

# Simulación de un Sistema de Colas en un Restaurante de Comida Rápida

Anthony David Fuentes Calvo  
Carlos Antonio Murcia Mora

29 de enero de 2026

## 1. Configuración del Modelo

Los costos por servidor utilizados en la simulación fueron:

- Freidora: \$200
- Caja: \$500
- Refrescos: \$750
- Pollo: \$100

La distribución de llegadas se modeló como una distribución exponencial con media de 1 minuto. Las distribuciones de servicio fueron:

- Caja: Exponencial (media = 3 min)
- Freidora: Exponencial (media = 2.5 min)
- Refrescos: Exponencial (media = 1.5 min)
- Pollo: Exponencial (media = 4 min)

Los tipos de pedido considerados fueron:

- Solo refresco (30 %)
- Frito y refresco (35 %)
- Pollo y refresco (25 %)
- Combo completo (10 %)

La simulación se ejecutó con 2000 clientes, 200 de calentamiento, 30 réplicas y semilla 12345. El objetivo del sistema fue mantener la espera promedio en cola por debajo de 3 minutos.

## 2. Resultados del Caso Base

El tiempo promedio en el sistema fue:

$$W = 11,70 \text{ minutos}$$

La espera total promedio en colas fue:

$$W_q = 2,76 \text{ minutos}$$

Por estación:

- Caja: 1.36 min
- Freidora: 0.05 min
- Refrescos: 0.96 min
- Pollo: 0.72 min

Estos resultados cumplen con el objetivo del sistema, manteniendo tiempos de espera aceptables para los clientes.

## 3. Análisis del Escenario 2(c): Presupuesto \$3000

La configuración evaluada fue:

$$\{\text{Caja} = 2, \text{Freidora} = 1, \text{Refrescos} = 2, \text{Pollo} = 3\}$$

con un costo total de \$3000. Sin embargo, esta configuración produjo una espera promedio de aproximadamente:

$$W_q \approx 1004,7 \text{ minutos}$$

lo cual indica inestabilidad del sistema. En particular, la estación de freidora presentó una utilización mayor que 1, generando crecimiento ilimitado de la cola.

Una configuración estable alternativa dentro del mismo presupuesto es:

$$\{\text{Caja} = 2, \text{Freidora} = 2, \text{Refrescos} = 2, \text{Pollo} = 2\}$$

con costo total:

$$2(500) + 2(200) + 2(750) + 2(100) = \$3000$$

Esta distribución mantiene todas las estaciones con utilización menor que 1 y reduce significativamente el tiempo de espera promedio.

