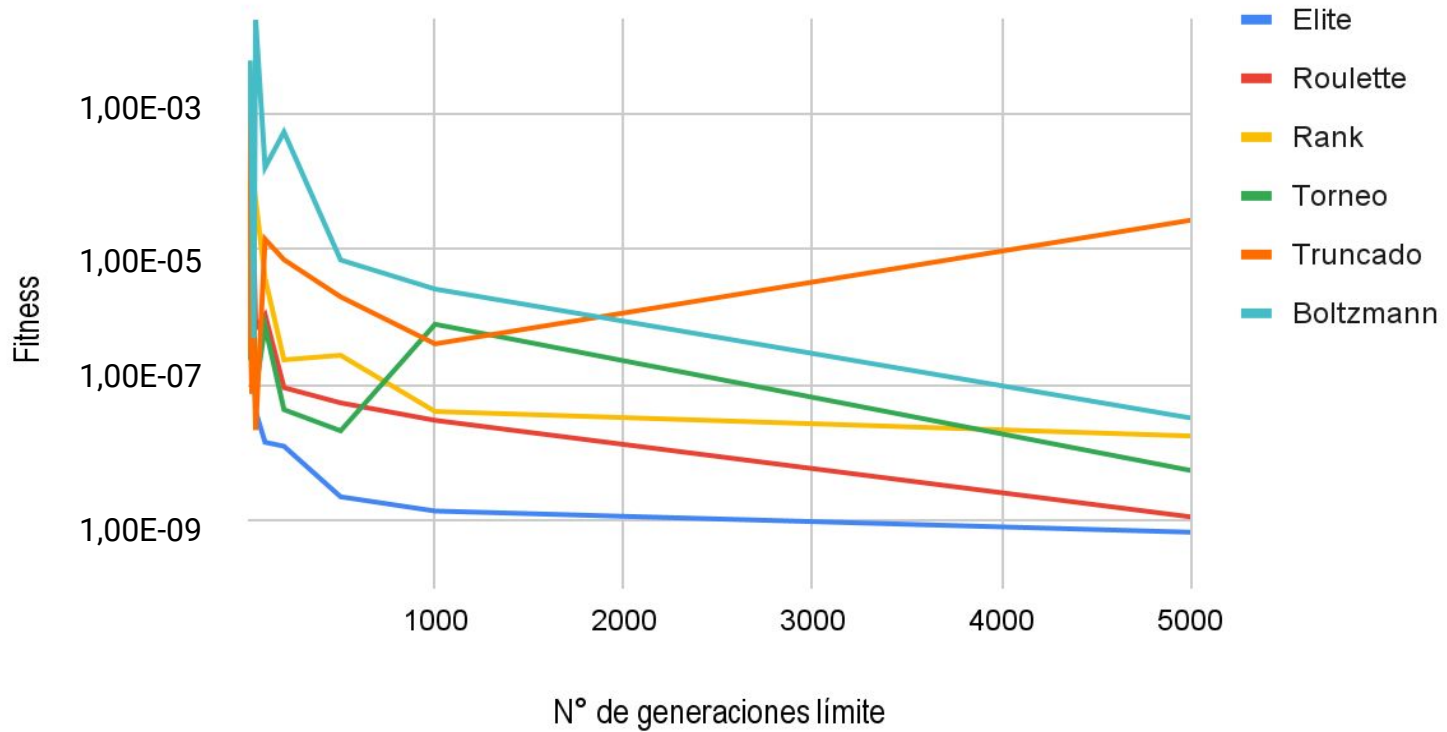
Resultados - Cruza Simple

| Método | Elite | Truncated | Roulette | Rank | Tournament | Boltzmann |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| W0 | 7,569 | -8,178 | -2,872 | 0,455 | -5,980 | -3,104 |
| W1 | -8,04 | -2,051 | -3,942 | 2,54 | -5,177 | 4,52 |
| W2 | -1,542 | 1,385 | -4,248 | -2,286 | 7,274 | -2,132 |
| w11 | 6,664 | 6,664 | 2,184 | -4,286 | 7,479 | -4,286 |
| w12 | 9,333 | 9,333 | 6,927 | 9,376 | 5,746 | 14,251 |
| w13 | -2,006 | 6,819 | -8,676 | -4,321 | 8,185 | -1,242 |
| w21 | 8,683 | 8,683 | -7,341 | 6,023 | -8,181 | 2,803 |
| w22 | 4,319 | 8,453 | -3,296 | 8,236 | 8,404 | 6,561 |
| w23 | -5,79 | 3,262 | 3,139 | -6,233 | 5,546 | 3,262 |
| w01 | 6,004 | 4,824 | -2,543 | 3,912 | -8,346 | 0,05 |
| w02 | -8,395 | 1,055 | -8,088 | 5,581 | 9,649 | 9,649 |
| Fitness | -3,88E-08 | -7,49E-04 | -2,63E-07 | -4,08E-04 | -1,86E-07 | -2,09E-06 |

Resultados - Cruza Simple

