

ESTUDIO POR SIMULACIÓN DEL DESEMPEÑO DE DISTINTOS MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE DISEÑOS EXPERIMENTALES BIFACTORIALES CON TAMAÑOS MUESTRALES PEQUEÑOS



Labadie N, Ferreyra J, Richiezi M, Allasia M, Ivancovich J, Silva Quintana S, Piskulic L, Bottai H, Racca L, Prunello M
Área Estadística y Procesamiento de Datos. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas.
Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina. Email: estadistica.fbioyf@gmail.com



PLANTEO DEL PROBLEMA

El uso de diseños factoriales se ha generalizado en el ámbito científico por su capacidad para detectar efectos de los factores en estudio y sus interacciones. En las Ciencias Biológicas es frecuente encontrarse con:

- Tamaños de muestra pequeño (n).
- Observaciones atípicas (Outliers).
- Heterocedasticidad
- Errores aleatorios no normales

No hay consenso acerca de la metodología conveniente en estos casos.

OBJETIVO: Evaluar la capacidad de distintas técnicas para ensayar el efecto interacción en diseños bifactoriales con tamaños muestrales pequeños a través de un estudio por simulación ante el incumplimiento de los supuestos clásicos.

Métodos comparados:

Método Clásico

Rangos Alineados (ART): Las respuestas son "alineadas": se les elimina todos los efectos excepto el evaluado y se les asigna rangos. Se aplica ANOVA y se mira la significación del efecto evaluado.

Puri & Sen (PS): Generalización del test de Kruskal-Wallis para diseños multifactoriales, aplicado sobre rangos

Van Der Warden (VDW): Similar a Puri & Sen, pero aplicado sobre scores normales en lugar de rangos

Alternativa Robusta (Rob): empleando el M-estimador de posición modificado a un paso basado en la Psi de Huber

Efectos presentes en la simulación de los datos:

Ningún efecto significativo	E1	Sólo interacción	E4
Un efecto principal	E2	Un efecto principal e interacción	E5
Ambos efectos principales	E3	Todos los efectos	E6

Se evalúa $P(E_i)$

Se evalúa la Potencia

- **Niveles de los factores:** A (2 niveles) y B (3 niveles)
- **Tamaño muestral:** $n = 3-10$, 20 por tratamiento
- **Distribución de los errores:** normal, lognormal
- **Variancias:** homocedasticidad, 2 variancias distintas (una p/c/ nivel del factor A), 6 variancias distintas (una p/c/ tratamiento)
- **Efecto tamaño:** 0.2, 0.8 y 1.5, definidas sobre la variancia
- **Proporción de outliers:** 0%, 10% y 30%
- **Nivel de significación:** 0.01, 0.05 y 0.10

La combinación de estas características da lugar a **2916 escenarios**. Para aquellos resaltados se simuló 2000 conjuntos de datos, que fueron analizados con todas las técnicas, registrando las probabilidades asociadas correspondientes para luego calcular $P(E_i)$ y potencia empíricas

IMPLEMENTACIÓN EN R

Programa Principal

Input

- Parámetros por consola que setean los escenarios a correr, n^o de sims, cores a usar

Proceso

- Configura clusters
- Define de secuencia de escenarios a evaluar
- Invoca para c/u a la función simBiFact

Output

- Funciona los resultados y los guarda en archivos .txt

Función simBiFact()

- Características de un escenario

- Prepara las estructuras para iterar la simulación de los datos (cálculo de los efectos tamaño, distribución de los errores) y el almacenamiento de los rtdos
- Paraleliza las iteraciones con foreach()

- Una lista con las $P(E_i)$ y Potencias estimadas para la significación de cada efecto

Iteración en foreach()

- Características del escenario, funciones para implementar los análisis: metodoMC, metodoART, metodoPS, metodoVDW, metodoRob

- Simula los datos para cada iteración del escenario, aplica todos los métodos

- Para cada iteración devuelve una lista con los objetos resultantes de los métodos