# Resultados Gráficos

## Caso A

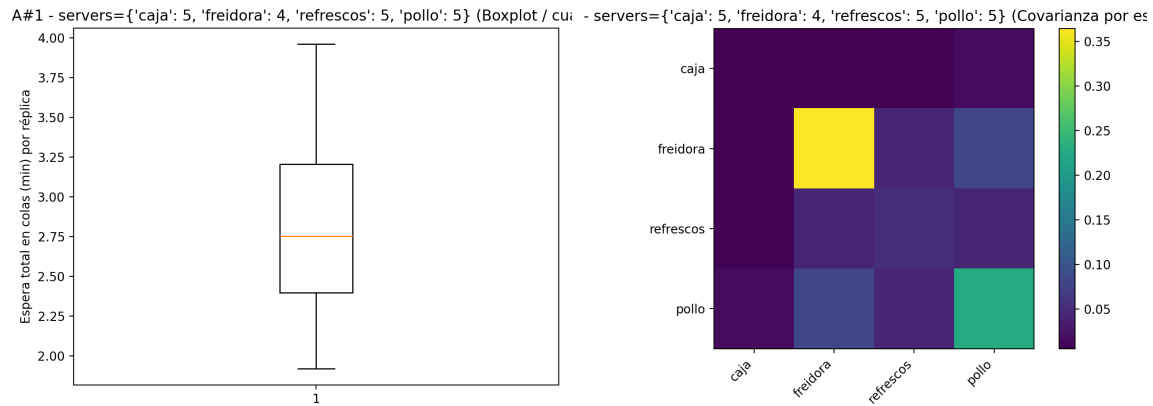


Figura 1: Caso A1: Boxplot y Covarianza

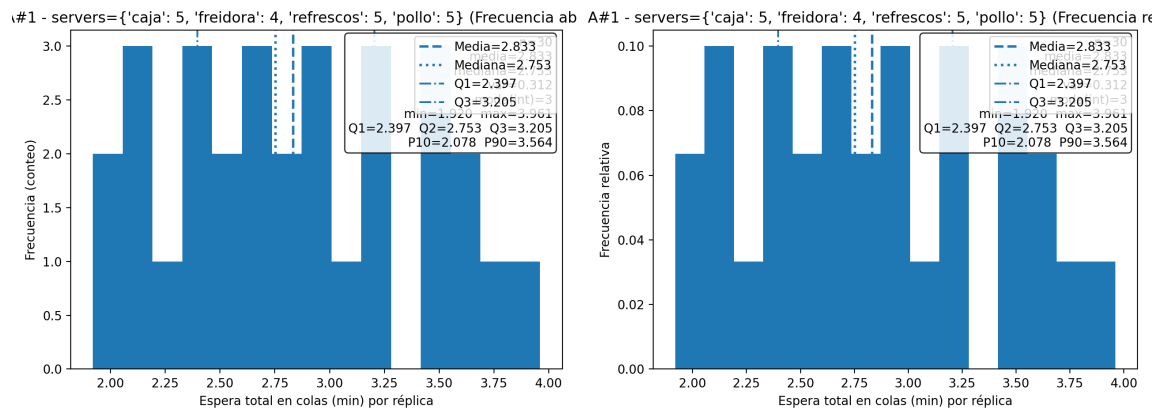


Figura 2: Caso A1: Histogramas absoluto y relativo

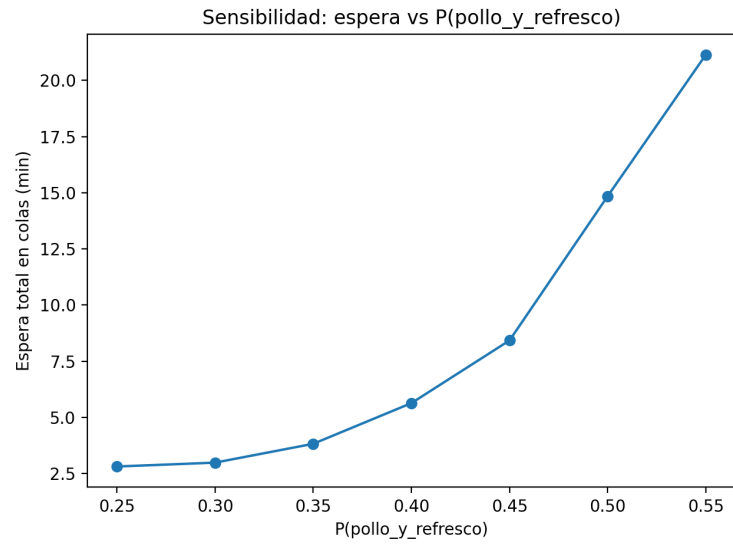


Figura 3: Caso A1: Análisis de sensibilidad (pollo)

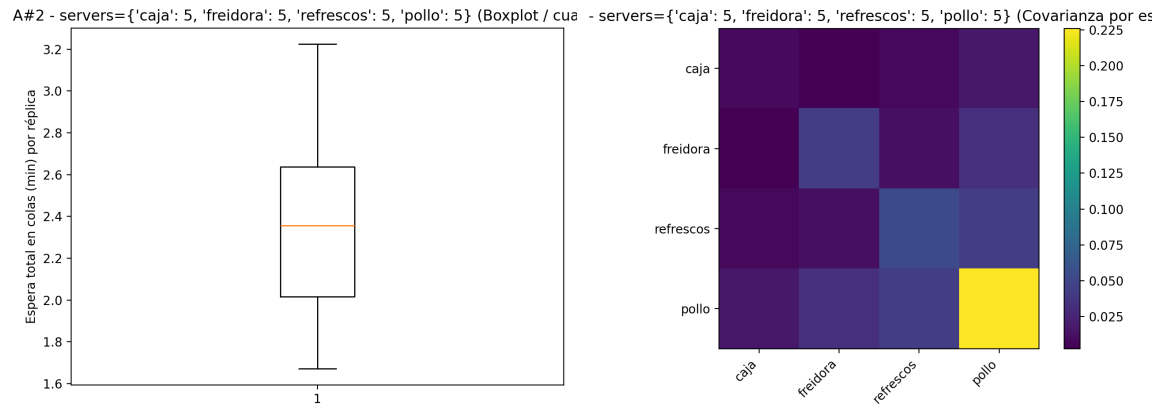


Figura 4: Caso A2: Boxplot y Covarianza

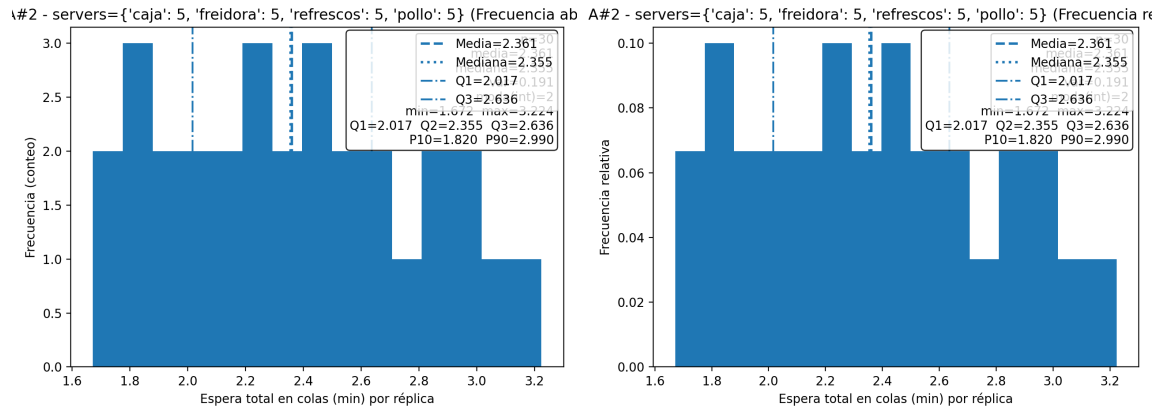


Figura 5: Caso A2: Histogramas absoluto y relativo

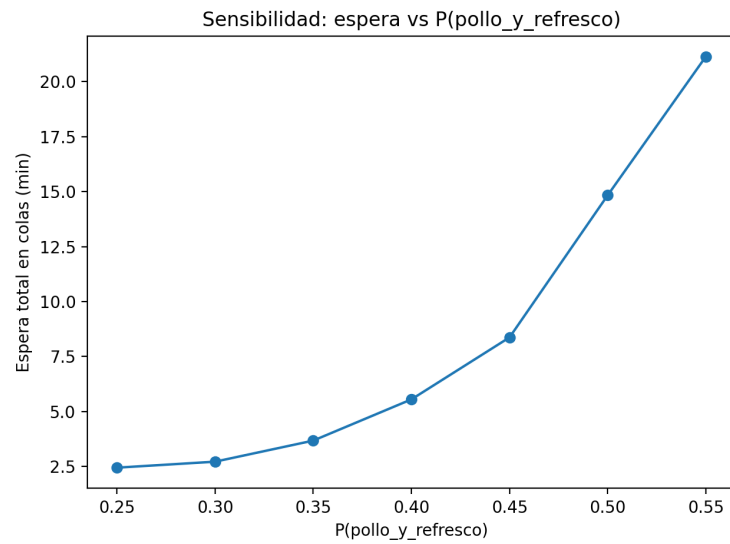


Figura 6: Caso A2: Análisis de sensibilidad (pollo)