| N° de generaciones límite | Elite | Roulette | Rank | Torneo | Truncado | Boltzmann |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 10 | -2,54E-05 | -7,24E-04 | -5,38E-04 | -6,04E-05 | -1,00E-02 | -0,01 |
| 20 | -1,25E-05 | -1,07E-04 | -1,00E-03 | -2,34E-06 | -1,09E-05 | -6,00E-02 |
| 30 | -7,61E-06 | -1,33E-04 | -3,88E-05 | -1,52E-04 | -7,35E-07 | -7,78E-04 |
| 40 | -4,29E-06 | -1,18E-04 | -8,73E-04 | -1,00E-05 | -5,85E-06 | -4,88E-06 |
| 50 | -4,05E-07 | -6,86E-06 | -5,17E-04 | -8,54E-07 | -2,16E-07 | -2,40E-01 |
| 100 | -1,43E-07 | -1,08E-05 | -3,71E-05 | -7,33E-06 | -1,40E-04 | -1,60E-03 |
| 200 | -1,25E-07 | -9,10E-07 | -2,34E-06 | -4,32E-07 | -6,98E-05 | -5,30E-03 |
| 500 | -2,25E-08 | -5,44E-07 | -2,73E-06 | -2,11E-07 | -1,98E-05 | -6,91E-05 |
| 1000 | -1,39E-08 | -3,01E-07 | -4,06E-07 | -7,82E-06 | -4,02E-06 | -2,58E-05 |
| 5000 | -6,78E-09 | -1,14E-08 | -1,77E-07 | -5,51E-08 | -2,66E-04 | -3,26E-07 |