Paquetes utilizados:
doSNOW, ggplot2, tidyr, dplyr, ARTool, WSR2

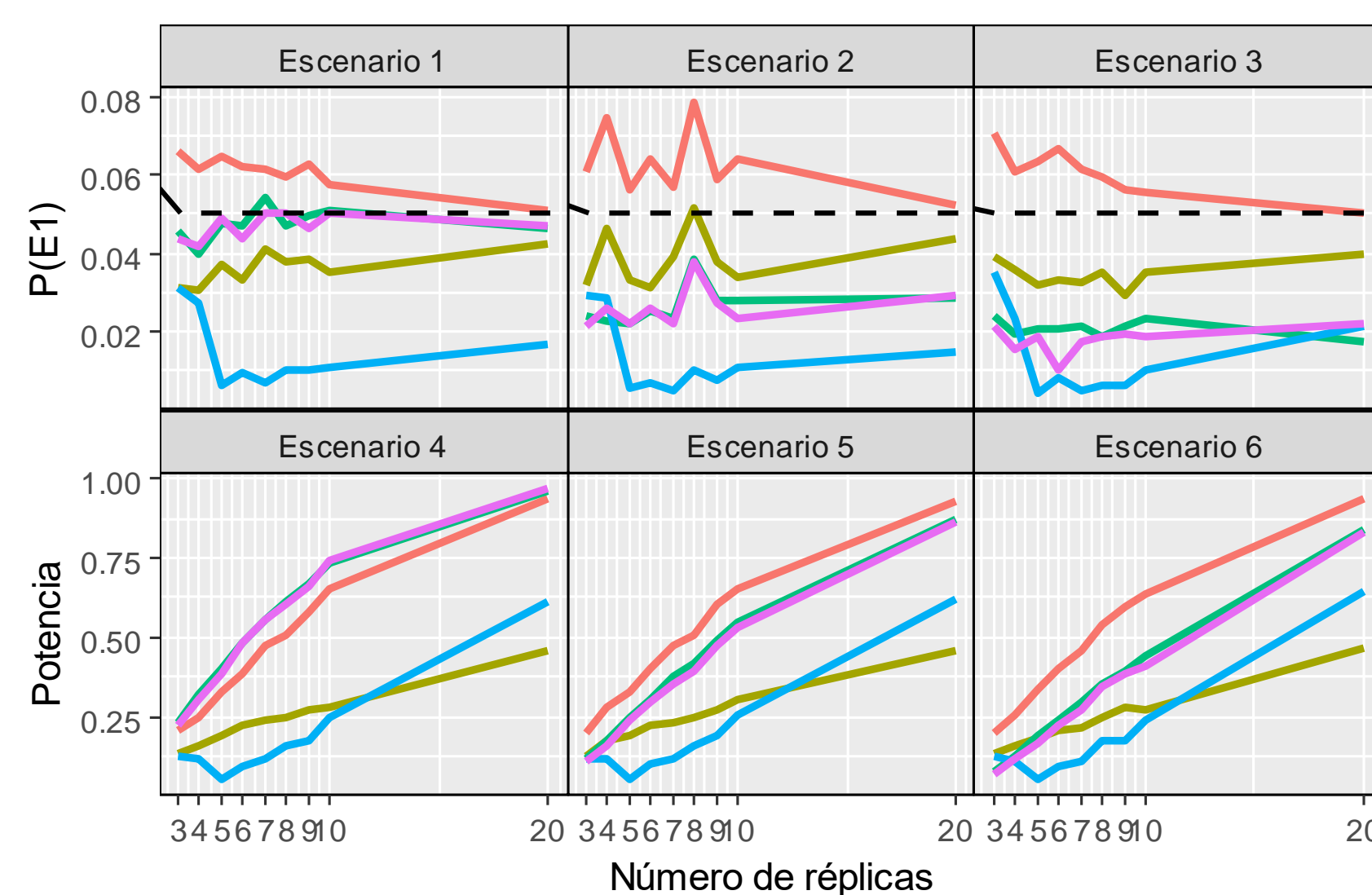
Las simulaciones se corrieron en el Centro de Cómputos de Alto Rendimiento del CCT Rosario (CONICET)

