

Cómputo Evolutivo

Tarea 2. Elitismo y Operadores de Selección.

DANIEL ROJO MATA

danielrojomata@gmail.com

Fecha de Entrega: 9 de Septiembre de 2025

Observación Importante:

Se reutiliza el código implementado en la tarea pasada, esto es, del archivo llamado `Tarea1.py`. Para esta tarea se crearon los archivos:

- `Elitismo.py`
- `Operadores_Seleccion.py`
- `Utilidades.py`
- `Tarea2.py`

El archivo que ejecuta el flujo del programa es `Tarea2.py`.

Problema y configuración del AG

El objetivo es **minimizar** las funciones *Esfera*, *Bukin*, *Himmelblau*, *Eggholder*, *Easom* mediante un **Algoritmo Genético (AG)** con representación binaria por variable. Los parámetros mantenidos **constantes** en todos los experimentos son: tamaño de población M , número de generaciones G , operador de cruza (1 punto) con probabilidad p_c , mutación por bit con $p_m = 1/L$ (siendo L la longitud total del cromosoma), rangos/precisión y la función de aptitud f .

Lo único que cambia entre ejecuciones es el **operador de selección** y el **esquema de elitismo**.

Operadores de selección

- **Ruleta.** Maneja fitness negativos/ceros con *shift* e inversión: $g = f - \min(f)$ y $a = 1/(1+g)$, normalizado a probabilidades.

- **SUS (Stochastic Universal Sampling)**. Toma k puntos equidistantes en $[0, 1)$ con un offset aleatorio. Misma proporcionalidad que Ruleta, pero con **menor varianza**, trayectorias más estables.
- **Torneo**. Determinista, $k = 3$, con reemplazo y desempate aleatorio. En cada torneo gana el de menor fitness. La presión de selección crece con k .
- **Aleatoria**. Selección uniforme, sin presión. Sirve como *testigo* para mostrar convergencia lenta.

Elitismo

Se probaron tres modos:

- *best_one*: pasa el mejor individuo.
- *top_percent*: pasa el 5 % superior de la población.
- *total*: pasan todos los individuos.

El mecanismo de inserción usado fue *replace_worst*, donde los elites reemplazan a los peores de la descendencia. Las elites **no pasan por cruza ni mutación**, lo que preserva progreso. El elitismo *top 5 %* ofrece buen balance entre explotación y diversidad.

Setup experimental

Se fijaron M, G, p_c, p_m según cada función de prueba. Para cada problema se ejecutaron las combinaciones de selección (*Aleatoria*, *Ruleta*, *SUS*, *Torneo* $k = 3$) con elitismo (*best_one* o *top 5 %*). Se registraron curvas de **mejor** y **media** de fitness por generación.

Resultados y análisis

Easom

Óptimo $f^* = -1$. SUS y Torneo($k=3$) alcanzan el óptimo rápidamente; Ruleta llega pero con mayor oscilación; Aleatoria progresa poco. La menor varianza de SUS y la presión del torneo ayudan la convergencia.

