

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

POSGRADO EN MATEMÁTICAS

Una estadística de prueba de no inferioridad para un nuevo  
margen variable

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
Maestro en Ciencias

PRESENTA

José Juan Castro Alva

DIRECTORES DE TESIS

Dra. Hortensia Reyes Cervantes

Dr. Félix Almendra Arao

PUEBLA, PUEBLA A 12 DE DICIEMBRE DE 2014





**BUAP**

**DR. JOSÉ ENRIQUE BARRADAS GUEVARA  
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y  
ESTUDIOS DE POSTGRADO, FCFM-BUAP  
P R E S E N T E:**

Por este medio le informo que el(la) C:

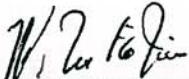
**JOSÉ JUAN CASTRO ALVA**

estudiante de la Maestría en Ciencias (Matemáticas), ha cumplido con las indicaciones que el Jurado le señaló en el Coloquio que se realizó el día 12 de DICIEMBRE de 2014, con la tesis titulada:

*"Una estadística de prueba de no inferioridad para un nuevo margen variable"*

Por lo que se le autoriza a proceder con los trámites y realizar el examen de grado en la fecha que se le asigne.

**A T E N T A M E N T E.**  
H. Puebla de Z. a 15 de diciembre de 2014

  
**DR. FRANCISCO JAVIER MENDOZA TORRES  
COORDINADOR DEL POSTGRADO  
EN MATEMÁTICAS.**

Cop. Archivo.  
DR. JEBG/mrv

Facultad  
de Ciencias  
Físico Matemáticas

Av. San Claudio y 18 sur, edif. 111 A,  
Ciudad Universitaria, Col. San  
Manuel, Puebla, Pue. C.P. 72570  
01 (222) 229 55 00 Ext. 7550 y 7552

## Dedicatoria

*Este trabajo está dedicado a las personas más queridas, amadas e importantes en mi vida.*

- *A Dios, por guiarme siempre por el buen camino de la vida y por darme una familia tan maravillosa, que sin todo esto no hubiese sido posible la culminación de esta etapa de mi vida.*
- *A mis padres, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, compartiendo sus sabios consejos y su entusiasmo, que en muchas ocasiones iluminaron mi camino.*
- *A mis hermanos, a cada uno de ellos Verónica, Raymundo, Beatriz, Jesús y Manuel. Quienes con palabras de aliento me animan a seguir siempre adelante.*

## Agradecimientos

- *A mis asesores, Dr. Félix Almendra Arao, gracias por haber aceptado dirigir este trabajo, por la paciencia que me tuvo a lo largo de todo este proceso, y por todas las enseñanzas que me ha compartido. Dra. Hortensia Reyes Cervantes, gracias por todo el apoyo que siempre extendido de la mejor manera y gracias por alentarme día a día.*
- *A mis sinodales, Dr. Francisco S. Tajonar Sanabria, a quien agradezco inmensamente el tiempo que ha invertido en mi formación como estudiante. Al Dr. Hugo A. Cruz Suárez, que siempre me brindó su apoyo y confianza. Al Dr. Bulmaro Juárez Hernández, que le ha dedicado un seguimiento detallado a este trabajo y siempre con recomendaciones para la mejora de esta tesis.*
- *Gracias asesoras y sinodales por sus pacientes revisiones y correcciones.*
- *Al cuerpo académico de probabilidad y estadística, que me permitió hacer uso del laboratorio de probabilidad y estadística durante la etapa de cálculo computacional que se necesitó para este trabajo.*
- *A mis compañeros y amigos que han permanecido a mi lado a lo largo de los años, en particular Anabel, Neyfis, Vianey, Victor y Rolando quienes siempre me apoyaron en los momentos que más los necesitaba.*

# Índice general

Índice general	3
Índice de cuadros	5
Índice de figuras	11
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Revisión de la literatura . . . . .	2
1.2. Objetivos . . . . .	3
1.3. Organización de la tesis . . . . .	4
<b>2. Preliminares</b>	<b>5</b>
2.1. Algunos tipos de convergencia . . . . .	5
2.1.1. Convergencia en probabilidad . . . . .	5
2.1.2. Convergencia en distribución . . . . .	7
2.2. Pruebas de hipótesis . . . . .	13
2.3. Método delta . . . . .	15
<b>3. Pruebas de no inferioridad para dos proporciones independientes</b>	<b>19</b>
3.1. Introducción . . . . .	19
3.2. Margen de no-inferioridad . . . . .	20
3.3. Algunas funciones margen conocidas . . . . .	21
3.3.1. Margen fijo . . . . .	21
3.3.2. Función escalonada de la FDA . . . . .	22
3.3.3. Función margen lineal de Phillips . . . . .	23
3.3.4. Razón de proporciones . . . . .	24
3.3.5. Razón de momios . . . . .	25
3.3.6. Propuesta de Röhmel . . . . .	25
<b>4. Prueba de no inferioridad para una nueva función margen variable</b>	<b>27</b>
4.1. Introducción de condiciones matemáticas para la función frontera . . .	27
4.2. Propuesta de una nueva función margen variable . . . . .	28

4.3. Una estadística de prueba para el margen propuesto . . . . .	28
4.3.1. Planteamiento del problema . . . . .	28
4.3.2. Prueba basada en el método delta . . . . .	29
4.3.3. Cálculos de los tamaños de prueba . . . . .	32
4.4. Elaboración de un programa para el cálculo de tamaños de prueba . .	35
4.4.1. Procedimiento para calcular los tamaños de prueba . . . . .	36
4.4.2. Pseudocódigo para calcular los tamaños de prueba . . . . .	36
4.4.3. Diagrama de flujo para calcular los tamaños de prueba de una estadística de prueba . . . . .	39
4.5. Comparación de la nueva prueba con algunas pruebas conocidas . . .	40
4.5.1. Diferencia entre áreas para el margen lineal de Phillips . . . . .	40
4.5.2. Diferencia entre áreas para la razón de momios . . . . .	40
4.5.3. Diferencia entre áreas para la propuesta de Röhmel . . . . .	41
4.6. Comportamiento de los tamaños de prueba . . . . .	41
<b>5. Conclusiones</b>	<b>47</b>
<b>A. Tamaños de prueba de algunas estadísticas de prueba</b>	<b>49</b>
A.1. Tamaños de prueba para margen lineal de Phillips $T_L$ . . . . .	49
A.2. Tamaños de prueba para la razón de momios $T_{OR}$ . . . . .	62
A.3. Tamaños de prueba para la nueva propuesta $T_a$ . . . . .	75
<b>B. Tamaños de prueba de configuraciones particulares</b>	<b>101</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>151</b>

# Índice de cuadros

4.1. Porcentaje de tamaños de la prueba $T_L$ que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia . . . . .	43
4.2. Porcentaje de tamaños de la prueba $T_{OR}$ que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia . . . . .	44
4.3. Porcentaje de tamaños de la prueba $T_a$ que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia . . . . .	46
4.4. Porcentaje de tamaños de la prueba $T_a$ que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia . . . . .	46
4.5. Porcentaje de tamaños de las pruebas $T_{OR}, T_L$ que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia . . . . .	46
A.1. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 50, 60, \dots, 350, \alpha = 0.025, a = 0.05$ y $b = 0.05$ . . . . .	50
A.2. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025, a = 0.05$ y $b = 0.05$ . . . . .	51
A.3. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025, a = 0.05$ y $b = 0.05$ . . . . .	52
A.4. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025, a = 0.10$ y $b = .10$ . . . . .	53
A.5. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025, a = 0.10$ y $b = .10$ . . . . .	54
A.6. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025, a = 0.10$ y $b = .10$ . . . . .	55
A.7. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 50, 60, \dots, 350, \alpha = 0.05, a = 0.05$ y $b = .05$ . . . . .	56
A.8. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05, a = 0.05$ y $b = .05$ . . . . .	57
A.9. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05, a = 0.05$ y $b = .05$ . . . . .	58
A.10. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05, a = 0.10$ y $b = .10$ . . . . .	59

A.11. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05, a = 0.10$ y $b = .10$ . . . . .	60
A.12. Tamaños de prueba $T_L: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05, a =$ $0.10$ y $b = .10$ . . . . .	61
A.13. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.1$	63
A.14. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.1$ . . . . .	64
A.15. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.1$ . . . . .	65
A.16. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.2$	66
A.17. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.2$ . . . . .	67
A.18. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 1.2$ . . . . .	68
A.19. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.1$	69
A.20. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 310, 320, \dots, 650, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.1$ . . . . .	70
A.21. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 660, 670, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.1$ . . . . .	71
A.22. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.2$	72
A.23. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.2$ . . . . .	73
A.24. Tamaños de prueba $T_{OR}: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $O_0 = 1.2$ . . . . .	74
A.25. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a = 0.10$	76
A.26. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = 0.10$	77
A.27. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = 0.10$ . . . . .	78
A.28. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = 0.10$	79
A.29. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = 0.10$	80
A.30. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = 0.10$	81
A.31. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a = 0.785$	82
A.32. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = 0.785$ . . . . .	83
A.33. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = 0.785$ . . . . .	84
A.34. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = 0.785$	85
A.35. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = 0.785$	86
A.36. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = 0.785$ . . . . .	87
A.37. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a = 0.8$	88
A.38. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = 0.8$	89
A.39. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = 0.8$	90
A.40. Tamaños de prueba $T_a: n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = 0.8$ .	91

A.41. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.8$  92  
 A.42. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.8$  93  
 A.43. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$  94  
 A.44. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$  95  
 A.45. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$  96  
 A.46. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$  97  
 A.47. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$  98  
 A.48. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$  99

B.1. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 300$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .79354102$   
 B.2. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 310, 320, \dots, 650$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .79354$  . . . . . 103  
 B.3. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 660, 670, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .79354$  . . . . . 104  
 B.4. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .79354105$   
 B.5. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .79354$  . . . . . 106  
 B.6. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .79354$  . . . . . 107  
 B.7. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .98214108$   
 B.8. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .98214$  . . . . . 109  
 B.9. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .98214$  . . . . . 110  
 B.10. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .98214111$   
 B.11. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .98214$  . . . . . 112  
 B.12. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .98214$  . . . . . 113  
 B.13. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .76597114$   
 B.14. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .76597$  . . . . . 115  
 B.15. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .76597$  . . . . . 116  
 B.16. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .76597117$   
 B.17. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .76597$  . . . . . 118  
 B.18. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  
 $a = .76597$  . . . . . 119  
 B.19. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .83857120$   
 B.20. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .83857$  . . . . . 121  
 B.21. Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  
 $a = .83857$  . . . . . 122

B.22. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = .83857123$	
B.23. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = .83857$	124
B.24. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = .83857$	125
B.25. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a = .68259126$	
B.26. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = .68259$	127
B.27. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = .68259$	128
B.28. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = .68259129$	
B.29. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = .68259$	130
B.30. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = .68259$	131
B.31. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a =$ $.732780$	132
B.32. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = .732780$	133
B.33. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = .732780$	134
B.34. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = .732780135$	
B.35. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = .732780$	136
B.36. Tamaños de prueba $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = .732780$	137
B.37. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $a = .4$ y $b = -.333$	138
B.38. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $a = .4$ y $b = -.333$	139
B.39. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $a = .4$ y $b = -.333$	140
B.40. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$ y $a = .4$ $b = -.333$	141
B.41. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$ y $a = .4$ y $b = -.333$	142
B.42. Tamaños de prueba $T_L : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$ y $a = .4$ y $b = -.333$	143
B.43. Tamaños de prueba $T_{OR} : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 2.25$	144
B.44. Tamaños de prueba $T_{OR} : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 2.25$	145
B.45. Tamaños de prueba $T_{OR} : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.025$ y $O_0 = 2.25$	146

B.46. Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $O_0 = 2.25$  147

B.47. Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$  y  
 $O_0 = 2.25$  . . . . . 148

B.48. Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$  y  
 $O_0 = 2.25$  . . . . . 149



# Índice de figuras

3.1.	$p_2 = p_1 - \delta$ . . . . .	22
3.2.	Función escalonada (FDA) . . . . .	23
3.3.	$g(p_1) = p_1(1 - b) - a$ . . . . .	24
3.4.	$g(p_1) = r_0 p_1$ . . . . .	24
3.5.	$g(p_1) = p_1 - \delta(p_1)$ . . . . .	25
3.6.	$g_1(p_1) = p_1 - \frac{333}{1000} \sqrt{p_1(1 - p_1)}$ ; $g_2(p_1) = p_1 - \frac{223}{1000} \sqrt[3]{p_1(1 - p_1)}$ . . . . .	26
4.1.	$g(p_1) = p_1 - ap_1(1 - p_1)$ . . . . .	28
4.2.	Tamaños de prueba para $T_L$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025$ , $a = .05$ y $b = .05$ ; $a = .10$ y $b = .10$ . . . . .	42
4.3.	Tamaños de prueba para $T_L$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.05$ , $a = .05$ y $b = .05$ ; $a = .10$ y $b = .10$ . . . . .	42
4.4.	Tamaños de prueba para $T_L$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025$ , $\alpha = 0.05$ , $a = .05$ y $b = .05$ ; $a = .10$ y $b = .10$ . . . . .	42
4.5.	Tamaños de prueba para $T_{OR}$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.05$ , $O_0 = 1.1, O_0 = 1.2$ y $\alpha = 0.025$ , $O_0 = 1.1, O_0 = 1.2$ . . . . .	44
4.6.	$T_a$ : $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025, \alpha = 0.05, a = 0.785000$ . . . . .	44
4.7.	Tamaños de prueba para $T_a$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025, \alpha = 0.05, a = 0.8$ . . . . .	45
4.8.	Tamaños de prueba para $T_a$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025, \alpha = 0.05, a = 0.9$ . . . . .	45
4.9.	Tamaños de prueba para $T_a$ , con $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ , $\alpha = 0.025, \alpha = 0.05, a = 1$ . . . . .	45

# Capítulo 1

## Introducción

Las pruebas de no inferioridad son procedimientos estadísticos diseñados con la finalidad de poder determinar si un tratamiento nuevo es superior, igual o inferior, por un margen generalmente pequeño, a uno ya existente, el cual se considera como un tratamiento estándar o de control. Estas pruebas son muy utilizadas en el área de ensayos clínicos particularmente cuando el tratamiento nuevo presenta alguna ventaja con respecto al tratamiento estándar como menor costo, mayor facilidad de aplicación o mejora en seguridad. Dicho de otra forma, tales procedimientos tienen como principal objetivo mostrar evidencia estadística de que el tratamiento nuevo no es menos eficaz que el tratamiento estándar, por medio de un margen que es generalmente pequeño, a este margen se le conoce como margen de no inferioridad.

Por otra parte la Food and Drug Administration (FDA) es una agencia que regula la fabricación, comercialización, distribución y el suministro de alimentos y medicamentos tanto para humanos como veterinarios, el Committee for Medicinal Products for Human Use (CHMP), anteriormente conocido como el Committee for Proprietary Medicinal Products (CPMP), es el comité de the European Medicines Agency que es responsable de preparar dictámenes sobre cuestiones relativas a la aplicación de medicamentos de uso humano, además, la International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH) es un organismo que reúne a las autoridades reguladoras y farmacéuticas de la industria Europea, Japonesa y de los Estados Unidos de Norteamérica para discutir aspectos técnicos y científicos para el registro de medicamentos. Dichos organismos están vinculados de manera estrecha a las pruebas de no inferioridad como mostraremos más adelante.

Adicionalmente, varios aspectos relativos a ensayos clínicos de no inferioridad se encuentran hoy día bajo discusión, entre ellos se encuentran problemas cuya solución no ha sido establecida de manera definitiva. Uno de los problemas más importantes es uno de los pasos involucrados en el diseño de los ensayos de no inferioridad: la determinación del margen de no inferioridad. Este es un aspecto central y particularmente difícil y controvertido. Para tratar con este problema la FDA, el CPMP así como la ICH han

proporcionado guías generales. Esas recomendaciones son amplias y admiten muchas funciones de margen distintas, además, describen la filosofía sobre este tópico y pueden considerarse solamente como recomendaciones de carácter general.

En algunos enfoques se considera el margen de no inferioridad como una función positiva constante. Sin embargo, específicamente para el ámbito de pruebas de no inferioridad para contrastar dos medicamentos antibacteriales, un enfoque actualmente considerado conveniente por organismos reguladores e investigadores en esta área es uno más flexible, el cual consiste en considerar funciones de margen que involucran la proporción de éxitos del grupo de control, dicho de otra forma se consideran funciones de margen variable.

En este trabajo se analiza el comportamiento de las funciones de margen de no inferioridad más conocidas en la literatura, ello en el contexto de ensayos clínicos de no inferioridad para contrastar dos productos antibacteriales. Con base en dicho análisis, se sugieren propiedades a considerar para la elección de funciones de margen adecuadas al contexto o equivalentemente funciones frontera de tal forma que cumplan las condiciones sugeridas por los organismos reguladores referidos. Dentro de este ámbito se establece una nueva propuesta la cual consiste de una familia de funciones de margen, misma que adicionalmente a las condiciones de los organismos reguladores también tiene propiedades matemáticas que permiten un mejor comportamiento de la estadística de prueba construida, tomándola como base.

Adicionalmente, se consideran las estadísticas de prueba obtenidas a partir de la estadística para funciones de margen suaves propuesta por Zhang (2006) mediante el uso de diversas funciones de margen específicas. Se comparan dichas estadísticas mediante el comportamiento de sus tamaños de prueba, esta comparación se hace para algunas configuraciones de los tamaños de prueba y niveles de significancia nominales. Para ello el cálculo de los tamaños de prueba se realiza mediante un programa que escribió el autor de la presente tesis en C++.

## 1.1. Revisión de la literatura

Con el objeto de construir pruebas de no inferioridad para el contexto de ensayos clínicos para aprobación de nuevos medicamentos antibacteriales que sean adecuadas la FDA, el CPMP y la ICH han discutido ampliamente el tema ver por ejemplo FDA (1992, 2001, 2010); CBER/FDA (1999); CPMP (2004b,a, 2005); ICH (2010).

Adicionalmente algunos investigadores han realizado aportaciones en el área, entre ellos destaca el trabajo de Phillips (2003) donde el autor propone y analiza el comportamiento de una función de margen lineal.

Röhmel (2001) realiza un estudio de las propiedades estadísticas de las funciones margen propuestas por la FDA y la CPMP, en dicho trabajo, el autor compara las funciones frontera y observa que el único punto en común de estas funciones es el punto  $(0.9, 0.8)$ , considerando esta característica importante, Röhmel propone dos tipos de funciones suaves para considerarse como funciones de margen en ensayos de esta naturaleza.

Por otra parte, Zhang (2006) presenta un análisis de las funciones de margen más usuales en la literatura, una aportación destacada de dicho autor es la construcción de una estadística de prueba para funciones de margen suaves obtenidas mediante el método delta, dichas estadísticas tienen distribución asintótica normal.

Como las pruebas estadísticas no necesariamente respetan el nivel de significancia para el cual fueron construidas, Castro Alva (2012) y Almendra Arao *et al.* (2013) realizaron un estudio numérico de la prueba asintótica de Blackwelder, esta prueba se basa en la consideración de una función de margen fijo. Castro Alva además calcula los tamaños de prueba empleando el procedimiento sugerido por Almendra Arao (2012).

## 1.2. Objetivos

En el contexto de los ensayos clínicos de no inferioridad para contrastar medicamentos antibacteriales se encuentran enmarcados los objetivos del presente trabajo de tesis, los cuales se enumeran a continuación.

El objetivo general es construir una familia de funciones de margen variable que satisfagan las recomendaciones actuales de los organismos reguladores y que tengan propiedades matemáticas que permitan un mejor comportamiento de las correspondientes estadísticas de prueba asociadas a dicha familia de funciones de margen. De manera específica, los objetivos particulares son:

1. Determinar condiciones matemáticas convenientes para la función de margen variable que permitan lograr el objetivo general, lo cual podría considerarse como una serie de recomendaciones de carácter general para tal tipo de funciones.
2. De las funciones de margen planteadas en la literatura, determinar aquellas que sean más adecuadas en término del cumplimiento de las propiedades establecidas en el punto número 1.
3. Construir una familia de funciones de margen variable que cumplan las condiciones del punto número 1.
4. Basados en la estadística contruida por Zhang vía el método delta, construir nuevas estadísticas correspondientes a esta familia de funciones de margen construida en el punto número 3.
5. Mediante una comparación preliminar entre la nueva familia de estadísticas y las consideradas en el punto número 2, obtener valores particulares para el parámetro esta nueva familia.
6. Escribir un programa de cómputo en C++ para calcular tamaños de prueba de las estadísticas mencionadas en el punto anterior con las que se derivan del punto 2.
7. Con base en el comportamiento de los tamaños de prueba comparar las estadísticas mencionadas en el punto anterior.

### 1.3. Organización de la tesis

A continuación, con el objeto de presentar un panorama de la presente tesis, se describen brevemente cada uno de los capítulos de la misma.

En el primer capítulo se proporciona una introducción a la tesis, se comentan los trabajos que sirvieron como base para el desarrollo de la misma y se establecen los objetivos de investigación.

En el capítulo 2 se establecen los conocimientos previos que son de utilidad para el desarrollo del marco teórico que sirve de fundamento a la investigación, se exponen varios tipos de convergencia y algunos teoremas importantes para este trabajo. Además se presentan algunos elementos de la teoría de prueba de hipótesis y el método delta.

El capítulo 3 está dedicado a la presentación de las pruebas de no inferioridad para dos proporciones independientes, centrándose en la exposición de las funciones de margen variable más conocidas en la literatura. Adicionalmente se presenta el contexto de pruebas de no inferioridad para ensayos antiinfecciosos.

En el capítulo 4, en el contexto de ensayos clínicos de no inferioridad para medicamentos antibacteriales se construye una nueva propuesta para la función de margen variable y se expone la estadística de prueba para funciones suaves basada en el método delta que fue construida por Zhang (2006). También se establece un algoritmo para calcular los tamaños de prueba para las diversas pruebas asintóticas que se van a comparar. El cálculo de dichos tamaños de prueba se realizó mediante un programa escrito por el autor de esta tesis en C++. Además se comparan los tamaños de diversas pruebas con el objeto de obtener conclusiones acerca la prueba obtenida vía el nuevo margen variable propuesto en la tesis.

En el capítulo 5 se establecen las conclusiones más relevantes de la investigación.

Finalmente, los apéndices están dedicados a la presentación de material complementario. En el apéndice A se presentan los tamaños de prueba de las estadísticas estudiadas en esta tesis mientras que en el apéndice B se muestran los resultados para los tamaños de prueba de ciertas configuraciones de interés particular.

## Capítulo 2

# Preliminares

En el presente capítulo se establecen algunos conceptos fundamentales que serán de utilidad para el estudio de las pruebas asintóticas, así como en el estudio de las propiedades asintóticas de las estadísticas de prueba que se presentan en este trabajo.

### 2.1. Algunos tipos de convergencia

#### 2.1.1. Convergencia en probabilidad

**DEFINICIÓN 2.1.1.** *Se dice que una sucesión de variables aleatorias  $\{Y_n : n \geq 1\}$  converge en probabilidad a una constante  $c \in \mathbb{R}$ , denotada por*

$$Y_n \xrightarrow{P} c,$$

si para todo  $\epsilon > 0$

$$P(|Y_n - c| < \epsilon) \longrightarrow 1, \quad \text{cuando } n \longrightarrow \infty,$$

o equivalentemente

$$P(|Y_n - c| \geq \epsilon) \longrightarrow 0, \quad \text{cuando } n \longrightarrow \infty.$$

**LEMA 2.1.** *Si  $E_n$  y  $F_n$  son dos sucesiones de eventos, tal que  $P(E_n) \longrightarrow 1$  y  $P(F_n) \longrightarrow 1$ , entonces,  $P(E_n \cap F_n) \longrightarrow 1$ .*

*Demostración.* Sea  $E^C$  que denota el complemento de  $E$ , entonces tenemos que

$$P[(E_n \cap F_n)^C] = P[(E_n)^C \cup (F_n)^C] \leq P[(E_n)^C] + P[(F_n)^C] \longrightarrow 0$$

Por lo tanto,

$$P[E_n \cap F_n] \longrightarrow 1.$$

□

**TEOREMA 2.1.** *Si  $\{X_n\}$  y  $\{Y_n\}$  son dos sucesiones de variables aleatorias que satisfacen  $X_n \xrightarrow{P} a$  y  $Y_n \xrightarrow{P} b$ , respectivamente. Entonces*

$$X_n + Y_n \xrightarrow{P} a + b, \quad (2.1)$$

$$X_n - Y_n \xrightarrow{P} a - b, \quad (2.2)$$

$$X_n Y_n \xrightarrow{P} ab, \quad (2.3)$$

$$\frac{X_n}{Y_n} \xrightarrow{P} \frac{a}{b} \quad \text{si } b \neq 0. \quad (2.4)$$

*Demostración.* Demostración de (2.1).

$$|(X_n + Y_n) - (a + b)| = |(X_n - a) + (Y_n - b)| \leq |X_n - a| + |Y_n - b|$$

Por otro lado tenemos que dado  $\epsilon > 0$ ,  $P[|(X_n + Y_n) - (a + b)| < \epsilon] \geq P[\{|X_n - a| < \frac{\epsilon}{2}\} \cap \{|Y_n - b| < \frac{\epsilon}{2}\}]$  y como  $P[|X_n - a| < \frac{\epsilon}{2}] \longrightarrow 1$  y  $P[|Y_n - b| < \frac{\epsilon}{2}] \longrightarrow 1$ , cuando  $n \longrightarrow \infty$ , por el Lema 2.1 tenemos que  $P[\{|X_n - a| < \frac{\epsilon}{2}\} \cap \{|Y_n - b| < \frac{\epsilon}{2}\}] \longrightarrow 1$ , cuando  $n \longrightarrow \infty$ , entonces  $P[|(X_n + Y_n) - (a + b)| < \epsilon] \geq 1$ . Por lo tanto,

$$P[|(X_n + Y_n) - (a + b)| < \epsilon] \longrightarrow 1, \quad n \longrightarrow \infty.$$

La demostración de (2.2) es análoga a la demostración de (2.1).

Demostración de (2.3)

$$|(X_n Y_n) - (ab)| = |X_n(Y_n - b) + b(X_n - a)| \leq |X_n||Y_n - b| + |b||X_n - a|$$

Luego, como  $X_n \xrightarrow{P} a$ , existe una constante  $M_1$  tal que  $P[|X_n(Y_n - b) + b(X_n - a)| \leq P[M_1|Y_n - b| + b|X_n - a|]$  y tomando  $M = \sup\{M_1, |b|\}$  se sigue que dado  $\epsilon > 0$ ,  $P[|(X_n Y_n) - (ab)| < \epsilon] \geq P[\{M|Y_n - b| < \frac{M\epsilon}{2}\} \cap \{M|X_n - a| < \frac{M\epsilon}{2}\}]$  y como  $P[M|X_n - a| < \frac{M\epsilon}{2}] \longrightarrow 1$  y  $P[M|Y_n - b| < \frac{M\epsilon}{2}] \longrightarrow 1$ , cuando  $n \longrightarrow \infty$ , por el Lema 2.1 tenemos que  $P[\{M|X_n - a| < \frac{M\epsilon}{2}\} \cap \{M|Y_n - b| < \frac{M\epsilon}{2}\}] \longrightarrow 1$ , cuando  $n \longrightarrow \infty$ , entonces  $P[|(X_n Y_n) - (ab)| < \epsilon] \geq 1$ . Por lo tanto,

$$P[|(X_n Y_n) - (ab)| < \epsilon] \longrightarrow 1, \quad n \longrightarrow \infty.$$

Demostración de (2.4).  $Y_n \xrightarrow{P} b$ , por (2.3) tenemos que  $\frac{1}{b}Y_n \xrightarrow{P} 1$ , luego definimos  $W_n = \frac{1}{b}Y_n$ , entonces  $\frac{1}{W_n} \xrightarrow{P} 1$ , así  $\frac{X_n}{W_n} \xrightarrow{P} a$ , es decir,  $\frac{bX_n}{Y_n} \xrightarrow{P} a$  y nuevamente por (2.3) se obtiene  $\frac{X_n}{Y_n} \xrightarrow{P} \frac{a}{b}$ .  $\square$

**TEOREMA 2.2.** Si  $Y_n$  es una sucesión de variables aleatorias tal que  $Y_n \xrightarrow{P} c$  y si  $f$  es una función la cual es continua en  $c$ , entonces

$$f(Y_n) \xrightarrow{P} f(c).$$

*Demostración.* Dado  $\epsilon > 0$ , existe  $\delta > 0$  tal que  $|Y_n - c| < \delta$  implica que  $|f(Y_n) - f(c)| < \epsilon$ .  
Entonces

$$P[|f(Y_n) - f(c)| < \epsilon] \geq P[|Y_n - c| < \delta] = 1 - P[|Y_n - c| \geq \delta].$$

Como  $Y_n \xrightarrow{P} c$  implica que  $P[|Y_n - c| \geq \delta] \xrightarrow{P} 0$ , entonces se tiene que  $P[|f(Y_n) - f(c)| < \epsilon] \xrightarrow{P} 1$ , de donde  $f(Y_n) \xrightarrow{P} f(c)$ .  $\square$

**DEFINICIÓN 2.1.2.** Una sucesión de estimadores  $\{\delta_n\}$  de una función paramétrica  $g(\theta)$  es consistente si

$$\delta_n \xrightarrow{P} g(\theta). \quad (2.5)$$

### 2.1.2. Convergencia en distribución

**DEFINICIÓN 2.1.3.** Una sucesión de distribuciones con función de distribución de probabilidad acumulativa (f.d.a.)  $H_n$  se dice que converge a la función de distribución  $H$  ( $H_n \rightarrow H$ ) si

$$H_n(x) \rightarrow H(x) \quad \text{para todos los puntos } x \text{ donde } H \text{ es continua.} \quad (2.6)$$

Más aún, si  $Y_n$  es una sucesión de v.a.'s. con f.d.a.'s  $H_n$ , y  $Y$  tiene f.d.a.  $H$  decimos que  $Y_n$  tiende en ley o en distribución a  $Y$  o a  $H$  respectivamente,

$$Y_n \xrightarrow{L} Y \quad \text{o} \quad Y_n \xrightarrow{L} H. \quad (2.7)$$

**DEFINICIÓN 2.1.4.** Una sucesión de variables aleatorias  $Y_n$  converge en probabilidad a una variable aleatoria  $Y$ ,  $Y_n \xrightarrow{P} Y$ , si

$$Y_n - Y \xrightarrow{P} 0.$$

Un vector aleatorio en  $\mathbb{R}^k$  es un vector  $X = (X_1, X_2, \dots, X_k)$  de variables aleatorias  $X_i$   $i = 1, 2, \dots, k$  y  $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  un punto del espacio euclideo  $\mathbb{R}^k$ . La función de distribución de  $X$  es el mapeo  $x \rightarrow P(X \leq x)$ , el cual es un mapeo borel medible de un espacio de probabilidad en  $\mathbb{R}^k$ .

Notación:

- $X \leq x$  significa que  $X_i \leq x_i$  para  $i = 1, 2, \dots, k$ .
- Sea  $d(x, y)$  la función distancia en  $\mathbb{R}^k$  generada por la topología usual, es decir  $d$  es la métrica Euclidea.

Un vector  $X$  es delgado si para cada  $\epsilon > 0$  existe una constante  $M$  tal que  $P(\|X_\alpha\| > M) < \epsilon$ . Un conjunto de vectores aleatorios  $\{X_\alpha : \alpha \in A\}$ , es llamado uniformemente delgado si se puede elegir la misma  $M$  para cada  $X_\alpha$ , es decir, para cada  $\epsilon > 0$  existe una constante  $M$  tal que

$$\sup_{\alpha} P(\|X_\alpha\| > M) < \epsilon \quad (2.8)$$

**TEOREMA 2.3** (Teorema de Prohorov). Sean  $X_n$  vectores aleatorios en  $\mathbb{R}^k$ .

- i) Si  $X_n \xrightarrow{L} X$ , entonces  $\{X_n : n \in \mathbb{N}\}$  es uniformemente delgado.
- ii) Si  $X_n$  es uniformemente delgado, entonces existe una subsucesión con  $X_{n_j} \xrightarrow{L} X$ , cuando  $j \rightarrow \infty$ , para algún  $X$

la demostración de este teorema se puede consultar en Van der Vaart (1998)

**TEOREMA 2.4** (Teorema de Continuidad). Sean  $X_1, X_2, \dots, X_n$  v.a's. Entonces  $X_n \xrightarrow{L} X$  si y sólo si  $\phi_{X_n}(t) \rightarrow \phi_X(t)$ .

*Demostración.* ( $\Rightarrow$ ) Si  $\phi_{X_n}(t) \rightarrow \phi_X(t)$ , entonces  $Eh(X_n) \rightarrow Eh(X)$  para cada función continua acotada  $h$ , en particular para funciones  $h(x) = e^{it^T x}$ .

( $\Leftarrow$ ) Suponga primero que se sabe que la sucesión  $X_n$  es uniformemente menos delgada. Entonces de acuerdo al teorema de Prohorov, cada subsucesión tiene además una subsucesión que converge en distribución al mismo vector  $Y$ .

Por el anterior párrafo, la función característica de  $Y$  es el límite de las funciones características de la subsucesión convergente. Por hipótesis, este límite es la función  $\phi(t)$ . Concluyendo que cada punto límite débil  $Y$  de una subsucesión convergente posee función característica  $\phi$ . Porque una función característica está únicamente determinada una distribución, se sigue que la sucesión  $X_n$  tiene sólo un punto límite débil. Se puede checar que una sucesión uniformemente menos delgada con un único punto límite converge a este punto límite y la prueba está completa.

La sucesión uniformemente menos delgada  $X_n$  puede ser derivada de la continuidad de  $\phi$  en cero. Porque menos delgado marginal implica menos delgado conjunta, se puede asumir sin pérdida de generalidad que  $X_n$  es unidimensional. Para cada  $x$  y  $\delta > 0$ ,

$$1_{\{|x|>2\}} \leq 2 \left( 1 - \frac{\sin \delta x}{\delta x} \right) = \frac{1}{\delta} \int_{-\delta}^{\delta} (1 - \cos tx) dt. \quad (2.9)$$

Reemplace  $x$  por  $X_n$ , calcule esperanzas y use el teorema de Fubini para obtener que

$$P \left( |X_n| > \frac{2}{\delta} \right) \leq \frac{1}{\delta} \int_{-\delta}^{\delta} \operatorname{Re}(1 - Ee^{itX_n}) dt. \quad (2.10)$$

Por hipótesis, el integrando en el lado derecho converge puntualmente a  $\operatorname{Re}(1 - \phi(t))$ . Por el teorema de la convergencia dominada, toda la expresión converge a

$$\frac{1}{\delta} \int_{-\delta}^{\delta} \operatorname{Re}(1 - \phi(t)) dt. \quad (2.11)$$

Porque  $\phi$  es continua en cero, existe para cada  $\epsilon > 0$  una  $\delta > 0$  tal que  $|1 - \phi(t)| < \epsilon$  para  $|t| < \delta$ . Para esta  $\delta$  la integral está acotada por  $2\epsilon$ . Se concluye que  $P(|X_n| > 2/\delta) \leq 2\epsilon$  para una  $n$  suficientemente grande, entonces la sucesión  $X_n$  es uniformemente menos delgada.