## Caso B

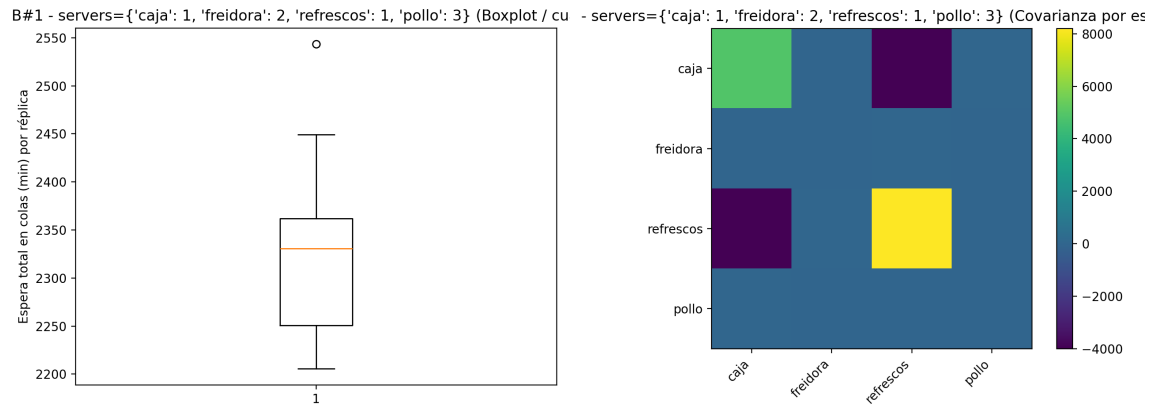


Figura 7: Caso B1: Boxplot y Covarianza

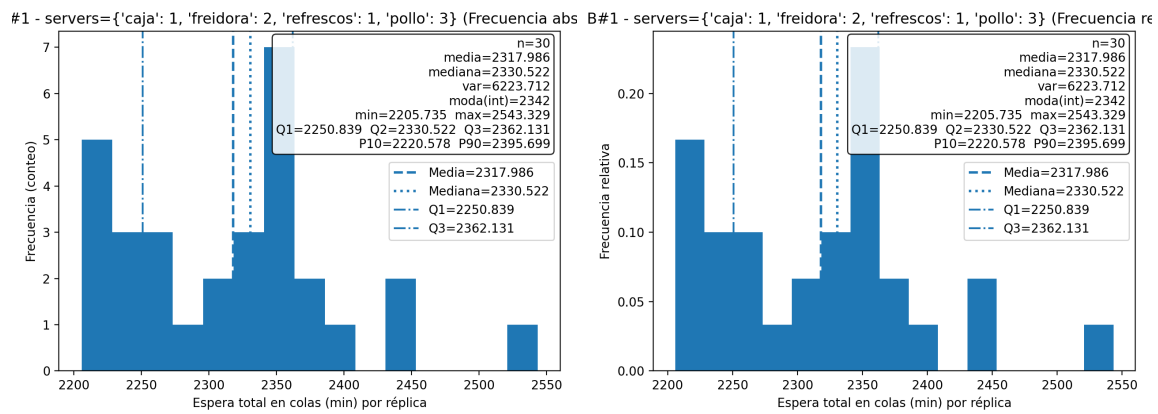


Figura 8: Caso B1: Histogramas absoluto y relativo

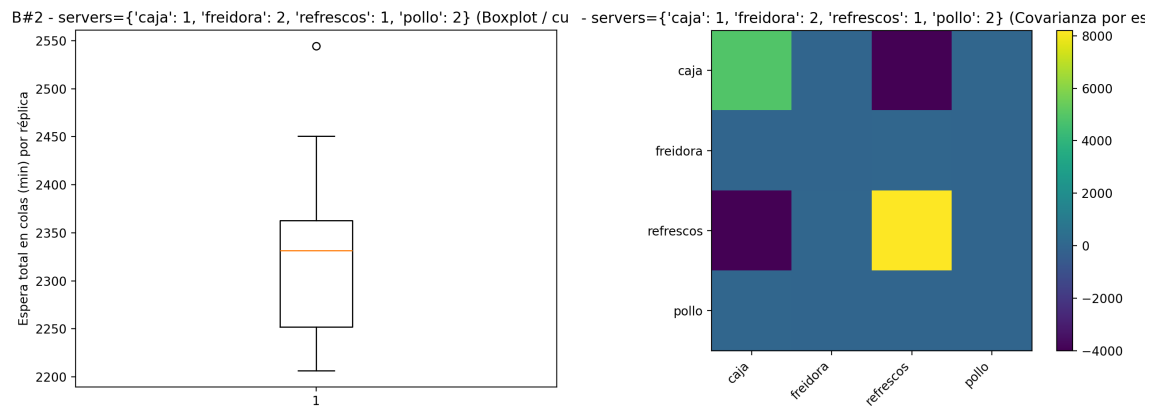


Figura 9: Caso B2: Boxplot y Covarianza

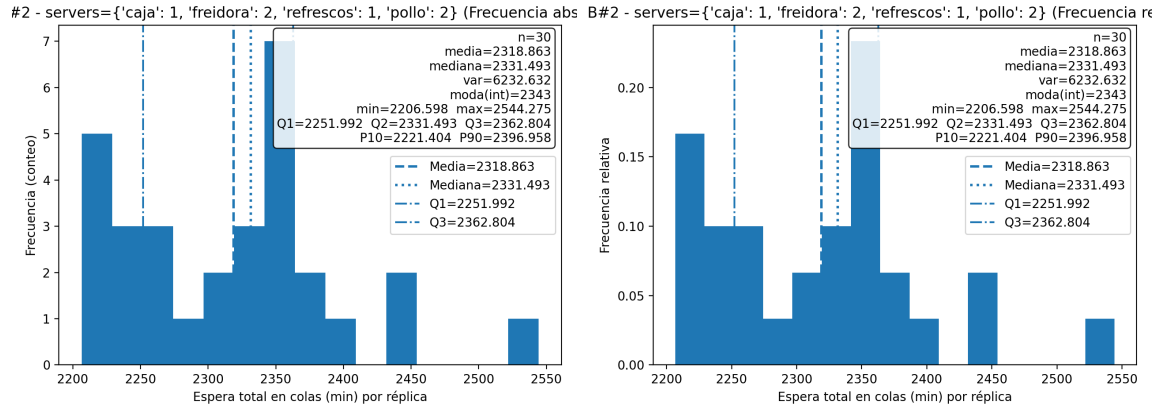


Figura 10: Caso B2: Histogramas absoluto y relativo