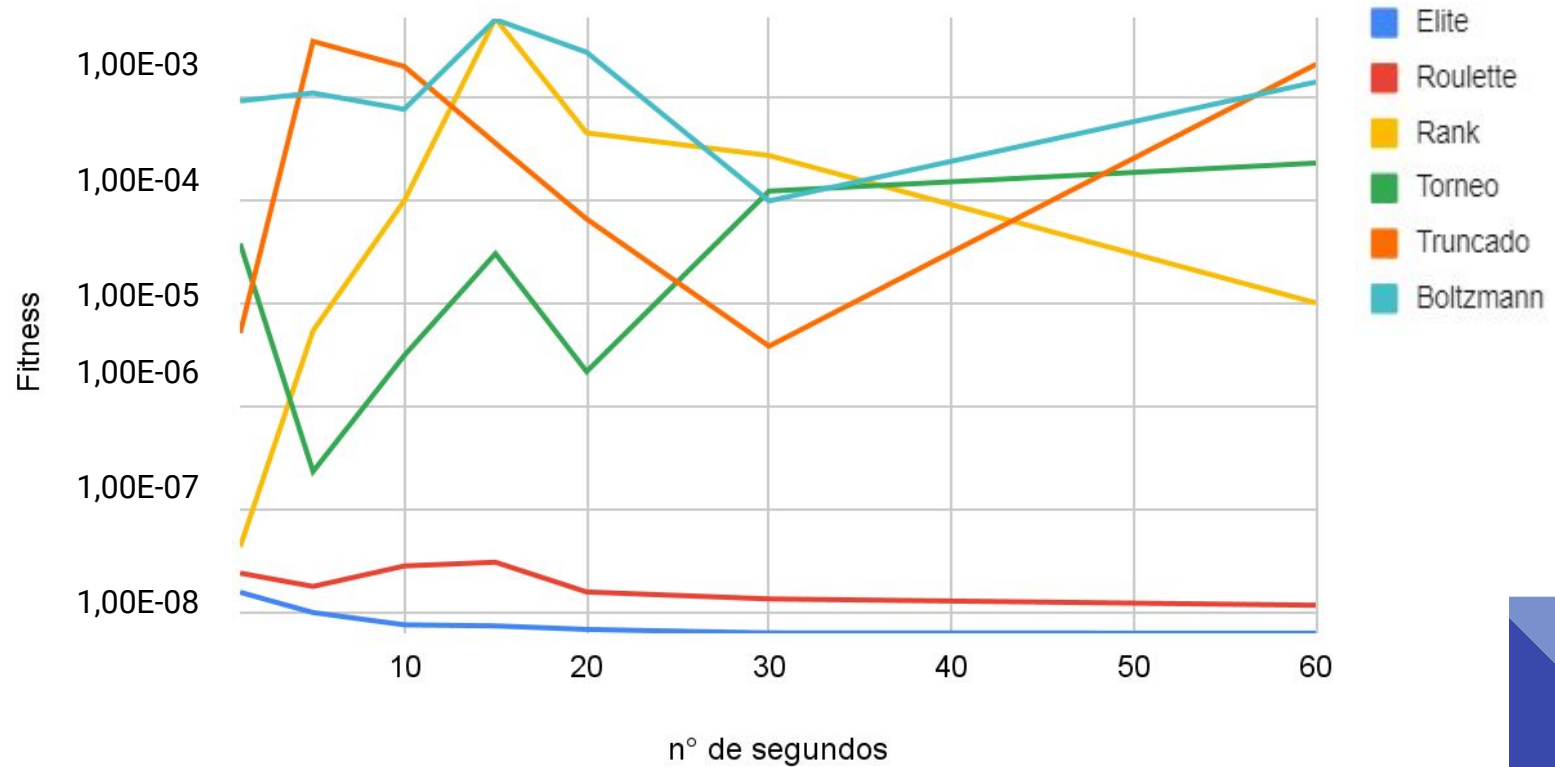
N° de generaciones - Mejor fitness



Resultados - Cruza Simple

| Mejor fitness en segundos | Elite | Roulette | Rank | Torneo | Truncado | Boltzmann |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | -1,59E-08 | -2,44E-08 | -4,38E-08 | -3,84E-05 | -5,20E-06 | -9,30E-04 |
| 5 | -1,01E-08 | -1,81E-08 | -5,48E-06 | -2,36E-07 | -3,52E-03 | -1,11E-03 |
| 10 | -7,68E-09 | -2,86E-08 | -1,00E-04 | -3,15E-06 | -2,01E-03 | -7,73E-04 |
| 15 | -7,50E-09 | -3,11E-08 | -5,86E-03 | -3,07E-05 | -3,62E-04 | -5,73E-03 |
| 20 | -6,93E-09 | -1,60E-08 | -4,55E-04 | -2,20E-06 | -6,65E-05 | -2,76E-03 |
| 30 | -6,41E-09 | -1,37E-08 | -2,75E-04 | -1,24E-04 | -3,88E-06 | -9,96E-05 |
| 60 | -6,37E-09 | -1,19E-08 | -1,02E-05 | -2,32E-04 | -2,11E-03 | -1,42E-03 |