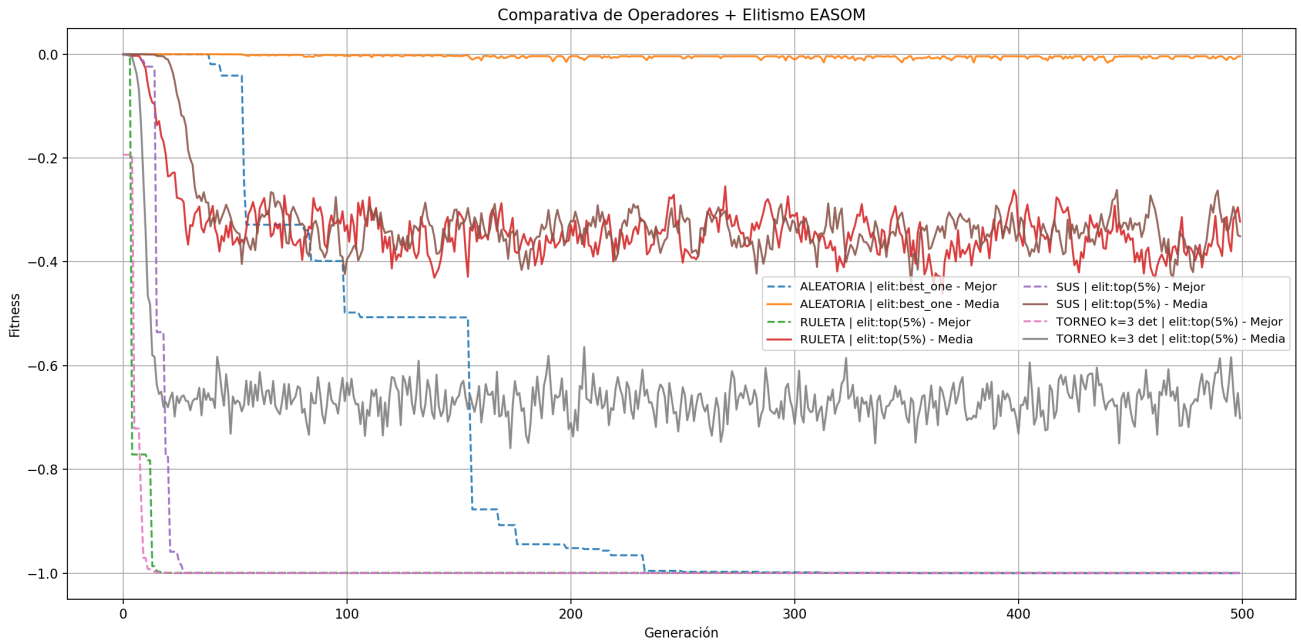


Figura 1: Comparativa de operadores con elitismo en *Easom*.

Eggholder

Altamente multimodal, $f^* \approx -959.64$. SUS y Torneo(k=3) se acercan al óptimo; Ruleta se estanca alrededor de -800 ; Aleatoria casi no mejora. Elitismo protege buenos individuos.

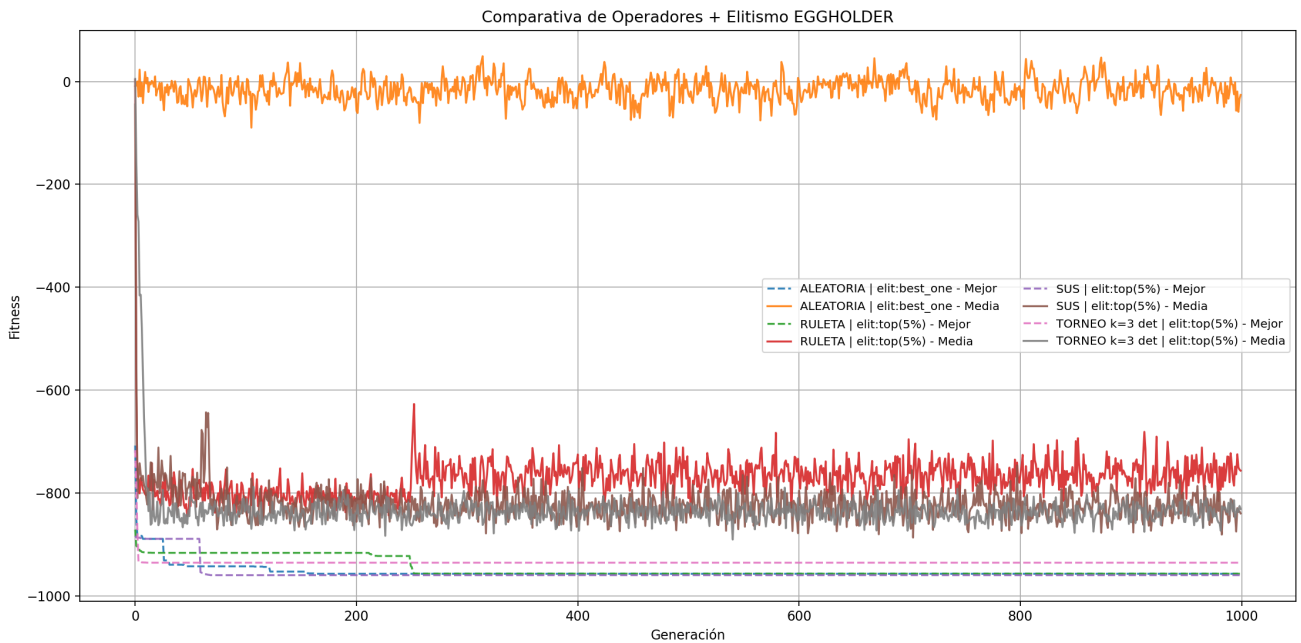


Figura 2: Comparativa de operadores con elitismo en *Eggholder*.

Himmelblau

Múltiples mínimos con valor 0. SUS y Torneo llegan a $f \approx 0$ muy pronto; Ruleta es más ruidosa; Aleatoria mantiene medias altas. Torneo es robusto al escalado, SUS reduce varianza.