□

A continuación se mencionan los teoremas 2.5 y 2.6 que serán de suma importancia para la demostración del teorema del método delta.

**TEOREMA 2.5** (Lema de Portmanteau). *Para cada sucesión  $X_n$  de vectores aleatorios y  $X$  un vector aleatorio los siguientes enunciados son equivalentes*

- i)  $P(X_n \leq x) \rightarrow P(X \leq x)$ , para todo punto de continuidad  $x$  del mapeo  $x \rightarrow P(X \leq x)$ .*
- ii)  $Ef(X_n) \rightarrow Ef(X)$ , para toda función  $f$  continua y acotada.*
- iii)  $Ef(X_n) \rightarrow Ef(X)$ , para toda función  $f$  acotada Lipchitz.*
- v)  $\liminf P(X_n \in G) \geq P(X \in G)$ , para cada conjunto abierto  $G$ .*
- vi)  $\limsup P(X_n \in F) \leq P(X \in F)$ , Para cada conjunto cerrado  $F$ .*
- vii)  $P(X_n \in B) \rightarrow P(X \in B)$ , para todo conjunto de Borel  $B$  con  $P(X \in \delta B) = 0$ , donde  $\delta B = \bar{B} - \dot{B}$ , es la frontera de  $B$ .*

*Demostración. i)  $\Rightarrow$  ii)*

Suponga primero que la función de distribución de  $X$  es continua, entonces la condición *i*) implica que  $P(X_n \in I) \rightarrow P(X \in I)$  para cada rectángulo medible  $I$ .

Elegimos un rectángulo  $I$  compacto suficientemente grande con  $P[X \notin I] < \epsilon$ . Una función es uniformemente continua en  $I$ , así existe una partición  $I = \bigcup_j I_j$  dentro de rectángulos finitos  $I_j$  tal que  $f$  varia a lo sumo  $\epsilon$  en cada  $I_j$ . Tomando un punto  $x_j$  de cada  $I_j$  se define  $f_\epsilon = f(x_j)1_{I_j}$ .

Entonces  $|f - f_\epsilon| < \epsilon$  en  $I$ , donde si  $f$  toma estos valores en  $[-1, 1]$ ,  $|Ef(X_n) - Ef(X)| \leq \epsilon + P(X_n \notin I) < 2\epsilon$ . Para  $n$  suficientemente grande el lado derecho de la primer igualdad es mas pequeño que  $2\epsilon$ , combinando esto con  $|Ef_\epsilon(X_n) - Ef_\epsilon(X)| \leq \sum |P(X_n \in I_j) - P(X \in I_j)| |f(x_j)| \rightarrow 0$ . Con la desigualdad del triángulo se muestra que  $|Ef(X_n) - Ef(X)|$  está acotada por  $5\epsilon$ , lo que implica *ii*).

*ii*)  $\Rightarrow$  *iii*) Se sigue del hecho que toda función continua en un conjunto cerrado es acotada.

*iii*)  $\Rightarrow$  *v*) Para cada conjunto  $G$  en  $\mathbb{R}^k$  existe una sucesión Lipschitz con  $0 \leq f_m \uparrow 1_G$  por ejemplo  $f_m(x) = (md(x, G^c)) \wedge 1$  para cada  $m$  fijo,  $\liminf_{n \rightarrow \infty} P(X_n \in G) \geq \liminf_{n \rightarrow \infty} Ef_m(X_n) = Ef_m(X)$ . Cuando  $m \rightarrow \infty$  el lado derecho crece a  $P(X \in G)$  por el teorema de la convergencia monótona.

*v*)  $\Leftrightarrow$  *vi*) Puesto que un conjunto es abierto si y sólo si su complemento es cerrado, esto se sigue tomando complementos.

*v*) y *vi*)  $\Rightarrow$  *vii*) Sea  $\dot{B}$  y  $\bar{B}$  que denotan el interior y la clausura respectivamente de un conjunto  $B$ . Por *iv*) se tiene que la  $P(x \in \dot{B}) \leq \liminf P(X_n \in \dot{B}) \leq \limsup P(X_n \in \bar{B}) \leq P(X_n \in \bar{B})$ , por *v*) la  $P(X \in \delta B) = 0$ , entonces el lado derecho y el lado izquierdo son iguales, por lo cual todas son iguales.

La probabilidad de que  $P(X \in B)$  y el  $\limsup P(X_n \in B)$  están entre las expresiones del lado izquierdo y del derecho y son iguales.

*vii*)  $\Rightarrow$  *i*) Para cada  $(-\infty, x]$  tal que  $x$  es un punto de continuidad del mapeo  $x \rightarrow P(X \leq x)$  es un conjunto continuo.  $\square$

**TEOREMA 2.6** (Mapeo Continuo). Sea  $g : \mathbb{R}^k \rightarrow \mathbb{R}^m$  una función continua en cada punto de un conjunto  $C$  tal que  $P(X \in C) = 1$ .

*i*) Si  $X_n \xrightarrow{L} X$ , entonces  $g(X_n) \xrightarrow{L} g(X)$ ;

*ii*) Si  $X_n \xrightarrow{P} X$ , entonces  $g(X_n) \xrightarrow{P} g(X)$ ;

*iii*) Si  $X_n \xrightarrow{C.S.} X$ , entonces  $g(X_n) \xrightarrow{C.S.} g(X)$ ;

*Demostración.*

**i)** El evento  $\{g(X_n) \in F\}$  es equivalente al evento  $\{X_n \in g^{-1}F\}$ . Además, para cada conjunto cerrado  $F$ ,  $g^{-1}(F) \subset \overline{g^{-1}(F)} \subset g^{-1}(F) \cup C^C$ , donde  $C^C$  es el complemento de  $C$ .

Para verificar la segunda inclusión, considere  $x \in \overline{g^{-1}(F)}$ . Entonces existe  $\{x_m \in g^{-1}(F)\}$  tal que  $x_m \rightarrow x$ , además  $g(x_m) \in F$  para todo  $F$  cerrado. Luego por la continuidad de  $g$  en  $C$   $g(x_m) \rightarrow g(x)$ , si  $x \in C$ . Dado que  $F$  es cerrado entonces  $g(x) \in F$ , de otra forma  $x \in C^C$ .

Por el lema de Portmanteau,

$$\limsup P(g(X_n) \in F) \leq \limsup P(X_n \in g^{-1}(F)) \leq P(X \in \overline{g^{-1}(F)}).$$

Puesto que  $P(X \in C^c) = 0$ , la probabilidad del lado derecho es  $P(X \in g^{-1}(F)) = P(g(X) \in F)$ . Por lo tanto,  $\limsup P(g(X_n) \in F) \leq P(g(X) \in F)$  y nuevamente por el lema de Portmanteau se tiene que  $g(X_n) \xrightarrow{L} g(X)$ .

ii) Fijando  $\epsilon > 0$  arbitrario. Para cada  $\delta$ , se define  $B_\delta$  el conjunto de todas las  $x$  para el cual existe  $y$ , tal que la distancia  $d(x, y) < \delta$ , pero  $d(g(x), g(y)) > \epsilon$ , si  $x \notin B_\delta$  y  $d(g(X_n), g(X)) > \epsilon$ , entonces  $d(X_n, X) \geq \delta$ . Consecuentemente,

$$P(d(X_n), g(X) > \epsilon) \leq P(X \in B_\delta) + P(d(X_n, X) \geq \delta),$$

el segundo término del lado derecho converge a cero cuando  $n \rightarrow \infty$ , para cada  $\delta > 0$  fijo. El primer término converge a cero cuando  $\delta \downarrow 0$ , porque  $B_\delta \cap C \downarrow \emptyset$ , por continuidad de  $g$ .

iii) Es trivial este resultado. ■

El teorema de Slutsky y el teorema Central del Límite son dos resultados fundamentales para garantizar que las estadísticas de prueba que se estudian en este trabajo, convergen asintóticamente a una distribución normal mediante el método delta. En Lehmann (1999) se pueden encontrar estos resultados, que se presentan a continuación.

**TEOREMA 2.7** (Teorema de Slutsky). *Si  $Y_n \xrightarrow{L} Y$ , suponiendo que  $A_n$  y  $B_n$  tienden en probabilidad a las constantes  $a$  y  $b$ , respectivamente. Entonces*

$$A_n + B_n Y_n \xrightarrow{L} a + bY. \quad (2.12)$$

*Demostración.* La demostración de este teorema se da como consecuencia de los teoremas 2.1 y 2.2 □

**TEOREMA 2.8** (Teorema Central del Límite). *Sea  $X_i, i = 1, 2, \dots$  variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas (v.a.i.i.d), con  $E(X_i) = \xi$  y  $Var(X_i) = \sigma^2 < \infty$ . Entonces*

$$\frac{\sqrt{n}(\bar{X} - \xi)}{\sigma} \xrightarrow{L} N(0, 1),$$

o equivalentemente,

$$\sqrt{n}(\bar{X} - \xi) \xrightarrow{L} N(0, \sigma^2).$$

*Demostración.* Sea  $Y$  una v.a. y consideremos su función generadora de momentos

$$M_Y(t) = E[e^{tY}]. \quad (2.13)$$

Así la distribución de la suma  $Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n$  de v.a.'s i.i.d, tiene función generadora de momentos

$$M_{Y_1+Y_2+\dots+Y_n}(t) = E[e^{Y_1+Y_2+\dots+Y_n}] = M_{Y_1}(t)M_{Y_2}(t)\dots M_{Y_n}(t), \quad (2.14)$$

que por ser independientes las  $y_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , se reduce a

$$M_{Y_1+Y_2+\dots+Y_n}(t) = [M_{Y_1}(t)]^n. \quad (2.15)$$

Aplicando esta fórmula a la distribución

$$\bar{Y} = \frac{\bar{X} - \xi}{\sigma} = \frac{1}{n} \sum \frac{X_i - \xi}{\sigma}. \quad (2.16)$$

Como  $Y_i = \frac{X_i - \xi}{\sigma}$  tiene  $E[Y_i] = 0$  y  $V[Y_i] = E[Y_i^2]$ , considerando la expansión de  $e^{ty}$  en serie de Taylor

$$e^{ty} = 1 + ty + \frac{1}{2}t^2y^2 + R_t(y) \quad (2.17)$$

donde  $R_t(y) \rightarrow 0$ , cuando  $n \rightarrow \infty$ .

Así,

$$\begin{aligned} M_Y(t) &= 1 + tE[Y] + \frac{1}{2}t^2E[y^2] + E[R_t(y)] \\ &= 1 + \frac{1}{2}t^2 + E[R_t(y)], \end{aligned}$$

de esto sigue que

$$M_{\sum Y_i}(t) = \left[1 + \frac{1}{2}t^2 + E[R_t(y)]\right]^n, \quad (2.18)$$

entonces

$$M_{\sqrt{n}\bar{Y}}(t) = \left[1 + \frac{t^2}{2n} + E[R_{\frac{t}{\sqrt{n}}}(y)]\right]^n = \left[1 + \frac{t^2/2}{n} + E[R_{\frac{t}{\sqrt{n}}}(y)]\right]^n, \quad (2.19)$$

considerando el límite cuando  $n \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} M_{\sqrt{n}\bar{Y}}(t) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left[1 + \frac{t^2/2}{n} + E[R_{\frac{t}{\sqrt{n}}}(y)]\right]^n \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left[1 + \frac{t^2/2}{n}\right]^n = e^{t^2/2}. \end{aligned}$$

Usando el hecho de que cuando la función generadora de momentos existe, ésta coincide con la función característica, por el Teorema de Continuidad 2.4, se tiene que

$$\frac{\sqrt{n}(\bar{X} - \xi)}{\sigma} \xrightarrow{L} N(0, 1). \quad (2.20)$$

□

## 2.2. Pruebas de hipótesis

En esta sección se presentan algunos conceptos básicos para el desarrollo y comprensión de las pruebas de hipótesis.

Dado un experimento aleatorio se define el espacio muestral de dicho experimento, denotado por  $\Omega$ , como el conjunto de todos los posibles resultados del experimento en cuestión.

Sea  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  un vector aleatorio con función de masa de probabilidad (*f.m.p.*)  $f_\theta(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $\in \mathbb{R}^k$ ,  $\theta \in \Theta$  donde  $\Theta$  es el espacio paramétrico,  $\Theta \subset \mathbb{R}^k$ , se define la **función de verosimilitud** como la probabilidad conjunta  $P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n; \theta)$  denotada por

$$L(\theta; X_1, X_2, \dots, X_n) = f_\theta(\mathbf{X}),$$

considerada como una función de  $\theta$ , el cual es un vector de parámetros. Si  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas (*v.a.i.i.d.*) con *f.m.p.*  $f_\theta(x)$ , se tiene que

$$L(\theta, X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n f_\theta(X_i). \quad (2.21)$$

Suponga que se puede encontrar una función  $u(\mathbf{X}) : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^k$  no constante, no negativa y creciente, que depende de la muestra aleatoria (*m.a.*), tal que cuando  $\theta$  es reemplazado por  $u(\mathbf{X})$  la función  $L(\theta; \mathbf{X})$  se maximiza, i.e.  $L(u(\mathbf{X}); \mathbf{X}) \geq L(\theta; \mathbf{X})$  para todo  $\theta \in \Theta$ . Entonces, el estadístico  $u(\mathbf{X})$  es llamado **estimador de máxima verosimilitud** para  $\theta$  (*E.M.V.*) denotado por  $\hat{\theta} = u(\mathbf{X})$ . Así

$$L(\hat{\theta}, X_1, X_2, \dots, X_n) = \sup_{\theta \in \Theta} L(\theta, X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (2.22)$$

para obtener  $\hat{\theta}$ , es conveniente trabajar con el logaritmo natural de la función de

verosimilitud, puesto que la función  $\ln$  es una función monótona no decreciente.

A continuación se mencionan algunas definiciones y teoremas importantes para la construcción del marco teórico de este trabajo.

**DEFINICIÓN 2.2.1.** *Se llamará hipótesis estadística a cualquier afirmación o conjetura referente a los parámetros de una o más poblaciones.*

Las hipótesis complementarias planteadas en un problema de hipótesis son llamadas hipótesis nula e hipótesis alternativa. Denotadas por  $H_0$  y  $H_1$ , respectivamente.

**DEFINICIÓN 2.2.2.** *Una prueba de hipótesis es una regla que especifica:*

1. *Para que valores muestrales se toma la decisión de no rechazar  $H_0$  como verdadera.*
2. *Para que valores muestrales  $H_0$  es rechazada y  $H_1$  es no rechazada como verdadera.*

Al subconjunto  $R$  del espacio muestral para el cual  $H_0$  es rechazada se le llama la región de rechazo o región crítica, el complemento de la región de rechazo se llama la región de no rechazo.

Típicamente una prueba de hipótesis está especificada por una estadística de prueba  $T(X_1, X_2, \dots, X_n) = T(\mathbf{X})$ , función que sólo depende de la muestra.

**DEFINICIÓN 2.2.3.** *Suponga que  $R$  denota la región de rechazo para una prueba dada. Entonces para  $\theta \in \Theta_0$ , la prueba comete un error si  $X \in R$ , llamado error tipo I; la probabilidad de error tipo I se define como  $P_\theta(X \in R)$ . De manera similar, para  $\theta \in \Theta_0^c$  se comete un error si  $X \in R^c$  llamado error tipo II; la probabilidad de error tipo II se define como  $P_\theta(X \in R^c)$ .*

$$P_\theta(X \in R) = \begin{cases} \text{probabilidad del error tipo I} & \text{si } \theta \in \Theta_0, \\ 1 - \text{probabilidad del error tipo II} & \text{si } \theta \in \Theta_0^c. \end{cases}$$

**DEFINICIÓN 2.2.4.** *La función potencia de una prueba de hipótesis con región de rechazo  $R$  es la función de  $\theta$  definida por  $\beta(\theta) = P_\theta(X \in R)$ .*

La función potencia ideal es 0 para todo  $\theta \in \Theta_0$  y 1 para todo  $\theta \in \Theta_0^c$ , así una buena prueba tiene función potencia cercana a 1 para  $\theta \in \Theta_0^c$  y cercana a 0 para  $\theta \in \Theta_0$ .

**DEFINICIÓN 2.2.5.** Para  $0 \leq \alpha \leq 1$ , una prueba con función potencia  $\beta(\theta)$  es una prueba con tamaño  $\alpha$  si

$$\sup_{\theta \in \Theta_0} \beta(\theta) = \alpha. \quad (2.23)$$

**DEFINICIÓN 2.2.6.** Para  $0 \leq \alpha \leq 1$ , una prueba con función potencia  $\beta(\theta)$  es una prueba de nivel  $\alpha$  si  $\sup_{\theta \in \Theta_0} \beta(\theta) \leq \alpha$ .

**DEFINICIÓN 2.2.7.** Una prueba con función potencia  $\beta(\theta)$  es insesgada si  $\beta(\theta') \geq \beta(\theta'')$ , para cada  $\theta' \in \Theta_0^c$  y  $\theta'' \in \Theta_0$ .

## 2.3. Método delta

El método delta es un método que sirve para obtener una aproximación de la distribución de probabilidad para una función de un estimador a partir del conocimiento de la limitación de su varianza. En términos generales, el método delta puede ser considerado como una generalización del teorema del límite central.

**DEFINICIÓN 2.3.1.** Si una función  $g(x)$  tiene derivadas hasta el orden  $r$  en el punto  $x = a$ , para una constante  $a \in \mathbb{R}$ ; es decir,  $g'(a) = \frac{d}{dx}g(x) |_{x=a}, \dots, g^{(r)}(a) = \frac{d^r}{dx^r}g(x) |_{x=a}$  existen. Entonces el polinomio de Taylor de orden  $r$  alrededor de  $a$  es:

$$T_r(x) = \sum_{i=0}^r \frac{g^{(i)}(a)}{i!} (x-a)^i + R, \quad (2.24)$$

donde  $R$  es el resto de la aproximación  $g(x) - T_r(x)$  y tiende a cero más rápido que el término explícito de orden mayor.

**TEOREMA 2.9.** Supongamos  $g$  tiene derivadas hasta el orden  $r$  en el punto  $x = a$ , entonces

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x) - T_r(x)}{(x-a)^r} = 0. \quad (2.25)$$

Donde  $T_r$  es el polinomio de Taylor de orden  $r$  alrededor de  $a$ .

*Demostración.* Al escribir  $T_r$  explícitamente, se obtiene que

$$\frac{g(x) - T_r(x)}{(x-a)^r} = \frac{g(x) - \sum_{i=0}^{r-1} \frac{g^{(i)}(a)}{i!} (x-a)^i}{(x-a)^r} - \frac{g^{(r)}(a)}{r!} + R.$$

Será conveniente introducir las nuevas funciones

$$Q(x) = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{g^{(i)}(a)}{i!} (x-a)^i \text{ y } g(x) = (x-a)^n;$$

se debe demostrar ahora que

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x) - Q(x)}{f(x)} = \frac{g^{(n)}(a)}{n!}.$$

Obsérvese que

$$\begin{aligned} Q^{(k)}(a) &= g^{(k)}(a), \quad k \geq n-1, \\ f^{(k)}(x) &= n!(x-a)^{n-k}/(n-k)! \end{aligned}$$

Así pues,

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow a} [g(x) - Q(x)] &= g(a) - Q(a) = 0, \\ \lim_{x \rightarrow a} [g'(x) - Q'(x)] &= g'(a) - Q'(a) = 0, \\ &\vdots \\ \lim_{x \rightarrow a} [g^{(n-2)}(x) - Q^{(n-2)}(x)] &= g^{(n-2)}(a) - Q^{(n-2)}(a) = 0, \end{aligned}$$

y

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \lim_{x \rightarrow a} f'(x) = \dots = \lim_{x \rightarrow a} f^{(n-2)}(x) = 0.$$

Se puede aplicar, por lo tanto, la regla de L'Hôpital  $n-1$  veces para obtener

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x) - Q(x)}{(x-a)^n} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{g^{(n-1)}(x) - Q^{(n-1)}(x)}{n!(x-a)^n}.$$

Puesto que  $Q$  es un polinomio de grado  $n-1$ , su derivada de orden  $n-1$  es una constante; en efecto,  $Q^{(n-1)}(x) = g^{(n-1)}(a)$ . Así pues,

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{g(x) - Q(x)}{(x-a)^n} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{g^{(n-1)}(x) - g^{(n-1)}(a)}{n!(x-a)^n}.$$

y este último límite es  $g^{(n)}(a)/n!$  según la definición de  $g^{(n)}(a)$ . ■

Una forma explícita del resto  $g(x) - T_r(x) = \int_a^x \frac{g^{(r+1)}(t)(x-t)^r}{r!} dt$ .

Para la aplicación estadística del teorema de Taylor, el interés es la serie de Taylor de primer orden, que es la aproximación que usa sólo la primera derivada.

Para el uso de la serie de Taylor Multivariada, considérese la siguiente situación. Sea  $T_1, \dots, T_k$  y  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_k)$ . Suponga que existe una función diferenciable  $g(t)$  (un estimador de algún parámetro dado), se desea un estimador aproximado de la varianza.

Se define  $g'_i(\theta) = \frac{\partial}{\partial t_i} g(t) |_{t_1=\theta_1, \dots, t_k=\theta_k}$ , así la expansión de la serie de Taylor de  $g$  de primer orden alrededor de  $\theta$  es:

$$g(t) = g(\theta) + \sum_{i=1}^k g'_i(\theta)(t_i - \theta_i)^i + R. \quad (2.26)$$

Para la aproximación estadística se omite el resto y sólo se considera la expresión

$$g(t) \approx g(\theta) + \sum_{i=1}^k g'_i(\theta)(t_i - \theta_i),$$

calculando la esperanza en ambos lados de la igualdad anterior, se tiene

$$\begin{aligned} E[g(t)] &\approx E_\theta[g(\theta)] + E_\theta \left[ \sum_{i=1}^k g'_i(\theta)(t_i - \theta_i) \right] \\ &\approx g(\theta) + g'_i(\theta) \sum_{i=1}^k E_\theta[(t_i - \theta_i)] \\ &= g(\theta). \end{aligned}$$

La varianza de  $g(T)$  se puede aproximar mediante,  $Var_\theta g(T) \approx E_\theta[(g(T) - g(\theta))^2]$ , puesto que  $g(T) - g(\theta) = \sum_{i=1}^k g'_i(\theta)(T_i - \theta_i)$ . Así que.

$$\begin{aligned} E_\theta[(g(T) - g(\theta))^2] &= E_\theta \left[ \left( \sum_{i=1}^k g'_i(\theta)(T_i - \theta_i) \right)^2 \right] \\ &= E_\theta \left[ \sum_{i=1}^k (g'_i(\theta))^2 (T_i - \theta_i)^2 \right] + E_\theta \left[ 2 \sum_{i < j} g'_i(\theta) g'_j(\theta) (T_i - \theta_i) (T_j - \theta_j) \right] \\ &= \left[ \sum_{i=1}^k (g'_i(\theta))^2 Var_\theta(T_i) \right] + \left[ 2 \sum_{i < j} g'_i(\theta) g'_j(\theta) Cov_\theta(T_i, T_j) \right]. \end{aligned}$$

Esta aproximación es muy útil porque da una fórmula para la varianza de una función general, usando simplemente varianzas y covarianzas.

**PROPOSICIÓN 2.10.** (Aproximación de Taylor para la media y la varianza).

Suponga que  $X$  es una variable aleatoria con  $E_\mu[X] = \mu \neq 0$ , segundo momento finito y  $g(\mu)$  una función. Considerando la aproximación de primer orden  $g(X) = g(\mu) + g'(\mu)(X - \mu)$ , si se usa a  $g(X)$  como estimador de  $g(\mu)$ , se tiene.

- $E_\mu[g(X)] \approx g(\mu)$ .

$$\blacksquare \text{ Var}_\mu[g(X)] \approx (g'(\mu))^2 \text{Var}_\mu[X].$$

*Demostración.*  $\blacksquare$

$$\begin{aligned} E_\mu[g(X)] &\approx E_\mu[g(\mu) + g'(\mu)(X - \mu)] = E_\mu[g(\mu)] + E_\mu[g'(\mu)(X - \mu)] \\ &= g(\mu) + g'(\mu)E[X - \mu] = g(\mu). \end{aligned}$$

$\blacksquare$

$$\begin{aligned} \text{Var}_\mu[g(X)] &= E[(g(X) - E[g(X)])^2] \approx E[(g(X) - g(\mu))^2] = E[(g'(\mu)(X - \mu))^2] \\ &= (g'(\mu))^2 E[(X - \mu)^2] = (g'(\mu))^2 \text{Var}[X]. \end{aligned}$$

□

Usando estas aproximaciones para la media y la varianza se obtiene la generalización del teorema central del límite, conocida como método delta.

**TEOREMA 2.11** (Método delta). *Sea  $Y_n$  una sucesión de variables aleatorias, que satisfacen  $\sqrt{n}(Y_n - \theta) \xrightarrow{L} N(0, \sigma^2)$ , para una función dada  $g$  y para un valor de  $\theta$  específico, suponga que  $g'(\theta)$  existe y no es cero. Entonces.*

$$\sqrt{n}[g(Y_n) - g(\theta)] \xrightarrow{L} N(0, \sigma^2 (g'(\theta))^2). \quad (2.27)$$

*Demostración.* La expansión de Taylor de  $g(Y_n)$  alrededor de  $Y_n = \theta$  es  $g(Y_n) = g(\theta) + g'(\theta)(Y_n - \theta) + R$ , donde  $R \rightarrow 0$ , cuando  $Y_n \rightarrow \theta$ .

Sea  $Z = \sqrt{n}(Y_n - \theta)$ . Luego.

$$\begin{aligned} P[|Y_n - \theta| \geq \epsilon] &= P[(Y_n - \theta)^2 \geq \epsilon^2] \leq \frac{E[(Y_n - \theta)^2]}{\epsilon^2} \\ &= \frac{E[[\sqrt{n}(Y_n - \theta)]^2]}{n\epsilon^2} = \frac{E[Z^2]}{n\epsilon^2} = \frac{\text{Var}[Z]}{n\epsilon^2} = \frac{\sigma^2}{n\epsilon^2} \end{aligned}$$

Entonces  $\lim_{n \rightarrow \infty} P[|Y_n - \theta| \geq \epsilon] \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sigma^2}{n\epsilon^2} = 0$ , así  $\lim_{n \rightarrow \infty} P[|Y_n - \theta| \geq \epsilon] = 0$ . por lo tanto  $Y_n \xrightarrow{P} \theta$ . Entonces.

$$\begin{aligned} g(Y_n) &= g(\theta) + g'(\theta)(Y_n - \theta) \\ \Rightarrow g(Y_n) - g(\theta) &= g'(\theta)(Y_n - \theta) \Rightarrow \sqrt{n}[g(Y_n) - g(\theta)] = g'(\theta)\sqrt{n}(Y_n - \theta) = g'(\theta)Z_n \end{aligned}$$

Aplicando el teorema de Slutsky, se tiene que  $g'(\theta)Z_n \xrightarrow{L} g'(\theta)Z$ , por lo tanto.  $\sqrt{n}[g(Y_n) - g(\theta)] \xrightarrow{L} N(0, (g'(\theta))^2 \sigma^2)$ . □

## Capítulo 3

# Pruebas de no inferioridad para dos proporciones independientes

### 3.1. Introducción

Las pruebas de no inferioridad o también llamadas pruebas de equivalencia unilateral son procedimientos estadísticos utilizados principalmente en ensayos clínicos para para la comparación de dos tratamientos, uno nuevo contra uno existente. Específicamente se usan para poder determinar si un tratamiento nuevo es superior, igual o inferior (por un margen generalmente pequeño), a uno ya existente, el cual se considera como un tratamiento estándar.

A continuación se describe el marco teórico en el que se fundamenta el estudio de las pruebas estadísticas de no inferioridad para dos proporciones independientes.

Supóngase que se tienen dos poblaciones para contrastar dos proporciones independientes, de las cuales se extraen dos muestras aleatorias,  $n_1$  y  $n_2$  (unidades experimentales), para recibir los tratamientos estándar y nuevo, respectivamente, y sean  $X_1$  y  $X_2$  las respuestas positivas a los tratamientos estándar y nuevo, respectivamente.

Por lo tanto, se tienen dos variables aleatorias binomiales independientes  $X_i$ , con parámetros  $(n_i, p_i)$ ,  $i = 1, 2$ , donde  $p_1$  y  $p_2$  son las probabilidades de éxito de los tratamientos estándar y nuevo, respectivamente. Considérese el siguiente contraste de hipótesis

$$H_0 : p_2 \leq g(p_1) \quad vs \quad H_1 : p_2 > g(p_1). \quad (3.1)$$

donde  $I$  es un intervalo cerrado y  $g : I \subseteq [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ , tal que  $g(p_1) \leq p_1$ .

A lo largo de este capítulo se estudiarán casos particulares para la función  $g$  establecida en el contraste de hipótesis (3.1).

Considerando lo establecido anteriormente, se tienen dos variables aleatorias binomiales independientes  $X_i$  con parámetros  $(n_i, p_i)$ ,  $i = 1, 2$ , con función de masa de probabilidad (*f.m.p.*),

$$f(x_i) = \binom{n_i}{x_i} p_i^{x_i} (1 - p_i)^{n_i - x_i} \quad i = 1, 2. \quad x_i = 0, 1, \dots, n_i.$$

Con espacio muestral  $\Omega = \{(x_1, x_2) \in \{0, 1, \dots, n_1\} \times \{0, 1, \dots, n_2\}\}$  y el espacio paramétrico se puede representar convenientemente por  $\Theta = [0, 1]^2$ . La función de verosimilitud conjunta está dada por

$$L(p_1, p_2; x_1, x_2) = \prod_{i=1}^2 \binom{n_i}{x_i} p_i^{x_i} (1 - p_i)^{n_i - x_i} \quad (3.2)$$

La función potencia es

$$\beta_T(p_1, p_2) = \sum_{(x_1, x_2) \in R_T} L(p_1, p_2; x_1, x_2), \quad (3.3)$$

donde  $R_T$  denota la región de rechazo de una prueba dada  $T$ ,

$$R_T = \{(x_1, x_2) \in \Omega : T(x_1, x_2) \leq t_0\} \quad (3.4)$$

y el espacio nulo correspondiente a la prueba de hipótesis (3.1) está determinado por

$$\Theta_0 = \{(p_1, p_2) \in \Theta : p_2 \leq g(p_1)\}. \quad (3.5)$$

Además, el tamaño de la prueba está dado por

$$\sup_{\theta \in \Theta_0} \beta_T(p_1, p_2). \quad (3.6)$$

### 3.2. Margen de no-inferioridad

El objetivo de usar ensayos de no inferioridad radica en mostrar que el tratamiento experimental no es inferior (por un margen  $\delta$ ) al tratamiento control ya existente, generalmente  $\delta$  es una cantidad positiva pequeña, la cual denota la menor diferencia significativa entre ambos tratatamientos.

En el contexto de pruebas de no inferioridad, en la hipótesis nula se plantea que la proporción de éxito del tratamiento experimental es inferior a la proporción de éxito del tratamiento control por menos que  $\delta$ , mientras que en la hipótesis alternativa se establece lo contrario. Así, formalmente se plantea el siguiente contraste de hipótesis

$$H_0 : p_2 \leq p_1 - \delta \quad vs \quad H_1 : p_2 > p_1 - \delta. \quad (3.7)$$

La elección de  $\delta$  puede ser sutil y en algunas ocasiones involucrar la tasa de éxito  $p_1$  en el grupo control. En ensayos anti-infecciosos, por ejemplo, una diferencia para los tratamientos del 15% en las proporciones de respuesta, frecuentemente se percibe tolerable para una proporción de respuesta del 75% pero puede ser considerable si la proporción de respuesta del control se incrementa al 95%. Un valor  $\delta$  es apropiado si  $p_1$  es esencialmente conocido o bien si  $\delta$  es plausible para todos los valores de  $p_1$ . Sin embargo, en general la incertidumbre del valor de  $p_1$  nos hace considerar al margen como una función de  $p_1$ , es decir,  $\delta = \delta(p_1)$ . Así la hipótesis estadística que se considera es de la siguiente forma

$$H_0 : p_2 \leq p_1 - \delta(p_1) \quad vs \quad H_1 : p_2 > p_1 - \delta(p_1). \quad (3.8)$$

Gráficamente la hipótesis nula  $H_0$  corresponde a una región en el cuadrado unitario que se ubica por debajo de la curva  $p_2 = p_1 - \delta(p_1)$ . En lo siguiente, la curva  $p_2 = p_1 - \delta(p_1)$  será referida como la curva frontera de  $H_0$  y  $\delta(p_1)$  como la función margen.

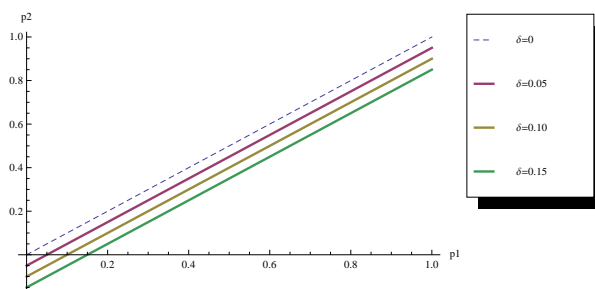
### 3.3. Algunas funciones margen conocidas

En la literatura existen algunas propuestas de funciones margen variable que se han establecido por diferentes razones y cada una de estas propuestas es motivada por la necesidad de satisfacer ciertas particularidades de la función frontera. A continuación se hacen explícitas estas propuestas y las funciones fronteras que ellas determinan.

#### 3.3.1. Margen fijo

Un margen de no inferioridad fijo se puede ver como una función margen constante  $\delta(p_1) = \delta$ .

Considerando la función margen constante, el contraste de hipótesis (3.8) se formula igual al contraste de hipótesis (3.7). Con esto la función frontera queda determinada por  $g(p_1) = p_1 - \delta$ , donde los valores típicos que se consideran para  $\delta$  son  $\delta = 0.05, 0.10, 0.15$ . En la Figura 3.1 se muestra la gráfica de la función frontera.

Figura 3.1:  $p_2 = p_1 - \delta$ 

**Observación 1.** En la figura 3.1 se aprecia que la curva frontera  $g(p_1) = p_1 - \delta$  toma valores negativos en el subintervalo  $[0, d_0)$ .