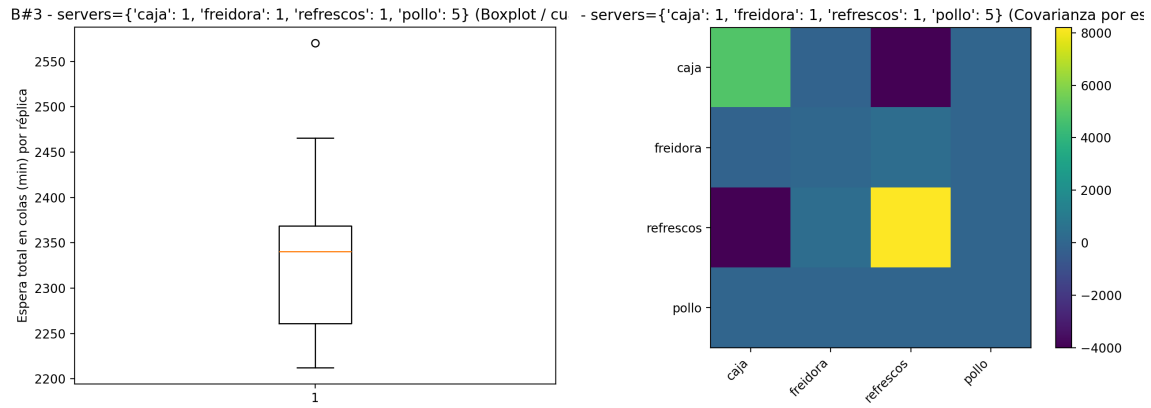


Figura 11: Caso B3: Boxplot y Covarianza

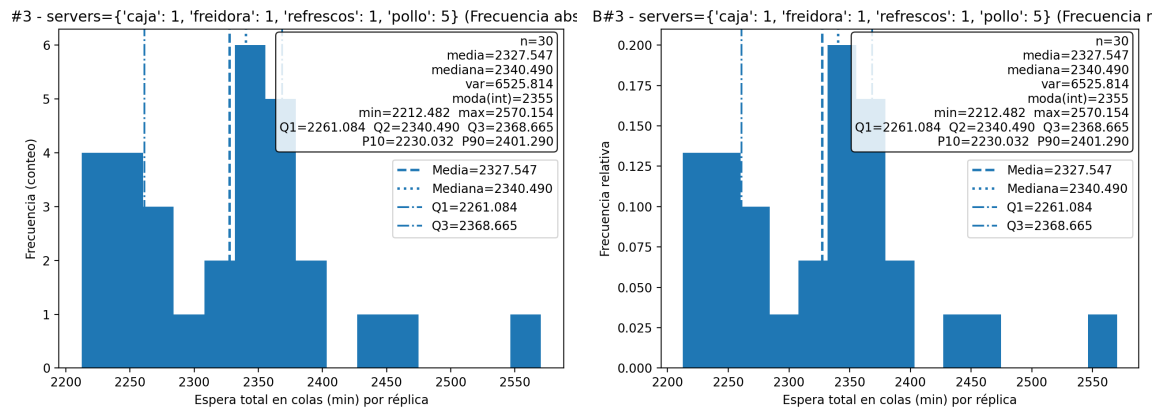


Figura 12: Caso B3: Histogramas absoluto y relativo

## Caso C

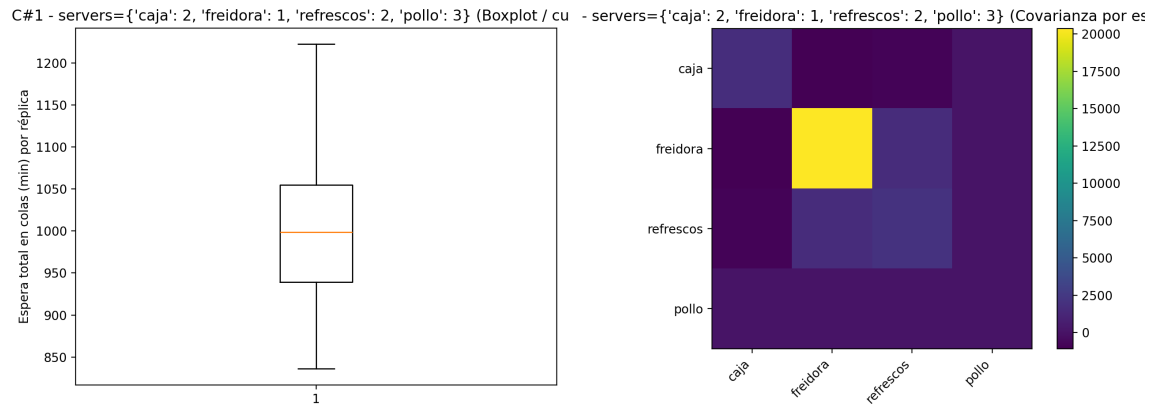


Figura 13: Caso C1: Boxplot y Covarianza

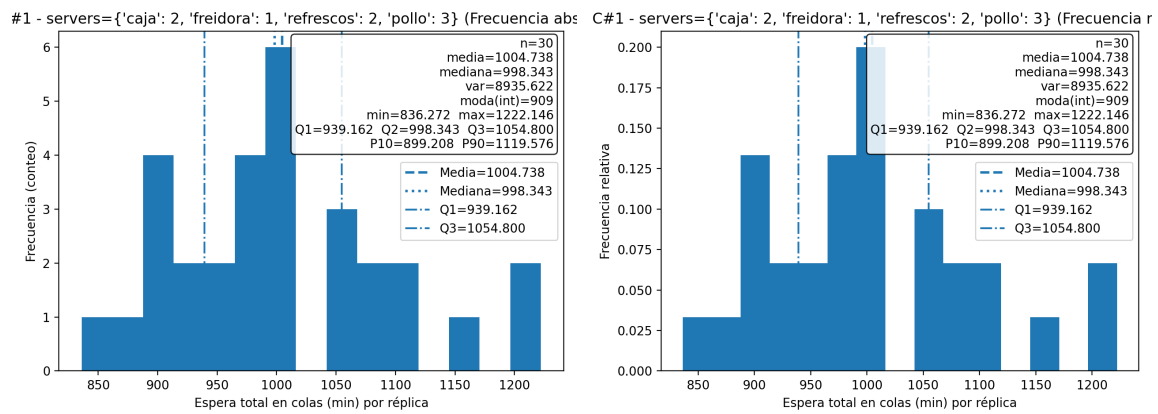