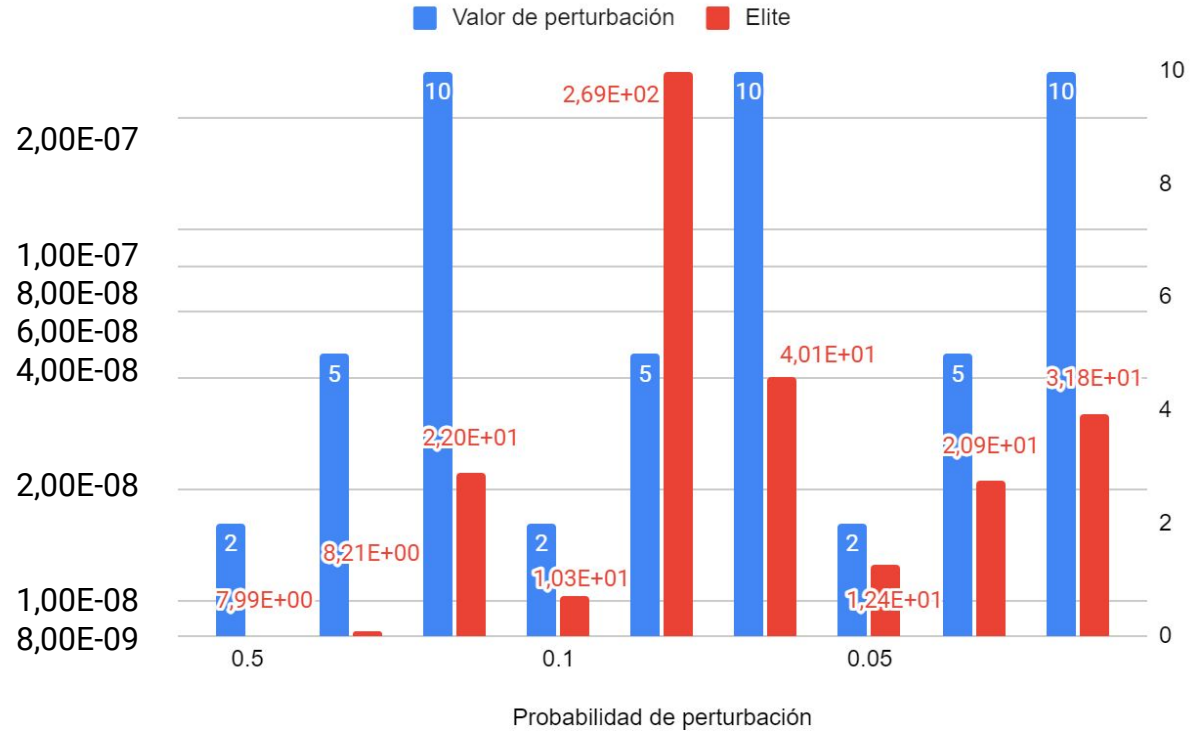
n° segundos corriendo - Mejor fitness



Resultados - Cruza Simple

| Prob. de mutación | Valor de perturbación | Elite | Roulette | Rank | Torneo | Truncado | Boltzmann |
|-------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0.5 | 2 | -7,99E-09 | -1,24E-08 | -3,03E-04 | -5,66E-06 | -7,21E-05 | -2,32E-05 |
| | 5 | -8,21E-09 | -1,45E-08 | 0 | -2,81E-08 | -3,73E-07 | -5,23E-05 |
| | 10 | -2,20E-08 | -1,25E-08 | -1,10E-03 | -7,65E-06 | -7,13E-05 | -6,69E-05 |
| 0.1 | 2 | -1,03E-08 | -7,30E-08 | -3,45E-03 | -1,14E-06 | -8,01E-07 | -3,78E-05 |
| | 5 | -2,69E-07 | -2,97E-07 | -5,46E-04 | -1,33E-06 | -5,41E-07 | -1,81E-04 |
| | 10 | -4,01E-08 | -2,02E-08 | -1,29E-04 | -1,68E-05 | -3,26E-06 | -4,25E-05 |
| 0.05 | 2 | -1,24E-08 | -9,25E-08 | -1,64E-04 | -5,95E-05 | -1,12E-07 | -0,001 |
| | 5 | -2,09E-08 | -3,81E-07 | -7,95E-08 | -1,01E-08 | -5,46E-06 | -2,06E-05 |
| | 10 | -3,18E-08 | -2,31E-07 | -1,12E-06 | -1,60E-05 | -5,47E-05 | -2,21E-04 |