### 3.3.2. Función escalonada de la FDA

En *Points-to-consider for anti-infective trials* FDA (1992), se establecen algunas recomendaciones para el diseño de ensayos clínicos antibacteriales y se sugiere el uso de la función escalonada

$$\delta(p_1) = \begin{cases} 0.2, & p_1 < 0.8 \\ 0.15, & 0.8 \leq p_1 \leq 0.9 \\ 0.10, & p_1 > 0.9 \end{cases} \quad (3.9)$$

Considerando esta función margen, se obtiene la función frontera determinada por la siguiente expresión.

$$g(p_1) = \begin{cases} p_1 - 0.2, & p_1 < 0.8 \\ p_1 - 0.15, & 0.8 \leq p_1 \leq 0.9 \\ p_1 - 0.10, & p_1 > 0.9 \end{cases} \quad (3.10)$$

En la Figura 3.2 se muestra la gráfica de esta función

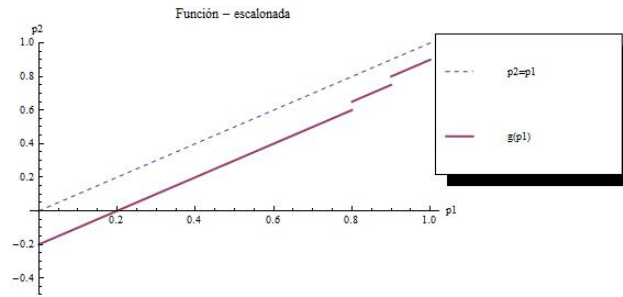


Figura 3.2: Función escalonada (FDA)

Como se puede apreciar, esta función tiene dos puntos de discontinuidad, lo que impide que sea ésta una función derivable, es decir, no es una función suave. Además en esta función se observa que cuando la proporción de respuesta  $p_1$  crece, la función margen disminuye. Así como también se toma en consideración la observación de Röhmel que la función pasa por el punto  $(0.9, 0.8)$ .

### 3.3.3. Función margen lineal de Phillips

Phillips (2003) propone la función margen lineal

$$\delta(p_1) = a + bp_1, \quad (3.11)$$

donde  $a$  y  $b$  son constantes elegidas a priori, así la función frontera corresponde a  $g(p_1) = p_1(1 - b) - a$ , con esto, el contraste de hipótesis a considerar se establece de la siguiente forma.

$$H_0 : p_2 \leq p_1(1 - b) - a \quad vs \quad H_1 : p_2 > p_1(1 - b) - a. \quad (3.12)$$

Se observa que la función margen lineal de Phillips tiene como caso particular al margen fijo tomando  $b = 0$ .

En la Figura 3.3 se muestra la gráfica de la función frontera para algunos valores particulares de  $a$  y  $b$ .

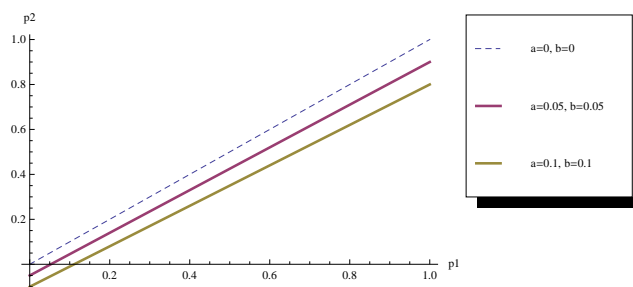


Figura 3.3:  $g(p_1) = p_1(1 - b) - a$

### 3.3.4. Razón de proporciones

Considerando la medida de disimilaridad para la razón de proporciones, se establece el siguiente planteamiento de hipótesis.

$$H_0 : \frac{p_2}{p_1} \leq r_0 \quad vs \quad H_1 : \frac{p_2}{p_1} > r_0, \quad (3.13)$$

donde  $p_1 > 0$  y  $r_0 < 1$ , de forma más general, esta expresión se puede reescribir como

$$H_0 : p_2 \leq p_1 r_0 \quad vs \quad H_1 : p_2 > p_1 r_0, \quad (3.14)$$

de la expresión anterior se puede apreciar que el planteamiento de la hipótesis nula en términos de la función margen es como sigue:  $p_2 \leq p_1 - \delta(p_1)$ , con  $\delta(p_1) = p_1(1 - r_0)$ . En la Figura 3.4 se muestra la gráfica de la función margen para algunos valores de  $r_0$  específicos.

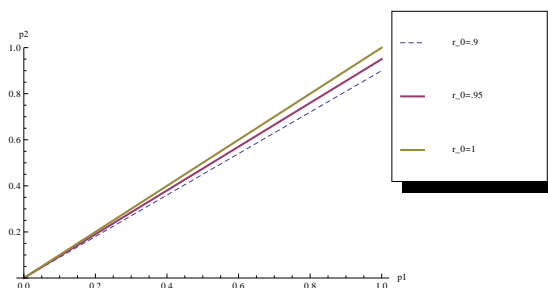


Figura 3.4:  $g(p_1) = r_0 p_1$

En la gráfica de la función frontera se puede observar, que ésta se encuentra cerca del valor cero cuando los valores de  $p_1$  están cercanos a 0.

### 3.3.5. Razón de momios

Garrett (2003) y Wellek (2005) propusieron usar un margen fijo para la razón de momios en no-inferioridad, una forma de establecer el contraste de hipótesis para la razón de momios es

$$H_0 : \frac{p_1(1-p_2)}{p_2(1-p_1)} \geq O_0 \quad vs \quad H_1 : \frac{p_1(1-p_2)}{p_2(1-p_1)} < O_0, \quad (3.15)$$

donde  $O_0 \geq 1$ , esta expresión también se puede escribir de forma más general mediante

$$H_0 : p_2 \leq \frac{p_1}{(1-p_1)O_0 + p_1} \quad vs \quad H_1 : p_2 > \frac{p_1}{(1-p_1)O_0 + p_1}, \quad (3.16)$$

de este último planteamiento de hipótesis se tiene que la función frontera está dada por  $g(p_1) = \frac{p_1}{(1-p_1)O_0 + p_1}$ , la cual se puede expresar en términos de la función margen como  $g(p_1) = p_1 - \delta(p_1)$ , con  $\delta(p_1) = \frac{p_1(1-p_1)(O_0-1)}{(1-p_1)O_0 + p_1}$ . En la Figura 3.5 se muestra la gráfica de la función frontera para esta función margen.

Para la razón de momios, se tiene que cuando la proporción de éxito tiende a cero, la imagen de la función frontera tiende a cero, análogamente cuando la proporción de éxito tiende a 1 la imagen de la función tiende a 1.

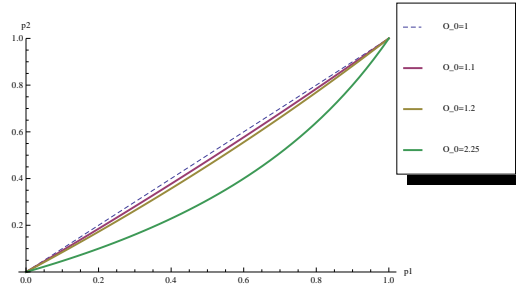


Figura 3.5:  $g(p_1) = p_1 - \delta(p_1)$

### 3.3.6. Propuesta de Röhmel

Röhmel (2001) propuso dos tipos de funciones margen suaves, con el objetivo de tener un mejor comportamiento que la función margen propuesta por la FDA, y propone las siguientes funciones.

$$\delta_1(p_1) = \frac{333}{1000} \sqrt{p_1(1-p_1)}, \quad (3.17)$$

$$\delta_2(p_1) = \frac{223}{1000} \sqrt[3]{p_1(1-p_1)}. \quad (3.18)$$

Las funciones frontera correspondientes a estas funciones margen son:  $g_1(p_1) = p_1 - \frac{333}{1000} \sqrt{p_1(1-p_1)}$  y  $g_2(p_1) = p_1 - \frac{223}{1000} \sqrt[3]{p_1(1-p_1)}$ . Sus gráficas se muestran en la Figura 3.6

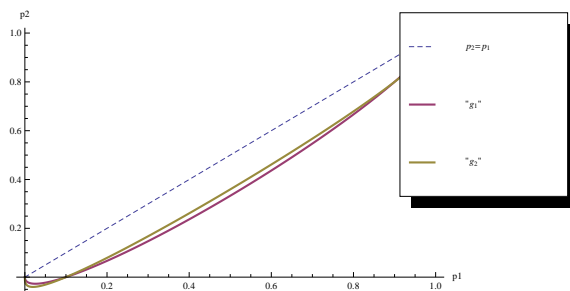


Figura 3.6:  $g_1(p_1) = p_1 - \frac{333}{1000} \sqrt{p_1(1-p_1)}$ ;  $g_2(p_1) = p_1 - \frac{223}{1000} \sqrt[3]{p_1(1-p_1)}$

En el caso de la primera propuesta de Röhmel, se tiene la misma situación que en el margen fijo, que para un subintervalo del dominio, la función frontera toma valores negativos.

## Capítulo 4

# Prueba de no inferioridad para una nueva función margen variable

### 4.1. Introducción de condiciones matemáticas para la función frontera

Analizando las funciones de margen presentadas anteriormente, se encuentra que presentan algunos inconvenientes serios. Motivado por esta situación, se proponen a continuación propiedades para las funciones de margen en el contexto de pruebas de no inferioridad para contrastar medicamentos antibacteriales.

1.  $0 \leq g(p_1) < p_1 \forall p_1 \in (0, 1)$ .
2.  $g$  diferenciable en  $[0, 1]$ .
3.  $\delta(p_1)$  decreciente en  $[0.7, 1]$ .
4.  $g$  pasa suficientemente cerca del punto  $(0.9, 0.8)$ , es decir, que  $g$  pase por una vecindad del punto  $(0.9, 0.8)$  con radio  $r = .02$ .

En las propiedades que se acaban de enunciar se encuentran incorporados entre otros aspectos, las recomendaciones actuales de los organismos reguladores internacionales.

## 4.2. Propuesta de una nueva función margen variable

En la presente sección se propone una familia de funciones de margen variable que satisface las propiedades enunciadas en el apartado anterior. Esta nueva familia propuesta está dada por

$$\delta(p_1) = ap_1(1 - p_1), \quad (4.1)$$

donde  $a \in (0, 1]$  es una constante, así la función frontera correspondiente es  $g(p_1) = p_1 - ap_1(1 - p_1)$ , ver figura 4.1.

Con esto, el contraste de hipótesis para no inferioridad adopta la siguiente forma,

$$H_0 : p_2 \leq p_1 - ap_1(1 - p_1) \quad vs \quad H_1 : p_2 > p_1 - ap_1(1 - p_1). \quad (4.2)$$

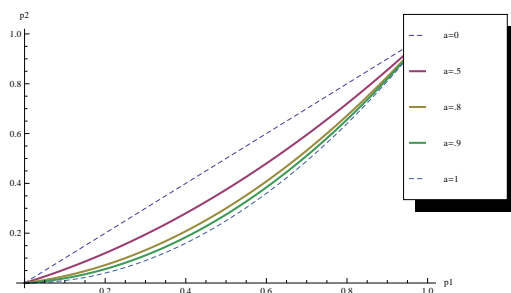


Figura 4.1:  $g(p_1) = p_1 - ap_1(1 - p_1)$ .

## 4.3. Una estadística de prueba para el margen propuesto

### 4.3.1. Planteamiento del problema

Cuando se considera el contraste de no inferioridad con margen fijo y se trabaja con las distribuciones asintóticas de las estadísticas de prueba, éstas típicamente tienen distribución asintótica normal. En esta situación generalmente se considera la estimación parametrizada  $\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta$  de la función paramétrica  $p_2 - p_1 + \delta$ , la cual es no positiva bajo la hipótesis  $H_0$ , donde  $\hat{p}_1 = \frac{X_1}{n_1}$  y  $\hat{p}_2 = \frac{X_2}{n_2}$  son los estimadores de máxima verosimilitud. Además es un estimador insesgado y su varianza es,

$$\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}. \quad (4.3)$$

Debido a que los parámetros  $(p_1, p_2)$  usualmente son desconocidos, se toma la varianza estimada sustituyendo en (4.3) un estimador  $(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2)$  de  $(p_1, p_2)$ , así la varianza estimada queda determinada por la siguiente expresión.

$$n_1^{-1}\tilde{p}_1(1-\tilde{p}_1) + n_2^{-1}\tilde{p}_2(1-\tilde{p}_2). \quad (4.4)$$

Una estadística de prueba para el contraste de hipótesis (3.7) está dada por

$$T_\delta(X_1, X_2) = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta}{\sqrt{n_1^{-1}\tilde{p}_1(1-\tilde{p}_1) + n_2^{-1}\tilde{p}_2(1-\tilde{p}_2)}}, \quad (4.5)$$

para un  $\delta$  fijo.

Por el teorema central del límite y el teorema de Slutsky,  $T_\delta$  tiene una distribución asintótica normal estándar si  $(p_1, p_2)$  está en la frontera de  $H_0$  (*i.e.*  $p_2 = p_1 - \delta$ ). Si  $(p_1, p_2)$  están en el interior de  $H_0$ , entonces  $T_\delta$  diverge hacia  $-\infty$ . Bajo  $H_1$ ,  $T_\delta$  diverge a  $\infty$ . Por lo tanto una prueba de nivel  $\alpha$  aproximado rechaza  $H_0$  cuando  $T_\delta > z_\alpha$  y  $z_\alpha$  es el cuantil superior de la distribución normal estándar.

A continuación se analiza el caso para funciones de margen variable.

El procedimiento a seguir es similar al utilizado en el caso de margen fijo, sólo que ahora se procede reemplazando por un margen observado, que es una función evaluada en la razón de éxitos observados en el grupo control, la estadística de prueba es

$$T(X_1, X_2) = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1)}{\sqrt{n_1^{-1}\tilde{p}_1(1-\tilde{p}_1) + n_2^{-1}\tilde{p}_2(1-\tilde{p}_2)}}, \quad (4.6)$$

Para que esta prueba tenga un tamaño adecuado (en el sentido aproximado)  $T$  debe seguir la distribución normal cuando  $p_2 = p_1 - \delta(p_1)$ . Esencialmente, se requiere que el numerador estime a  $p_2 - p_1 + \delta(p_1)$  y que el denominador estime la desviación estándar del numerador.

Observación: si  $\delta(p_1)$  es una función continua, entonces  $\delta(\hat{p}_1)$  será consistente para  $\delta(p_1)$ ; esto se garantiza por el teorema del mapeo continuo. Más aún si  $\delta(p_1)$  es diferenciable, entonces por el método delta se justifica que  $\delta(\hat{p}_1)$  es asintóticamente normal.

Recordar que el denominador de  $T$  fue diseñado para estimar

$$\sqrt{Var(\hat{p}_2 - \hat{p}_1)} = \sqrt{Var(\hat{p}_2) + Var(\hat{p}_1)}, \quad (4.7)$$

pero realmente la desviación estándar a estimar es

$$\sqrt{Var(\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1))} = \sqrt{Var(\hat{p}_2) + Var(\hat{p}_1 - \delta(\hat{p}_1))}. \quad (4.8)$$

### 4.3.2. Prueba basada en el método delta

Suponga que  $\delta$  es continuamente diferenciable, sea  $\delta'$  la derivada de  $\delta$ . Una aplicación del método delta conduce a

$$\sqrt{n_1}(\delta(\hat{p}_1) - \delta(p_1)) = \delta'(p_1)\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + O_{p_1}, \quad (4.9)$$

cuando  $n_1 \rightarrow \infty$ , donde  $O_{p_1}$  significa que es una sucesión que converge a cero en probabilidad.

Esto se asume cuando las dos muestras crecen proporcionalmente cuando la muestra total  $n = n_1 + n_2$  aumenta *i.e.*  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_1}{n} = \lambda \in (0, 1)$ . El teorema central del límite dice que

$$\begin{aligned}
 & \sqrt{n}[\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1) - (p_2 - p_1 + \delta(p_1))] \\
 = & \sqrt{n}(\delta(\hat{p}_1) - \delta(p_1)) - \sqrt{n}(\hat{p}_1 - p_1) + \sqrt{n}(\hat{p}_2 - p_2) \\
 = & \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n_1}}\sqrt{n_1}(\delta(\hat{p}_1) - \delta(p_1)) - \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n_1}}\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n_2}}\sqrt{n_2}(\hat{p}_2 - p_2) \\
 = & \left(\frac{n_1}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_1}(\delta(\hat{p}_1) - \delta(p_1)) - \left(\frac{n_1}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + \left(\frac{n_2}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_2}(\hat{p}_2 - p_2) \\
 = & \left(\frac{n_1}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_1}(\delta(\hat{p}_1) - \delta(p_1)) - \left(\frac{n_1}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + \left(\frac{n - n_1}{n}\right)^{-1/2}\sqrt{n_2}(\hat{p}_2 - p_2)
 \end{aligned}$$

tomando límite cuando  $n \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned}
 & \lambda^{-1/2}\delta'(p_1)\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) - \lambda^{-1/2}\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + (1 - \lambda)^{-1/2}\sqrt{n_2}(\hat{p}_2 - p_2) \\
 = & \lambda^{-1/2}(\delta'(p_1) - 1)\sqrt{n_1}(\hat{p}_1 - p_1) + (1 - \lambda)^{-1/2}\sqrt{n_2}(\hat{p}_2 - p_2) \\
 \xrightarrow{d} & N(0, \lambda^{-1}(\delta'(p_1) - 1)^2 p_1(1 - p_1) + (1 - \lambda)^{-1} p_2(1 - p_2))
 \end{aligned}$$

para estimar la varianza asintótica,  $\lambda$  en lo anterior será remplazado por  $\frac{n_1}{n}$  y  $(p_1, p_2)$  por el estimador  $(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2)$ , nuevamente basta con que este estimador sea consistente para  $(p_1, p_2)$  en la frontera de  $H_0$ .

En Zhang (2006) se propone una prueba asintótica basada en la estadística de prueba

$$T_S = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1)}{\sqrt{n_1^{-1}\tilde{p}_1(1 - \tilde{p}_1)(\delta'(\tilde{p}_1) - 1)^2 + n_2^{-1}\tilde{p}_2(1 - \tilde{p}_2)}}, \quad (4.10)$$

donde el subíndice  $S$  denota un margen suave. La estadística de prueba  $T_S$  converge a la distribución normal estándar si  $p_2 = p_1 - \delta(p_1)$  y diverge a  $\infty$  bajo la hipótesis alternativa  $H_1$ .

Para un nivel de significancia  $\alpha$ , la hipótesis nula será rechazada si  $T_S > z_\alpha$ . La única diferencia entre la prueba  $T_S$  (4.10) y la prueba  $T$  (4.6) es la presencia del término  $(\delta'(\tilde{p}_1) - 1)^2$  en el denominador, el cual se puede ver como un factor de corrección multiplicativo para la variabilidad de  $\delta(\hat{p}_1)$ .

Una mayor variabilidad de  $\delta$  cerca de  $p_1$  tendería a producir un valor absoluto más grande de  $\delta'(\tilde{p}_1)$ , que a su vez resultaría una corrección más significativa.

En pruebas de no inferioridad es de suma importancia calcular la potencia de la prueba en equivalencia ( $p_1 = p_2$ ) y determinar el tamaño de la muestra correspon-

diente. Bajo  $p_1 = p_2 = p$ , los estimadores  $(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2)$  utilizados en el error estándar típicamente convergen en probabilidad, digamos a  $(\bar{p}_1, \bar{p}_2)$ , entonces la estadística de prueba  $T_S$  será asintóticamente equivalente a

$$T_S = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1)}{\sqrt{n_1^{-1}\bar{p}_1(1-\bar{p}_1)(\delta'(\bar{p}_1) - 1)^2 + n_2^{-1}\bar{p}_2(1-\bar{p}_2)}}. \quad (4.11)$$

### Construcción de estadísticas de prueba

Siguiendo el orden en que se presentaron las funciones margen en (3.3), a continuación presentamos las correspondientes estadísticas obtenidas mediante la expresión (4.10).

#### Margen fijo

Con un margen fijo  $\delta$ , la estadística  $Z_S$  se reduce a la usual  $T_\delta$  en (4.5). Es importante además destacar que la función de margen fijo no cumple una de las importantes condiciones enunciadas en la sección (4.1), específicamente no cumple que  $T_\delta$  sea decreciente en  $[0.7, 1]$ . Por este motivo en nuestro estudio posterior no consideraremos a esta función de margen ni a su correspondiente estadística de prueba (4.5).

#### Función escalonada de la FDA

El caso cuando la función margen variable corresponde a la función escalonada no se considera el estudio de su estadística de prueba, debido a que la función escalonada no es diferenciable.

#### Margen lineal

Con un margen lineal  $\delta(p_1) = a + bp_1$ , la estadística de prueba encontrada anteriormente es

$$T_L = \frac{\hat{p}_2 - (1-b)\hat{p}_1 + a}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)(1-b)^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}, \quad (4.12)$$

ésta es precisamente la estadística de prueba dada por Phillips (2003).

#### Razón de proporciones

Para el caso de la razón de proporciones, como la función de margen es  $\delta(p_1) = p_1(1 - r_0)$ , entonces la estadística de prueba correspondiente es

$$T_{RP} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 r_0}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)r_0^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}. \quad (4.13)$$

En relación a esta función de margen, para que se cumpla la propiedad 1) de la sección 4.1, es necesario que  $r_0 \leq 1$ , pero en esta situación no se cumple la propiedad 3) de la sección 4.1, dando como consecuencia una función de margen que no es de utilidad en el contexto de interés, motivo por el cual en nuestro estudio posterior no consideraremos a esta función de margen ni a su correspondiente estadística de prueba.

#### Razón de momios

En la sección 3.3.5 se vio que para el caso de la razón de momios, la correspondiente función de margen es  $\delta(p_1) = \frac{(1-c)p_1(1-p_1)}{1-(1-c)p_1}$ . La derivada es,

$$\delta'(p_1) = \frac{(1-c)(1-2p_1)[1-(1-c)p_1] - (1-c)^2 p_1(1-p_1)}{[1-(1-c)p_1]^2}. \quad (4.14)$$

Por simplicidad de notación se escribe la estadística de prueba como.

$$T_{OR} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \delta(\hat{p}_1)}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)(\delta'(\hat{p}_1) - 1)^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}. \quad (4.15)$$

Esta prueba si se incluye en el nuestro estudio comparativo, debido a que no representa inconvenientes con las condiciones establecidas en la sección 4.1.

**Primera propuesta de Röhmel**

Con las funciones margen  $\delta_1(p) = \frac{333}{1000}\sqrt{p(1-p)}$  y  $\delta_2(p) = \frac{223}{1000}\sqrt[3]{p(1-p)}$ , las estadísticas de prueba son.

$$T_{R_1} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \frac{333}{1000}\sqrt{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)}}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)\left[\frac{333}{2000}\frac{1-2\hat{p}_1}{\sqrt{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)}} - 1\right]^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}, \quad (4.16)$$

y

$$T_{R_2} = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + \frac{233}{1000}[\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)]^{1/3}}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)\left[\frac{233}{3000}\frac{1-2\hat{p}_1}{\{\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)\}^{2/3}} - 1\right]^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}}, \quad (4.17)$$

respectivamente. Al igual que la prueba para la razón de momios, esta prueba también se incluye en nuestro estudio comparativo.

**Nueva propuesta**

Para el caso de la nueva función de margen variable propuesta en esta tesis (sección 4.2), la función de margen es  $\delta(p_1) = ap_1(1-p_1)$  y la estadística de prueba correspondiente es

$$T_a = \frac{\hat{p}_2 - \hat{p}_1 + a\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)}{\sqrt{n_1^{-1}\hat{p}_1(1-\hat{p}_1)[a(1-2\hat{p}_1) - 1]^2 + n_2^{-1}\hat{p}_2(1-\hat{p}_2)}}}, \quad (4.18)$$

**4.3.3. Cálculos de los tamaños de prueba**

Debido a que generalmente las pruebas asintóticas no necesariamente respetan el nivel de significancia nominal para el cual fueron construidas, un aspecto crucial e importante a considerar es el estudio del comportamiento de los tamaños de la prueba asintótica.

En Zhang (2006) se establece una expresión analítica que aproxima de manera asintótica a los tamaños de prueba para una prueba asintótica basada en el método delta. Por otro lado en este trabajo se aborda el estudio de los tamaños de prueba realizando los cálculos reales de los mismos, para determinar que prueba tiene un mejor comportamiento.

En Castro Alva (2012) se hace explícita la problemática del cálculo de los tamaños de prueba desde el punto de vista computacional, ya que, el llevar a cabo dichos cálculos, requiere de un esfuerzo computacional muy grande. Es por esta razón, que es necesario hacer uso de resultados teóricos que ayuden a reducir el tiempo computacional invertido en estos cálculos. Algunos de estos resultados se presentan a continuación, los cuales se implementan en un programa escrito en C++ por el autor. Los tamaños de prueba son obtenidos mediante este programa.

**PROPOSICIÓN 4.1.**  *$f(x; n, p)$  es la función de masa de probabilidad de una variable aleatoria  $X$  con distribución binomial con parámetros  $n$  y  $p$   $B(n, p)$ , entonces*

1.  $f(n - x; n, 1 - p) = f(x; n, p)$ .

2.  $\frac{\partial f(x; n, p)}{\partial p} = n[f(x - 1; n - 1, p) - f(x; n - 1, p)]$ .

3.  $\frac{\partial f(x; n, p)}{\partial p} = f(x; n, p) \frac{n(\hat{p} - p)}{p(1 - p)}$ .

*Demostración.* 1.

$$\begin{aligned} f(n - x; n, 1 - p) &= \binom{n}{n - x} (1 - p)^{n - x} (1 - (1 - p))^{n - (n - x)} \\ &= \binom{n}{n - x} (1 - p)^{n - x} (p)^x = f(x; n, p) \end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f(x; n, p)}{\partial p} &= \binom{n}{x} [xp^{x-1}(1-p)^{n-x} - (n-x)(1-p)^{n-x-1}p^x] \\
 &= \binom{n}{x} xp^{x-1}(1-p)^{n-x} - \binom{n}{x} (n-x)(1-p)^{n-x-1}p^x \\
 &= \frac{n!}{x!(n-x)!} xp^{x-1}(1-p)^{(n-1)-(x-1)} \\
 &\quad - \frac{n!}{x!(n-x)!} (n-x)(1-p)^{(n-1)-x} p^x \\
 &= n \frac{(n-1)!}{(x-1)!((n-1)-(x-1))!} p^{x-1}(1-p)^{(n-1)-(x-1)} \\
 &\quad - n \frac{(n-1)!}{x!(n-x-1)!} p^x(1-p)^{(n-1)-x} \\
 &= n \left[ \binom{n-1}{x-1} p^{x-1}(1-p)^{(n-1)-(x-1)} - \binom{n-1}{x} p^x(1-p)^{(n-1)-x} \right] \\
 &= n[f(x-1; n-1, p) - f(x; n-1, p)].
 \end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial f(x; n, p)}{\partial p} &= n[f(x-1; n-1, p) - f(x; n-1, p)] \\
 &= n \left[ \frac{(n-1)!}{(x-1)!(n-x)!} p^{x-1}(1-p)^{n-x} - \frac{(n-1)!}{x!(n-x-1)!} p^x(1-p)^{n-x-1} \right] \\
 &= n \left[ \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x(1-p)^{n-x} \frac{x}{np} - \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x(1-p)^{n-x} \frac{n-x}{n(1-p)} \right] \\
 &= n \left[ f(x; n, p) \frac{x}{np} - f(x; n, p) \frac{n-x}{n(1-p)} \right] \\
 &= nf(x; n, p) \left[ \frac{x}{np} - \frac{n-x}{n(1-p)} \right] = nf(x; n, p) \frac{x(1-p) - (n-x)p}{np(1-p)} \\
 &= nf(x; n, p) \frac{x - xp - np + px}{np(1-p)} = nf(x; n, p) \frac{x - np}{np(1-p)} \\
 &= nf(x; n, p) \frac{\frac{x-np}{n}}{p(1-p)} = nf(x; n, p) \frac{\frac{x}{n} - p}{p(1-p)} \\
 &= f(x; n, p) \frac{n(\hat{p} - p)}{p(1-p)}.
 \end{aligned}$$

■  
□

**DEFINICIÓN 4.3.1.** Sea  $T$  una estadística de prueba para el problema de prueba

#### 4.4 Elaboración de un programa para el cálculo de tamaños de prueba 35

de hipótesis, con región crítica  $R_T$ . Se dice que  $R_T$  es un **conjunto convexo de Barnard (CCB)** si satisface las siguientes condiciones:

1.  $(x_1, x_2) \in R_T \Rightarrow (x_1 - 1, x_2) \in R_T, \forall 1 \leq x_1 \leq n_1, 0 \leq x_2 \leq n_2$ .
2.  $(x_1, x_2) \in R_T \Rightarrow (x_1, x_2 + 1) \in R_T, \forall 0 \leq x_1 \leq n_1, 0 \leq x_2 \leq n_2 - 1$ .

El siguiente teorema juega un papel muy importante, ya que este resultado permite simplificar considerablemente el cálculo de los tamaños de prueba, en este resultado se hace uso de la propiedad de que una región de rechazo de una estadística de prueba sea un conjunto convexo de Barnard.

**TEOREMA 4.2.** Sea  $T$  una estadística de prueba para el problema de prueba de hipótesis

$$H_0 : p_2 \leq g(p_1) \quad \text{vs} \quad H_1 : p_2 > g(p_1).$$

con región de rechazo dada por  $R = \{(x, y) : T(x, y) \leq T(x_0, y_0)\}$  y sean

$$\Psi_0 = \{\theta = (p_1, p_2) : p_2 \leq g(p_1)\} \quad (4.19)$$

$a \leq p_1 \leq 1, 0 \leq a$  y  $g(a) = 0$  si  $a > 0$  con  $g$  creciente y que no intersecta a  $p_2 = p_1$ . Si la región  $R$  es un conjunto convexo de Barnard, entonces el supremo

$$\sup_{(p_1, p_2) \in \Psi_0} \beta_T(p_1, p_2) \quad (4.20)$$

es un máximo y se alcanza en un punto frontera sobre la curva  $p_2 = g(p_1)$ .

Es decir, si  $\Psi_0^* = \{(p_1, p_2) : p_2 = g(p_1)\}$ , entonces

$$\text{nivel de significancia} = \sup_{\theta \in \Psi_0} \beta_T(p_1, p_2) = \max_{\theta \in \Psi_0^*} \beta_T(p_1, p_2). \quad (4.21)$$

En Almendra Arao & Sotres Ramos (2012) se puede consultar esta demostración.

#### 4.4. Elaboración de un programa para el cálculo de tamaños de prueba

El objetivo del presente apartado es describir la forma en que se calcularon los tamaños de prueba.

Por el teorema de Röhmel y Mansmann, ver Röhmel & Mansmann (1999) se tiene que cuando la región crítica es un conjunto convexo de Barnard, entonces el cálculo de los tamaños de prueba se puede realizar como  $\sup_{p \in [0, 1]} \beta_T(p, g(p))$ .

Es decir, se requiere determinar el valor de  $p \in [0, 1]$  tal que  $\beta_T(p, g(p))$  sea un máximo absoluto, este problema es equivalente a determinar una raíz de la función  $\beta_T'(p)$  verificando que dicha raíz sea un máximo. Entonces dada una aproximación  $p_n$  para  $p$ , basado en el método de Newton, la siguiente aproximación es  $p_{n+1} =$

$p_n - \frac{\beta'(p_n)}{\beta''(p_n)}$ . Para aplicar el método de Newton de forma iterativa se requiere encontrar una aproximación inicial.

Detalles técnicos asociados a la existencia de la segunda derivada de la función potencia y al algoritmo que se presenta a continuación en esta misma sección pueden ser consultados por el lector interesado en Almendra Arao (2012).

En esta sección se establece la metodología y procedimiento empleado para la construcción del programa que calcula los tamaños de la prueba, así como también se presentan el pseudo código y diagrama de flujo, para dar una idea de como funciona dicho programa, a continuación se describen de manera detallada cada uno de estos elementos.

#### 4.4.1. Procedimiento para calcular los tamaños de prueba

A continuación se enuncia el procedimiento que se usa para calcular los tamaños de prueba.

1. Dada la función margen variable, construir la estadística de prueba correspondiente.
2. Verificar si la región crítica determinada por la estadística cumple con la Condición de Convexidad de Barnard (*CCB*).
3. Si la región crítica no cumple con *CCB*, no se calculan los tamaños de prueba.
4. Si la región crítica cumple *CCB*, entonces realizar una discretización del intervalo  $[0, 1]$  con un paso  $\Delta = \frac{1}{100}$  para los incrementos de  $p \in [0, 1]$ , evaluar la función potencia en cada punto de la partición y determinar el valor  $p_0 \in [0, 1]$  donde alcanza un máximo, a este procedimiento se le conoce como método exhaustivo.
5. Utilizar el valor inicial  $p_0$  para iniciar el método de Newton de forma iterada
6. Aplicar el método de Newton en forma iterada de tal forma que  $|p_{n+1} - p_n| < \epsilon$  con  $\epsilon = 0.00001$ .
7. Si el método de Newton no converge o encuentra un mínimo, entonces aplicar el método exhaustivo refinado tomando un refinamiento  $\Delta' = .1\Delta$  sobre el intervalo  $[p_0 - \Delta, p_0 + \Delta] \cap [0, 1]$ .

#### 4.4.2. Pseudocódigo para calcular los tamaños de prueba

El siguiente pseudocódigo corresponde al programa escrito por el autor de esta tesis para calcular el tamaño de prueba para la nueva propuesta, considerando la siguiente configuración la cual se ingresa en pantalla.  $n_1$ : tamaño de muestra 1,  $n_2$ : tamaño de muestra 2,  $\alpha$ : nivel de significancia nominal,  $a$ : valor del parámetro de la nueva función margen. El resultado que se obtiene es el tamaño de prueba para la configuración correspondiente.