Aprox 3.5 min por escenario a 15 núcleos

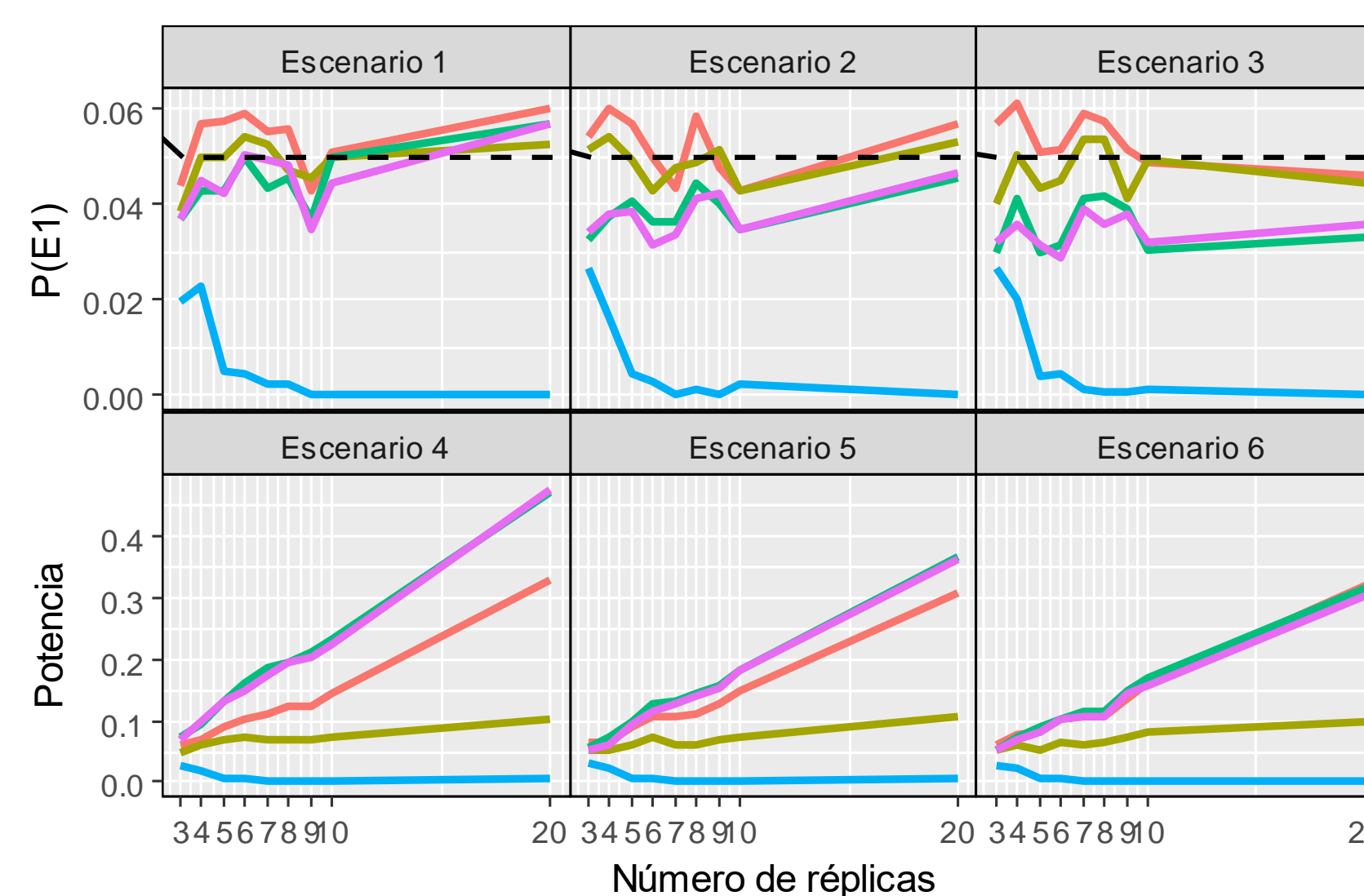
RESULTADOS

Test de significación