Variación en mutación

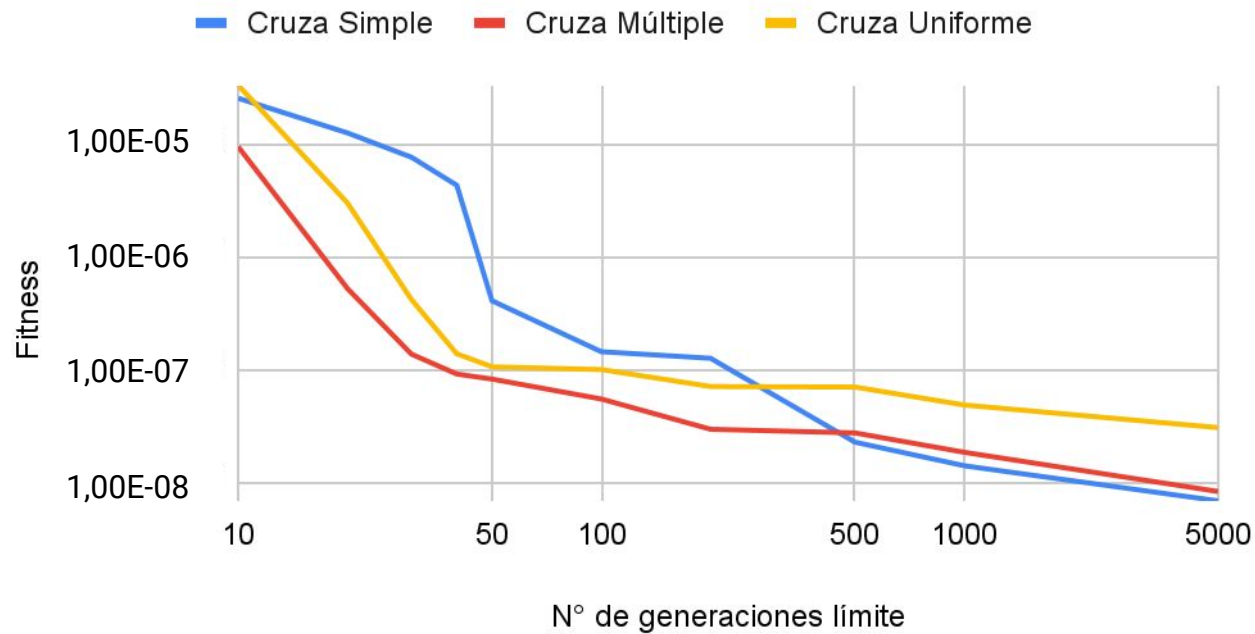


Comparación con Cruza Múltiple y Uniforme

- Todas las comparaciones se hicieron con el método de selección elite

| N° de generaciones límite | Cruza Simple | Cruza Múltiple | Cruza Uniforme |
|---------------------------|--------------|----------------|----------------|
| 10 | 2,54E+02 | 9,42E+01 | 3,31E+02 |
| 20 | 1,25E+02 | 5,19E+00 | 2,98E+01 |
| 30 | 7,61E+01 | 1,36E+00 | 4,15E+00 |
| 40 | 4,29E+01 | 9,06E-01 | 1,37E+00 |
| 50 | 4,05E+00 | 8,17E-01 | 1,05E+00 |
| 100 | 1,43E+00 | 5,44E-01 | 9,93E-01 |
| 200 | 1,25E+00 | 2,93E-01 | 7,02E-01 |
| 500 | 2,25E-01 | 2,72E-01 | 6,94E-01 |