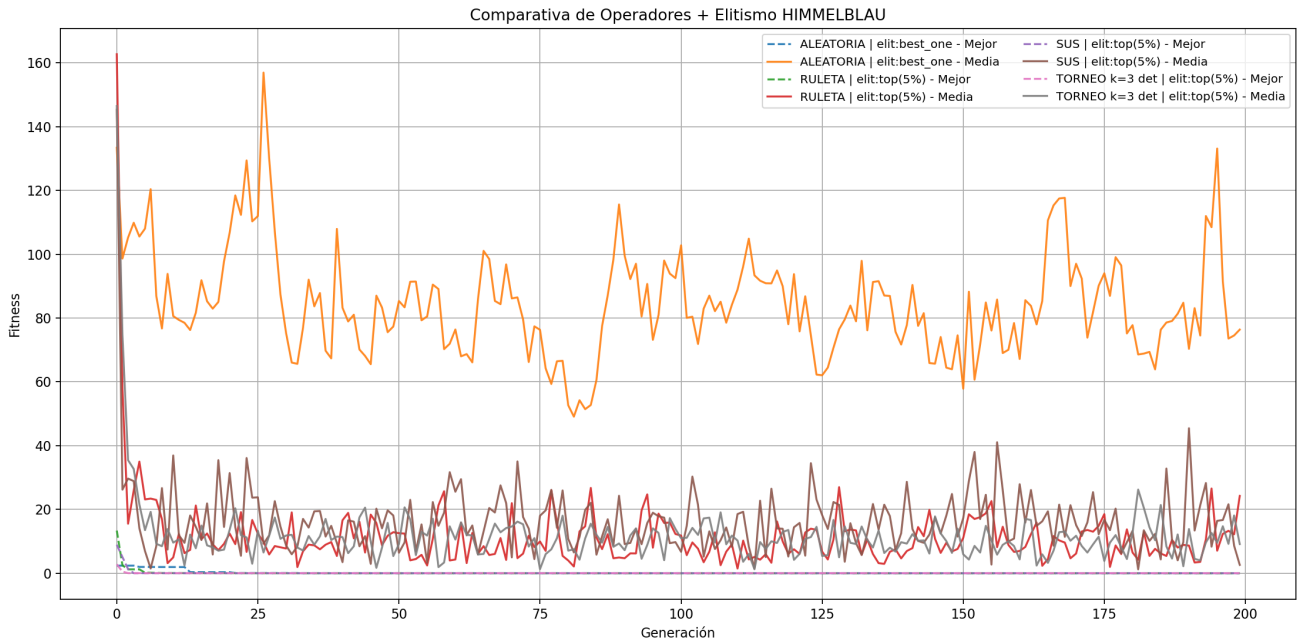


Figura 3: Comparativa de operadores con elitismo en *Himmelblau*.

Bukin y Esfera

Patrones similares: SUS y Torneo más rápidos y estables, Ruleta intermedio, Aleatoria la peor.

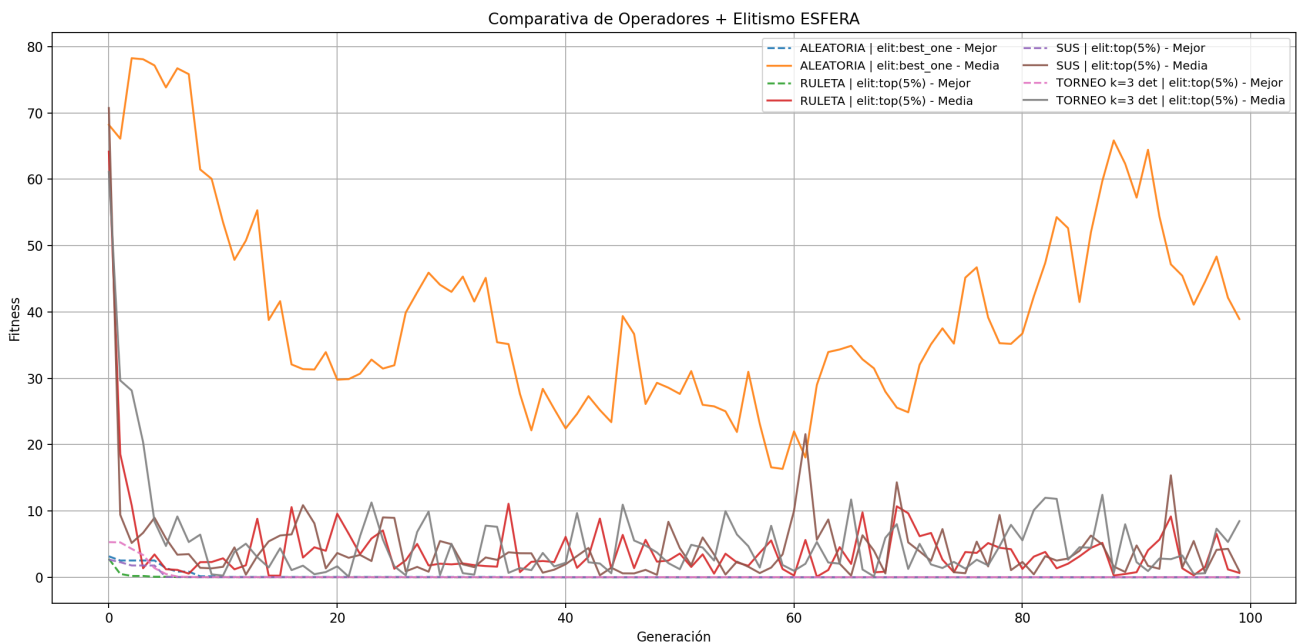


Figura 4: Comparativa de operadores con elitismo en *Esfera*.