Figura 14: Caso C1: Histogramas absoluto y relativo

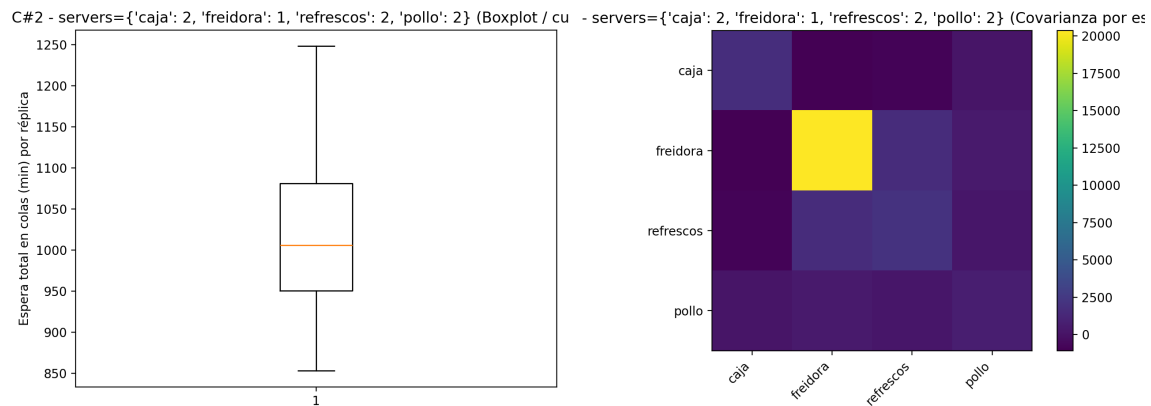


Figura 15: Caso C2: Boxplot y Covarianza



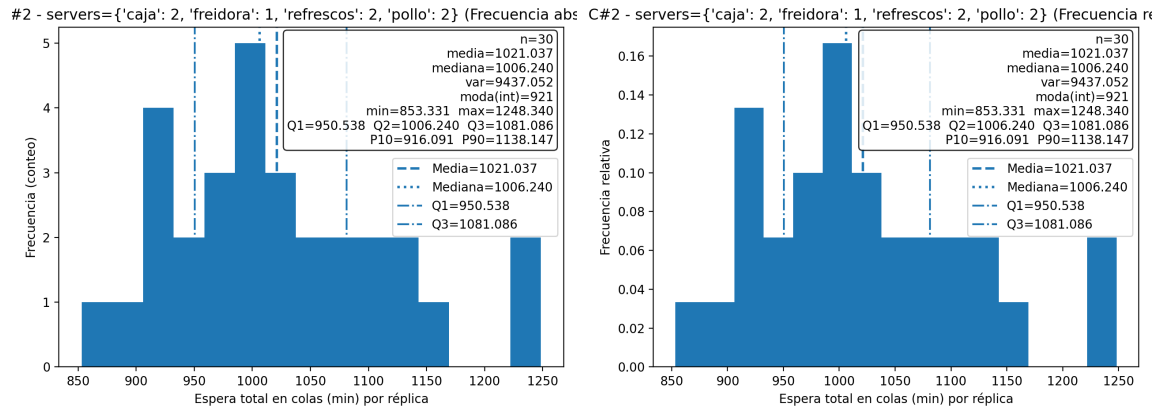


Figura 16: Caso C2: Histogramas absoluto y relativo

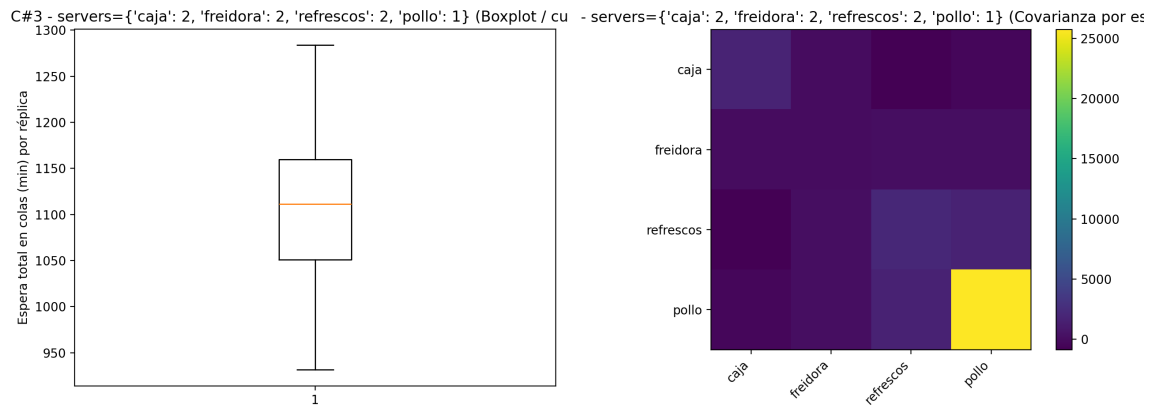


Figura 17: Caso C3: Boxplot y Covarianza

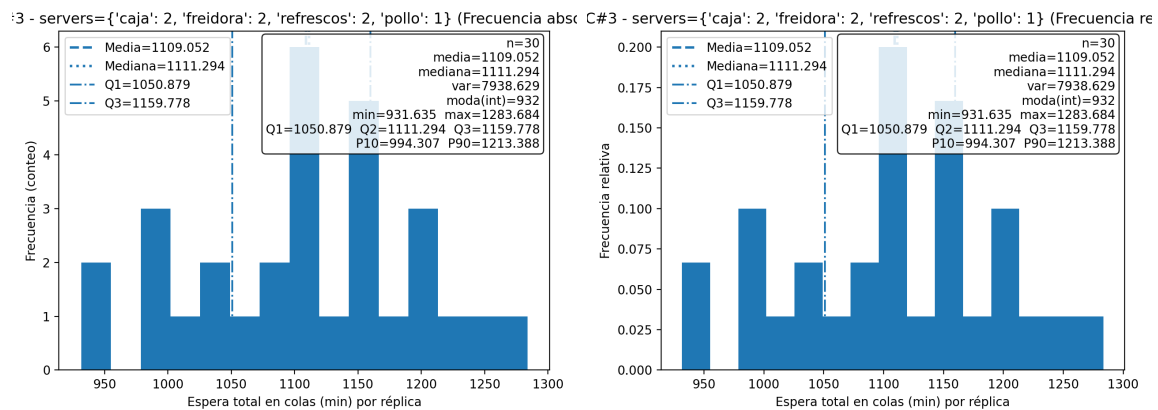