| 1000 | 1,39E-01 | 1,83E-01 | 4,81E-01 |
| 5000 | 6,78E-02 | 8,21E-02 | 3,03E-01 |

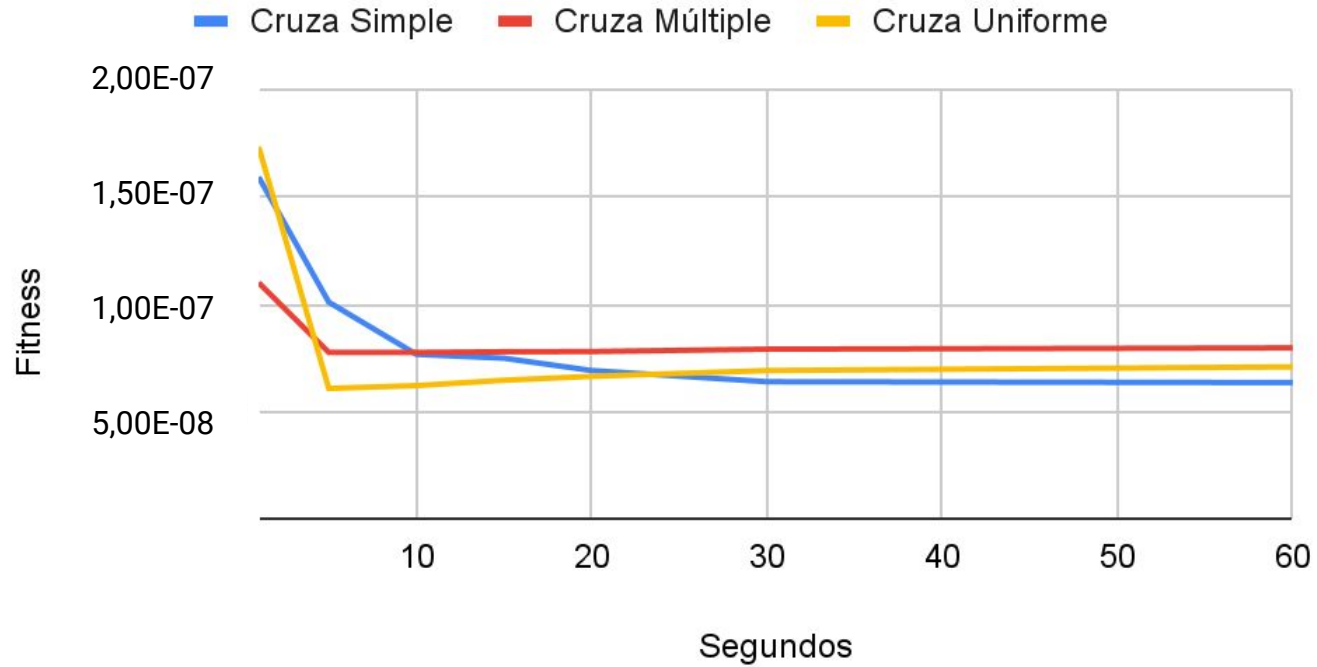
N° de generaciones - Mejor Fitness



Mejor fitness en n segundos

| Mejor fitness en segundos | Cruza Simple | Cruza Múltiple | Cruza Uniforme |
|---------------------------|--------------|----------------|----------------|
| 1 | 1,59E-01 | 1,10E-01 | 1,73E-01 |
| 5 | 1,01E-01 | 7,98E-02 | 7,10E-02 |
| 10 | 7,68E-02 | 7,92E-02 | 6,93E-02 |
| 15 | 7,50E-02 | 7,81E-02 | 6,66E-02 |
| 20 | 6,93E-02 | 7,80E-02 | 6,48E-02 |
| 30 | 6,41E-02 | 7,77E-02 | 6,23E-02 |
| 60 | 6,37E-02 | 7,77E-02 | 6,10E-02 |