de la interacción

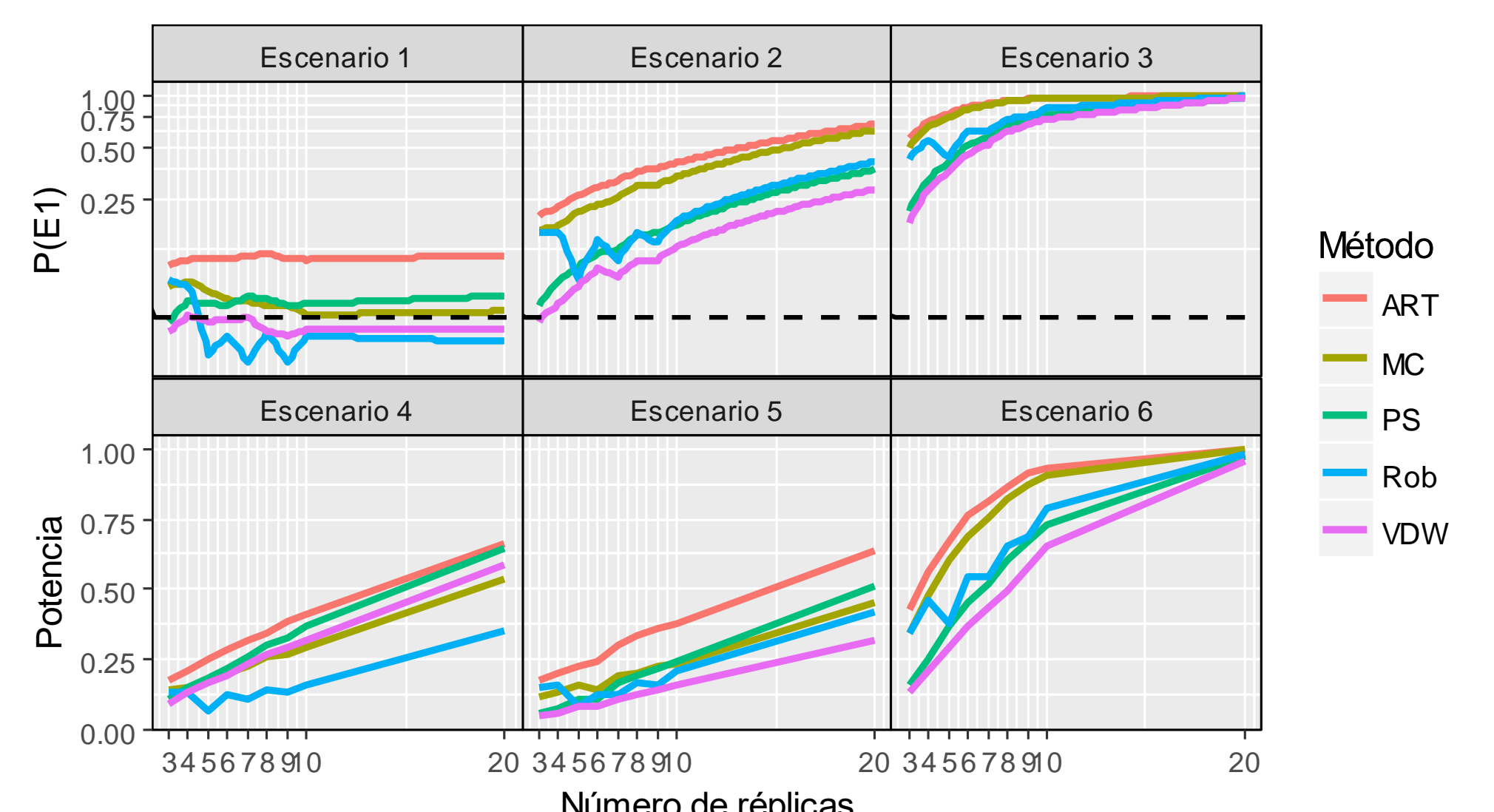
a) NO NORMALIDAD DE LOS ERRORES ALEATORIOS:



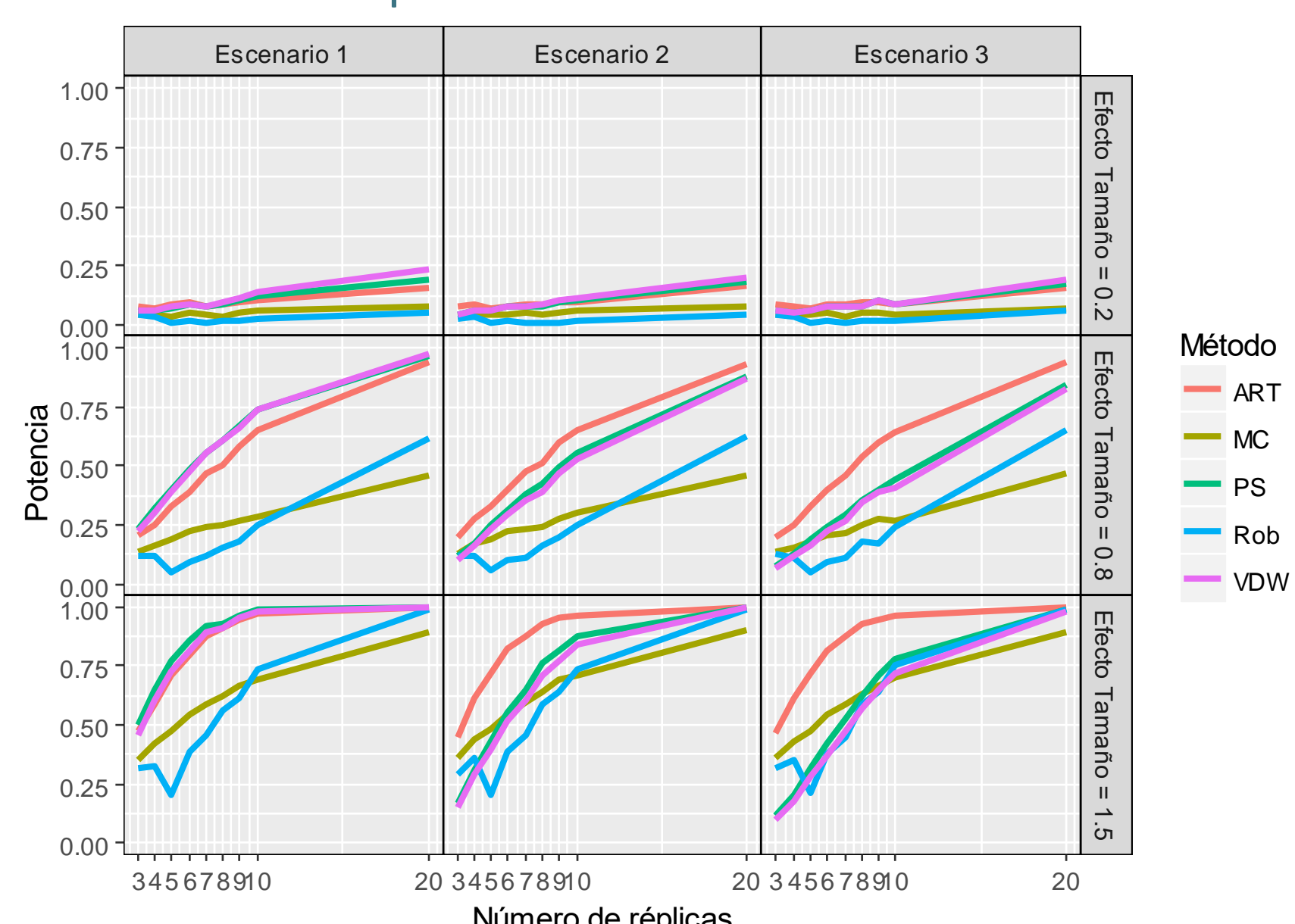
b) PRESENCIA DE OUTLIERS:



c) HETEROCEDASTICIDAD:

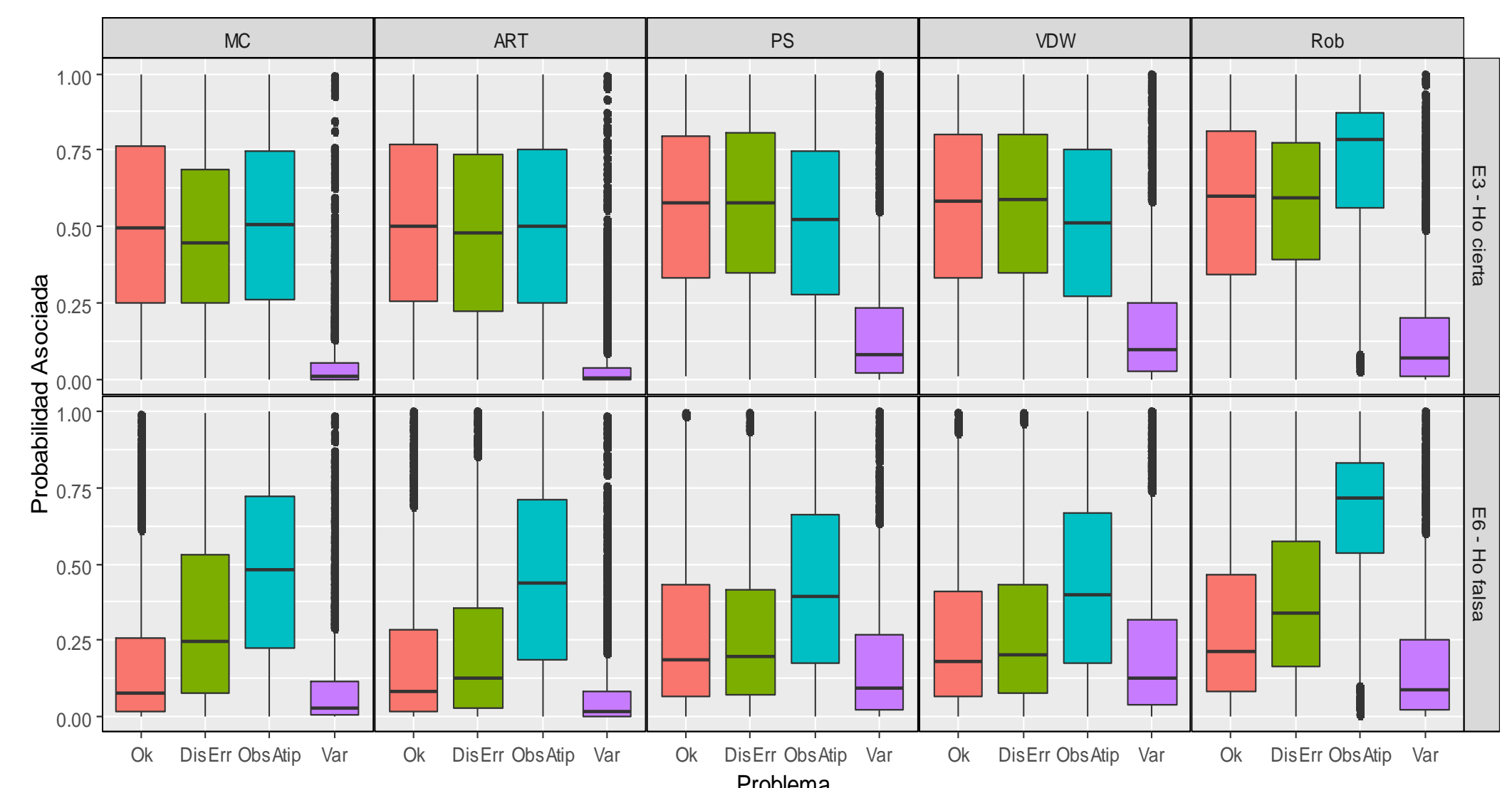


d) NO NORMALIDAD DE LOS ERRORES: Potencias para distintos efectos tamaño



- ART arroja una $P(E_i)$ mayor a 0.05 aproximándose a dicho valor nominal cuando n aumenta. Las otras técnicas resultan más conservadoras. PS y VDW mostraron mayor potencia en E4, ART fue superadora en E5 y E6.
- En cuanto a $P(E_i)$, ART y MC mostraron un comportamiento similar con valores cercanos a los nominales. El desempeño de las otras técnicas fue inferior. Para E4, E5 y E6, PS, VDW y ART produjeron potencias similares y mayores a las obtenidas con R y MC. En estas dos últimas la potencia no cambió al aumentar n .
- Ninguna técnica produjo $P(E_i)$ empíricas cercanas a 0.05, con excepción de MC y VDW en E1. Para E4, E5 y E6, ART presentó potencias mayores que el resto.
- Para un tamaño del efecto igual a 0.2, todas las técnicas revelaron valores de potencia menores a 0.25 para cualquier n . Para un tamaño de 0.8, con ART, PS y VDW fueron iguales a 0.75 aproximadamente para $n=10$. Para un tamaño del efecto de 1.5, dicho valor se alcanza con $n=5$, llegando a 0.99 para $n=10$.
- Con heterocedasticidad, todos los métodos tienden a rechazar H_0 sea esta cierta o no. Ante la presencia de errores no normales, ART, PS y VDW mostraron un comportamiento satisfactorio. En presencia de observaciones atípicas, ART y PS conducen al no rechazo de H_0 , sea esta cierta o no.

e) DISTRIBUCIÓN DE LAS PROBABILIDADES ASOCIADAS CON $n = 5$



CONCLUSIONES

No fue posible identificar una técnica que mantenga la $P(E_i)$ bajo control o provea una potencia satisfactoria en todas las situaciones consideradas. En general, se observó un mejor desempeño de ART, especialmente frente a la existencia de al menos un efecto principal significativo, seguido por PS y VDW. El problema de heterocedasticidad no pudo ser correctamente afrontada por ninguna de las técnicas, por lo que se sugiere emplear un modelo clásico que admita variancias no constantes.