#### 4.4 Elaboración de un programa para el cálculo de tamaños de prueba 37

```
1: Definir las siguientes funciones: función CCB, función fdelta, función fdelta' función Beta, función derivadabeta, función derivadabeta2, función Newton.
2: Declarar variables  $n_1, n_2, \alpha, ** RT0, a, fdelta, incremento, i, j, k$ 
3: Ingresar el valor de las variables
   Tamaño de muestra  $n_1 \leftarrow$ 
   Tamaño de muestra  $n_2 \leftarrow$ 
   Nivel de significancia  $\alpha \leftarrow$ 
   Valor del parámetro para la prueba  $T_a$   $a \leftarrow$ 
4: Declarar la función margen variable fdelta.
5: Declarar la función fdelta'.
6: Definir matriz  $RT0_{(n_1+1)(n_2+1)}$ .
7: for  $i = 0$  hasta  $n_1$  do
8:
9:   for  $j = 0$  hasta  $n_2$  do
10:
11:     if  $i = 0$  and  $j = 0$  then
12:        $P_1 \leftarrow \frac{.01}{n_1}$  ;  $P_2 \leftarrow \frac{.01}{n_2}$ .
13:     end if
14:     if  $i = 0$  and  $j = n_2$  then
15:        $P_1 \leftarrow \frac{.01}{n_1}$  ;  $P_2 \leftarrow 1 - \frac{.01}{n_2}$ .
16:     end if
17:     if  $i = n_1$  and  $j = 0$  then
18:        $P_1 \leftarrow 1 - \frac{.01}{n_1}$  ;  $P_2 \leftarrow \frac{.01}{n_2}$ .
19:     end if
20:     if  $i = n_1$  and  $j = n_2$  then
21:        $P_1 \leftarrow 1 - \frac{.01}{n_1}$  ;  $P_2 \leftarrow 1 - \frac{.01}{n_2}$ .
22:     end if
23:      $\sigma \leftarrow \sqrt{n_1^{-1}p_1(1-p_1)(\delta' - 1)^2 + n_2^{-1}p_2(1-p_2)}$ .
24:      $T0 \leftarrow \frac{p_2 - p_1 + \delta(p_1)}{\sigma}$ .
25:     if  $T0 \leq z_\alpha$  then
26:        $RT0[i][j] \leftarrow 1$ .
27:     else
28:        $RT0[i][j] \leftarrow 0$ .
29:     end if
30:   Aplicar la función CCB a RT0.
31:   if Cumple CCB then
32:     Evaluar la función Beta en una partición del intervalo  $[0, 1]$ .
33:     Determinar el valor  $p_0$  de la partición del  $[0, 1]$  donde la función alcanza un máximo.
34:     Aplicar la función Newton con el valor  $p_0$ .
35:     if Newton converge y es máximo then
36:       Tamaño de prueba  $\leftarrow$  maximo-con-Newton.
37:     else
```

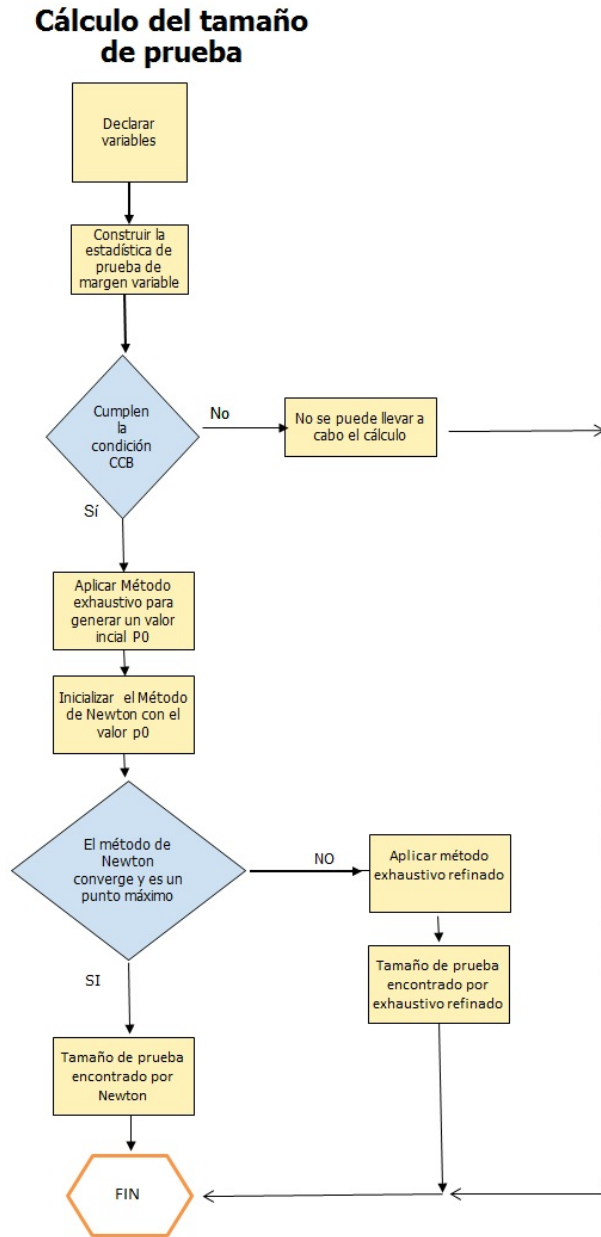
### **38 Prueba de no inferioridad para una nueva función margen variable**

---

```
38:         Aplicar método exhaustivo refinado
39:         Tamaño de prueba  $\leftarrow$  máximo-con-exhaustivo-refinado.
40:     end if
41: else
42:     No se puede calcular el tamaño de prueba.
43: end if
44: end for
45: end for
```

Si se desea calcular el tamaño de prueba para una estadística de prueba distinta, basta con modificar la estadística en el programa en cuestión.

4.4.3. Diagrama de flujo para calcular los tamaños de prueba de una estadística de prueba



## 4.5. Comparación de la nueva prueba con algunas pruebas conocidas

En la presente sección se efectúa la comparación de la nueva familia de funciones de margen construida en la presente tesis contra las funciones de margen lineal de Phillips, la razón de momios y la propuesta de Röhmel. Para realizar la comparación se forzó a que la diferencia de las áreas entre las funciones frontera a comparar fuera igual a cero y se obtuvo el valor del parámetro ( $a$ ) de la familia propuesta para el cual se cumplía dicha condición.

Para los valores de  $a$  así obtenidos se calcularon los correspondientes tamaños de prueba, mismo que se muestran en el apéndice B.

### 4.5.1. Diferencia entre áreas para el margen lineal de Phillips

Considerando un caso particular para el margen lineal de Phillips que cumple que la función margen pasa por los puntos  $(t, 0)$  y  $(0.9, 0.8)$  se obtiene la función  $g(p_1) = \left(1 - \frac{10t-1}{10t-9}\right)p_1 + \frac{8t}{10t-9}$  con dominio  $D_g = [t, 1]$ . Ahora calculando la diferencia entre áreas de esta función frontera y la función  $g_a$ , se tiene

$$\begin{aligned} & \left| \int_t^1 \left( ap_1^2 + (1-a)p_1 - \left( \left(1 - \frac{10t-1}{10t-9}\right)p_1 + \frac{8t}{10t-9} \right) \right) dp_1 \right| \\ &= \frac{1}{6|10t-9|} |(t-1)(21t-9a+28at^2-20at^3+at-30t^2+3)| = 0 \end{aligned}$$

entonces  $a = \frac{-30t^2+21t+3}{20t^3-28t^2-t+9}$ , ahora analizando el comportamiento de esta función, la cual es creciente en  $[0, 0.5]$  se consideran valores convenientes para  $t \leq .3$  y para  $a$  valores cercanos a 1, se tiene que los valores óptimos son  $t = 0.3$  y  $a = 0.98214$ . Además la función frontera resultante es  $g(p_1) = 1.333p_1 - .4$ .

Con estos valores de  $t$  y  $a$ , se tiene que la función frontera  $g_a$  pasa por el punto  $(0.9, 0.81161)$ , el cual está cercano al punto  $(0.9, 0.8)$ . ver Almendra Arao *et al.* (2014)

### 4.5.2. Diferencia entre áreas para la razón de momios

En este caso se compara la función  $g_a$  con la razón de momios considerando el valor de  $O_0 = 2.25$ , debido a que para ese valor, la función frontera para la razón de momios pasa por el punto  $(0.9, 0.8)$

$$\begin{aligned} & \left| \int_0^1 \left( ap_1^2 - ap_1 + \frac{p_1(1-p_1)(2.25-1)}{p_1+2.25(1-p_1)} \right) dp_1 \right| \\ &= |0.13226 - 0.16667a| = 0 \end{aligned}$$

la solución es  $a = .79354$  y cumple que  $g_{0.79354}(0.9) = 0.82858$ .

### 4.5.3. Diferencia entre áreas para la propuesta de Röhmel

Se considera la diferencia de áreas de la función  $g_a$  con las funciones margen propuestas por Röhmel, para ello se consideran las funciones margen restringidas en el dominio de ambas funciones margen, tal que se cumpla la condición 1) de la sección 4.1. Para determinar el dominio restringido a esta condición, se resuelven las siguientes inecuaciones  $p_1 - \frac{1}{3}\sqrt{p_1(1-p_1)} \leq 0$  y  $p_1 - \frac{223}{1000}\sqrt[3]{p_1(1-p_1)} \leq 0$ .

En la primera inecuación el conjunto solución es  $[0, .1]$  y para la segunda inecuación el conjunto solución en su forma aproximada es  $[0, .099908]$ , debido a esta restricción en el dominio, se establece la diferencia de áreas respectivas como sigue.

$$\begin{aligned} & \left| \int_{.1}^1 \left( ap_1^2 - ap_1 + \frac{1}{3}\sqrt{p_1(1-p_1)} \right) dp_1 \right| \\ &= \left| \left( \frac{\pi}{48} \right) - (-0.0046667a - 0.058637) \right| = \left| \frac{\pi}{48} - 0.162a + 0.058637 \right| = 0 \end{aligned}$$

de esto se obtiene  $a = 0.76597$  que cumple  $g_{0.76597}(0.9) = 0.83106$

Considerando la segunda función margen se tiene la siguiente comparación

$$\begin{aligned} & \left| \int_{.1}^1 \left( ap_1^2 - ap_1 + \frac{223}{1000}\sqrt[3]{p(1-p)} \right) dp_1 \right| \\ &= |-0.162a + 0.11058| = 0 \end{aligned}$$

entonces  $a = 0.68259$  que cumple  $g_{0.68259}(0.9) = 0.83857$

## 4.6. Comportamiento de los tamaños de prueba

En el presente apartado se comparan algunos miembros destacados de la familia de nuevas estadísticas de pruebas propuestas en esta tesis con las estadísticas originadas mediante el margen lineal de Phillips, la razón de momios y las propuestas de Röhmel. Los tamaños de prueba se calcularon de la forma descrita en las secciones 4.3 y 4.4.

A continuación se presentan las gráficas de los tamaños de prueba de las estadísticas correspondientes al margen lineal de Phillips, razón de proporciones, razón de momios y la nueva propuesta, las cuales son denotadas mediante  $T_L$ ,  $T_{OR}$  y  $T_a$ , respectivamente.

Los tamaños de prueba correspondientes a  $T_L$  se muestran en las siguientes gráficas

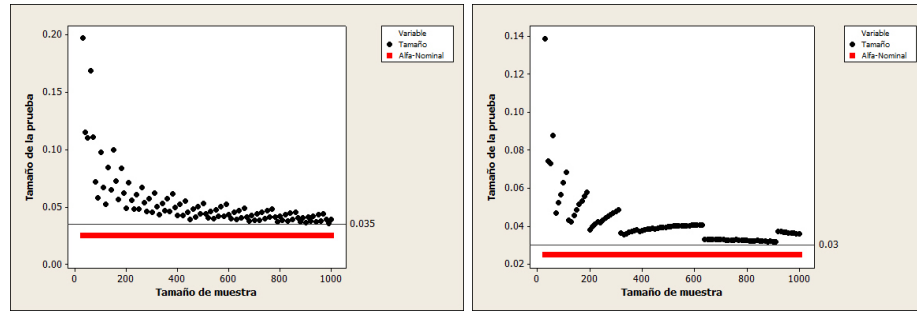


Figura 4.2: Tamaños de prueba para  $T_L$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = .05$  y  $b = .05$ ;  $a = .10$  y  $b = .10$

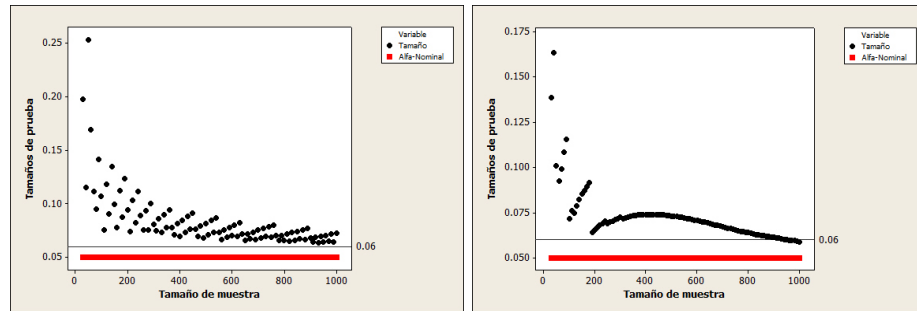


Figura 4.3: Tamaños de prueba para  $T_L$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = .05$  y  $b = .05$ ;  $a = .10$  y  $b = .10$

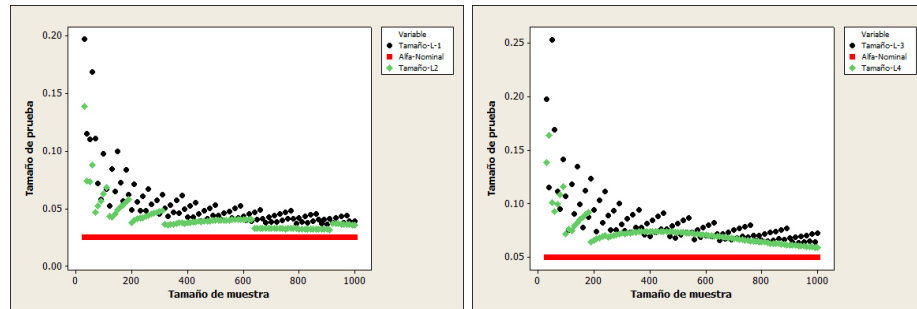


Figura 4.4: Tamaños de prueba para  $T_L$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = .05$  y  $b = .05$ ;  $a = .10$  y  $b = .10$

En las gráficas 4.2 y 4.3, se observa que los tamaños de prueba están situados por arriba del nivel de significancia nominal. Para un mejor entendimiento del compor-

tamiento de la prueba, se presentan los porcentajes de los tamaños de prueba que pertenecen a subintervalos del rango, los cuales se muestran en el cuadro 4.1.

$\alpha$	Interval	Tamaño de prueba	
		$a = .05$ y $b = .05$	$a = .1$ y $b = .1$
.025	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	0	0
	$[1.1\alpha, 1]$	100	100
.05	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	0	0
	$[1.1\alpha, 1]$	100	100

Cuadro 4.1: Porcentaje de tamaños de la prueba  $T_L$  que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia

Para el caso de la propuesta de Röhmel, se verificó que las regiones críticas no son un *CCB*, lo cual es un factor importante para que las pruebas estadísticas tengan sentido en el contexto clínico, ver Almendra Arao & Sotres Ramos (2014), así como también es una condición para aplicar el teorema de Röhmel y Mansmann, el cual reduce el tiempo de cómputo, para llevar a cabo el cálculo de los tamaños de prueba. Por esta razón, al no ser un *CCB* las regiones correspondientes a la propuesta por Röhmel, no se llevó a cabo el estudio del comportamiento de estas pruebas.

Con el objeto de solventar esta situación se optó por redefinir las funciones frontera de tal forma que cumplan la condición 1) de la sección 4.1.

$$g(p_1) = \begin{cases} 0, & p_1 < 0.1 \\ p_1 - \frac{1}{3}\sqrt{p_1(1-p_1)}, & p_1 \in [.1, 1] \end{cases} \quad (4.22)$$

$$g(p_1) = \begin{cases} 0, & p_1 < 0.1 \\ p_1 - \frac{223}{1000}\sqrt[3]{p_1(1-p_1)}, & p_1 \in [.1, 1] \end{cases} \quad (4.23)$$

Pero se tuvo el mismo problema con las regiones críticas, es decir, no son un *CCB*, por lo tanto no se consideró como viables las pruebas correspondientes en el contexto de esta tesis.

A continuación se presentan las gráficas de los tamaños de prueba de la estadística para la razón de momios  $T_{OR}$ , así como también su cuadro de porcentajes como en el caso anterior.

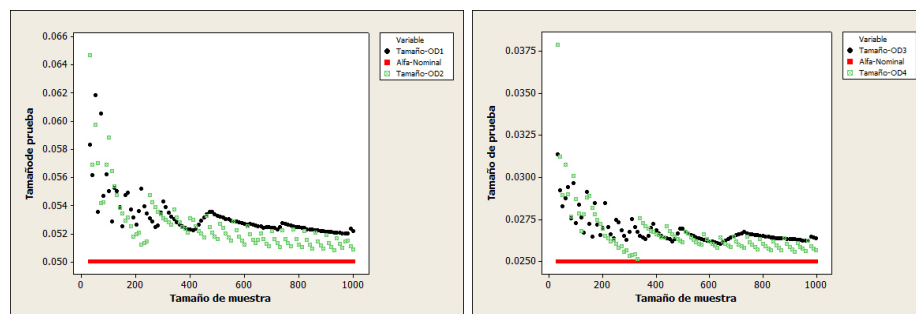


Figura 4.5: Tamaños de prueba para  $T_{OR}$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $O_0 = 1.1, O_0 = 1.2$  y  $\alpha = 0.025$ ,  $O_0 = 1.1, O_0 = 1.2$

$\alpha$	Intervalo	Tamaño de prueba	
		$O_0 = 1.1$	$O_0 = 1.2$
.025	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	86.74	84.70
	$[1.1\alpha, 1]$	13.26	15.30
.05	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	90.82	91.84
	$[1.1\alpha, 1]$	9.18	8.16

Cuadro 4.2: Porcentaje de tamaños de la prueba  $T_{OR}$  que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia

En las figuras 4.6-4.9 se puede apreciar que los tamaños de prueba de la estadística de prueba para el nuevo margen variable ( $T_a$ ) quedan ligeramente por arriba del nivel de significancia nominal, para entender mejor el comportamiento de los tamaños de prueba, se presenta el cuadro 4.3, estos contienen los porcentajes de los tamaños de prueba que pertenecen a los intervalos establecidos.

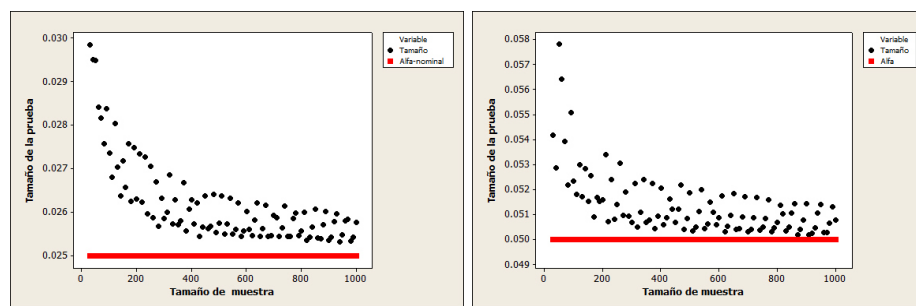


Figura 4.6:  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025, \alpha = 0.05, a = 0.785000$

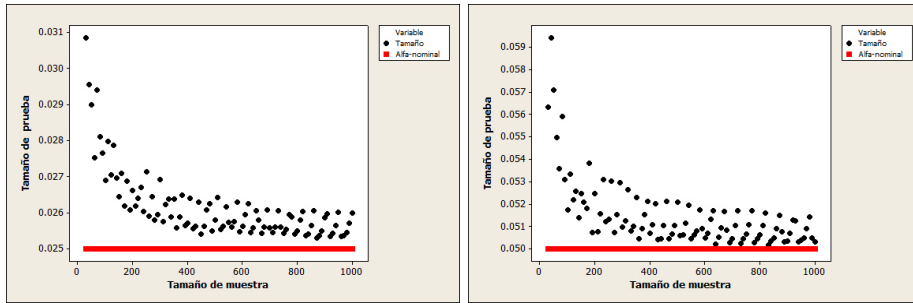


Figura 4.7: Tamaños de prueba para  $T_a$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.8$

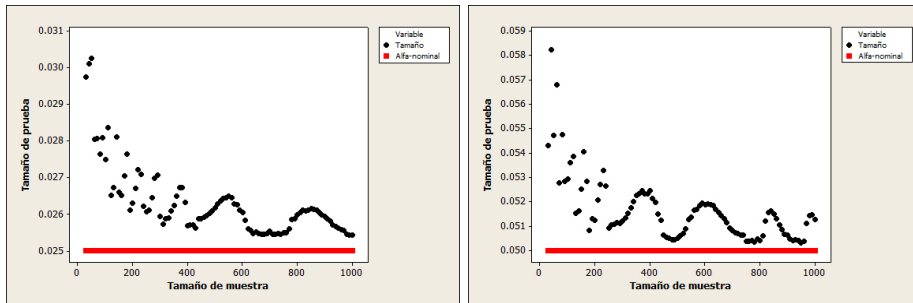


Figura 4.8: Tamaños de prueba para  $T_a$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.9$

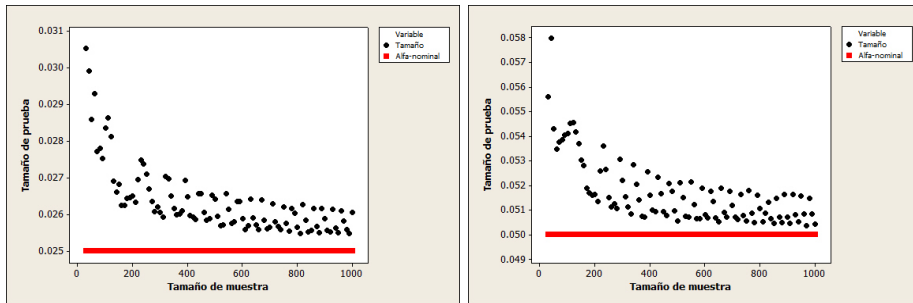


Figura 4.9: Tamaños de prueba para  $T_a$ , con  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 1$

$\alpha$	Intervalo	Tamaño de prueba			
		$a = .785$	$a = .8$	$a = .9$	$a = 1$
.025	$[0, \alpha]$	0	0	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	90.82	90.82	89.80	89.80
	$[1.1\alpha, 1]$	9.18	9.18	10.20	10.20
.05	$[0, \alpha]$	0	0	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	96.94	95.92	97.96	97.96
	$[1.1\alpha, 1]$	3.06	4.08	2.04	2.04

Cuadro 4.3: Porcentaje de tamaños de la prueba  $T_a$  que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia

*A continuación se muestra el cuadro de porcentajes de tamaños de prueba, para las configuraciones de interés particular.*

$\alpha$	Intervalo	Tamaño de prueba					
		$a = .79354$	$a = .98214$	$a = .76597$	$a = .83857$	$a = .68259$	$a = .73278$
.025	$[0, \alpha]$	0	0	0	0	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	.9184	87.76	91.84	92.86	92.85	97.95
	$[1.1\alpha, 1]$	8.16	12.24	8.16	7.14	7.15	2.05
.05	$[0, \alpha]$	0	0	0	0	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	95.92	96.94	96.94	96.44	93.87	95.91
	$[1.1\alpha, 1]$	4.08	3.06	3.06	3.06	6.13	4.09

Cuadro 4.4: Porcentaje de tamaños de la prueba  $T_a$  que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia

$\alpha$	Intervalo	Tamaño de prueba	
		$O_0 = 2.25$	$a = .4, b = -.33$
.025	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	93.87	0
	$[1.1\alpha, 1]$	6.12	100
.05	$[0, \alpha]$	0	0
	$(\alpha, 1.1\alpha)$	97.96	7.14
	$[1.1\alpha, 1]$	2.04	92.86

Cuadro 4.5: Porcentaje de tamaños de las pruebas  $T_{OR}, T_L$  que pertenecen a intervalos cercanos al nivel de significancia

## Capítulo 5

# Conclusiones

En este trabajo se presentaron diversas funciones margen variable que se han aportado en la literatura, con el fin de estudiar el comportamiento de sus tamaños de prueba, se calculan dichos tamaños de prueba mediante un programa escrito en  $C++$ . Una condición necesaria para aplicar el programa es, que las regiones críticas determinadas por las estadísticas de prueba sean conjuntos convexos de Barnard. Las funciones margen consideradas en este trabajo fueron: la función escalonada de la *FDA*, margen lineal de Phillips, razón de proporciones, razón de momios, propuesta de Röhmel y la nueva propuesta aportada en este trabajo. Con base en los resultados de los capítulos anteriores se presentan las siguientes conclusiones.

1. La función margen *FDA* se deja fuera del caso de estudio debido a que no es una función derivable. La función margen para la razón de proporciones no cumple la condición 3) de la sección 4.1, que se refiere a que la función margen no es decreciente en el intervalo  $[0.7, 1]$ , por tal motivo carece de sentido en el contexto de las pruebas de no inferioridad para la comparación de productos antibacteriales y por esta razón la estadística de prueba correspondiente a la razón de proporciones no se incluye en el estudio comparativo.
2. En el caso de la primera propuesta de Röhmel, las dos funciones margen que él propone, no se incluyen en el análisis comparativo debido a que las regiones críticas de las estadísticas de prueba correspondientes a estas funciones margen no son conjuntos convexos de Barnard, aún cuando se trabajó con las funciones redefinidas, de tal forma que  $0 \leq g(p_1) \leq 1 \forall p_1 \in [0, 1]$ . Debido a la problemática que tienen las regiones críticas, no se realizan los cálculos de los tamaños de prueba.
3. Las pruebas cuya región crítica son conjuntos convexos de Barnard y además satisfacen las condiciones establecidas en la sección 4.1 fueron las siguientes: margen lineal de Phillips, razón de momios y la nueva propuesta que se plantea en este trabajo.

4. La estadística de prueba para la función margen lineal de Phillips tiene un comportamiento descontrolado en sus tamaños de prueba, en las gráficas 4.2 y 4.3 se observa que los tamaños de prueba están situados por arriba del nivel de significancia nominal. También se reporta un porcentaje de tamaños de prueba de 100% perteneciente al intervalo  $[1.1\alpha, 1]$ , para  $\alpha = 0.025, 0.05$  en todas las configuraciones analizadas.
5. La prueba de razón de momios tiene un mejor comportamiento comparada con el margen lineal de Phillips, pues aún cuando sus tamaños de prueba quedan por arriba del nivel de significancia, esta estadística reporta su máximo porcentaje de tamaños de prueba pertenecientes al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$  de 86.74% para la siguiente configuración,  $\alpha = 0.025$ ,  $O_0 = 1.1$  y un porcentaje de 91.84% para la configuración  $\alpha = 0.05$ ,  $O_0 = 1.2$ .
6. La estadística de prueba para la nueva propuesta de margen variable, reporta un mejor comportamiento en sus tamaños de prueba con respecto a la prueba para el margen lineal de Phillips y la prueba para la razón de momios respectivamente, pues el mayor porcentaje perteneciente al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$  es de 90.82% para las siguientes configuraciones:  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.785$  y  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.8$ , y un porcentaje de 97.96% para  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.9$  y  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 1$ .
7. Mediante la comparación de la nueva propuesta contra las funciones margen lineal de Phillips, razón de momios y la propuesta de Röhmel que se realiza en la sección 4.5, se determinaron valores particulares para el parámetro  $a$  de la nueva familia de funciones margen que se aporta en este trabajo.
8. Con base a los valores del parámetro  $a$ , se realizó el cálculo de los tamaños de prueba para determinar para que valor de  $a$ , se tiene un mejor comportamiento en la prueba correspondiente.
9. Para el caso de configuraciones de interés particular, se tiene que el mejor comportamiento de la prueba  $T_a$  con  $\alpha = 0.025$  se tiene con el valor  $a = 0.73278$  con un 97.95% de tamaños de prueba que pertenecen al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$ . Para  $\alpha = 0.05$  el mejor comportamiento se tiene para los valores  $a = 0.98214$  y  $0.76597$ , reportando un porcentaje del 96.94% pertenecientes al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$ .
10. Para la razón de momios, el mejor comportamiento se tiene para el caso de interés particular  $O_0 = 2.25$  reportando el 93.87% y el 97.96% de tamaños de prueba pertenecientes al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$  para  $\alpha = 0.025$  y  $\alpha = 0.05$  respectivamente.
11. Como conclusión final se tiene que la mejor de todas las pruebas es la prueba  $T_a$  con mayores porcentajes de tamaños de prueba que pertenecen al intervalo  $(\alpha, 1.1\alpha)$ , en todas sus configuraciones.

## Apéndice A

# Tamaños de prueba de algunas estadísticas de prueba

En este apartado se muestran los tamaños de prueba obtenidos para cada estadística de prueba analizada, estos cálculos fueron obtenidos usando un programa escrito en C++ y se presentan en tablas con la siguiente estructura.

$n_1$  y  $n_2$  denotan los tamaños de la muestra aleatoria extraída de dos poblaciones respectivamente, para este trabajo se tomaron tamaños de muestra balanceados, es decir,  $n_1 = n_2$ . En la tercera columna de cada tabla aparece el nivel de significancia nominal de la estadística de prueba ( $\alpha = 0.025, 0.05$ ). En la cuarta columna, se muestra el tamaño de la prueba correspondiente al nivel de significancia nominal. Debido a que los tamaños de la prueba no respetan el nivel de significancia nominal de la prueba, se tiene la necesidad de calcular valores  $\alpha^*$ , que se define como el máximo valor para el cual el tamaño de la prueba es menor o igual al nivel de significancia nominal. Estos valores  $\alpha^*$  se muestran en la quinta columna, y en la sexta columna el tamaño de la prueba correspondiente al valor  $\alpha^*$ , el cual es menor o igual al nivel de significancia nominal establecido en cada caso.

### A.1. Tamaños de prueba para margen lineal de Phillips $T_L$

En esta sección se presenta los tamaños de prueba de la estadística de prueba margen lineal de Phillips ( $T_L$ ), determinada por la función margen  $\delta(p_1) = a + bp_1$ , con valores  $a = 0.05, 0.10$ ,  $b = 0.05, 0.10$  y  $\alpha = 0.025, 0.05$ .

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
50	50	0.025	0.110282	No existe	No existe
60	60	0.025	0.169027	No existe	No existe
70	70	0.025	0.111054	0.022716	0.003125
80	80	0.025	0.072022	No existe	No existe
90	90	0.025	0.057971	No existe	No existe
100	100	0.025	0.097951	No existe	No existe
110	110	0.025	0.066921	0.024638	0.003125
120	120	0.025	0.052683	0.011665	0.000781
130	130	0.025	0.08457	No existe	No existe
140	140	0.025	0.064767	0.024302	0.004688
150	150	0.025	0.09957	0.016419	0.001563
160	160	0.025	0.072535	0.011042	0.000781
170	170	0.025	0.056555	0.022745	0.005469
180	180	0.025	0.084005	0.015785	0.002344
190	190	0.025	0.062092	0.008983	0.000781
200	200	0.025	0.048724	0.021149	0.005469
210	210	0.025	0.071111	0.014665	0.002344
220	220	0.025	0.055986	0.023642	0.003125
230	230	0.025	0.048372	0.018949	0.005469
240	240	0.025	0.060373	0.01337	0.002344
250	250	0.025	0.047848	0.022977	0.008594
260	260	0.025	0.06711	0.016825	0.004688
270	270	0.025	0.053417	0.012039	0.002344
280	280	0.025	0.045893	0.020107	0.007813
290	290	0.025	0.056949	0.014855	0.003906
300	300	0.025	0.045551	0.023466	0.010156
310	310	0.025	0.062201	0.017551	0.00625
320	320	0.025	0.050009	0.013065	0.003906
330	330	0.025	0.043067	0.020321	0.008594
340	340	0.025	0.05288	0.015294	0.005469
350	350	0.025	0.046451	0.023066	0.010156

Cuadro A.1: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 50, 60, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.05$  y  $b = 0.05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.057096	0.017593	0.007031
370	370	0.025	0.046276	0.024718	0.00625
380	380	0.025	0.06111	0.02241	0.009375
390	390	0.025	0.049775	0.015211	0.005469
400	400	0.025	0.042779	0.024653	0.010938
410	410	0.025	0.05212	0.017153	0.007031
420	420	0.025	0.042531	0.024476	0.010938
430	430	0.025	0.055436	0.021141	0.009375
440	440	0.025	0.04544	0.016562	0.00625
450	450	0.025	0.039071	0.023219	0.010938
460	460	0.025	0.048256	0.016443	0.007031
470	470	0.025	0.041517	0.024987	0.011719
480	480	0.025	0.050196	0.019846	0.008594
490	490	0.025	0.043886	0.024887	0.0125
500	500	0.025	0.052877	0.021567	0.010156
510	510	0.025	0.043748	0.017097	0.007031
520	520	0.025	0.040458	0.023205	0.011719
530	530	0.025	0.046062	0.018578	0.008594
540	540	0.025	0.039743	0.024815	0.013281
550	550	0.025	0.047687	0.01998	0.009375
560	560	0.025	0.04164	0.024648	0.0125
570	570	0.025	0.049899	0.021366	0.010938
580	580	0.025	0.041604	0.017215	0.007813
590	590	0.025	0.05204	0.022731	0.0125
600	600	0.025	0.043536	0.018407	0.009375
610	610	0.025	0.039962	0.024106	0.014063
620	620	0.025	0.045415	0.019587	0.010156
630	630	0.025	0.039147	0.023994	0.0125
640	640	0.025	0.046768	0.020751	0.010938
650	650	0.025	0.040763	0.024946	0.009375
660	660	0.025	0.048569	0.02194	0.0125
670	670	0.025	0.04088	0.017897	0.009375
680	680	0.025	0.037409	0.023075	0.013281
690	690	0.025	0.042474	0.018941	0.010156
700	700	0.025	0.038724	0.024211	0.014063

Cuadro A.2: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.05$  y  $b = 0.05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.044029	0.019933	0.010938
720	720	0.025	0.038188	0.024255	0.0125
730	730	0.025	0.045167	0.022406	0.0125
740	740	0.025	0.039569	0.017253	0.009375
750	750	0.025	0.046662	0.023437	0.013281
760	760	0.025	0.040915	0.01945	0.010156
770	770	0.025	0.048117	0.024456	0.014063
780	780	0.025	0.040914	0.020362	0.010938
790	790	0.025	0.037299	0.024057	0.014063
800	800	0.025	0.04222	0.021262	0.011719
810	810	0.025	0.038448	0.024036	0.0125
820	820	0.025	0.043188	0.022148	0.0125
830	830	0.025	0.03796	0.024757	0.010938
840	840	0.025	0.044446	0.023048	0.013281
850	850	0.025	0.039088	0.018159	0.010156
860	860	0.025	0.045674	0.023909	0.014063
870	870	0.025	0.040189	0.020045	0.010938
880	880	0.025	0.037175	0.024757	0.014844
890	890	0.025	0.040185	0.02084	0.011719
900	900	0.025	0.036537	0.024382	0.014844
910	910	0.025	0.041271	0.021596	0.0125
920	920	0.025	0.037475	0.024349	0.0125
930	930	0.025	0.042088	0.02234	0.013281
940	940	0.025	0.037076	0.024976	0.0125
950	950	0.025	0.043137	0.023072	0.014063
960	960	0.025	0.03801	0.019503	0.010938
970	970	0.025	0.044162	0.023792	0.014844
980	980	0.025	0.038924	0.020158	0.011719
990	990	0.025	0.035857	0.024515	0.015625
1000	1000	0.025	0.038982	0.020804	0.0125