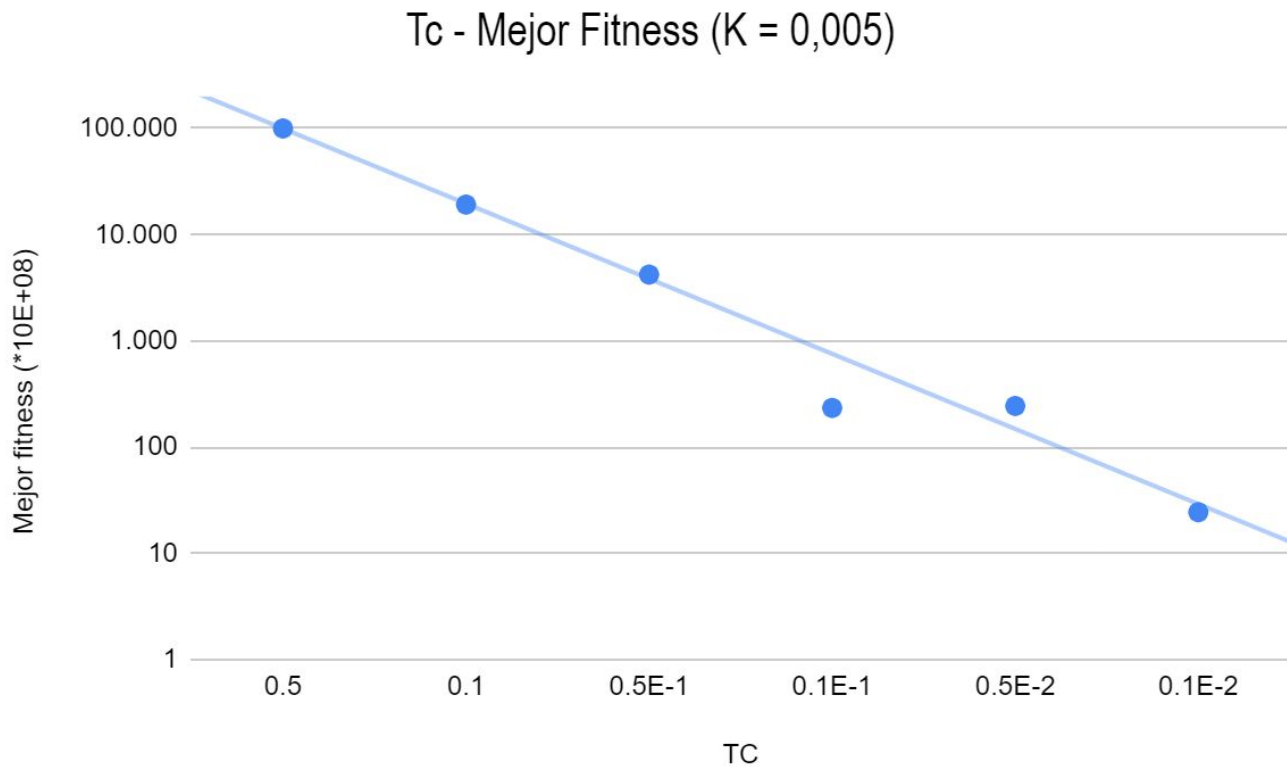
N segundos - Mejor fitness



Resultados Boltzmann

| TC | Mejor fitness |
|--------|---------------|
| 0.5 | 100.000 |
| 0.1 | 19.200 |
| 0.5E-1 | 4.210 |
| 0.1E-1 | 234 |
| 0.5E-2 | 244 |
| 0.1E-2 | 24 |