Figura 18: Caso C3: Histogramas absoluto y relativo

## Caso D

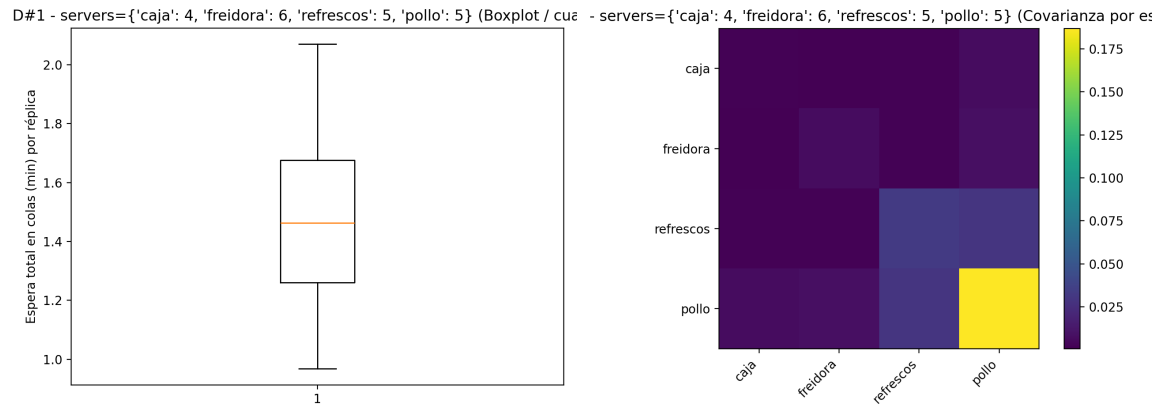


Figura 19: Caso D1: Boxplot y Covarianza

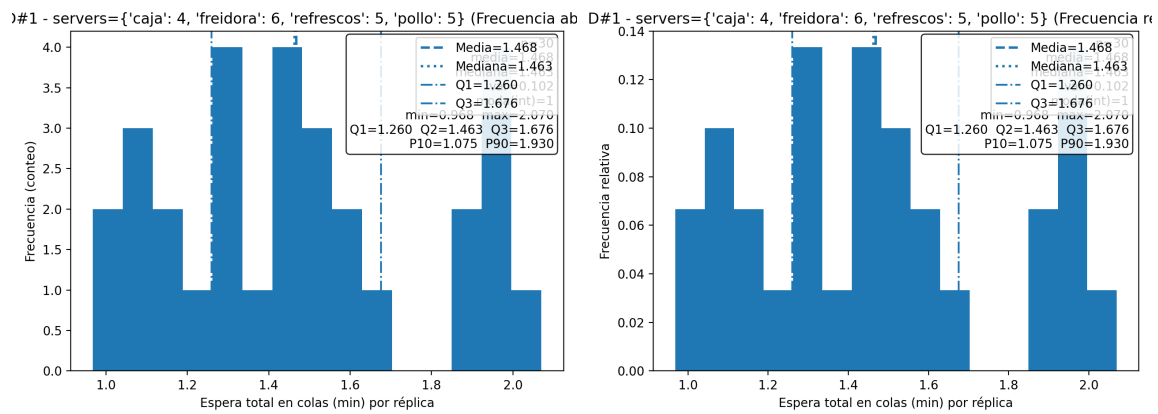


Figura 20: Caso D1: Histogramas absoluto y relativo

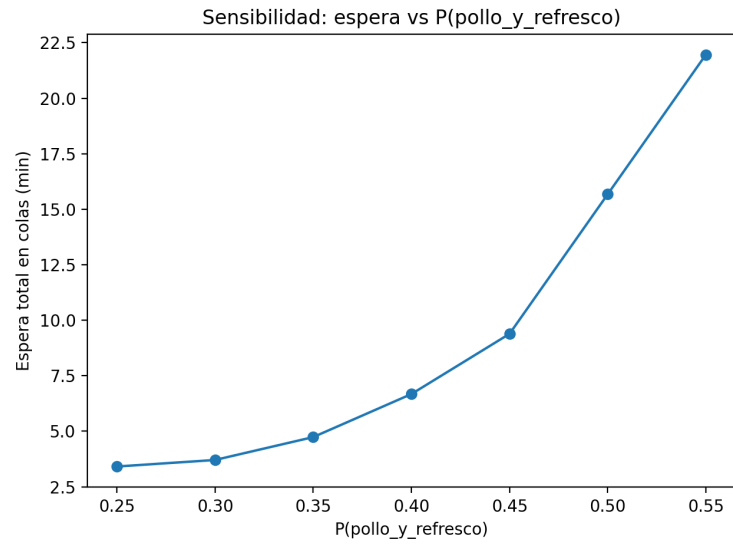


Figura 21: Caso D1: Análisis de sensibilidad (pollo)