Cuadro A.3: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.05$  y  $b = 0.05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.138713	No existe	No existe
40	40	0.025	0.074273	No existe	No existe
50	50	0.025	0.073084	0.020078	0.003125
60	60	0.025	0.087832	No existe	No existe
70	70	0.025	0.047037	0.015259	0.002344
80	80	0.025	0.052382	0.020366	0.005469
90	90	0.025	0.056516	0.023114	0.003125
100	100	0.025	0.062955	0.011864	0.002344
110	110	0.025	0.068533	0.014893	0.003906
120	120	0.025	0.043168	0.017682	0.00625
130	130	0.025	0.042239	0.020385	0.008594
140	140	0.025	0.04559	0.022998	0.010938
150	150	0.025	0.048645	0.024433	0.00625
160	160	0.025	0.051425	0.013782	0.005469
170	170	0.025	0.053109	0.015397	0.00625
180	180	0.025	0.055492	0.018831	0.007813
190	190	0.025	0.057646	0.020268	0.009375
200	200	0.025	0.037935	0.021724	0.010938
210	210	0.025	0.039467	0.023034	0.0125
220	220	0.025	0.040906	0.024279	0.014063
230	230	0.025	0.042218	0.023905	0.0125
240	240	0.025	0.041762	0.024672	0.009375
250	250	0.025	0.042997	0.016349	0.007813
260	260	0.025	0.044138	0.017183	0.008594
270	270	0.025	0.045192	0.017973	0.009375
280	280	0.025	0.045844	0.018759	0.010156
290	290	0.025	0.046762	0.019508	0.010938
300	300	0.025	0.047605	0.020217	0.011719
310	310	0.025	0.048379	0.022113	0.0125
320	320	0.025	0.036469	0.022725	0.013281
330	330	0.025	0.035488	0.023297	0.014063
340	340	0.025	0.036054	0.023837	0.014844
350	350	0.025	0.03658	0.024339	0.015625

Cuadro A.4: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \textit{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.03706	0.024842	0.016406
370	370	0.025	0.037498	0.024299	0.014063
380	380	0.025	0.037896	0.024769	0.014844
390	390	0.025	0.03722	0.024529	0.013281
400	400	0.025	0.037597	0.024973	0.014063
410	410	0.025	0.037941	0.018104	0.010938
420	420	0.025	0.038255	0.01926	0.011719
430	430	0.025	0.038539	0.018747	0.011719
440	440	0.025	0.03882	0.019059	0.011719
450	450	0.025	0.03857	0.020148	0.0125
460	460	0.025	0.038823	0.01965	0.0125
470	470	0.025	0.039054	0.020647	0.013281
480	480	0.025	0.039262	0.02087	0.013281
490	490	0.025	0.03945	0.02108	0.014063
500	500	0.025	0.039617	0.021298	0.014063
510	510	0.025	0.039766	0.021501	0.014063
520	520	0.025	0.039897	0.022377	0.014844
530	530	0.025	0.039932	0.021864	0.014844
540	540	0.025	0.040033	0.022024	0.014844
550	550	0.025	0.040119	0.022824	0.015625
560	560	0.025	0.04019	0.022947	0.015625
570	570	0.025	0.040246	0.023066	0.015625
580	580	0.025	0.04029	0.023172	0.015625
590	590	0.025	0.04032	0.023268	0.016406
600	600	0.025	0.040339	0.023353	0.016406
610	610	0.025	0.040346	0.023427	0.016406
620	620	0.025	0.040343	0.023493	0.016406
630	630	0.025	0.040328	0.02357	0.016406
640	640	0.025	0.033032	0.024173	0.017188
650	650	0.025	0.033001	0.024235	0.017188
660	660	0.025	0.032976	0.024258	0.017188
670	670	0.025	0.032941	0.024294	0.017188
680	680	0.025	0.032897	0.024321	0.017188
690	690	0.025	0.032845	0.02434	0.017188
700	700	0.025	0.032785	0.024352	0.017188

Cuadro A.5: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.032718	0.024835	0.017969
720	720	0.025	0.032642	0.024826	0.017969
730	730	0.025	0.03256	0.024809	0.017969
740	740	0.025	0.032477	0.024787	0.017969
750	750	0.025	0.032406	0.024758	0.017969
760	760	0.025	0.032788	0.024751	0.017969
770	770	0.025	0.032696	0.024702	0.017969
780	780	0.025	0.032599	0.024676	0.017969
790	790	0.025	0.032497	0.024645	0.017969
800	800	0.025	0.032389	0.024609	0.017969
810	810	0.025	0.032276	0.024567	0.017969
820	820	0.025	0.032159	0.024521	0.017969
830	830	0.025	0.032037	0.024471	0.017969
840	840	0.025	0.032296	0.024416	0.017969
850	850	0.025	0.032164	0.024357	0.017969
860	860	0.025	0.032042	0.024294	0.017969
870	870	0.025	0.031916	0.024228	0.017969
880	880	0.025	0.031787	0.024157	0.017969
890	890	0.025	0.032005	0.024083	0.017969
900	900	0.025	0.03186	0.02402	0.017969
910	910	0.025	0.031712	0.02429	0.017969
920	920	0.025	0.037109	0.024216	0.017969
930	930	0.025	0.036941	0.024138	0.017969
940	940	0.025	0.036772	0.024058	0.017969
950	950	0.025	0.036602	0.023974	0.017969
960	960	0.025	0.036429	0.023889	0.017969
970	970	0.025	0.036255	0.0238	0.017969
980	980	0.025	0.03608	0.023709	0.017969
990	990	0.025	0.035903	0.023879	0.017969
1000	1000	0.025	0.035739	0.023779	0.017969

Cuadro A.6: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
50	50	0.05	0.253036	No existe	No existe
60	60	0.05	0.169027	0.039006	0.00625
70	70	0.05	0.111054	0.039006	0.010938
80	80	0.05	0.094785	0.039006	0.010938
90	90	0.05	0.141449	0.046222	0.0125
100	100	0.05	0.106567	0.037477	0.009375
110	110	0.05	0.075563	0.024638	0.003125
120	120	0.05	0.118461	0.045194	0.0125
130	130	0.05	0.090722	0.03558	0.010938
140	140	0.05	0.134976	0.024302	0.004688
150	150	0.05	0.09957	0.046745	0.01875
160	160	0.05	0.077232	0.03314	0.0125
170	170	0.05	0.11238	0.022745	0.004688
180	180	0.05	0.087698	0.041087	0.020313
190	190	0.05	0.123401	0.0296	0.009375
200	200	0.05	0.09419	0.048805	0.026563
210	210	0.05	0.074147	0.037442	0.017188
220	220	0.05	0.103253	0.026158	0.009375
230	230	0.05	0.0819	0.048372	0.025
240	240	0.05	0.111344	0.031159	0.014063
250	250	0.05	0.089027	0.047848	0.028125
260	260	0.05	0.075663	0.041293	0.020313
270	270	0.05	0.093715	0.027084	0.0125
280	280	0.05	0.075257	0.045893	0.025
290	290	0.05	0.099985	0.031095	0.015625
300	300	0.05	0.080845	0.045551	0.025
310	310	0.05	0.074474	0.035044	0.01875
320	320	0.05	0.086058	0.04999	0.023438
330	330	0.05	0.073342	0.043067	0.025
340	340	0.05	0.089634	0.033517	0.017188
350	350	0.05	0.077466	0.046451	0.025

Cuadro A.7: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 50, 60, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.05$  y  $b = .05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.094311	0.036825	0.020313
370	370	0.05	0.077367	0.046276	0.026563
380	380	0.05	0.071039	0.039868	0.023438
390	390	0.05	0.081381	0.049776	0.029687
400	400	0.05	0.069642	0.042779	0.026563
410	410	0.05	0.084209	0.034121	0.01875
420	420	0.05	0.072915	0.045628	0.029687
430	430	0.05	0.087867	0.036591	0.021875
440	440	0.05	0.076102	0.048382	0.03125
450	450	0.05	0.091313	0.039071	0.025
460	460	0.05	0.076083	0.048257	0.029687
470	470	0.05	0.069135	0.041532	0.026563
480	480	0.05	0.079127	0.033564	0.020313
490	490	0.05	0.068074	0.04704	0.029687
500	500	0.05	0.081336	0.035689	0.021875
510	510	0.05	0.070615	0.049297	0.032813
520	520	0.05	0.084142	0.040458	0.025
530	530	0.05	0.073026	0.048385	0.032813
540	540	0.05	0.086811	0.042434	0.026563
550	550	0.05	0.073177	0.048306	0.028125
560	560	0.05	0.066279	0.044409	0.029687
570	570	0.05	0.075578	0.049899	0.025
580	580	0.05	0.068315	0.046267	0.03125
590	590	0.05	0.077876	0.038333	0.023438
600	600	0.05	0.070229	0.048052	0.03125
610	610	0.05	0.079587	0.039962	0.025
620	620	0.05	0.069349	0.049807	0.035938
630	630	0.05	0.081725	0.042777	0.028125
640	640	0.05	0.071336	0.048888	0.03125
650	650	0.05	0.06563	0.043143	0.029687
660	660	0.05	0.071459	0.049021	0.03125
670	670	0.05	0.067191	0.044726	0.03125
680	680	0.05	0.073332	0.037409	0.025
690	690	0.05	0.066135	0.04607	0.032813
700	700	0.05	0.075134	0.038759	0.026563

Cuadro A.8: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.05$  y  $b = .05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.067758	0.047573	0.034375
720	720	0.05	0.076501	0.040101	0.028125
730	730	0.05	0.069314	0.049028	0.035938
740	740	0.05	0.07819	0.04348	0.029687
750	750	0.05	0.068675	0.048453	0.032813
760	760	0.05	0.079816	0.042766	0.029687
770	770	0.05	0.070176	0.04986	0.034375
780	780	0.05	0.065372	0.04404	0.03125
790	790	0.05	0.070211	0.049863	0.032813
800	800	0.05	0.065574	0.045276	0.032813
810	810	0.05	0.071665	0.038455	0.026563
820	820	0.05	0.064666	0.048425	0.034375
830	830	0.05	0.073071	0.039575	0.028125
840	840	0.05	0.065895	0.049555	0.035938
850	850	0.05	0.074153	0.042452	0.029687
860	860	0.05	0.067078	0.048025	0.0375
870	870	0.05	0.075478	0.043476	0.03125
880	880	0.05	0.06658	0.049853	0.035938
890	890	0.05	0.076759	0.044469	0.03125
900	900	0.05	0.06775	0.049391	0.034375
910	910	0.05	0.063938	0.04543	0.032813
920	920	0.05	0.06888	0.049434	0.03125
930	930	0.05	0.062982	0.046374	0.034375
940	940	0.05	0.069039	0.039924	0.028125
950	950	0.05	0.064042	0.047276	0.035938
960	960	0.05	0.070166	0.040778	0.029687
970	970	0.05	0.065066	0.048225	0.035938
980	980	0.05	0.071258	0.041647	0.029687
990	990	0.05	0.064154	0.048512	0.0375
1000	1000	0.05	0.072112	0.042548	0.03125

Cuadro A.9: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.05$  y  $b = .05$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.138713	4.4133E+199	4.3636E+242
40	40	0.05	0.163558	No existe	No existe
50	50	0.05	0.101066	0.025739	0.004688
60	60	0.05	0.092478	0.036123	0.014063
70	70	0.05	0.099335	0.047037	0.025
80	80	0.05	0.108418	0.049087	0.0125
90	90	0.05	0.115666	0.025612	0.009375
100	100	0.05	0.071479	0.030271	0.015625
110	110	0.05	0.075862	0.039377	0.020313
120	120	0.05	0.074853	0.043168	0.025
130	130	0.05	0.078811	0.046434	0.029687
140	140	0.05	0.082265	0.049449	0.032813
150	150	0.05	0.085278	0.048646	0.029687
160	160	0.05	0.087121	0.030595	0.015625
170	170	0.05	0.089511	0.032617	0.01875
180	180	0.05	0.091585	0.03555	0.021875
190	190	0.05	0.06405	0.036295	0.023438
200	200	0.05	0.065522	0.037935	0.025
210	210	0.05	0.066851	0.04209	0.028125
220	220	0.05	0.068048	0.043381	0.029687
230	230	0.05	0.069123	0.044585	0.03125
240	240	0.05	0.070086	0.045691	0.032813
250	250	0.05	0.068744	0.046709	0.034375
260	260	0.05	0.069614	0.049852	0.035938
270	270	0.05	0.070372	0.048502	0.035938
280	280	0.05	0.071107	0.049316	0.035938
290	290	0.05	0.071754	0.048277	0.032813
300	300	0.05	0.072315	0.049032	0.034375
310	310	0.05	0.071709	0.049745	0.034375
320	320	0.05	0.072185	0.049325	0.03125
330	330	0.05	0.072596	0.049957	0.032813
340	340	0.05	0.072947	0.037489	0.026563
350	350	0.05	0.073243	0.037953	0.026563

Cuadro A.10: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.073488	0.038393	0.028125
370	370	0.05	0.073686	0.038789	0.028125
380	380	0.05	0.073839	0.039144	0.028125
390	390	0.05	0.073829	0.040751	0.029687
400	400	0.05	0.073912	0.041019	0.029687
410	410	0.05	0.07396	0.040084	0.029687
420	420	0.05	0.073974	0.041479	0.03125
430	430	0.05	0.073958	0.041662	0.03125
440	440	0.05	0.073913	0.04184	0.03125
450	450	0.05	0.073842	0.04201	0.03125
460	460	0.05	0.073746	0.043178	0.032813
470	470	0.05	0.073627	0.043267	0.032813
480	480	0.05	0.073487	0.04334	0.032813
490	490	0.05	0.073327	0.043398	0.032813
500	500	0.05	0.073149	0.043441	0.032813
510	510	0.05	0.072954	0.043465	0.032813
520	520	0.05	0.072743	0.044351	0.034375
530	530	0.05	0.072517	0.044332	0.034375
540	540	0.05	0.072277	0.044301	0.034375
550	550	0.05	0.072024	0.04426	0.034375
560	560	0.05	0.07176	0.044209	0.034375
570	570	0.05	0.071484	0.044149	0.034375
580	580	0.05	0.071199	0.04408	0.034375
590	590	0.05	0.070903	0.044002	0.034375
600	600	0.05	0.070599	0.043912	0.034375
610	610	0.05	0.070287	0.04381	0.034375
620	620	0.05	0.069967	0.043696	0.034375
630	630	0.05	0.069641	0.043592	0.034375
640	640	0.05	0.069307	0.043489	0.034375
650	650	0.05	0.068968	0.043377	0.034375
660	660	0.05	0.068624	0.043255	0.034375
670	670	0.05	0.068274	0.043707	0.034375
680	680	0.05	0.067948	0.043556	0.034375
690	690	0.05	0.067588	0.043399	0.034375
700	700	0.05	0.067225	0.043233	0.034375

Cuadro A.11: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.066858	0.043061	0.034375
720	720	0.05	0.066488	0.04288	0.034375
730	730	0.05	0.066115	0.043242	0.034375
740	740	0.05	0.065718	0.043057	0.034375
750	750	0.05	0.065341	0.042868	0.034375
760	760	0.05	0.064962	0.042677	0.034375
770	770	0.05	0.064582	0.042484	0.034375
780	780	0.05	0.064639	0.042732	0.034375
790	790	0.05	0.064245	0.042524	0.034375
800	800	0.05	0.063849	0.042315	0.034375
810	810	0.05	0.06374	0.049767	0.0375
820	820	0.05	0.063328	0.049968	0.0375
830	830	0.05	0.062915	0.049711	0.0375
840	840	0.05	0.062817	0.049452	0.0375
850	850	0.05	0.062412	0.049787	0.039063
860	860	0.05	0.062361	0.049896	0.039063
870	870	0.05	0.061944	0.049613	0.039063
880	880	0.05	0.061838	0.04933	0.039063
890	890	0.05	0.06141	0.049392	0.039063
900	900	0.05	0.061258	0.049738	0.040625
910	910	0.05	0.060836	0.049757	0.040625
920	920	0.05	0.060732	0.049446	0.040625
930	930	0.05	0.060588	0.049447	0.040625
940	940	0.05	0.060152	0.049124	0.040625
950	950	0.05	0.059962	0.049091	0.040625
960	960	0.05	0.059805	0.049041	0.040625
970	970	0.05	0.059608	0.04871	0.040625
980	980	0.05	0.059397	0.04864	0.040625
990	990	0.05	0.059172	0.048555	0.040625
1000	1000	0.05	0.058934	0.048455	0.040625

Cuadro A.12: Tamaños de prueba  $T_L$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $a = 0.10$  y  $b = .10$

## A.2. Tamaños de prueba para la razón de momios

$T_{OR}$

En esta sección se muestran los cálculos de los tamaños de prueba para la estadística de prueba Odds-ratio ( $T_{OR}$ ) determinada por la función margen variable  $\delta(p_1) = \frac{p_1(1-p_1)(O_0-1)}{(1-p_1)O_0+p_1}$  con valores  $O_0 = 1.1, 1.2, 2.25$  y  $\alpha = 0.025, 0.05$ .

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.031367	0.017969	0.023424
40	40	0.025	0.029207	0.019531	0.024664
50	50	0.025	0.028253	0.017969	0.022473
60	60	0.025	0.028772	0.021875	0.024248
70	70	0.025	0.029421	0.021094	0.024227
80	80	0.025	0.027539	0.022656	0.024811
90	90	0.025	0.029639	0.021875	0.024754
100	100	0.025	0.027272	0.022656	0.024941
110	110	0.025	0.028387	0.021875	0.024221
120	120	0.025	0.027604	0.022656	0.024378
130	130	0.025	0.026722	0.021875	0.024987
140	140	0.025	0.02915	0.022656	0.024679
150	150	0.025	0.027247	0.022656	0.024288
160	160	0.025	0.02648	0.021875	0.024281
170	170	0.025	0.028443	0.022656	0.024513
180	180	0.025	0.027164	0.022656	0.023954
190	190	0.025	0.02655	0.021875	0.024496
200	200	0.025	0.026989	0.022656	0.024761
210	210	0.025	0.028468	0.022656	0.02428
220	220	0.025	0.027047	0.023438	0.024938
230	230	0.025	0.02663	0.021875	0.024155
240	240	0.025	0.02635	0.022656	0.024742
250	250	0.025	0.02746	0.022656	0.024249
260	260	0.025	0.027344	0.022656	0.023952
270	270	0.025	0.026843	0.023438	0.024763
280	280	0.025	0.026515	0.021875	0.023803
290	290	0.025	0.026291	0.022656	0.02458
300	300	0.025	0.026732	0.022656	0.024269
310	310	0.025	0.0275	0.022656	0.023996
320	320	0.025	0.027044	0.023438	0.024841
330	330	0.025	0.026729	0.023438	0.024683
340	340	0.025	0.026523	0.023438	0.024777
350	350	0.025	0.026403	0.022656	0.024556

Cuadro A.13: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.026326	0.022656	0.024271
370	370	0.025	0.026493	0.022656	0.024079
380	380	0.025	0.02701	0.022656	0.023932
390	390	0.025	0.027227	0.023438	0.024863
400	400	0.025	0.026846	0.023438	0.024775
410	410	0.025	0.026662	0.023438	0.02463
420	420	0.025	0.026533	0.023438	0.024568
430	430	0.025	0.026399	0.023438	0.02496
440	440	0.025	0.026365	0.022656	0.024283
450	450	0.025	0.026299	0.022656	0.024124
460	460	0.025	0.026202	0.022656	0.024019
470	470	0.025	0.026341	0.023438	0.024963
480	480	0.025	0.026642	0.023438	0.024882
490	490	0.025	0.026927	0.023438	0.0248
500	500	0.025	0.026949	0.023438	0.024736
510	510	0.025	0.026745	0.023438	0.024641
520	520	0.025	0.026636	0.023438	0.024583
530	530	0.025	0.026554	0.023438	0.024574
540	540	0.025	0.026503	0.023438	0.024481
550	550	0.025	0.026425	0.023438	0.024631
560	560	0.025	0.026363	0.023438	0.024828
570	570	0.025	0.02633	0.022656	0.024117
580	580	0.025	0.026282	0.022656	0.024055
590	590	0.025	0.02622	0.022656	0.023989
600	600	0.025	0.026201	0.022656	0.023962
610	610	0.025	0.026172	0.023438	0.02495
620	620	0.025	0.026136	0.023438	0.024908
630	630	0.025	0.026092	0.023438	0.02484
640	640	0.025	0.026027	0.023438	0.024799
650	650	0.025	0.026135	0.023438	0.02477
660	660	0.025	0.026235	0.023438	0.02473
670	670	0.025	0.026327	0.023438	0.024708
680	680	0.025	0.026411	0.023438	0.024679
690	690	0.025	0.026488	0.023438	0.024643
700	700	0.025	0.026558	0.023438	0.024598

Cuadro A.14: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.026621	0.023438	0.024583
720	720	0.025	0.026677	0.023438	0.024563
730	730	0.025	0.026727	0.023438	0.0245
740	740	0.025	0.026657	0.023438	0.02451
750	750	0.025	0.026619	0.023438	0.024476
760	760	0.025	0.02659	0.023438	0.024481
770	770	0.025	0.026561	0.023438	0.024397
780	780	0.025	0.026537	0.023438	0.024439
790	790	0.025	0.026515	0.023438	0.024436
800	800	0.025	0.026496	0.023438	0.024386
810	810	0.025	0.026472	0.023438	0.024378
820	820	0.025	0.026455	0.023438	0.024369
830	830	0.025	0.026433	0.023438	0.024357
840	840	0.025	0.026408	0.023438	0.024344
850	850	0.025	0.026393	0.023438	0.024329
860	860	0.025	0.026375	0.023438	0.024312
870	870	0.025	0.026369	0.023438	0.024293
880	880	0.025	0.026346	0.023438	0.024273
890	890	0.025	0.026337	0.023438	0.024251
900	900	0.025	0.026326	0.023438	0.024228
910	910	0.025	0.026313	0.023438	0.024203
920	920	0.025	0.026299	0.023438	0.024229
930	930	0.025	0.026283	0.023438	0.024202
940	940	0.025	0.026266	0.023438	0.024228
950	950	0.025	0.026247	0.023438	0.024143
960	960	0.025	0.026246	0.023438	0.024167
970	970	0.025	0.026224	0.023438	0.024191
980	980	0.025	0.026442	0.023438	0.024158
990	990	0.025	0.026408	0.023438	0.024124
1000	1000	0.025	0.026381	0.023438	0.024145

Cuadro A.15: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.037882	0.020313	0.024707
40	40	0.025	0.031206	0.019531	0.024287
50	50	0.025	0.028958	0.017188	0.02193
60	60	0.025	0.030743	0.021094	0.024587
70	70	0.025	0.028998	0.021875	0.024318
80	80	0.025	0.027675	0.020313	0.023757
90	90	0.025	0.030089	0.021094	0.023984
100	100	0.025	0.02871	0.022656	0.024894
110	110	0.025	0.027841	0.020313	0.02412
120	120	0.025	0.0268	0.021094	0.024303
130	130	0.025	0.027817	0.021875	0.024727
140	140	0.025	0.0288	0.021875	0.024126
150	150	0.025	0.028909	0.022656	0.024825
160	160	0.025	0.02816	0.022656	0.024518
170	170	0.025	0.027822	0.022656	0.024076
180	180	0.025	0.027485	0.021875	0.0243
190	190	0.025	0.027248	0.023438	0.024881
200	200	0.025	0.026929	0.021875	0.02488
210	210	0.025	0.026529	0.021094	0.02351
220	220	0.025	0.026367	0.021875	0.024951
230	230	0.025	0.026172	0.021875	0.024679
240	240	0.025	0.026285	0.021875	0.02444
250	250	0.025	0.026049	0.021875	0.024199
260	260	0.025	0.025787	0.021875	0.024035
270	270	0.025	0.025871	0.021875	0.023824
280	280	0.025	0.025576	0.021875	0.023843
290	290	0.025	0.025641	0.021875	0.024435
300	300	0.025	0.025312	0.021875	0.024298
310	310	0.025	0.025373	0.021875	0.024178
320	320	0.025	0.025429	0.021875	0.024066
330	330	0.025	0.025151	0.021875	0.023974
340	340	0.025	0.02754	0.021875	0.023869
350	350	0.025	0.027278	0.021875	0.023776

Cuadro A.16: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.2$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.027097	0.022656	0.024784
370	370	0.025	0.026949	0.022656	0.024672
380	380	0.025	0.026819	0.022656	0.024589
390	390	0.025	0.026733	0.022656	0.024503
400	400	0.025	0.026631	0.022656	0.024458
410	410	0.025	0.026556	0.022656	0.024454
420	420	0.025	0.02644	0.022656	0.024362
430	430	0.025	0.026409	0.022656	0.024279
440	440	0.025	0.027085	0.022656	0.024183
450	450	0.025	0.026785	0.022656	0.024141
460	460	0.025	0.0266	0.022656	0.0241
470	470	0.025	0.026451	0.022656	0.02406
480	480	0.025	0.026329	0.022656	0.024022
490	490	0.025	0.026205	0.022656	0.024417
500	500	0.025	0.026124	0.022656	0.024152
510	510	0.025	0.026748	0.022656	0.024004
520	520	0.025	0.026633	0.022656	0.023858
530	530	0.025	0.026408	0.022656	0.023848
540	540	0.025	0.026271	0.022656	0.023817
550	550	0.025	0.026144	0.022656	0.023786
560	560	0.025	0.026031	0.022656	0.024223
570	570	0.025	0.025971	0.022656	0.023975
580	580	0.025	0.026597	0.022656	0.023813
590	590	0.025	0.026337	0.022656	0.023686
600	600	0.025	0.026167	0.022656	0.023589
610	610	0.025	0.026031	0.022656	0.023543
620	620	0.025	0.025925	0.022656	0.024169
630	630	0.025	0.025822	0.022656	0.023895
640	640	0.025	0.026408	0.022656	0.023723
650	650	0.025	0.026183	0.022656	0.023604
660	660	0.025	0.026021	0.022656	0.023478
670	670	0.025	0.025933	0.022656	0.023399
680	680	0.025	0.025826	0.022656	0.023954
690	690	0.025	0.026471	0.022656	0.023746
700	700	0.025	0.026164	0.022656	0.023607

Cuadro A.17: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.2$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025989	0.022656	0.023461
720	720	0.025	0.025884	0.022656	0.023386
730	730	0.025	0.025782	0.022656	0.024009
740	740	0.025	0.026458	0.022656	0.023731
750	750	0.025	0.026136	0.022656	0.023556
760	760	0.025	0.025966	0.022656	0.023441
770	770	0.025	0.025836	0.022656	0.023328
780	780	0.025	0.025708	0.022656	0.023983
790	790	0.025	0.026342	0.022656	0.023688
800	800	0.025	0.026056	0.023438	0.024707
810	810	0.025	0.02589	0.023438	0.024541
820	820	0.025	0.025755	0.023438	0.024564
830	830	0.025	0.025671	0.023438	0.024344
840	840	0.025	0.026178	0.023438	0.024478
850	850	0.025	0.025924	0.023438	0.024403
860	860	0.025	0.025784	0.023438	0.024753
870	870	0.025	0.025662	0.023438	0.024441
880	880	0.025	0.026365	0.023438	0.024381
890	890	0.025	0.026023	0.023438	0.024375
900	900	0.025	0.025831	0.023438	0.024297
910	910	0.025	0.025713	0.023438	0.024569
920	920	0.025	0.025578	0.023438	0.024326
930	930	0.025	0.0261	0.023438	0.024277
940	940	0.025	0.025858	0.023438	0.024271
950	950	0.025	0.025727	0.023438	0.024655
960	960	0.025	0.025626	0.023438	0.024369
970	970	0.025	0.026219	0.023438	0.024184
980	980	0.025	0.025911	0.023438	0.024081
990	990	0.025	0.025744	0.023438	0.024165
1000	1000	0.025	0.025632	0.023438	0.024417

Cuadro A.18: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 1.2$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.058324	0.035938	0.046817
40	40	0.05	0.056145	0.04375	0.048804
50	50	0.05	0.061863	0.04375	0.049237
60	60	0.05	0.053535	0.039063	0.049212
70	70	0.05	0.060523	0.042188	0.049614
80	80	0.05	0.054699	0.04375	0.049865
90	90	0.05	0.056212	0.040625	0.043363
100	100	0.05	0.055023	0.040625	0.046368
110	110	0.05	0.052851	0.040625	0.044218
120	120	0.05	0.055242	0.040625	0.043152
130	130	0.05	0.055045	0.040625	0.045795
140	140	0.05	0.053873	0.042188	0.047018
150	150	0.05	0.05254	0.042188	0.045239
160	160	0.05	0.054743	0.042188	0.044943
170	170	0.05	0.054907	0.042188	0.045795
180	180	0.05	0.053708	0.042188	0.04672
190	190	0.05	0.053162	0.042188	0.045524
200	200	0.05	0.052618	0.042188	0.044912
210	210	0.05	0.053605	0.042188	0.044568
220	220	0.05	0.055185	0.040625	0.045331
230	230	0.05	0.053969	0.042188	0.046778
240	240	0.05	0.05342	0.042188	0.045531
250	250	0.05	0.05312	0.042188	0.045032
260	260	0.05	0.052865	0.042188	0.044771
270	270	0.05	0.052452	0.042188	0.044556
280	280	0.05	0.052562	0.042188	0.044201
290	290	0.05	0.05347	0.042188	0.045022
300	300	0.05	0.054306	0.042188	0.045886

Cuadro A.19: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
310	310	0.05	0.053903	0.04375	0.046689
320	320	0.05	0.053471	0.04375	0.047435
330	330	0.05	0.053221	0.04375	0.047194
340	340	0.05	0.053067	0.04375	0.046823
350	350	0.05	0.052815	0.04375	0.046558
360	360	0.05	0.05263	0.04375	0.046456
370	370	0.05	0.052552	0.04375	0.046273
380	380	0.05	0.052435	0.04375	0.046145
390	390	0.05	0.052281	0.04375	0.045964
400	400	0.05	0.052287	0.046875	0.05
410	410	0.05	0.052273	0.046875	0.049851
420	420	0.05	0.052367	0.046875	0.049696
430	430	0.05	0.05266	0.046875	0.049561
440	440	0.05	0.052923	0.046875	0.049472
450	450	0.05	0.053159	0.046875	0.049447
460	460	0.05	0.05337	0.046875	0.0493
470	470	0.05	0.053556	0.046875	0.049231
480	480	0.05	0.053535	0.046875	0.049143
490	490	0.05	0.053382	0.046875	0.049153
500	500	0.05	0.053286	0.046875	0.049036
510	510	0.05	0.053211	0.046875	0.049024
520	520	0.05	0.053129	0.046875	0.049004
530	530	0.05	0.053052	0.046875	0.048976
540	540	0.05	0.053025	0.046875	0.048941
550	550	0.05	0.052948	0.046875	0.048897
560	560	0.05	0.052895	0.046875	0.048847
570	570	0.05	0.052876	0.046875	0.04879
580	580	0.05	0.052803	0.046875	0.048726
590	590	0.05	0.052768	0.046875	0.048656
600	600	0.05	0.052726	0.046875	0.048579
610	610	0.05	0.052624	0.046875	0.048647
620	620	0.05	0.052677	0.046875	0.048561
630	630	0.05	0.052617	0.046875	0.048624
640	640	0.05	0.052608	0.046875	0.04853
650	650	0.05	0.052537	0.046875	0.04843

Cuadro A.20: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 310, 320, \dots, 650$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
660	660	0.05	0.052521	0.046875	0.048486
670	670	0.05	0.052439	0.046875	0.048379
680	680	0.05	0.052481	0.046875	0.04843
690	690	0.05	0.052457	0.046875	0.048316
700	700	0.05	0.052429	0.046875	0.048364
710	710	0.05	0.0524	0.046875	0.048411
720	720	0.05	0.052296	0.046875	0.048288
730	730	0.05	0.052466	0.046875	0.048331
740	740	0.05	0.052784	0.046875	0.048202
750	750	0.05	0.052703	0.046875	0.048186
760	760	0.05	0.052638	0.046875	0.048185
770	770	0.05	0.052578	0.046875	0.048185
780	780	0.05	0.052537	0.046875	0.048185
790	790	0.05	0.052499	0.046875	0.048219
800	800	0.05	0.052459	0.046875	0.048184
810	810	0.05	0.052412	0.046875	0.048184
820	820	0.05	0.052392	0.046875	0.048183
830	830	0.05	0.052322	0.046875	0.048183
840	840	0.05	0.052317	0.046875	0.048183
850	850	0.05	0.0523	0.046875	0.048183
860	860	0.05	0.052267	0.046875	0.048182
870	870	0.05	0.052238	0.046875	0.048182
880	880	0.05	0.052213	0.046875	0.048182
890	890	0.05	0.052193	0.046875	0.048181
900	900	0.05	0.052151	0.046875	0.048181
910	910	0.05	0.052139	0.046875	0.048181
920	920	0.05	0.05213	0.046875	0.049143
930	930	0.05	0.052097	0.046875	0.049124
940	940	0.05	0.052065	0.046875	0.049026
950	950	0.05	0.052067	0.046875	0.048941
960	960	0.05	0.052041	0.046875	0.048891
970	970	0.05	0.052017	0.046875	0.048843
980	980	0.05	0.051995	0.046875	0.048783
990	990	0.05	0.052371	0.046875	0.048738
1000	1000	0.05	0.052196	0.046875	0.048708

Cuadro A.21: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 660, 670, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.1$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.064703	0.040625	0.048798
40	40	0.05	0.056894	0.035938	0.044167
50	50	0.05	0.059762	0.042188	0.048218
60	60	0.05	0.057033	0.04375	0.048539
70	70	0.05	0.054156	0.040625	0.048762
80	80	0.05	0.054249	0.042188	0.048046
90	90	0.05	0.056927	0.04375	0.048536
100	100	0.05	0.058861	0.04375	0.047641
110	110	0.05	0.056463	0.045313	0.049271
120	120	0.05	0.055361	0.045313	0.047824
130	130	0.05	0.054746	0.04375	0.047885
140	140	0.05	0.053855	0.046875	0.049659
150	150	0.05	0.053454	0.046875	0.048922
160	160	0.05	0.052947	0.046875	0.049182
170	170	0.05	0.053174	0.04375	0.049045
180	180	0.05	0.05254	0.04375	0.049038
190	190	0.05	0.0518	0.048438	0.049777
200	200	0.05	0.051954	0.048438	0.049931
210	210	0.05	0.05209	0.04375	0.049021
220	220	0.05	0.051239	0.048438	0.049017
230	230	0.05	0.05135	0.048438	0.049189
240	240	0.05	0.05145	0.048438	0.049291
250	250	0.05	0.054723	0.048438	0.049321
260	260	0.05	0.054238	0.048438	0.049002
270	270	0.05	0.053904	0.046875	0.048999
280	280	0.05	0.053545	0.046875	0.048996
290	290	0.05	0.05341	0.045313	0.048994
300	300	0.05	0.053107	0.045313	0.048991
310	310	0.05	0.053009	0.045313	0.048989
320	320	0.05	0.052813	0.046875	0.049869
330	330	0.05	0.052656	0.046875	0.049605
340	340	0.05	0.053704	0.046875	0.049418
350	350	0.05	0.05313	0.046875	0.049301