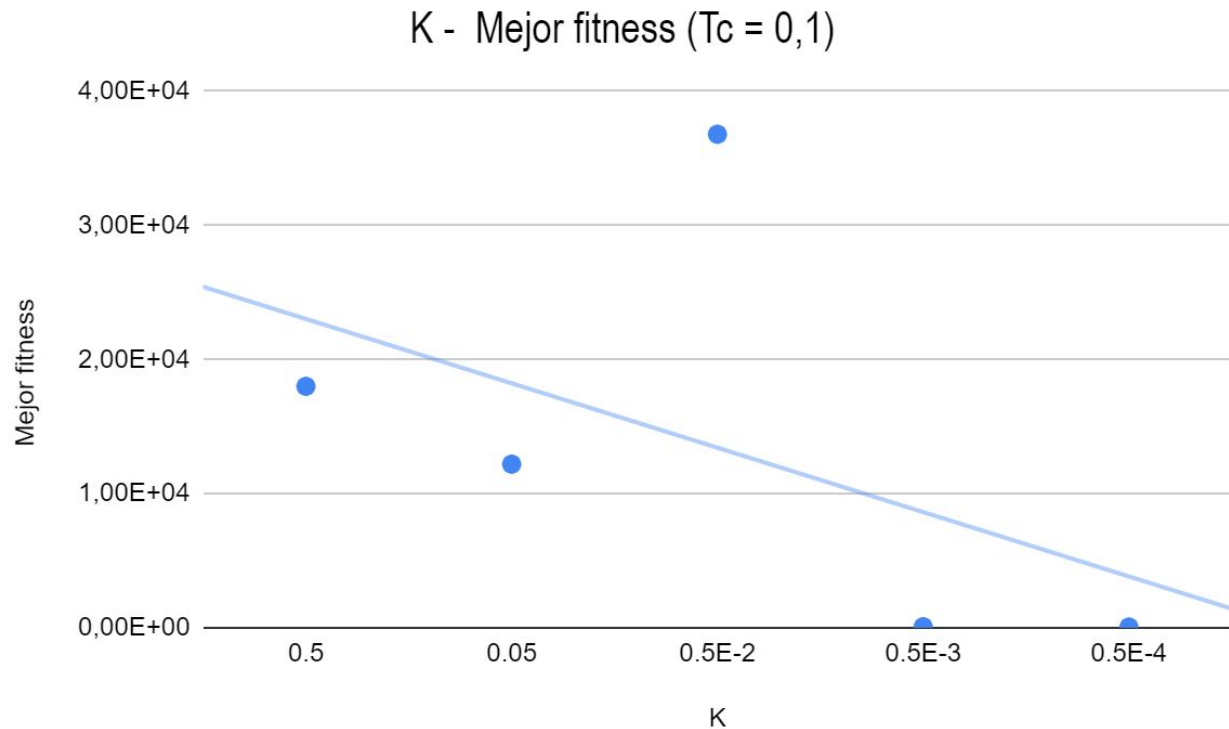
(5000 generaciones)



Resultados Boltzmann

| K | Mejor fitness |
|------|---------------|
| 5E-1 | 1,80E+04 |
| 5E-2 | 1,22E+04 |
| 5E-3 | 3,68E+04 |
| 5E-4 | 7,90E+01 |
| 5E-5 | 5,46E+01 |

(5000 generaciones)



Conclusión

Tras el estudio de los resultados mencionados, alcanzamos las siguientes conclusiones:

- Los experimentos muestran un altísimo grado de aleatoriedad, provocando poca consistencia en algunos resultados
- Se observan patrones respecto de la convergencia a valores máximos de fitness para los distintos experimentos
- La incidencia del azar se ve reducida realizándose el experimento con un mayor número de generaciones