## Caso E

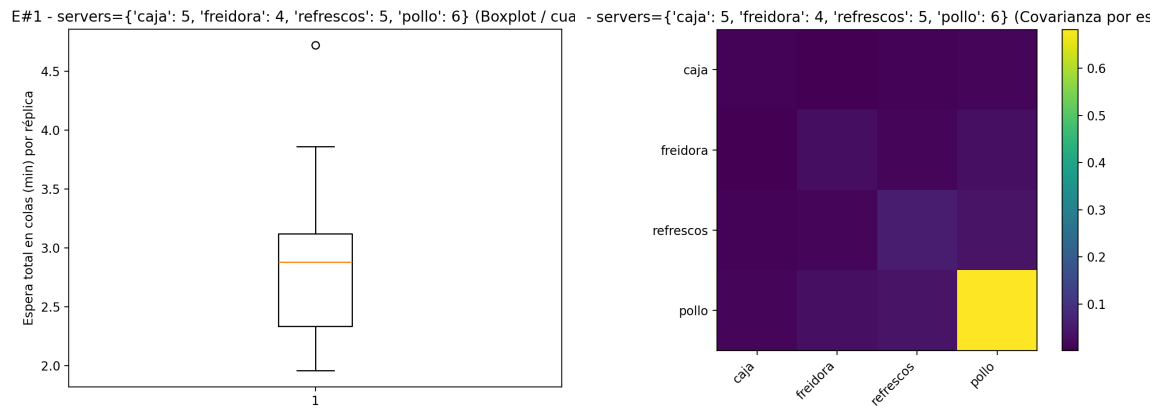


Figura 22: Caso E1: Boxplot y Covarianza

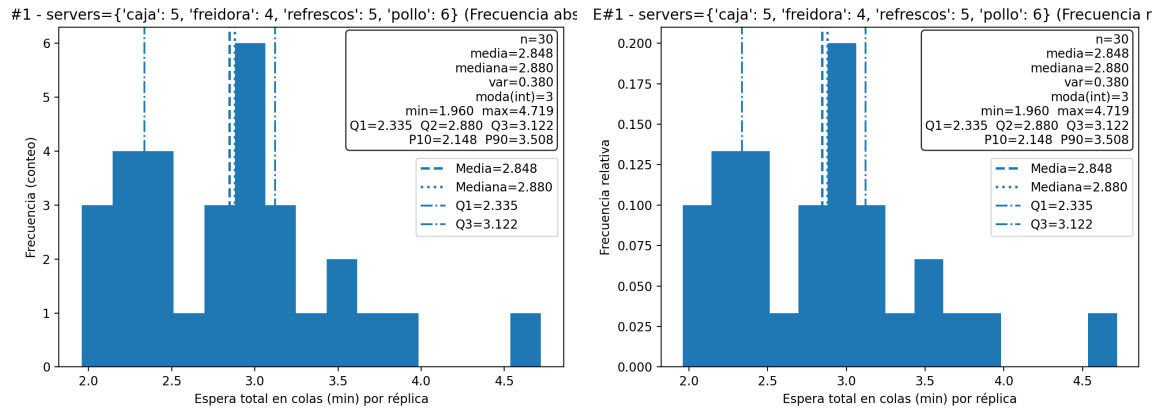


Figura 23: Caso E1: Histogramas absoluto y relativo

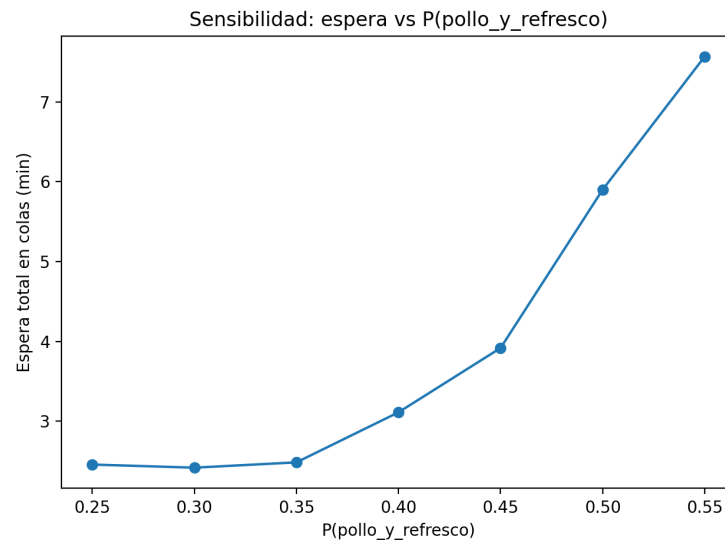


Figura 24: Caso E1: Análisis de sensibilidad (pollo)