Cuadro A.22: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.2$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.052832	0.046875	0.049084
370	370	0.05	0.05245	0.045313	0.048978
380	380	0.05	0.052343	0.046875	0.049667
390	390	0.05	0.052069	0.046875	0.049292
400	400	0.05	0.053086	0.046875	0.049131
410	410	0.05	0.052982	0.046875	0.048972
420	420	0.05	0.052534	0.046875	0.048971
430	430	0.05	0.052164	0.045313	0.04897
440	440	0.05	0.052009	0.046875	0.049451
450	450	0.05	0.051746	0.046875	0.049064
460	460	0.05	0.053277	0.046875	0.048967
470	470	0.05	0.0525	0.046875	0.048966
480	480	0.05	0.052085	0.046875	0.048965
490	490	0.05	0.051813	0.046875	0.049531
500	500	0.05	0.051645	0.046875	0.04905
510	510	0.05	0.052679	0.046875	0.048962
520	520	0.05	0.05243	0.048438	0.049814
530	530	0.05	0.052016	0.046875	0.048961
540	540	0.05	0.051748	0.046875	0.049488
550	550	0.05	0.051496	0.046875	0.048959
560	560	0.05	0.052881	0.048438	0.049871
570	570	0.05	0.052219	0.048438	0.049731
580	580	0.05	0.051814	0.046875	0.048957
590	590	0.05	0.051525	0.046875	0.049233
600	600	0.05	0.05124	0.048438	0.049953
610	610	0.05	0.052547	0.048438	0.049736
620	620	0.05	0.051936	0.046875	0.048955
630	630	0.05	0.051571	0.046875	0.048954
640	640	0.05	0.051329	0.046875	0.048954
650	650	0.05	0.051545	0.048438	0.049749
660	660	0.05	0.052031	0.048438	0.04956
670	670	0.05	0.051609	0.046875	0.048952
680	680	0.05	0.051297	0.046875	0.049105
690	690	0.05	0.051135	0.048438	0.049756
700	700	0.05	0.052162	0.048438	0.049544

Cuadro A.23: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.2$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.05162	0.046875	0.048951
720	720	0.05	0.051336	0.046875	0.049291
730	730	0.05	0.051077	0.048438	0.04982
740	740	0.05	0.052248	0.048438	0.049518
750	750	0.05	0.051644	0.046875	0.048949
760	760	0.05	0.051338	0.046875	0.048949
770	770	0.05	0.051108	0.048438	0.049771
780	780	0.05	0.052277	0.048438	0.049566
790	790	0.05	0.051609	0.046875	0.048948
800	800	0.05	0.051232	0.046875	0.048947
810	810	0.05	0.051026	0.048438	0.049759
820	820	0.05	0.052215	0.048438	0.049506
830	830	0.05	0.051567	0.046875	0.048946
840	840	0.05	0.051243	0.046875	0.048946
850	850	0.05	0.050937	0.048438	0.049649
860	860	0.05	0.052071	0.048438	0.049434
870	870	0.05	0.051477	0.046875	0.048945
880	880	0.05	0.051159	0.048438	0.049947
890	890	0.05	0.050933	0.048438	0.049577
900	900	0.05	0.051889	0.048438	0.049356
910	910	0.05	0.051353	0.046875	0.048944
920	920	0.05	0.051063	0.048438	0.049866
930	930	0.05	0.050846	0.048438	0.049551
940	940	0.05	0.051697	0.048438	0.04928
950	950	0.05	0.051266	0.046875	0.048943
960	960	0.05	0.050967	0.048438	0.049723
970	970	0.05	0.051424	0.048438	0.049459
980	980	0.05	0.051481	0.048438	0.049215
990	990	0.05	0.051126	0.046875	0.048942
1000	1000	0.05	0.050884	0.048438	0.049624

Cuadro A.24: Tamaños de prueba  $T_{OR}$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 1.2$

### A.3. Tamaños de prueba para la nueva propuesta $T_a$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.031142	0.02484	0.01875
40	40	0.025	0.028888	0.024147	0.01875
50	50	0.025	0.028864	0.023187	0.017969
60	60	0.025	0.029888	0.023866	0.021094
70	70	0.025	0.028517	0.024799	0.021094
80	80	0.025	0.027933	0.024582	0.022656
90	90	0.025	0.028611	0.024986	0.021875
100	100	0.025	0.027795	0.024769	0.022656
110	110	0.025	0.027294	0.024939	0.021875
120	120	0.025	0.028424	0.024767	0.022656
130	130	0.025	0.027101	0.022844	0.020313
140	140	0.025	0.027894	0.023969	0.021875
150	150	0.025	0.027759	0.024442	0.022656
160	160	0.025	0.026915	0.023724	0.021094
170	170	0.025	0.027092	0.023957	0.021875
180	180	0.025	0.02889	0.024405	0.022656
190	190	0.025	0.026978	0.024132	0.022656
200	200	0.025	0.026515	0.024212	0.021875
210	210	0.025	0.026974	0.024656	0.022656
220	220	0.025	0.02828	0.024152	0.022656
230	230	0.025	0.027158	0.024942	0.023438
240	240	0.025	0.02671	0.024858	0.023438
250	250	0.025	0.026443	0.024956	0.022656
260	260	0.025	0.026858	0.024448	0.022656
270	270	0.025	0.027779	0.024151	0.022656
280	280	0.025	0.027089	0.024959	0.023438
290	290	0.025	0.026791	0.024736	0.023438
300	300	0.025	0.026589	0.023714	0.021875
310	310	0.025	0.026386	0.024585	0.022656
320	320	0.025	0.026424	0.024257	0.022656
330	330	0.025	0.027054	0.024132	0.022656
340	340	0.025	0.027649	0.024957	0.023438
350	350	0.025	0.026969	0.024856	0.023438

Cuadro A.25: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.026725	0.024685	0.023438
370	370	0.025	0.026616	0.024676	0.023438
380	380	0.025	0.026515	0.024604	0.022656
390	390	0.025	0.02636	0.024323	0.022656
400	400	0.025	0.026252	0.024211	0.022656
410	410	0.025	0.026384	0.024065	0.022656
420	420	0.025	0.026757	0.023984	0.022656
430	430	0.025	0.027108	0.024926	0.023438
440	440	0.025	0.026989	0.024852	0.023438
450	450	0.025	0.026821	0.024746	0.023438
460	460	0.025	0.026716	0.024675	0.023438
470	470	0.025	0.026625	0.024653	0.023438
480	480	0.025	0.026537	0.024617	0.023438
490	490	0.025	0.026464	0.024849	0.023438
500	500	0.025	0.026418	0.024266	0.022656
510	510	0.025	0.026408	0.02418	0.022656
520	520	0.025	0.026335	0.02411	0.022656
530	530	0.025	0.026302	0.024076	0.022656
540	540	0.025	0.026262	0.024025	0.022656
550	550	0.025	0.026213	0.024968	0.023438
560	560	0.025	0.026246	0.02492	0.023438
570	570	0.025	0.0264	0.024882	0.023438
580	580	0.025	0.026545	0.024858	0.023438
590	590	0.025	0.02668	0.024827	0.023438
600	600	0.025	0.026807	0.024787	0.023438
610	610	0.025	0.026926	0.02477	0.023438
620	620	0.025	0.026732	0.024749	0.023438
630	630	0.025	0.026682	0.024723	0.023438
640	640	0.025	0.026642	0.024694	0.023438
650	650	0.025	0.026612	0.024692	0.023438
660	660	0.025	0.026598	0.024656	0.023438
670	670	0.025	0.026578	0.024649	0.023438
680	680	0.025	0.026564	0.024641	0.023438
690	690	0.025	0.026547	0.02463	0.023438
700	700	0.025	0.026537	0.024618	0.023438

Cuadro A.26: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $\alpha = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.026525	0.024604	0.023438
720	720	0.025	0.026519	0.024588	0.023438
730	730	0.025	0.026511	0.024567	0.023438
740	740	0.025	0.026509	0.024625	0.023438
750	750	0.025	0.026504	0.02468	0.023438
760	760	0.025	0.026503	0.024733	0.023438
770	770	0.025	0.026499	0.024782	0.023438
780	780	0.025	0.026498	0.024829	0.023438
790	790	0.025	0.026493	0.024874	0.023438
800	800	0.025	0.026489	0.024917	0.023438
810	810	0.025	0.026492	0.024958	0.023438
820	820	0.025	0.026488	0.024996	0.023438
830	830	0.025	0.026482	0.024908	0.023438
840	840	0.025	0.026475	0.024852	0.023438
850	850	0.025	0.026464	0.024815	0.023438
860	860	0.025	0.026457	0.024792	0.023438
870	870	0.025	0.026443	0.024771	0.023438
880	880	0.025	0.026424	0.024746	0.023438
890	890	0.025	0.026406	0.024734	0.023438
900	900	0.025	0.02639	0.02471	0.023438
910	910	0.025	0.026368	0.024701	0.023438
920	920	0.025	0.026345	0.02468	0.023438
930	930	0.025	0.026329	0.024667	0.023438
940	940	0.025	0.026306	0.024651	0.023438
950	950	0.025	0.026285	0.024634	0.023438
960	960	0.025	0.026264	0.024624	0.023438
970	970	0.025	0.026245	0.024603	0.023438
980	980	0.025	0.026228	0.024592	0.023438
990	990	0.025	0.026203	0.024579	0.023438
1000	1000	0.025	0.026189	0.024564	0.023438

Cuadro A.27: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.058126	0.046741	0.035938
40	40	0.05	0.057548	0.048365	0.04375
50	50	0.05	0.060464	0.049182	0.040625
60	60	0.05	0.055046	0.049171	0.039063
70	70	0.05	0.058903	0.049572	0.042188
80	80	0.05	0.053866	0.049883	0.04375
90	90	0.05	0.054484	0.043675	0.040625
100	100	0.05	0.056201	0.044808	0.040625
110	110	0.05	0.054059	0.045356	0.040625
120	120	0.05	0.053283	0.043825	0.040625
130	130	0.05	0.056892	0.044042	0.040625
140	140	0.05	0.05422	0.049715	0.042188
150	150	0.05	0.053491	0.049776	0.042188
160	160	0.05	0.052646	0.045237	0.042188
170	170	0.05	0.054844	0.044805	0.042188
180	180	0.05	0.05479	0.049953	0.04375
190	190	0.05	0.053757	0.046775	0.042188
200	200	0.05	0.053311	0.045439	0.042188
210	210	0.05	0.052881	0.044923	0.042188
220	220	0.05	0.052632	0.044642	0.042188
230	230	0.05	0.053926	0.044443	0.040625
240	240	0.05	0.055156	0.045685	0.042188
250	250	0.05	0.053956	0.046833	0.042188
260	260	0.05	0.053521	0.045533	0.042188
270	270	0.05	0.053293	0.045111	0.042188
280	280	0.05	0.052911	0.044896	0.042188
290	290	0.05	0.052821	0.04454	0.042188
300	300	0.05	0.052669	0.044463	0.042188
310	310	0.05	0.052651	0.044328	0.042188
320	320	0.05	0.052698	0.044703	0.042188
330	330	0.05	0.053285	0.045329	0.042188
340	340	0.05	0.053821	0.045907	0.042188
350	350	0.05	0.05431	0.045436	0.042188

Cuadro A.28: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.053684	0.04518	0.042188
370	370	0.05	0.053506	0.045017	0.042188
380	380	0.05	0.053337	0.044919	0.042188
390	390	0.05	0.053229	0.044772	0.042188
400	400	0.05	0.053151	0.044667	0.042188
410	410	0.05	0.053116	0.044622	0.042188
420	420	0.05	0.052994	0.044558	0.042188
430	430	0.05	0.052999	0.044476	0.042188
440	440	0.05	0.052922	0.049658	0.046875
450	450	0.05	0.052833	0.049881	0.046875
460	460	0.05	0.052811	0.048258	0.045313
470	470	0.05	0.052784	0.048197	0.045313
480	480	0.05	0.052751	0.04816	0.045313
490	490	0.05	0.052712	0.04815	0.045313
500	500	0.05	0.05267	0.049977	0.046875
510	510	0.05	0.052624	0.049932	0.046875
520	520	0.05	0.052655	0.049889	0.046875
530	530	0.05	0.052602	0.049849	0.046875
540	540	0.05	0.052548	0.049814	0.046875
550	550	0.05	0.052572	0.049797	0.046875
560	560	0.05	0.052512	0.049768	0.046875
570	570	0.05	0.052533	0.049741	0.046875
580	580	0.05	0.052471	0.049714	0.046875
590	590	0.05	0.052488	0.049688	0.046875
600	600	0.05	0.052505	0.049662	0.046875
610	610	0.05	0.052438	0.049624	0.046875
620	620	0.05	0.052452	0.049589	0.046875
630	630	0.05	0.052465	0.049557	0.046875
640	640	0.05	0.052395	0.049517	0.046875
650	650	0.05	0.052406	0.049472	0.046875
660	660	0.05	0.052416	0.049435	0.046875
670	670	0.05	0.052345	0.049396	0.046875
680	680	0.05	0.052354	0.049356	0.046875
690	690	0.05	0.052363	0.049313	0.046875
700	700	0.05	0.05237	0.04927	0.046875

Cuadro A.29: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.052378	0.049227	0.046875
720	720	0.05	0.0523	0.049184	0.046875
730	730	0.05	0.052337	0.049164	0.046875
740	740	0.05	0.052372	0.049124	0.046875
750	750	0.05	0.052406	0.049085	0.046875
760	760	0.05	0.052729	0.049048	0.046875
770	770	0.05	0.052637	0.049012	0.046875
780	780	0.05	0.052566	0.048977	0.046875
790	790	0.05	0.052531	0.048945	0.046875
800	800	0.05	0.052559	0.048915	0.046875
810	810	0.05	0.052587	0.048886	0.046875
820	820	0.05	0.052613	0.048859	0.046875
830	830	0.05	0.052639	0.048834	0.046875
840	840	0.05	0.052664	0.048812	0.046875
850	850	0.05	0.052688	0.048757	0.046875
860	860	0.05	0.052712	0.048737	0.046875
870	870	0.05	0.052734	0.04872	0.046875
880	880	0.05	0.052756	0.048705	0.046875
890	890	0.05	0.052778	0.048654	0.046875
900	900	0.05	0.052798	0.049216	0.046875
910	910	0.05	0.052819	0.049075	0.046875
920	920	0.05	0.052838	0.048993	0.046875
930	930	0.05	0.052857	0.048913	0.046875
940	940	0.05	0.052876	0.048851	0.046875
950	950	0.05	0.052894	0.048818	0.046875
960	960	0.05	0.052912	0.048767	0.046875
970	970	0.05	0.052929	0.048734	0.046875
980	980	0.05	0.052945	0.048691	0.046875
990	990	0.05	0.052962	0.048662	0.046875
1000	1000	0.05	0.052978	0.048615	0.046875

Cuadro A.30: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.10$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.029846	0.023638	0.017969
40	40	0.025	0.029509	0.024936	0.020313
50	50	0.025	0.029496	0.024719	0.020313
60	60	0.025	0.028422	0.024319	0.020313
70	70	0.025	0.02816	0.024695	0.021875
80	80	0.025	0.027567	0.024008	0.021875
90	90	0.025	0.02839	0.024861	0.022656
100	100	0.025	0.027356	0.02414	0.021094
110	110	0.025	0.026812	0.024822	0.022656
120	120	0.025	0.028045	0.02464	0.023438
130	130	0.025	0.02704	0.024891	0.021875
140	140	0.025	0.026372	0.024879	0.023438
150	150	0.025	0.02719	0.024008	0.022656
160	160	0.025	0.026571	0.024969	0.023438
170	170	0.025	0.027582	0.024488	0.023438
180	180	0.025	0.026249	0.024971	0.023438
190	190	0.025	0.027486	0.024299	0.023438
200	200	0.025	0.026304	0.024773	0.022656
210	210	0.025	0.027349	0.024394	0.023438
220	220	0.025	0.02624	0.024784	0.022656
230	230	0.025	0.027276	0.024264	0.023438
240	240	0.025	0.025956	0.024858	0.023438
250	250	0.025	0.027047	0.0244	0.023438
260	260	0.025	0.025882	0.024671	0.023438
270	270	0.025	0.026692	0.024404	0.023438
280	280	0.025	0.025674	0.02497	0.024219
290	290	0.025	0.026314	0.02344	0.022656
300	300	0.025	0.025851	0.024319	0.023438
310	310	0.025	0.026004	0.024433	0.022656
320	320	0.025	0.026854	0.024202	0.023438
330	330	0.025	0.025738	0.024545	0.023438
340	340	0.025	0.026282	0.0246	0.023438
350	350	0.025	0.025707	0.024888	0.024219

Cuadro A.31: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.025801	0.023954	0.022656
370	370	0.025	0.026678	0.024199	0.023438
380	380	0.025	0.025576	0.024442	0.023438
390	390	0.025	0.026072	0.024949	0.023438
400	400	0.025	0.026293	0.024852	0.024219
410	410	0.025	0.025739	0.024666	0.023438
420	420	0.025	0.026212	0.024094	0.023438
430	430	0.025	0.02544	0.024873	0.024219
440	440	0.025	0.02566	0.024828	0.023438
450	450	0.025	0.026367	0.024031	0.023438
460	460	0.025	0.025619	0.024899	0.024219
470	470	0.025	0.025679	0.024884	0.023438
480	480	0.025	0.026411	0.02493	0.024219
490	490	0.025	0.025525	0.024831	0.024219
500	500	0.025	0.025752	0.024859	0.023438
510	510	0.025	0.026374	0.024766	0.024219
520	520	0.025	0.0255	0.02485	0.024219
530	530	0.025	0.025728	0.024795	0.023438
540	540	0.025	0.026327	0.024822	0.024219
550	550	0.025	0.025504	0.024778	0.024219
560	560	0.025	0.025609	0.024712	0.023438
570	570	0.025	0.026216	0.023936	0.023438
580	580	0.025	0.025435	0.024805	0.024219
590	590	0.025	0.025562	0.024699	0.023438
600	600	0.025	0.026016	0.023914	0.023438
610	610	0.025	0.025601	0.02464	0.024219
620	620	0.025	0.025457	0.024938	0.024219
630	630	0.025	0.025812	0.023862	0.023438
640	640	0.025	0.02622	0.024667	0.024219
650	650	0.025	0.025447	0.024754	0.024219
660	660	0.025	0.025631	0.024218	0.023438
670	670	0.025	0.02616	0.024545	0.024219
680	680	0.025	0.025439	0.024656	0.024219
690	690	0.025	0.025466	0.02457	0.023438
700	700	0.025	0.025931	0.023824	0.023438

Cuadro A.32: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.02587	0.024698	0.024219
720	720	0.025	0.025446	0.024828	0.024219
730	730	0.025	0.025642	0.023787	0.023438
740	740	0.025	0.026148	0.024608	0.024219
750	750	0.025	0.025446	0.024705	0.024219
760	760	0.025	0.025446	0.02498	0.024219
770	770	0.025	0.025849	0.023813	0.023438
780	780	0.025	0.025984	0.024645	0.024219
790	790	0.025	0.025453	0.024742	0.024219
800	800	0.025	0.025563	0.023857	0.023438
810	810	0.025	0.026004	0.024585	0.024219
820	820	0.025	0.025353	0.024653	0.024219
830	830	0.025	0.025432	0.024859	0.024219
840	840	0.025	0.02565	0.02378	0.023438
850	850	0.025	0.02607	0.024547	0.024219
860	860	0.025	0.025401	0.02464	0.024219
870	870	0.025	0.025391	0.024949	0.024219
880	880	0.025	0.025714	0.0238	0.023438
890	890	0.025	0.026016	0.024572	0.024219
900	900	0.025	0.025361	0.024691	0.024219
910	910	0.025	0.02542	0.02415	0.023438
920	920	0.025	0.025779	0.023817	0.023438
930	930	0.025	0.025963	0.024588	0.024219
940	940	0.025	0.025315	0.024702	0.024219
950	950	0.025	0.025485	0.023751	0.023438
960	960	0.025	0.025798	0.024894	0.024219
970	970	0.025	0.025846	0.024566	0.024219
980	980	0.025	0.02533	0.024671	0.024219
990	990	0.025	0.025418	0.023751	0.023438
1000	1000	0.025	0.025771	0.024803	0.024219

Cuadro A.33: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.054175	0.046563	0.040625
40	40	0.05	0.052865	0.049463	0.045313
50	50	0.05	0.057824	0.049718	0.046875
60	60	0.05	0.056425	0.045921	0.04375
70	70	0.05	0.053919	0.049584	0.04375
80	80	0.05	0.05217	0.048584	0.045313
90	90	0.05	0.055086	0.049612	0.046875
100	100	0.05	0.052325	0.049559	0.045313
110	110	0.05	0.051821	0.049321	0.048438
120	120	0.05	0.052994	0.049664	0.045313
130	130	0.05	0.051718	0.049107	0.046875
140	140	0.05	0.052829	0.047906	0.045313
150	150	0.05	0.051511	0.049736	0.048438
160	160	0.05	0.052556	0.04676	0.045313
170	170	0.05	0.050907	0.049776	0.048438
180	180	0.05	0.051689	0.047943	0.045313
190	190	0.05	0.051516	0.049699	0.048438
200	200	0.05	0.051593	0.049752	0.046875
210	210	0.05	0.053411	0.049775	0.048438
220	220	0.05	0.05073	0.048555	0.046875
230	230	0.05	0.052412	0.047903	0.046875
240	240	0.05	0.050801	0.049562	0.048438
250	250	0.05	0.051396	0.049753	0.046875
260	260	0.05	0.053042	0.049155	0.048438
270	270	0.05	0.050971	0.049787	0.048438
280	280	0.05	0.051897	0.048596	0.046875
290	290	0.05	0.050929	0.049382	0.048438
300	300	0.05	0.050675	0.049841	0.048438
310	310	0.05	0.052244	0.047781	0.046875
320	320	0.05	0.050502	0.049333	0.048438
330	330	0.05	0.051104	0.049383	0.046875
340	340	0.05	0.052413	0.047533	0.046875
350	350	0.05	0.050687	0.049112	0.048438

Cuadro A.34: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \textit{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.050789	0.049985	0.048438
370	370	0.05	0.052251	0.049986	0.048438
380	380	0.05	0.050442	0.048974	0.048438
390	390	0.05	0.050937	0.049844	0.048438
400	400	0.05	0.052051	0.047472	0.046875
410	410	0.05	0.050601	0.049095	0.048438
420	420	0.05	0.050871	0.049663	0.048438
430	430	0.05	0.051605	0.047526	0.046875
440	440	0.05	0.051213	0.049006	0.048438
450	450	0.05	0.050672	0.049341	0.048438
460	460	0.05	0.051203	0.047358	0.046875
470	470	0.05	0.05217	0.048753	0.048438
480	480	0.05	0.050396	0.049199	0.048438
490	490	0.05	0.050837	0.049994	0.048438
500	500	0.05	0.051872	0.049631	0.048438
510	510	0.05	0.050348	0.048987	0.048438
520	520	0.05	0.050482	0.049458	0.048438
530	530	0.05	0.051132	0.047137	0.046875
540	540	0.05	0.051989	0.048817	0.048438
550	550	0.05	0.050442	0.049146	0.048438
560	560	0.05	0.05061	0.049838	0.048438
570	570	0.05	0.051506	0.049791	0.048438
580	580	0.05	0.051084	0.048986	0.048438
590	590	0.05	0.050575	0.049243	0.048438
600	600	0.05	0.05086	0.047345	0.046875
610	610	0.05	0.051748	0.048824	0.048438
620	620	0.05	0.050321	0.049014	0.048438
630	630	0.05	0.050524	0.049273	0.048438
640	640	0.05	0.05095	0.047308	0.046875
650	650	0.05	0.051823	0.048722	0.048438
660	660	0.05	0.050401	0.048966	0.048438
670	670	0.05	0.050422	0.049347	0.048438
680	680	0.05	0.050916	0.047226	0.046875
690	690	0.05	0.051721	0.048745	0.048438
700	700	0.05	0.050301	0.048805	0.048438

Cuadro A.35: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.050398	0.049381	0.048438
720	720	0.05	0.050871	0.047146	0.046875
730	730	0.05	0.05169	0.048744	0.048438
740	740	0.05	0.05036	0.048956	0.048438
750	750	0.05	0.050487	0.049287	0.048438
760	760	0.05	0.050831	0.047308	0.046875
770	770	0.05	0.051576	0.048827	0.048438
780	780	0.05	0.050297	0.048787	0.048438
790	790	0.05	0.050461	0.049185	0.048438
800	800	0.05	0.050698	0.049944	0.048438
810	810	0.05	0.051366	0.048809	0.048438
820	820	0.05	0.051042	0.048721	0.048438
830	830	0.05	0.050337	0.04903	0.048438
840	840	0.05	0.050486	0.049745	0.048438
850	850	0.05	0.051051	0.049372	0.048438
860	860	0.05	0.051445	0.048769	0.048438
870	870	0.05	0.050176	0.048909	0.048438
880	880	0.05	0.050393	0.04941	0.048438
890	890	0.05	0.050769	0.049895	0.048438
900	900	0.05	0.051445	0.048792	0.048438
910	910	0.05	0.05018	0.048793	0.048438
920	920	0.05	0.050241	0.049141	0.048438
930	930	0.05	0.050461	0.049803	0.048438
940	940	0.05	0.051073	0.048826	0.048438
950	950	0.05	0.051398	0.048728	0.048438
960	960	0.05	0.050265	0.048968	0.048438
970	970	0.05	0.050291	0.049405	0.048438
980	980	0.05	0.050665	0.049856	0.048438
990	990	0.05	0.051299	0.048707	0.048438
1000	1000	0.05	0.050777	0.048839	0.048438

Cuadro A.36: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.785$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.030848	0.01875	0.023791
40	40	0.025	0.029555	0.019531	0.024181
50	50	0.025	0.029001	0.021094	0.024386
60	60	0.025	0.027519	0.021875	0.02469
70	70	0.025	0.0294	0.021875	0.024308
80	80	0.025	0.028097	0.021875	0.024079
90	90	0.025	0.027646	0.021094	0.024598
100	100	0.025	0.026907	0.022656	0.024929
110	110	0.025	0.027975	0.022656	0.024145
120	120	0.025	0.027043	0.022656	0.024866
130	130	0.025	0.027879	0.023438	0.024962
140	140	0.025	0.026971	0.021875	0.024394
150	150	0.025	0.026445	0.023438	0.024991
160	160	0.025	0.027102	0.022656	0.024822
170	170	0.025	0.026182	0.023438	0.024831
180	180	0.025	0.026882	0.022656	0.023695
190	190	0.025	0.026079	0.023438	0.024825
200	200	0.025	0.026626	0.022656	0.024133
210	210	0.025	0.026183	0.023438	0.024561
220	220	0.025	0.026392	0.022656	0.024649
230	230	0.025	0.0267	0.023438	0.024441
240	240	0.025	0.026027	0.022656	0.024654
250	250	0.025	0.027141	0.023438	0.024313
260	260	0.025	0.025909	0.023438	0.024638
270	270	0.025	0.026442	0.022656	0.023521
280	280	0.025	0.0258	0.024219	0.024942
290	290	0.025	0.025951	0.022656	0.024501
300	300	0.025	0.026914	0.023438	0.024304
310	310	0.025	0.025743	0.023438	0.024614
320	320	0.025	0.02622	0.022656	0.023452
330	330	0.025	0.026379	0.024219	0.024943
340	340	0.025	0.025877	0.023438	0.024713
350	350	0.025	0.026382	0.023438	0.02415

Cuadro A.37: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.025585	0.024219	0.024894
370	370	0.025	0.025871	0.023438	0.02486
380	380	0.025	0.026482	0.023438	0.023937
390	390	0.025	0.025645	0.024219	0.024779
400	400	0.025	0.025717	0.023438	0.024897
410	410	0.025	0.026405	0.023438	0.0241
420	420	0.025	0.025548	0.024219	0.024854
430	430	0.025	0.025629	0.023438	0.024826
440	440	0.025	0.026292	0.023438	0.02392
450	450	0.025	0.025412	0.024219	0.024845
460	460	0.025	0.025613	0.023438	0.024713
470	470	0.025	0.02608	0.023438	0.023973
480	480	0.025	0.026245	0.024219	0.024813
490	490	0.025	0.025495	0.024219	0.024937
500	500	0.025	0.025804	0.023438	0.02462
510	510	0.025	0.026425	0.024219	0.024682
520	520	0.025	0.025536	0.024219	0.024876
530	530	0.025	0.025619	0.023438	0.024779
540	540	0.025	0.026159	0.023438	0.023966
550	550	0.025	0.025729	0.024219	0.024795
560	560	0.025	0.025609	0.024219	0.024961
570	570	0.025	0.025745	0.023438	0.024108
580	580	0.025	0.026287	0.024219	0.024689
590	590	0.025	0.025461	0.024219	0.024689
600	600	0.025	0.025622	0.023438	0.024718
610	610	0.025	0.025937	0.023438	0.023875
620	620	0.025	0.02625	0.024219	0.0246
630	630	0.025	0.025457	0.024219	0.024821
640	640	0.025	0.025583	0.023438	0.02458
650	650	0.025	0.026044	0.023438	0.023931
660	660	0.025	0.025793	0.024219	0.024609
670	670	0.025	0.025428	0.024219	0.024864
680	680	0.025	0.025593	0.023438	0.02425
690	690	0.025	0.026083	0.024219	0.024969
700	700	0.025	0.025573	0.024219	0.024674

Cuadro A.38: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025455	0.024219	0.02482
720	720	0.025	0.025609	0.023438	0.024052
730	730	0.025	0.02605	0.024219	0.024822
740	740	0.025	0.025596	0.024219	0.024655
750	750	0.025	0.025418	0.024219	0.024792
760	760	0.025	0.025542	0.023438	0.024158
770	770	0.025	0.02595	0.023438	0.023863
780	780	0.025	0.025882	0.024219	0.024584
790	790	0.025	0.025407	0.024219	0.024692
800	800	0.025	0.025492	0.023438	0.024384
810	810	0.025	0.025805	0.023438	0.023782
820	820	0.025	0.026032	0.024219	0.024571
830	830	0.025	0.025354	0.024219	0.02472
840	840	0.025	0.025397	0.024219	0.024921
850	850	0.025	0.025647	0.023438	0.023749
860	860	0.025	0.026053	0.024219	0.024546
870	870	0.025	0.025302	0.024219	0.024601
880	880	0.025	0.025356	0.024219	0.024782
890	890	0.025	0.025494	0.023438	0.023785
900	900	0.025	0.025859	0.024219	0.024855
910	910	0.025	0.02596	0.024219	0.024593
920	920	0.025	0.025334	0.024219	0.024644
930	930	0.025	0.025428	0.024219	0.02494
940	940	0.025	0.025642	0.023438	0.023795
950	950	0.025	0.026005	0.024219	0.024505
960	960	0.025	0.025335	0.024219	0.024585
970	970	0.025	0.025373	0.024219	0.024731
980	980	0.025	0.025456	0.023438	0.023748
990	990	0.025	0.025713	0.023438	0.023775
1000	1000	0.025	0.025991	0.024219	0.024574

Cuadro A.39: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.056312	0.042188	0.047429
40	40	0.05	0.05942	0.04375	0.049715
50	50	0.05	0.057105	0.04375	0.046557
60	60	0.05	0.054969	0.042188	0.048247
70	70	0.05	0.053573	0.046875	0.049316
80	80	0.05	0.055927	0.046875	0.049889
90	90	0.05	0.053104	0.045313	0.04999
100	100	0.05	0.051725	0.046875	0.048345
110	110	0.05	0.053324	0.045313	0.049985
120	120	0.05	0.052189	0.046875	0.049124
130	130	0.05	0.052586	0.045313	0.049236
140	140	0.05	0.051393	0.046875	0.048906
150	150	0.05	0.052468	0.045313	0.049276
160	160	0.05	0.052091	0.048438	0.049221
170	170	0.05	0.051786	0.046875	0.049617
180	180	0.05	0.053836	0.046875	0.04779
190	190	0.05	0.050729	0.048438	0.049895
200	200	0.05	0.05245	0.046875	0.04994
210	210	0.05	0.050745	0.048438	0.049422
220	220	0.05	0.051569	0.046875	0.049571
230	230	0.05	0.053085	0.046875	0.04795
240	240	0.05	0.051194	0.048438	0.049691
250	250	0.05	0.051309	0.046875	0.049912
260	260	0.05	0.053005	0.048438	0.049272
270	270	0.05	0.050737	0.048438	0.049501
280	280	0.05	0.05152	0.046875	0.049544
290	290	0.05	0.052962	0.048438	0.049155
300	300	0.05	0.050967	0.048438	0.049432
310	310	0.05	0.051261	0.046875	0.049611
320	320	0.05	0.05265	0.048438	0.049047
330	330	0.05	0.050786	0.048438	0.049479
340	340	0.05	0.051005	0.046875	0.049402
350	350	0.05	0.052292	0.046875	0.047612

Cuadro A.40: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.050428	0.048438	0.049217
370	370	0.05	0.050905	0.048438	0.049509
380	380	0.05	0.051529	0.046875	0.047546
390	390	0.05	0.052124	0.048438	0.048938
400	400	0.05	0.050702	0.048438	0.049399
410	410	0.05	0.051073	0.046875	0.049027
420	420	0.05	0.05201	0.046875	0.04753
430	430	0.05	0.050396	0.048438	0.048975
440	440	0.05	0.05046	0.048438	0.049434
450	450	0.05	0.051052	0.046875	0.047867
460	460	0.05	0.052131	0.048438	0.048999
470	470	0.05	0.050431	0.048438	0.048956
480	480	0.05	0.05065	0.048438	0.049516
490	490	0.05	0.051053	0.046875	0.04748
500	500	0.05	0.052081	0.048438	0.04902
510	510	0.05	0.050573	0.048438	0.049013
520	520	0.05	0.050616	0.048438	0.049539
530	530	0.05	0.051124	0.046875	0.047363
540	540	0.05	0.051955	0.048438	0.048799
550	550	0.05	0.050433	0.048438	0.048865
560	560	0.05	0.050605	0.048438	0.049328
570	570	0.05	0.050797	0.046875	0.047237
580	580	0.05	0.051719	0.048438	0.049017
590	590	0.05	0.050911	0.048438	0.048841
600	600	0.05	0.050489	0.048438	0.04912
610	610	0.05	0.050692	0.048438	0.049861
620	620	0.05	0.051307	0.046875	0.04735
630	630	0.05	0.051706	0.048438	0.048916
640	640	0.05	0.050185	0.048438	0.048994
650	650	0.05	0.050517	0.048438	0.049399
660	660	0.05	0.050917	0.046875	0.047283
670	670	0.05	0.051646	0.048438	0.048802
680	680	0.05	0.050818	0.048438	0.048807
690	690	0.05	0.050276	0.048438	0.049075
700	700	0.05	0.050433	0.048438	0.049681