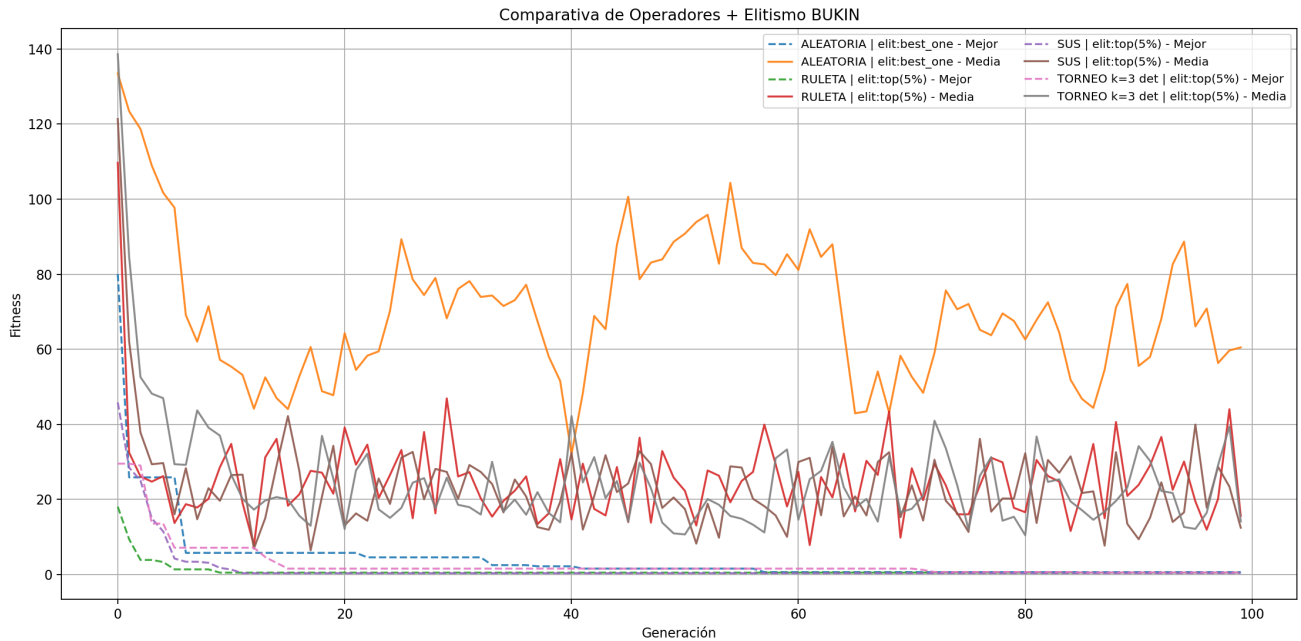


Figura 5: Comparativa de operadores con elitismo en *Bukin*.

Mejor combinación

Las combinaciones **Torneo determinista $k = 3$ + elitismo top 5 %** y **SUS + elitismo top 5 %** resultaron superiores. Torneo ofrece más **velocidad** de convergencia; SUS da trayectorias más **suaves**. Ruleta es intermedio, Aleatoria confirma la necesidad de presión de selección.

Limitaciones

- Mayor presión acelera convergencia pero arriesga **convergencia prematura**.
- Elitismo top 5 % estabiliza, pero demasiado elitismo reduce exploración.
- Resultados dependen de la semilla; se sugiere promediar varias corridas.

Conclusiones

1. **Torneo $k = 3$ + top 5 %** y **SUS + top 5 %** ofrecen la mejor combinación de rapidez, calidad y estabilidad.
2. Ruleta funciona, pero su mayor varianza produce trayectorias ruidosas.
3. Elitismo top 5 % es un punto ideal para preservar diversidad.
4. En problemas multimodales puede usarse Torneo probabilístico para suavizar la presión.

Tabla resumen

Cuadro 1: Resumen cualitativo de desempeño por operador con elitismo top 5 %.

Operador	Velocidad	Estabilidad	Calidad final
Torneo (k=3, det.)	Alta	Alta	Muy buena
SUS	Alta	Muy alta	Muy buena
Ruleta	Media	Media/baja	Media
Aleatoria	Baja	Baja	Baja