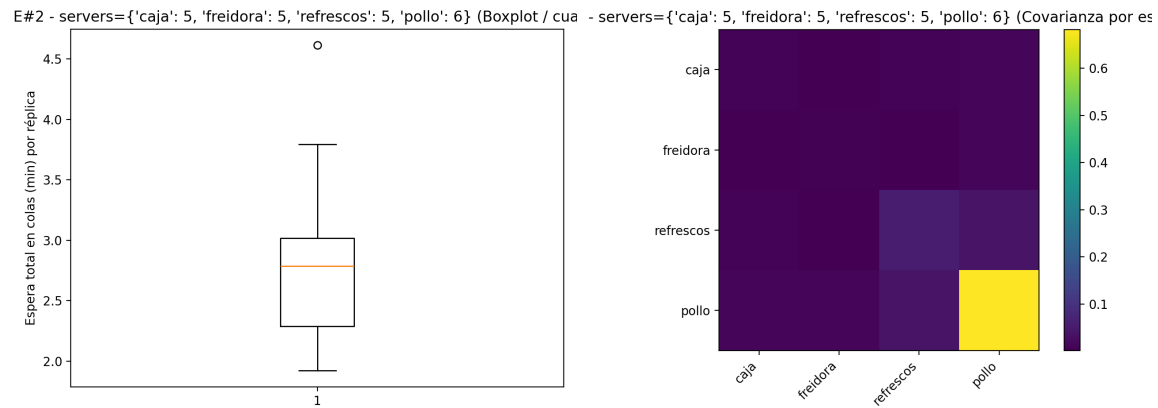


Figura 25: Caso E2: Boxplot y Covarianza

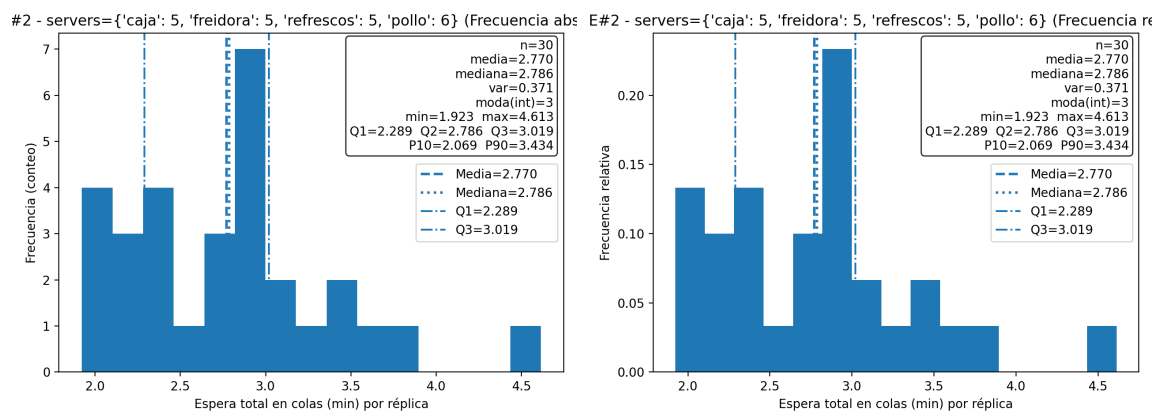


Figura 26: Caso E2: Histogramas absoluto y relativo

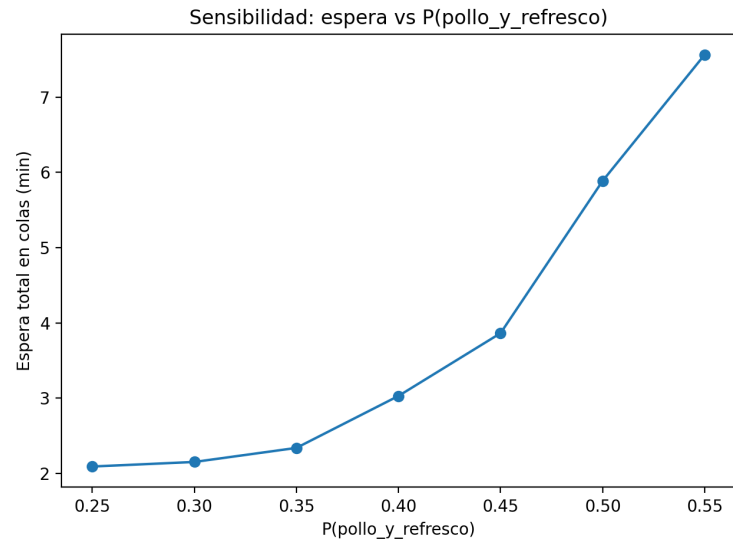


Figura 27: Caso E2: Análisis de sensibilidad (pollo)

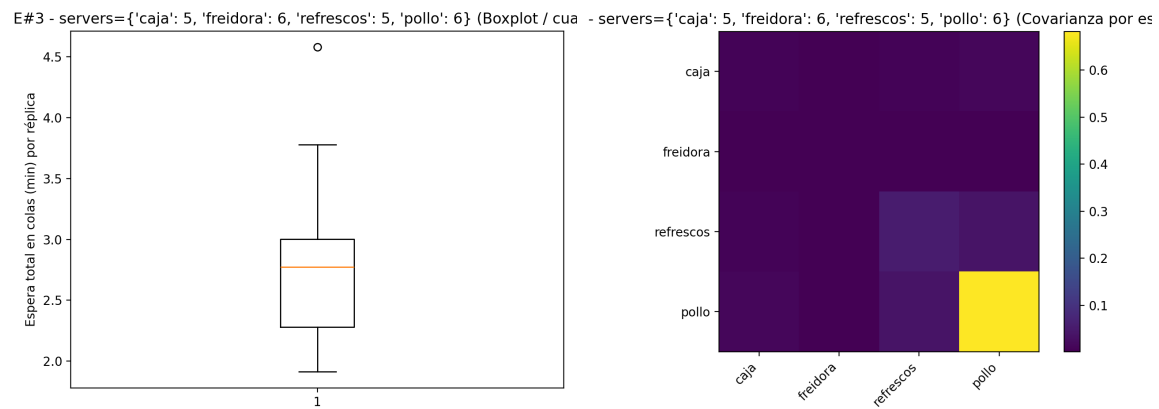


Figura 28: Caso E3: Boxplot y Covarianza

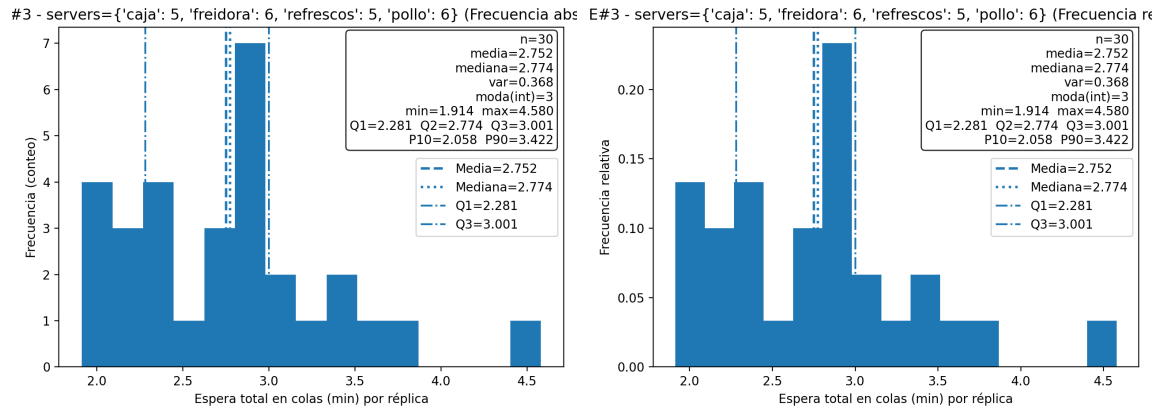


Figura 29: Caso E3: Histogramas absoluto y relativo

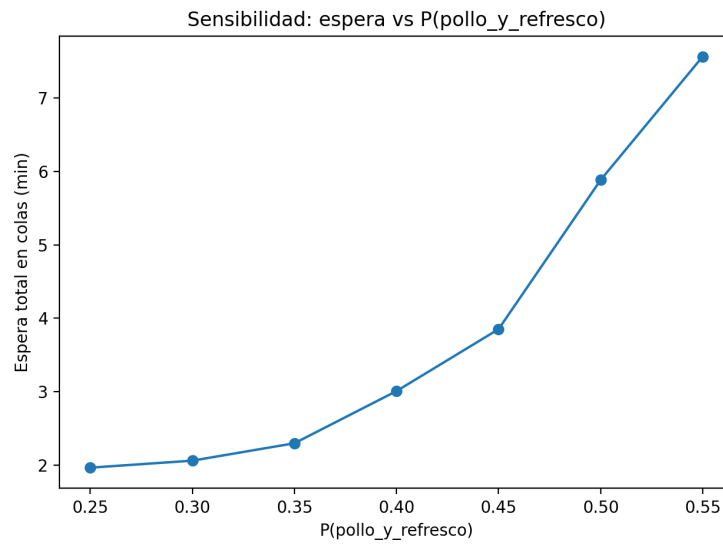


Figura 30: Caso E3: Análisis de sensibilidad (pollo)