Cuadro A.41: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \textit{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.051023	0.046875	0.047305
720	720	0.05	0.051689	0.048438	0.048857
730	730	0.05	0.050246	0.048438	0.048857
740	740	0.05	0.050445	0.048438	0.049179
750	750	0.05	0.050637	0.048438	0.049825
760	760	0.05	0.051079	0.048438	0.049825
770	770	0.05	0.05169	0.048438	0.048693
780	780	0.05	0.050288	0.048438	0.048948
790	790	0.05	0.050428	0.048438	0.049129
800	800	0.05	0.050626	0.048438	0.049799
810	810	0.05	0.051035	0.048438	0.049728
820	820	0.05	0.051586	0.048438	0.048687
830	830	0.05	0.05018	0.048438	0.0489
840	840	0.05	0.050331	0.048438	0.049052
850	850	0.05	0.050469	0.048438	0.049684
860	860	0.05	0.050913	0.048438	0.049806
870	870	0.05	0.051496	0.048438	0.04869
880	880	0.05	0.050745	0.048438	0.048688
890	890	0.05	0.050299	0.048438	0.048991
900	900	0.05	0.050346	0.048438	0.049483
910	910	0.05	0.050684	0.048438	0.049915
920	920	0.05	0.051266	0.048438	0.048663
930	930	0.05	0.05126	0.048438	0.048776
940	940	0.05	0.050304	0.048438	0.048899
950	950	0.05	0.050373	0.048438	0.0492
960	960	0.05	0.050494	0.048438	0.049793
970	970	0.05	0.050896	0.048438	0.049406
980	980	0.05	0.051406	0.048438	0.048718
990	990	0.05	0.05047	0.048438	0.048783
1000	1000	0.05	0.050292	0.048438	0.049019

Cuadro A.42: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.8$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.029753	0.019531	0.024701
40	40	0.025	0.030109	0.019531	0.023487
50	50	0.025	0.030256	0.021875	0.02437
60	60	0.025	0.02804	0.020313	0.024165
70	70	0.025	0.028058	0.021094	0.023763
80	80	0.025	0.027632	0.021094	0.02497
90	90	0.025	0.02809	0.022656	0.024907
100	100	0.025	0.027493	0.021875	0.024957
110	110	0.025	0.028357	0.022656	0.024619
120	120	0.025	0.02651	0.022656	0.02476
130	130	0.025	0.026731	0.021875	0.024814
140	140	0.025	0.028111	0.022656	0.024024
150	150	0.025	0.026598	0.022656	0.02418
160	160	0.025	0.026511	0.022656	0.024984
170	170	0.025	0.027034	0.022656	0.024411
180	180	0.025	0.027642	0.023438	0.024747
190	190	0.025	0.026107	0.023438	0.024924
200	200	0.025	0.026296	0.022656	0.02475
210	210	0.025	0.026698	0.022656	0.024641
220	220	0.025	0.027211	0.023438	0.024606
230	230	0.025	0.02709	0.023438	0.024605
240	240	0.025	0.026211	0.023438	0.024677
250	250	0.025	0.026073	0.023438	0.02496
260	260	0.025	0.026115	0.022656	0.024679
270	270	0.025	0.026459	0.022656	0.023499
280	280	0.025	0.02698	0.023438	0.024415
290	290	0.025	0.027059	0.023438	0.024408
300	300	0.025	0.025931	0.023438	0.024362
310	310	0.025	0.025729	0.023438	0.024435
320	320	0.025	0.025879	0.023438	0.024658
330	330	0.025	0.025894	0.022656	0.024429
340	340	0.025	0.026097	0.022656	0.023473
350	350	0.025	0.026231	0.022656	0.023311

Cuadro A.43: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.026494	0.023438	0.024105
370	370	0.025	0.026721	0.023438	0.024185
380	380	0.025	0.026721	0.023438	0.024253
390	390	0.025	0.026321	0.024219	0.024946
400	400	0.025	0.025677	0.024219	0.02495
410	410	0.025	0.025699	0.023438	0.024359
420	420	0.025	0.025709	0.023438	0.024514
430	430	0.025	0.025613	0.023438	0.024608
440	440	0.025	0.025868	0.023438	0.024811
450	450	0.025	0.025872	0.023438	0.02492
460	460	0.025	0.025913	0.023438	0.024955
470	470	0.025	0.025953	0.023438	0.024906
480	480	0.025	0.026016	0.023438	0.024628
490	490	0.025	0.02609	0.023438	0.024118
500	500	0.025	0.02618	0.023438	0.024062
510	510	0.025	0.026283	0.023438	0.024025
520	520	0.025	0.026358	0.023438	0.024054
530	530	0.025	0.026437	0.023438	0.024051
540	540	0.025	0.026454	0.024219	0.024693
550	550	0.025	0.026493	0.024219	0.024793
560	560	0.025	0.026451	0.024219	0.024747
570	570	0.025	0.026281	0.024219	0.024725
580	580	0.025	0.026252	0.024219	0.024806
590	590	0.025	0.0261	0.024219	0.024757
600	600	0.025	0.026035	0.024219	0.024775
610	610	0.025	0.025832	0.024219	0.024833
620	620	0.025	0.025602	0.024219	0.024752
630	630	0.025	0.025559	0.024219	0.024767
640	640	0.025	0.025472	0.024219	0.024804
650	650	0.025	0.025522	0.024219	0.024798
660	660	0.025	0.02547	0.024219	0.024696
670	670	0.025	0.025458	0.024219	0.024698
680	680	0.025	0.025457	0.024219	0.024713
690	690	0.025	0.025463	0.024219	0.024721
700	700	0.025	0.025531	0.024219	0.024723

Cuadro A.44: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025452	0.024219	0.024773
720	720	0.025	0.025442	0.024219	0.024741
730	730	0.025	0.025472	0.024219	0.024726
740	740	0.025	0.025456	0.024219	0.024707
750	750	0.025	0.025499	0.024219	0.024683
760	760	0.025	0.025493	0.024219	0.024661
770	770	0.025	0.025603	0.024219	0.024653
780	780	0.025	0.025846	0.024219	0.024749
790	790	0.025	0.025873	0.024219	0.024705
800	800	0.025	0.025972	0.024219	0.024704
810	810	0.025	0.026049	0.024219	0.02463
820	820	0.025	0.026103	0.024219	0.024677
830	830	0.025	0.026081	0.024219	0.024667
840	840	0.025	0.026105	0.024219	0.024641
850	850	0.025	0.026152	0.024219	0.024654
860	860	0.025	0.026136	0.024219	0.024639
870	870	0.025	0.026106	0.024219	0.024619
880	880	0.025	0.026037	0.024219	0.024668
890	890	0.025	0.025988	0.024219	0.024701
900	900	0.025	0.025931	0.024219	0.024955
910	910	0.025	0.025876	0.023438	0.023877
920	920	0.025	0.02581	0.023438	0.023856
930	930	0.025	0.025711	0.023438	0.023809
940	940	0.025	0.025656	0.023438	0.023826
950	950	0.025	0.025615	0.023438	0.023817
960	960	0.025	0.025582	0.023438	0.023828
970	970	0.025	0.025561	0.023438	0.02386
980	980	0.025	0.025453	0.023438	0.024045
990	990	0.025	0.025439	0.023438	0.024277
1000	1000	0.025	0.02542	0.024219	0.024925

Cuadro A.45: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = 0.9$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.054301	0.045313	0.049591
40	40	0.05	0.058239	0.04375	0.04683
50	50	0.05	0.054705	0.045313	0.049947
60	60	0.05	0.056804	0.04375	0.047974
70	70	0.05	0.052773	0.045313	0.049057
80	80	0.05	0.054752	0.045313	0.048659
90	90	0.05	0.052833	0.046875	0.049509
100	100	0.05	0.052931	0.045313	0.049299
110	110	0.05	0.053594	0.045313	0.048343
120	120	0.05	0.053852	0.046875	0.048652
130	130	0.05	0.051522	0.046875	0.048851
140	140	0.05	0.051626	0.046875	0.049905
150	150	0.05	0.052525	0.045313	0.047865
160	160	0.05	0.054063	0.046875	0.048377
170	170	0.05	0.052823	0.048438	0.049346
180	180	0.05	0.050833	0.048438	0.049696
190	190	0.05	0.051299	0.048438	0.049677
200	200	0.05	0.051235	0.046875	0.049906
210	210	0.05	0.05206	0.045313	0.046318
220	220	0.05	0.052696	0.046875	0.048009
230	230	0.05	0.053277	0.046875	0.047714
240	240	0.05	0.052626	0.048438	0.049396
250	250	0.05	0.050922	0.048438	0.049556
260	260	0.05	0.051041	0.048438	0.049562
270	270	0.05	0.051088	0.048438	0.049736
280	280	0.05	0.051128	0.048438	0.049891
290	290	0.05	0.051109	0.046875	0.049359
300	300	0.05	0.051203	0.046875	0.049597
310	310	0.05	0.051319	0.046875	0.049576
320	320	0.05	0.051507	0.046875	0.048934
330	330	0.05	0.051755	0.046875	0.047827
340	340	0.05	0.05201	0.046875	0.047609
350	350	0.05	0.052258	0.046875	0.047837

Cuadro A.46: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.052334	0.046875	0.047526
370	370	0.05	0.052448	0.048438	0.049229
380	380	0.05	0.052331	0.048438	0.049287
390	390	0.05	0.052313	0.048438	0.049193
400	400	0.05	0.052458	0.048438	0.049001
410	410	0.05	0.052128	0.048438	0.049148
420	420	0.05	0.051966	0.048438	0.049066
430	430	0.05	0.051479	0.048438	0.048969
440	440	0.05	0.051226	0.048438	0.049058
450	450	0.05	0.050634	0.048438	0.049185
460	460	0.05	0.050515	0.048438	0.049173
470	470	0.05	0.05049	0.048438	0.04884
480	480	0.05	0.050446	0.048438	0.048896
490	490	0.05	0.050421	0.048438	0.049131
500	500	0.05	0.0505	0.048438	0.049063
510	510	0.05	0.050607	0.048438	0.048944
520	520	0.05	0.050692	0.048438	0.048859
530	530	0.05	0.050872	0.048438	0.049134
540	540	0.05	0.051268	0.048438	0.049055
550	550	0.05	0.051369	0.048438	0.048965
560	560	0.05	0.051643	0.048438	0.048958
570	570	0.05	0.051674	0.048438	0.048961
580	580	0.05	0.051839	0.048438	0.049027
590	590	0.05	0.051946	0.048438	0.048887
600	600	0.05	0.051882	0.048438	0.049015
610	610	0.05	0.051905	0.048438	0.048737
620	620	0.05	0.051884	0.048438	0.048814
630	630	0.05	0.051826	0.048438	0.048866
640	640	0.05	0.051667	0.048438	0.048865
650	650	0.05	0.051556	0.048438	0.049518
660	660	0.05	0.051421	0.048438	0.049669
670	670	0.05	0.051289	0.046875	0.047352
680	680	0.05	0.051149	0.046875	0.047402
690	690	0.05	0.050918	0.046875	0.047254
700	700	0.05	0.05081	0.046875	0.047339

Cuadro A.47: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.050735	0.046875	0.047354
720	720	0.05	0.050687	0.048438	0.049945
730	730	0.05	0.050639	0.048438	0.04976
740	740	0.05	0.050627	0.048438	0.049578
750	750	0.05	0.050361	0.048438	0.049426
760	760	0.05	0.050377	0.048438	0.049296
770	770	0.05	0.050397	0.048438	0.049195
780	780	0.05	0.050325	0.048438	0.049117
790	790	0.05	0.050452	0.048438	0.049035
800	800	0.05	0.050417	0.048438	0.048987
810	810	0.05	0.050583	0.048438	0.048954
820	820	0.05	0.051208	0.048438	0.04894
830	830	0.05	0.051563	0.048438	0.048865
840	840	0.05	0.051616	0.048438	0.048853
850	850	0.05	0.051492	0.048438	0.048861
860	860	0.05	0.051303	0.048438	0.04895
870	870	0.05	0.051038	0.048438	0.049764
880	880	0.05	0.050858	0.048438	0.049929
890	890	0.05	0.050648	0.048438	0.049947
900	900	0.05	0.05062	0.048438	0.049844
910	910	0.05	0.050474	0.048438	0.049634
920	920	0.05	0.050407	0.048438	0.049361
930	930	0.05	0.050441	0.048438	0.049196
940	940	0.05	0.050392	0.048438	0.049023
950	950	0.05	0.050304	0.048438	0.048951
960	960	0.05	0.050371	0.048438	0.048798
970	970	0.05	0.051118	0.048438	0.048839
980	980	0.05	0.051434	0.048438	0.048775
990	990	0.05	0.051446	0.048438	0.048779
1000	1000	0.05	0.051279	0.048438	0.04872

Cuadro A.48: Tamaños de prueba  $T_a$ :  $n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = 0.9$



## Apéndice B

# Tamaños de prueba de configuraciones particulares

A continuación se muestran las tablas de los tamaños de prueba correspondientes a algunos valores específicos de las estadísticas de prueba  $T_L$ ,  $T_{OR}$  y  $T_a$ , que resultan de la comparación mediante la diferencia de áreas entre las curvas frontera.

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.031572	0.019531	0.024475
40	40	0.025	0.030394	0.01875	0.023781
50	50	0.025	0.028172	0.020313	0.024273
60	60	0.025	0.028558	0.021094	0.024574
70	70	0.025	0.027431	0.021875	0.024249
80	80	0.025	0.029027	0.022656	0.02464
90	90	0.025	0.027412	0.021094	0.023082
100	100	0.025	0.027193	0.022656	0.02483
110	110	0.025	0.028196	0.022656	0.024518
120	120	0.025	0.027292	0.021875	0.024513
130	130	0.025	0.026358	0.023438	0.02495
140	140	0.025	0.027733	0.022656	0.024211
150	150	0.025	0.026654	0.022656	0.024831
160	160	0.025	0.027641	0.023438	0.024501
170	170	0.025	0.026622	0.021875	0.024287
180	180	0.025	0.027458	0.023438	0.024683
190	190	0.025	0.026308	0.022656	0.024988
200	200	0.025	0.027159	0.023438	0.024745
210	210	0.025	0.026134	0.022656	0.024867
220	220	0.025	0.027279	0.023438	0.024473
230	230	0.025	0.026104	0.023438	0.024941
240	240	0.025	0.02707	0.023438	0.024498
250	250	0.025	0.025903	0.023438	0.024618
260	260	0.025	0.026599	0.023438	0.024854
270	270	0.025	0.025935	0.023438	0.02449
280	280	0.025	0.026075	0.022656	0.023973
290	290	0.025	0.02686	0.023438	0.024338
300	300	0.025	0.025951	0.023438	0.024822

Cuadro B.1: Tamaños de prueba  $T_a$  :  $n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 300$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
310	310	0.025	0.026608	0.023438	0.0242
320	320	0.025	0.025665	0.024219	0.024951
330	330	0.025	0.026003	0.022656	0.023328
340	340	0.025	0.026748	0.024219	0.024868
350	350	0.025	0.025638	0.023438	0.024569
360	360	0.025	0.026248	0.023438	0.024528
370	370	0.025	0.025742	0.024219	0.024868
380	380	0.025	0.025739	0.023438	0.024829
390	390	0.025	0.026402	0.023438	0.024079
400	400	0.025	0.02558	0.024219	0.024897
410	410	0.025	0.025749	0.023438	0.024939
420	420	0.025	0.026487	0.023438	0.024094
430	430	0.025	0.025643	0.024219	0.024882
440	440	0.025	0.025811	0.023438	0.024866
450	450	0.025	0.026424	0.023438	0.023946
460	460	0.025	0.025638	0.024219	0.024896
470	470	0.025	0.025752	0.023438	0.024872
480	480	0.025	0.02631	0.023438	0.024037
490	490	0.025	0.02547	0.024219	0.024772
500	500	0.025	0.025574	0.023438	0.024795
510	510	0.025	0.026113	0.023438	0.023952
520	520	0.025	0.025794	0.024219	0.024766
530	530	0.025	0.025516	0.023438	0.024603
540	540	0.025	0.02592	0.023438	0.023919
550	550	0.025	0.026287	0.024219	0.024677
560	560	0.025	0.025499	0.024219	0.024829
570	570	0.025	0.025746	0.023438	0.024575
580	580	0.025	0.026312	0.024219	0.024764
590	590	0.025	0.025492	0.024219	0.024737
600	600	0.025	0.025579	0.023438	0.024691
610	610	0.025	0.025965	0.023438	0.023922
620	620	0.025	0.025986	0.024219	0.02464
630	630	0.025	0.025407	0.024219	0.024825
640	640	0.025	0.025659	0.023438	0.024246
650	650	0.025	0.026188	0.024219	0.024566

Cuadro B.2: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 310, 320, \dots, 650, \alpha = 0.025$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
660	660	0.025	0.025405	0.024219	0.024705
670	670	0.025	0.025455	0.024219	0.024924
680	680	0.025	0.025823	0.023438	0.023834
690	690	0.025	0.026158	0.024219	0.024615
700	700	0.025	0.025448	0.024219	0.024726
710	710	0.025	0.02557	0.023438	0.024542
720	720	0.025	0.025919	0.023438	0.023879
730	730	0.025	0.025945	0.024219	0.024669
740	740	0.025	0.025463	0.024219	0.024811
750	750	0.025	0.025518	0.023438	0.024235
760	760	0.025	0.026	0.024219	0.024938
770	770	0.025	0.02564	0.024219	0.024652
780	780	0.025	0.025409	0.024219	0.024819
790	790	0.025	0.025591	0.023438	0.023821
800	800	0.025	0.025993	0.024219	0.024674
810	810	0.025	0.025529	0.024219	0.024591
820	820	0.025	0.025413	0.024219	0.024772
830	830	0.025	0.025588	0.023438	0.023776
840	840	0.025	0.025972	0.024219	0.024555
850	850	0.025	0.02563	0.024219	0.024553
860	860	0.025	0.025376	0.024219	0.024743
870	870	0.025	0.02552	0.023438	0.023765
880	880	0.025	0.025884	0.024219	0.024797
890	890	0.025	0.025796	0.024219	0.024599
900	900	0.025	0.025368	0.024219	0.02473
910	910	0.025	0.025485	0.023438	0.024061
920	920	0.025	0.025777	0.023438	0.023838
930	930	0.025	0.025997	0.024219	0.024593
940	940	0.025	0.02533	0.024219	0.024675
950	950	0.025	0.025406	0.024219	0.024935
960	960	0.025	0.025618	0.023438	0.023811
970	970	0.025	0.026004	0.024219	0.024572
980	980	0.025	0.02538	0.024219	0.024588
990	990	0.025	0.025394	0.024219	0.024816
1000	1000	0.025	0.025476	0.023438	0.023741

Cuadro B.3: Tamaños de prueba  $T_a$  :  $n_1 = n_2 = 660, 670, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.057436	0.04375	0.048542
40	40	0.05	0.056582	0.04375	0.047704
50	50	0.05	0.057632	0.045313	0.047799
60	60	0.05	0.055075	0.042188	0.043938
70	70	0.05	0.053177	0.045313	0.049638
80	80	0.05	0.054613	0.046875	0.049535
90	90	0.05	0.05314	0.04375	0.0465
100	100	0.05	0.052299	0.046875	0.049166
110	110	0.05	0.054601	0.045313	0.046334
120	120	0.05	0.051938	0.046875	0.04946
130	130	0.05	0.054171	0.046875	0.048367
140	140	0.05	0.051647	0.046875	0.048959
150	150	0.05	0.053839	0.046875	0.048386
160	160	0.05	0.050974	0.048438	0.04991
170	170	0.05	0.052927	0.046875	0.049278
180	180	0.05	0.05063	0.048438	0.049761
190	190	0.05	0.051996	0.045313	0.046222
200	200	0.05	0.051977	0.048438	0.049678
210	210	0.05	0.051271	0.046875	0.049424
220	220	0.05	0.053161	0.046875	0.047867
230	230	0.05	0.050886	0.048438	0.049777
240	240	0.05	0.051728	0.046875	0.049948
250	250	0.05	0.05295	0.048438	0.048997
260	260	0.05	0.050839	0.048438	0.049729
270	270	0.05	0.052001	0.046875	0.047507
280	280	0.05	0.050647	0.048438	0.048969
290	290	0.05	0.050731	0.048438	0.049857
300	300	0.05	0.052155	0.046875	0.047786
310	310	0.05	0.050418	0.048438	0.049199
320	320	0.05	0.050767	0.048438	0.049684
330	330	0.05	0.051996	0.046875	0.04764
340	340	0.05	0.050733	0.048438	0.048953
350	350	0.05	0.050857	0.048438	0.049689

Cuadro B.4: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.051682	0.046875	0.047389
370	370	0.05	0.051819	0.048438	0.048989
380	380	0.05	0.050687	0.048438	0.049483
390	390	0.05	0.051167	0.046875	0.048622
400	400	0.05	0.052342	0.048438	0.048985
410	410	0.05	0.050561	0.048438	0.049081
420	420	0.05	0.050808	0.048438	0.049941
430	430	0.05	0.051956	0.046875	0.047446
440	440	0.05	0.050696	0.048438	0.04889
450	450	0.05	0.050438	0.048438	0.049481
460	460	0.05	0.051184	0.046875	0.047481
470	470	0.05	0.052112	0.048438	0.048808
480	480	0.05	0.050414	0.048438	0.048925
490	490	0.05	0.050705	0.048438	0.049749
500	500	0.05	0.051435	0.046875	0.047422
510	510	0.05	0.051833	0.048438	0.048726
520	520	0.05	0.050364	0.048438	0.049082
530	530	0.05	0.050746	0.048438	0.04992
540	540	0.05	0.05159	0.046875	0.047373
550	550	0.05	0.051307	0.048438	0.048905
560	560	0.05	0.05053	0.048438	0.049271
570	570	0.05	0.050824	0.048438	0.049953
580	580	0.05	0.051532	0.048438	0.049817
590	590	0.05	0.051353	0.048438	0.048942
600	600	0.05	0.050433	0.048438	0.04904
610	610	0.05	0.0507	0.048438	0.049889
620	620	0.05	0.051419	0.048438	0.049922
630	630	0.05	0.051669	0.048438	0.048741
640	640	0.05	0.050425	0.048438	0.049058
650	650	0.05	0.050638	0.048438	0.049693
660	660	0.05	0.05116	0.046875	0.047282
670	670	0.05	0.051763	0.048438	0.048711
680	680	0.05	0.050351	0.048438	0.048939
690	690	0.05	0.050464	0.048438	0.049387
700	700	0.05	0.050797	0.046875	0.047223

Cuadro B.5: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.051598	0.048438	0.048736
720	720	0.05	0.050428	0.048438	0.048922
730	730	0.05	0.050391	0.048438	0.049131
740	740	0.05	0.050678	0.048438	0.049858
750	750	0.05	0.05119	0.048438	0.049603
760	760	0.05	0.051552	0.048438	0.048882
770	770	0.05	0.050434	0.048438	0.048871
780	780	0.05	0.050395	0.048438	0.049362
790	790	0.05	0.050703	0.046875	0.047153
800	800	0.05	0.051468	0.048438	0.04885
810	810	0.05	0.05081	0.048438	0.048769
820	820	0.05	0.050342	0.048438	0.049096
830	830	0.05	0.050516	0.048438	0.049612
840	840	0.05	0.050897	0.048438	0.049909
850	850	0.05	0.051509	0.048438	0.048734
860	860	0.05	0.050232	0.048438	0.048822
870	870	0.05	0.050282	0.048438	0.049058
880	880	0.05	0.05051	0.048438	0.049743
890	890	0.05	0.050958	0.048438	0.049586
900	900	0.05	0.051482	0.048438	0.048663
910	910	0.05	0.050292	0.048438	0.048763
920	920	0.05	0.050306	0.048438	0.04917
930	930	0.05	0.050537	0.048438	0.049756
940	940	0.05	0.05096	0.048438	0.049551
950	950	0.05	0.051445	0.048438	0.048749
960	960	0.05	0.050266	0.048438	0.048794
970	970	0.05	0.050272	0.048438	0.049149
980	980	0.05	0.050454	0.048438	0.049716
990	990	0.05	0.050846	0.048438	0.049511
1000	1000	0.05	0.051396	0.048438	0.048704

Cuadro B.6: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .79354$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.032734	0.019531	0.024658
40	40	0.025	0.029757	0.01875	0.023449
50	50	0.025	0.029964	0.021094	0.02484
60	60	0.025	0.028613	0.021094	0.02487
70	70	0.025	0.028636	0.020313	0.024626
80	80	0.025	0.028614	0.021875	0.023834
90	90	0.025	0.028291	0.022656	0.024517
100	100	0.025	0.027549	0.021875	0.024475
110	110	0.025	0.026853	0.021875	0.024928
120	120	0.025	0.027269	0.021875	0.02489
130	130	0.025	0.027689	0.021875	0.023499
140	140	0.025	0.027771	0.022656	0.024202
150	150	0.025	0.028082	0.022656	0.02423
160	160	0.025	0.028192	0.023438	0.024556
170	170	0.025	0.027462	0.023438	0.024889
180	180	0.025	0.027164	0.023438	0.024597
190	190	0.025	0.026754	0.023438	0.024736
200	200	0.025	0.026468	0.023438	0.024823
210	210	0.025	0.026283	0.023438	0.02484
220	220	0.025	0.026415	0.023438	0.024803
230	230	0.025	0.026904	0.023438	0.024707
240	240	0.025	0.027169	0.023438	0.024565
250	250	0.025	0.027287	0.023438	0.024614
260	260	0.025	0.0274	0.023438	0.0244
270	270	0.025	0.02724	0.023438	0.024566
280	280	0.025	0.026965	0.023438	0.024402
290	290	0.025	0.026664	0.022656	0.02351
300	300	0.025	0.026389	0.022656	0.023635
310	310	0.025	0.026173	0.022656	0.024141
320	320	0.025	0.026028	0.022656	0.024589
330	330	0.025	0.025934	0.023438	0.024941
340	340	0.025	0.025984	0.023438	0.024654
350	350	0.025	0.025983	0.023438	0.024411

Cuadro B.7: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.02593	0.023438	0.024474
370	370	0.025	0.026968	0.023438	0.024332
380	380	0.025	0.026789	0.023438	0.02432
390	390	0.025	0.02638	0.023438	0.02442
400	400	0.025	0.026064	0.022656	0.023419
410	410	0.025	0.025917	0.022656	0.024145
420	420	0.025	0.025934	0.023438	0.024658
430	430	0.025	0.025745	0.023438	0.024382
440	440	0.025	0.026423	0.023438	0.024276
450	450	0.025	0.02667	0.023438	0.024236
460	460	0.025	0.026353	0.023438	0.024234
470	470	0.025	0.026058	0.023438	0.024952
480	480	0.025	0.025845	0.023438	0.024944
490	490	0.025	0.025743	0.023438	0.024548
500	500	0.025	0.025761	0.023438	0.024241
510	510	0.025	0.026589	0.024219	0.024903
520	520	0.025	0.026373	0.023438	0.024198
530	530	0.025	0.025969	0.023438	0.024794
540	540	0.025	0.025834	0.023438	0.024877
550	550	0.025	0.025671	0.023438	0.024456
560	560	0.025	0.025867	0.024219	0.024916
570	570	0.025	0.026488	0.024219	0.024858
580	580	0.025	0.026079	0.023438	0.024071
590	590	0.025	0.025819	0.023438	0.024862
600	600	0.025	0.025696	0.023438	0.024657
610	610	0.025	0.025588	0.024219	0.024873
620	620	0.025	0.026446	0.024219	0.024859
630	630	0.025	0.026167	0.023438	0.023994
640	640	0.025	0.025812	0.023438	0.024682
650	650	0.025	0.025611	0.023438	0.024682
660	660	0.025	0.025535	0.024219	0.024818
670	670	0.025	0.026344	0.024219	0.02481
680	680	0.025	0.026122	0.023438	0.024087
690	690	0.025	0.025775	0.023438	0.024581
700	700	0.025	0.025566	0.024219	0.02497

Cuadro B.8: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025606	0.024219	0.024859
720	720	0.025	0.02633	0.024219	0.024822
730	730	0.025	0.025934	0.023438	0.023951
740	740	0.025	0.025707	0.023438	0.024647
750	750	0.025	0.025538	0.024219	0.024907
760	760	0.025	0.025973	0.024219	0.024753
770	770	0.025	0.026198	0.024219	0.024939
780	780	0.025	0.025763	0.023438	0.024012
790	790	0.025	0.025573	0.024219	0.024989
800	800	0.025	0.025533	0.024219	0.024743
810	810	0.025	0.026236	0.024219	0.024789
820	820	0.025	0.025897	0.023438	0.023898
830	830	0.025	0.025588	0.023438	0.02456
840	840	0.025	0.025496	0.024219	0.02479
850	850	0.025	0.026129	0.024219	0.024785
860	860	0.025	0.026036	0.023438	0.023975
870	870	0.025	0.025687	0.023438	0.024034
880	880	0.025	0.025517	0.024219	0.024908
890	890	0.025	0.025679	0.024219	0.024694
900	900	0.025	0.026086	0.024219	0.024657
910	910	0.025	0.025662	0.023438	0.023936
920	920	0.025	0.025525	0.024219	0.024903
930	930	0.025	0.025437	0.024219	0.024704
940	940	0.025	0.026118	0.024219	0.024694
950	950	0.025	0.025687	0.023438	0.023901
960	960	0.025	0.025468	0.024219	0.024939
970	970	0.025	0.025524	0.024219	0.024716
980	980	0.025	0.026124	0.024219	0.024684
990	990	0.025	0.025725	0.023438	0.023886
1000	1000	0.025	0.025493	0.024219	0.024977

Cuadro B.9: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.05927	0.039063	0.047483
40	40	0.05	0.05773	0.04375	0.04675
50	50	0.05	0.053746	0.04375	0.048038
60	60	0.05	0.053716	0.042188	0.048567
70	70	0.05	0.056367	0.045313	0.047832
80	80	0.05	0.054704	0.045313	0.048141
90	90	0.05	0.052699	0.045313	0.048001
100	100	0.05	0.051433	0.046875	0.049555
110	110	0.05	0.052342	0.046875	0.049319
120	120	0.05	0.051471	0.046875	0.049103
130	130	0.05	0.051839	0.046875	0.049628
140	140	0.05	0.051959	0.046875	0.049884
150	150	0.05	0.051868	0.046875	0.049291
160	160	0.05	0.051756	0.046875	0.049166
170	170	0.05	0.051503	0.046875	0.049477
180	180	0.05	0.051824	0.046875	0.049064
190	190	0.05	0.051521	0.046875	0.048587
200	200	0.05	0.050747	0.048438	0.049756
210	210	0.05	0.05118	0.048438	0.049885
220	220	0.05	0.052219	0.048438	0.049208
230	230	0.05	0.053097	0.048438	0.049267
240	240	0.05	0.053321	0.046875	0.048296
250	250	0.05	0.052546	0.046875	0.04798
260	260	0.05	0.051902	0.046875	0.049828
270	270	0.05	0.051246	0.046875	0.049641
280	280	0.05	0.051323	0.046875	0.049095
290	290	0.05	0.050921	0.048438	0.049571
300	300	0.05	0.050839	0.048438	0.049211
310	310	0.05	0.05256	0.048438	0.049363
320	320	0.05	0.052679	0.046875	0.047791
330	330	0.05	0.051862	0.046875	0.048685
340	340	0.05	0.051269	0.046875	0.049698
350	350	0.05	0.050991	0.048438	0.049552

Cuadro B.10: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.05089	0.048438	0.04924
370	370	0.05	0.052049	0.048438	0.049287
380	380	0.05	0.052521	0.048438	0.049878
390	390	0.05	0.051556	0.046875	0.04771
400	400	0.05	0.051008	0.046875	0.049418
410	410	0.05	0.0506	0.048438	0.049644
420	420	0.05	0.050955	0.048438	0.049249
430	430	0.05	0.05235	0.048438	0.049261
440	440	0.05	0.051844	0.046875	0.047599
450	450	0.05	0.051006	0.046875	0.048933
460	460	0.05	0.050752	0.048438	0.049603
470	470	0.05	0.05072	0.048438	0.048995
480	480	0.05	0.052233	0.048438	0.049044
490	490	0.05	0.051701	0.046875	0.0477
500	500	0.05	0.050847	0.046875	0.048842
510	510	0.05	0.050722	0.048438	0.049434
520	520	0.05	0.050539	0.048438	0.049161
530	530	0.05	0.052083	0.048438	0.049134
540	540	0.05	0.051292	0.046875	0.047451
550	550	0.05	0.050589	0.048438	0.04969
560	560	0.05	0.050636	0.048438	0.049189
570	570	0.05	0.05194	0.048438	0.048913
580	580	0.05	0.05167	0.046875	0.047553
590	590	0.05	0.0509	0.046875	0.048362
600	600	0.05	0.05064	0.048438	0.049226
610	610	0.05	0.051044	0.048438	0.049045
620	620	0.05	0.051868	0.048438	0.048859
630	630	0.05	0.051034	0.046875	0.047504
640	640	0.05	0.050731	0.048438	0.049414
650	650	0.05	0.050449	0.048438	0.049006
660	660	0.05	0.051845	0.048438	0.049044
670	670	0.05	0.051055	0.046875	0.047423
680	680	0.05	0.050598	0.048438	0.049471
690	690	0.05	0.050459	0.048438	0.04913
700	700	0.05	0.051819	0.048438	0.048894

Cuadro B.11: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.050965	0.046875	0.047481
720	720	0.05	0.050581	0.048438	0.049525
730	730	0.05	0.050534	0.048438	0.048946
740	740	0.05	0.051742	0.048438	0.048804
750	750	0.05	0.050939	0.046875	0.047406
760	760	0.05	0.050508	0.048438	0.049452
770	770	0.05	0.050495	0.048438	0.04907
780	780	0.05	0.051686	0.048438	0.04892
790	790	0.05	0.050821	0.046875	0.0474
800	800	0.05	0.050505	0.048438	0.049311
810	810	0.05	0.050737	0.048438	0.048909
820	820	0.05	0.05149	0.048438	0.048822
830	830	0.05	0.050697	0.048438	0.049968
840	840	0.05	0.050478	0.048438	0.049135
850	850	0.05	0.051397	0.048438	0.048887
860	860	0.05	0.051256	0.048438	0.049667
870	870	0.05	0.050512	0.048438	0.049767
880	880	0.05	0.050468	0.048438	0.049141
890	890	0.05	0.051679	0.048438	0.048838
900	900	0.05	0.050875	0.048438	0.04997
910	910	0.05	0.050463	0.048438	0.0494
920	920	0.05	0.050474	0.048438	0.048921
930	930	0.05	0.051499	0.048438	0.048906
940	940	0.05	0.050653	0.048438	0.049911
950	950	0.05	0.050447	0.048438	0.049223
960	960	0.05	0.051328	0.048438	0.048838
970	970	0.05	0.051098	0.048438	0.049549
980	980	0.05	0.050526	0.048438	0.049595
990	990	0.05	0.050395	0.048438	0.049015
1000	1000	0.05	0.051501	0.048438	0.048847

Cuadro B.12: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .98214$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.032106	0.017969	0.024283
40	40	0.025	0.030462	0.019531	0.023174
50	50	0.025	0.029764	0.020313	0.024076
60	60	0.025	0.029318	0.021094	0.024426
70	70	0.025	0.028171	0.021094	0.024715
80	80	0.025	0.027546	0.021094	0.024931
90	90	0.025	0.026686	0.022656	0.024985
100	100	0.025	0.027406	0.022656	0.024753
110	110	0.025	0.027844	0.022656	0.024622
120	120	0.025	0.026756	0.021875	0.024906
130	130	0.025	0.026499	0.022656	0.024435
140	140	0.025	0.027815	0.022656	0.024136
150	150	0.025	0.026533	0.021875	0.024611
160	160	0.025	0.026481	0.023438	0.024577
170	170	0.025	0.02692	0.022656	0.023991
180	180	0.025	0.026328	0.023438	0.024917
190	190	0.025	0.027473	0.023438	0.024464
200	200	0.025	0.026162	0.022656	0.024712
210	210	0.025	0.027179	0.024219	0.024988
220	220	0.025	0.0263	0.022656	0.024862
230	230	0.025	0.02592	0.023438	0.02447
240	240	0.025	0.026275	0.022656	0.024315
250	250	0.025	0.025914	0.023438	0.024324
260	260	0.025	0.026335	0.022656	0.023836
270	270	0.025	0.025816	0.023438	0.024348
280	280	0.025	0.026231	0.022656	0.023952
290	290	0.025	0.025843	0.024219	0.024982
300	300	0.025	0.025987	0.022656	0.0241
310	310	0.025	0.026574	0.024219	0.024946
320	320	0.025	0.025876	0.023438	0.024966
330	330	0.025	0.026839	0.024219	0.024918
340	340	0.025	0.025691	0.023438	0.024723
350	350	0.025	0.026621	0.023438	0.024157

Cuadro B.13: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.025706	0.024219	0.024939
370	370	0.025	0.026176	0.023438	0.024464
380	380	0.025	0.025606	0.024219	0.02486
390	390	0.025	0.025804	0.022656	0.023273
400	400	0.025	0.026605	0.024219	0.024866
410	410	0.025	0.025713	0.023438	0.024686
420	420	0.025	0.026374	0.023438	0.023922
430	430	0.025	0.02555	0.024219	0.024787
440	440	0.025	0.025916	0.023438	0.024841
450	450	0.025	0.02624	0.024219	0.024724
460	460	0.025	0.025597	0.023438	0.024725
470	470	0.025	0.02631	0.023438	0.024007
480	480	0.025	0.025442	0.024219	0.024781
490	490	0.025	0.025798	0.023438	0.024655
500	500	0.025	0.026342	0.024219	0.024753
510	510	0.025	0.025552	0.024219	0.024921
520	520	0.025	0.026082	0.023438	0.023958
530	530	0.025	0.025524	0.024219	0.024664
540	540	0.025	0.025679	0.023438	0.024748
550	550	0.025	0.026311	0.024219	0.02467
560	560	0.025	0.025462	0.024219	0.024754
570	570	0.025	0.025684	0.023438	0.02435
580	580	0.025	0.026352	0.024219	0.024694
590	590	0.025	0.025555	0.024219	0.024827
600	600	0.025	0.025818	0.023438	0.0239
610	610	0.025	0.02585	0.024219	0.024649
620	620	0.025	0.025461	0.024219	0.024976
630	630	0.025	0.025976	0.023438	0.023836
640	640	0.025	0.025352	0.024219	0.024636
650	650	0.025	0.02549	0.024219	0.024998
660	660	0.025	0.026044	0.023438	0.023844
670	670	0.025	0.025437	0.024219	0.024629
680	680	0.025	0.025473	0.023438	0.024566
690	690	0.025	0.026071	0.024219	0.024855
700	700	0.025	0.025369	0.024219	0.024703

Cuadro B.14: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025518	0.023438	0.024472
720	720	0.025	0.026085	0.024219	0.024641
730	730	0.025	0.02539	0.024219	0.024724
740	740	0.025	0.025512	0.023438	0.024451
750	750	0.025	0.02605	0.024219	0.024604
760	760	0.025	0.025375	0.024219	0.024699
770	770	0.025	0.025466	0.023438	0.024384
780	780	0.025	0.025969	0.024219	0.02482
790	790	0.025	0.025337	0.024219	0.024645
800	800	0.025	0.025476	0.024219	0.024945
810	810	0.025	0.025884	0.023438	0.023764
820	820	0.025	0.02537	0.024219	0.02465
830	830	0.025	0.025459	0.024219	0.024867
840	840	0.025	0.025764	0.023438	0.023787
850	850	0.025	0.02571	0.024219	0.024532
860	860	0.025	0.025413	0.024219	0.024772
870	870	0.025	0.025622	0.023438	0.023739
880	880	0.025	0.02604	0.024219	0.024593
890	890	0.025	0.025341	0.024219	0.024731
900	900	0.025	0.02553	0.023438	0.02375
910	910	0.025	0.026038	0.024219	0.024523
920	920	0.025	0.025351	0.024219	0.024606
930	930	0.025	0.025447	0.023438	0.023822
940	940	0.025	0.025888	0.024219	0.024558
950	950	0.025	0.025332	0.024219	0.024562
960	960	0.025	0.025373	0.024219	0.024883
970	970	0.025	0.02568	0.023438	0.023737
980	980	0.025	0.025823	0.024219	0.024506
990	990	0.025	0.025291	0.024219	0.024712
1000	1000	0.025	0.02551	0.023438	0.023758

Cuadro B.15: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.0577	0.040625	0.047221
40	40	0.05	0.053602	0.042188	0.048421
50	50	0.05	0.054255	0.045313	0.049072
60	60	0.05	0.053425	0.045313	0.048318
70	70	0.05	0.056864	0.045313	0.047767
80	80	0.05	0.053524	0.04375	0.048458
90	90	0.05	0.052924	0.046875	0.049842
100	100	0.05	0.055105	0.048438	0.049766
110	110	0.05	0.05285	0.04375	0.046486
120	120	0.05	0.051388	0.048438	0.04967
130	130	0.05	0.05375	0.046875	0.049712
140	140	0.05	0.05142	0.046875	0.049609
150	150	0.05	0.054241	0.046875	0.048475
160	160	0.05	0.051371	0.046875	0.049593
170	170	0.05	0.054019	0.048438	0.049495
180	180	0.05	0.051591	0.046875	0.04971
190	190	0.05	0.053153	0.048438	0.049359
200	200	0.05	0.051337	0.046875	0.049574
210	210	0.05	0.053481	0.048438	0.049592
220	220	0.05	0.051363	0.046875	0.049081
230	230	0.05	0.053269	0.046875	0.047712
240	240	0.05	0.051101	0.048438	0.049797
250	250	0.05	0.052541	0.046875	0.047536
260	260	0.05	0.050623	0.048438	0.049348
270	270	0.05	0.051712	0.046875	0.04959
280	280	0.05	0.050804	0.048438	0.049238
290	290	0.05	0.051062	0.048438	0.04997
300	300	0.05	0.052873	0.048438	0.04926
310	310	0.05	0.050624	0.048438	0.049521
320	320	0.05	0.051821	0.046875	0.047569
330	330	0.05	0.050667	0.048438	0.049012
340	340	0.05	0.051007	0.046875	0.049382
350	350	0.05	0.052539	0.048438	0.048939

Cuadro B.16: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.050622	0.048438	0.049215
370	370	0.05	0.051219	0.046875	0.048453
380	380	0.05	0.051913	0.048438	0.049171
390	390	0.05	0.050523	0.048438	0.049507
400	400	0.05	0.051749	0.046875	0.047496
410	410	0.05	0.050613	0.048438	0.048945
420	420	0.05	0.050759	0.048438	0.049782
430	430	0.05	0.05206	0.048438	0.049692
440	440	0.05	0.050358	0.048438	0.049069
450	450	0.05	0.050864	0.046875	0.048867
460	460	0.05	0.052128	0.048438	0.04881
470	470	0.05	0.050469	0.048438	0.049057
480	480	0.05	0.050835	0.046875	0.048464
490	490	0.05	0.052065	0.048438	0.048782
500	500	0.05	0.050573	0.048438	0.049191
510	510	0.05	0.050885	0.046875	0.047802
520	520	0.05	0.052056	0.048438	0.048845
530	530	0.05	0.050457	0.048438	0.049176
540	540	0.05	0.050797	0.046875	0.047708
550	550	0.05	0.051906	0.048438	0.04873
560	560	0.05	0.050298	0.048438	0.049051
570	570	0.05	0.050786	0.048438	0.049998
580	580	0.05	0.051795	0.048438	0.048792
590	590	0.05	0.050342	0.048438	0.049064
600	600	0.05	0.050687	0.048438	0.049773
610	610	0.05	0.051628	0.048438	0.049059
620	620	0.05	0.050284	0.048438	0.048986
630	630	0.05	0.050508	0.048438	0.049466
640	640	0.05	0.051247	0.048438	0.049999
650	650	0.05	0.050993	0.048438	0.048829
660	660	0.05	0.050537	0.048438	0.049232
670	670	0.05	0.050864	0.046875	0.047235
680	680	0.05	0.051746	0.048438	0.048855
690	690	0.05	0.050238	0.048438	0.049054
700	700	0.05	0.050714	0.048438	0.049942

Cuadro B.17: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.051586	0.048438	0.048724
720	720	0.05	0.050203	0.048438	0.048861
730	730	0.05	0.050446	0.048438	0.049523
740	740	0.05	0.051078	0.048438	0.049846
750	750	0.05	0.051322	0.048438	0.048684
760	760	0.05	0.050415	0.048438	0.049066
770	770	0.05	0.050749	0.046875	0.047287
780	780	0.05	0.051618	0.048438	0.048734
790	790	0.05	0.050247	0.048438	0.048835
800	800	0.05	0.050487	0.048438	0.049557
810	810	0.05	0.05106	0.048438	0.049638
820	820	0.05	0.051365	0.048438	0.048691
830	830	0.05	0.050299	0.048438	0.049076
840	840	0.05	0.050609	0.048438	0.049913
850	850	0.05	0.05145	0.048438	0.04859
860	860	0.05	0.050259	0.048438	0.048857
870	870	0.05	0.050398	0.048438	0.049347
880	880	0.05	0.050825	0.048438	0.049798
890	890	0.05	0.051514	0.048438	0.048695
900	900	0.05	0.050228	0.048438	0.049011
910	910	0.05	0.050484	0.048438	0.049681
920	920	0.05	0.051116	0.048438	0.048853
930	930	0.05	0.050996	0.048438	0.048787
940	940	0.05	0.050266	0.048438	0.04905
950	950	0.05	0.050562	0.048438	0.049847
960	960	0.05	0.05131	0.048438	0.048692
970	970	0.05	0.050211	0.048438	0.048769
980	980	0.05	0.050357	0.048438	0.04922
990	990	0.05	0.050625	0.048438	0.049828
1000	1000	0.05	0.051414	0.048438	0.048748

Cuadro B.18: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .76597$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.03263	0.020313	0.02428
40	40	0.025	0.030816	0.021875	0.024909
50	50	0.025	0.029083	0.020313	0.023659
60	60	0.025	0.028994	0.020313	0.024149
70	70	0.025	0.027342	0.021875	0.024908
80	80	0.025	0.028779	0.022656	0.024925
90	90	0.025	0.027645	0.021094	0.024671
100	100	0.025	0.027042	0.021875	0.024156
110	110	0.025	0.027359	0.021875	0.023965
120	120	0.025	0.026469	0.023438	0.024866
130	130	0.025	0.027428	0.021875	0.022973
140	140	0.025	0.026601	0.023438	0.024741
150	150	0.025	0.026842	0.021875	0.023382
160	160	0.025	0.027173	0.023438	0.024724
170	170	0.025	0.026296	0.021875	0.024273
180	180	0.025	0.027593	0.023438	0.024351
190	190	0.025	0.02609	0.023438	0.024647
200	200	0.025	0.026614	0.022656	0.024694
210	210	0.025	0.026891	0.023438	0.024613
220	220	0.025	0.026082	0.023438	0.024988
230	230	0.025	0.026735	0.022656	0.023634
240	240	0.025	0.026502	0.023438	0.024421
250	250	0.025	0.026126	0.023438	0.024865
260	260	0.025	0.026585	0.022656	0.023546
270	270	0.025	0.026768	0.023438	0.024256
280	280	0.025	0.025743	0.023438	0.024592
290	290	0.025	0.026305	0.022656	0.023336
300	300	0.025	0.026959	0.023438	0.024201
310	310	0.025	0.025881	0.023438	0.024508
320	320	0.025	0.025827	0.023438	0.024972
330	330	0.025	0.026375	0.023438	0.024355
340	340	0.025	0.026734	0.024219	0.024973
350	350	0.025	0.025817	0.024219	0.024921

Cuadro B.19: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.025819	0.022656	0.024074
370	370	0.025	0.026404	0.023438	0.024103
380	380	0.025	0.026573	0.024219	0.02474
390	390	0.025	0.025724	0.024219	0.024921
400	400	0.025	0.025715	0.023438	0.024977
410	410	0.025	0.026164	0.023438	0.023909
420	420	0.025	0.026587	0.024219	0.024789
430	430	0.025	0.025668	0.024219	0.024877
440	440	0.025	0.025759	0.023438	0.02473
450	450	0.025	0.0259	0.023438	0.024747
460	460	0.025	0.026431	0.023438	0.024095
470	470	0.025	0.026182	0.024219	0.024876
480	480	0.025	0.025652	0.024219	0.024976
490	490	0.025	0.025755	0.023438	0.024798
500	500	0.025	0.025922	0.023438	0.024296
510	510	0.025	0.026344	0.023438	0.024001
520	520	0.025	0.026054	0.024219	0.024719
530	530	0.025	0.025575	0.024219	0.024805
540	540	0.025	0.025677	0.023438	0.024753
550	550	0.025	0.025778	0.023438	0.024375
560	560	0.025	0.026193	0.023438	0.02387
570	570	0.025	0.026313	0.024219	0.024712
580	580	0.025	0.025567	0.024219	0.024806
590	590	0.025	0.025542	0.024219	0.024917
600	600	0.025	0.02566	0.023438	0.024633
610	610	0.025	0.025865	0.023438	0.023971
620	620	0.025	0.026257	0.024219	0.02477
630	630	0.025	0.026051	0.024219	0.024688
640	640	0.025	0.02544	0.024219	0.024732
650	650	0.025	0.025433	0.024219	0.024904
660	660	0.025	0.025556	0.023438	0.024596
670	670	0.025	0.025822	0.023438	0.023866
680	680	0.025	0.026154	0.024219	0.024777
690	690	0.025	0.026081	0.024219	0.024723
700	700	0.025	0.025477	0.024219	0.024773

Cuadro B.20: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025415	0.024219	0.024868
720	720	0.025	0.025468	0.023438	0.024582
730	730	0.025	0.025639	0.023438	0.02385
740	740	0.025	0.025943	0.023438	0.023882
750	750	0.025	0.026168	0.024219	0.024665
760	760	0.025	0.025858	0.024219	0.024683
770	770	0.025	0.025384	0.024219	0.024675
780	780	0.025	0.02547	0.024219	0.024792
790	790	0.025	0.025516	0.023438	0.024468
800	800	0.025	0.025641	0.023438	0.023886
810	810	0.025	0.025857	0.023438	0.023875
820	820	0.025	0.026076	0.024219	0.024645
830	830	0.025	0.025898	0.024219	0.024575
840	840	0.025	0.025436	0.024219	0.024686
850	850	0.025	0.02533	0.024219	0.024763
860	860	0.025	0.025454	0.024219	0.024925
870	870	0.025	0.025516	0.023438	0.023807
880	880	0.025	0.025675	0.023438	0.023779
890	890	0.025	0.025906	0.024219	0.024852
900	900	0.025	0.026046	0.024219	0.024616
910	910	0.025	0.025793	0.024219	0.024571
920	920	0.025	0.02528	0.024219	0.024657
930	930	0.025	0.025353	0.024219	0.024732
940	940	0.025	0.025433	0.024219	0.024887
950	950	0.025	0.025479	0.023438	0.023759
960	960	0.025	0.025599	0.023438	0.023753
970	970	0.025	0.02582	0.024219	0.024929
980	980	0.025	0.02599	0.024219	0.024494
990	990	0.025	0.025921	0.024219	0.024587
1000	1000	0.025	0.025384	0.024219	0.02464

Cuadro B.21: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.058494	0.040625	0.046411
40	40	0.05	0.056612	0.042188	0.049794
50	50	0.05	0.053349	0.04375	0.048126
60	60	0.05	0.057283	0.046875	0.049347
70	70	0.05	0.052754	0.04375	0.049688
80	80	0.05	0.052232	0.046875	0.048944
90	90	0.05	0.053331	0.04375	0.048667
100	100	0.05	0.052382	0.046875	0.048689
110	110	0.05	0.051953	0.045313	0.049684
120	120	0.05	0.05426	0.046875	0.048533
130	130	0.05	0.051863	0.046875	0.049575
140	140	0.05	0.052999	0.045313	0.046556
150	150	0.05	0.051349	0.048438	0.049915
160	160	0.05	0.051648	0.046875	0.049461
170	170	0.05	0.053093	0.046875	0.04943
180	180	0.05	0.051269	0.048438	0.049922
190	190	0.05	0.051251	0.046875	0.04929
200	200	0.05	0.052531	0.046875	0.049978
210	210	0.05	0.053016	0.048438	0.049366
220	220	0.05	0.050742	0.048438	0.049878
230	230	0.05	0.051344	0.046875	0.049906
240	240	0.05	0.052859	0.046875	0.047948
250	250	0.05	0.050413	0.048438	0.049507
260	260	0.05	0.05104	0.048438	0.049741
270	270	0.05	0.051476	0.046875	0.049869
280	280	0.05	0.052647	0.046875	0.047363
290	290	0.05	0.051449	0.048438	0.049252
300	300	0.05	0.05107	0.048438	0.049314
310	310	0.05	0.051166	0.046875	0.049482
320	320	0.05	0.051793	0.046875	0.047524
330	330	0.05	0.052555	0.048438	0.048838
340	340	0.05	0.050388	0.048438	0.049249
350	350	0.05	0.050799	0.048438	0.049451

Cuadro B.22: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.051007	0.046875	0.049286
370	370	0.05	0.051816	0.046875	0.047552
380	380	0.05	0.052461	0.048438	0.048884
390	390	0.05	0.050562	0.048438	0.049084
400	400	0.05	0.050457	0.048438	0.049247
410	410	0.05	0.050823	0.048438	0.049803
420	420	0.05	0.051277	0.046875	0.047412
430	430	0.05	0.052157	0.048438	0.04978
440	440	0.05	0.052	0.048438	0.049122
450	450	0.05	0.050637	0.048438	0.049022
460	460	0.05	0.050538	0.048438	0.049453
470	470	0.05	0.050866	0.048438	0.049929
480	480	0.05	0.051187	0.046875	0.047514
490	490	0.05	0.051878	0.048438	0.049676
500	500	0.05	0.051934	0.048438	0.048997
510	510	0.05	0.050563	0.048438	0.049052
520	520	0.05	0.050483	0.048438	0.049051
530	530	0.05	0.050595	0.048438	0.049556
540	540	0.05	0.050913	0.046875	0.048102
550	550	0.05	0.051258	0.046875	0.047304
560	560	0.05	0.051783	0.048438	0.048931
570	570	0.05	0.051815	0.048438	0.048931
580	580	0.05	0.05045	0.048438	0.048991
590	590	0.05	0.050497	0.048438	0.04899
600	600	0.05	0.05061	0.048438	0.049385
610	610	0.05	0.050575	0.048438	0.04985
620	620	0.05	0.050948	0.046875	0.047321
630	630	0.05	0.051394	0.048438	0.049943
640	640	0.05	0.051816	0.048438	0.048893
650	650	0.05	0.051546	0.048438	0.048755
660	660	0.05	0.050406	0.048438	0.048871
670	670	0.05	0.050427	0.048438	0.049072
680	680	0.05	0.050483	0.048438	0.04937
690	690	0.05	0.050602	0.048438	0.049727
700	700	0.05	0.050659	0.046875	0.047275

Cuadro B.23: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.0511	0.046875	0.047262
720	720	0.05	0.051507	0.048438	0.048805
730	730	0.05	0.051654	0.048438	0.048878
740	740	0.05	0.05114	0.048438	0.048951
750	750	0.05	0.050389	0.048438	0.04899
760	760	0.05	0.050363	0.048438	0.048977
770	770	0.05	0.050384	0.048438	0.049255
780	780	0.05	0.050454	0.048438	0.049584
790	790	0.05	0.050634	0.048438	0.04994
800	800	0.05	0.0509	0.046875	0.047319
810	810	0.05	0.051205	0.048438	0.049324
820	820	0.05	0.05152	0.048438	0.048825
830	830	0.05	0.051632	0.048438	0.048783
840	840	0.05	0.050826	0.048438	0.048839
850	850	0.05	0.050393	0.048438	0.048869
860	860	0.05	0.050259	0.048438	0.049002
870	870	0.05	0.05043	0.048438	0.049208
880	880	0.05	0.050458	0.048438	0.049448
890	890	0.05	0.050544	0.048438	0.049785
900	900	0.05	0.050694	0.048438	0.049883
910	910	0.05	0.050931	0.048438	0.049632
920	920	0.05	0.051207	0.048438	0.048713
930	930	0.05	0.051405	0.048438	0.048715
940	940	0.05	0.051449	0.048438	0.048787
950	950	0.05	0.050949	0.048438	0.048774
960	960	0.05	0.05026	0.048438	0.048806
970	970	0.05	0.050321	0.048438	0.048891
980	980	0.05	0.050321	0.048438	0.049039
990	990	0.05	0.050308	0.048438	0.049267
1000	1000	0.05	0.050334	0.048438	0.049534

Cuadro B.24: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .83857$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.031513	0.017188	0.024051
40	40	0.025	0.029956	0.01875	0.024145
50	50	0.025	0.030194	0.021094	0.023959
60	60	0.025	0.029428	0.021875	0.024833
70	70	0.025	0.027164	0.021094	0.024202
80	80	0.025	0.027632	0.022656	0.024914
90	90	0.025	0.026716	0.021875	0.02452
100	100	0.025	0.026476	0.021875	0.02446
110	110	0.025	0.026792	0.022656	0.024683
120	120	0.025	0.026428	0.022656	0.024147
130	130	0.025	0.027804	0.023438	0.024618
140	140	0.025	0.02802	0.023438	0.024541
150	150	0.025	0.02719	0.022656	0.024049
160	160	0.025	0.026861	0.021875	0.023375
170	170	0.025	0.026482	0.022656	0.024799
180	180	0.025	0.026187	0.023438	0.024801
190	190	0.025	0.027396	0.023438	0.024435
200	200	0.025	0.026968	0.022656	0.023672
210	210	0.025	0.026379	0.022656	0.024869
220	220	0.025	0.026026	0.023438	0.024691
230	230	0.025	0.026614	0.023438	0.02426
240	240	0.025	0.026788	0.023438	0.02474
250	250	0.025	0.026038	0.022656	0.024709
260	260	0.025	0.025866	0.023438	0.024566
270	270	0.025	0.027097	0.024219	0.02484
280	280	0.025	0.026184	0.022656	0.023381
290	290	0.025	0.025911	0.023438	0.024657
300	300	0.025	0.02667	0.024219	0.024839
310	310	0.025	0.026271	0.022656	0.023303
320	320	0.025	0.02575	0.023438	0.024587
330	330	0.025	0.026574	0.024219	0.02482
340	340	0.025	0.026241	0.023438	0.024754
350	350	0.025	0.025653	0.024219	0.024998

Cuadro B.25: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.026545	0.024219	0.024656
370	370	0.025	0.025998	0.022656	0.023215
380	380	0.025	0.025602	0.024219	0.024933
390	390	0.025	0.02663	0.024219	0.024736
400	400	0.025	0.025883	0.022656	0.023161
410	410	0.025	0.025621	0.024219	0.024915
420	420	0.025	0.026338	0.023438	0.023908
430	430	0.025	0.025694	0.023438	0.02475
440	440	0.025	0.026121	0.024219	0.024807
450	450	0.025	0.025885	0.023438	0.024375
460	460	0.025	0.02557	0.024219	0.024877
470	470	0.025	0.026441	0.024219	0.024721
480	480	0.025	0.025671	0.023438	0.024798
490	490	0.025	0.025473	0.024219	0.024701
500	500	0.025	0.025908	0.023438	0.02388
510	510	0.025	0.025469	0.024219	0.024876
520	520	0.025	0.026311	0.024219	0.024878
530	530	0.025	0.025525	0.023438	0.024704
540	540	0.025	0.026093	0.024219	0.024709
550	550	0.025	0.025748	0.023438	0.024319
560	560	0.025	0.025451	0.024219	0.024764
570	570	0.025	0.026022	0.023438	0.023849
580	580	0.025	0.025448	0.024219	0.024902
590	590	0.025	0.026298	0.024219	0.024558
600	600	0.025	0.025506	0.023438	0.024669
610	610	0.025	0.025784	0.024219	0.024624
620	620	0.025	0.025648	0.023438	0.023778
630	630	0.025	0.025359	0.024219	0.024739
640	640	0.025	0.025881	0.023438	0.02383
650	650	0.025	0.025416	0.024219	0.02478
660	660	0.025	0.026149	0.024219	0.024513
670	670	0.025	0.025488	0.024219	0.024889
680	680	0.025	0.026192	0.024219	0.024632
690	690	0.025	0.025574	0.023438	0.024469
700	700	0.025	0.02555	0.024219	0.02465

Cuadro B.26: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025603	0.023438	0.023795
720	720	0.025	0.025362	0.024219	0.02468
730	730	0.025	0.025751	0.023438	0.023758
740	740	0.025	0.025342	0.024219	0.024725
750	750	0.025	0.025894	0.023438	0.023837
760	760	0.025	0.025426	0.024219	0.024785
770	770	0.025	0.026045	0.024219	0.024479
780	780	0.025	0.025395	0.024219	0.024862
790	790	0.025	0.026097	0.024219	0.024575
800	800	0.025	0.025476	0.024219	0.024957
810	810	0.025	0.026	0.024219	0.024573
820	820	0.025	0.025463	0.023438	0.024126
830	830	0.025	0.025756	0.024219	0.024502
840	840	0.025	0.025539	0.023438	0.023697
850	850	0.025	0.025309	0.024219	0.024548
860	860	0.025	0.02554	0.023438	0.023696
870	870	0.025	0.025279	0.024219	0.024579
880	880	0.025	0.02561	0.023438	0.023712
890	890	0.025	0.025247	0.024219	0.024609
900	900	0.025	0.025669	0.023438	0.023705
910	910	0.025	0.025334	0.024219	0.024628
920	920	0.025	0.025722	0.023438	0.023706
930	930	0.025	0.025286	0.024219	0.024644
940	940	0.025	0.02577	0.024219	0.024901
950	950	0.025	0.025249	0.024219	0.024653
960	960	0.025	0.025804	0.024219	0.024591
970	970	0.025	0.0253	0.024219	0.024716
980	980	0.025	0.025829	0.024219	0.024498
990	990	0.025	0.025338	0.024219	0.024708
1000	1000	0.025	0.025842	0.024219	0.024497

Cuadro B.27: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.061818	0.040625	0.046917
40	40	0.05	0.055405	0.04375	0.049791
50	50	0.05	0.054625	0.04375	0.048842
60	60	0.05	0.05303	0.045313	0.049993
70	70	0.05	0.052591	0.045313	0.049926
80	80	0.05	0.052971	0.045313	0.049092
90	90	0.05	0.052791	0.046875	0.049888
100	100	0.05	0.052213	0.046875	0.049289
110	110	0.05	0.054853	0.048438	0.04996
120	120	0.05	0.054434	0.046875	0.049195
130	130	0.05	0.052458	0.045313	0.049369
140	140	0.05	0.052001	0.046875	0.049637
150	150	0.05	0.051171	0.046875	0.048275
160	160	0.05	0.054355	0.046875	0.048259
170	170	0.05	0.052432	0.045313	0.04669
180	180	0.05	0.051173	0.048438	0.049829
190	190	0.05	0.050611	0.048438	0.049672
200	200	0.05	0.052991	0.046875	0.047532
210	210	0.05	0.051308	0.046875	0.049529
220	220	0.05	0.050956	0.048438	0.04939
230	230	0.05	0.052977	0.046875	0.047812
240	240	0.05	0.051271	0.046875	0.049658
250	250	0.05	0.050508	0.048438	0.049204
260	260	0.05	0.052534	0.046875	0.047572
270	270	0.05	0.051121	0.048438	0.04986
280	280	0.05	0.050597	0.048438	0.049025
290	290	0.05	0.051872	0.046875	0.048442
300	300	0.05	0.050545	0.048438	0.049613
310	310	0.05	0.052694	0.048438	0.049082
320	320	0.05	0.051113	0.046875	0.04959
330	330	0.05	0.050681	0.048438	0.049141
340	340	0.05	0.051933	0.046875	0.047592
350	350	0.05	0.050673	0.048438	0.049545

Cuadro B.28: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.05$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.052522	0.048438	0.049038
370	370	0.05	0.050935	0.046875	0.049338
380	380	0.05	0.050431	0.048438	0.048873
390	390	0.05	0.051522	0.046875	0.04726
400	400	0.05	0.050399	0.048438	0.049318
410	410	0.05	0.05218	0.048438	0.048926
420	420	0.05	0.050659	0.048438	0.049623
430	430	0.05	0.052011	0.048438	0.04894
440	440	0.05	0.050988	0.046875	0.048804
450	450	0.05	0.050438	0.048438	0.04889
460	460	0.05	0.05125	0.046875	0.047401
470	470	0.05	0.050299	0.048438	0.049013
480	480	0.05	0.05178	0.046875	0.047395
490	490	0.05	0.050563	0.048438	0.049242
500	500	0.05	0.052115	0.048438	0.048709
510	510	0.05	0.050538	0.048438	0.049536
520	520	0.05	0.051862	0.048438	0.048883
530	530	0.05	0.050798	0.048438	0.049906
540	540	0.05	0.050954	0.048438	0.048988
550	550	0.05	0.050836	0.046875	0.047281
560	560	0.05	0.050428	0.048438	0.048848
570	570	0.05	0.051066	0.046875	0.047266
580	580	0.05	0.050387	0.048438	0.048954
590	590	0.05	0.051181	0.046875	0.047303
600	600	0.05	0.050331	0.048438	0.049053
610	610	0.05	0.051391	0.048438	0.049843
620	620	0.05	0.050283	0.048438	0.049126
630	630	0.05	0.051567	0.048438	0.048926
640	640	0.05	0.050463	0.048438	0.049186
650	650	0.05	0.051659	0.048438	0.048808
660	660	0.05	0.050343	0.048438	0.049235
670	670	0.05	0.051726	0.048438	0.0487
680	680	0.05	0.05045	0.048438	0.049373
690	690	0.05	0.051745	0.048438	0.048779
700	700	0.05	0.050519	0.048438	0.049364

Cuadro B.29: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.051721	0.048438	0.048651
720	720	0.05	0.050367	0.048438	0.049434
730	730	0.05	0.051718	0.048438	0.048654
740	740	0.05	0.050377	0.048438	0.049385
750	750	0.05	0.051619	0.048438	0.048699
760	760	0.05	0.050357	0.048438	0.049392
770	770	0.05	0.051616	0.048438	0.048676
780	780	0.05	0.050326	0.048438	0.049371
790	790	0.05	0.051635	0.048438	0.048779
800	800	0.05	0.050432	0.048438	0.049322
810	810	0.05	0.051568	0.048438	0.048693
820	820	0.05	0.050331	0.048438	0.049331
830	830	0.05	0.051517	0.048438	0.04863
840	840	0.05	0.050405	0.048438	0.049234
850	850	0.05	0.051431	0.048438	0.048723
860	860	0.05	0.050264	0.048438	0.049212
870	870	0.05	0.051316	0.048438	0.048595
880	880	0.05	0.050291	0.048438	0.049057
890	890	0.05	0.051196	0.048438	0.048672
900	900	0.05	0.050309	0.048438	0.049024
910	910	0.05	0.051028	0.048438	0.049026
920	920	0.05	0.050315	0.048438	0.048967
930	930	0.05	0.050912	0.048438	0.049544
940	940	0.05	0.050266	0.048438	0.048898
950	950	0.05	0.050758	0.048438	0.049766
960	960	0.05	0.050239	0.048438	0.048825
970	970	0.05	0.050603	0.048438	0.049851
980	980	0.05	0.050201	0.048438	0.048744
990	990	0.05	0.050554	0.048438	0.049826
1000	1000	0.05	0.050931	0.048438	0.048805

Cuadro B.30: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .68259$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.031864	0.019531	0.02455
40	40	0.025	0.031468	0.021094	0.024983
50	50	0.025	0.028521	0.020313	0.024192
60	60	0.025	0.027492	0.021094	0.024103
70	70	0.025	0.027282	0.021094	0.024251
80	80	0.025	0.027679	0.021875	0.024629
90	90	0.025	0.027126	0.022656	0.024673
100	100	0.025	0.028855	0.022656	0.02437
110	110	0.025	0.027799	0.021875	0.023166
120	120	0.025	0.026977	0.021875	0.024843
130	130	0.025	0.026398	0.022656	0.024751
140	140	0.025	0.02646	0.023438	0.024632
150	150	0.025	0.027498	0.022656	0.024137
160	160	0.025	0.026431	0.021875	0.024563
170	170	0.025	0.025964	0.023438	0.024882
180	180	0.025	0.027463	0.023438	0.024692
190	190	0.025	0.026515	0.021875	0.023592
200	200	0.025	0.025983	0.023438	0.024445
210	210	0.025	0.027035	0.023438	0.024493
220	220	0.025	0.026293	0.022656	0.024712
230	230	0.025	0.026442	0.023438	0.024586
240	240	0.025	0.026342	0.022656	0.023498
250	250	0.025	0.02603	0.023438	0.024646
260	260	0.025	0.026931	0.023438	0.024369
270	270	0.025	0.025806	0.023438	0.024918
280	280	0.025	0.026995	0.023438	0.024345
290	290	0.025	0.025976	0.022656	0.023971
300	300	0.025	0.025709	0.024219	0.024923
310	310	0.025	0.026164	0.022656	0.023344
320	320	0.025	0.025686	0.023438	0.024358
330	330	0.025	0.026448	0.023438	0.024031
340	340	0.025	0.025698	0.023438	0.024542
350	350	0.025	0.026561	0.023438	0.024081

Cuadro B.31: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.025624	0.023438	0.024544
370	370	0.025	0.026639	0.023438	0.024102
380	380	0.025	0.025746	0.023438	0.024628
390	390	0.025	0.026615	0.023438	0.023972
400	400	0.025	0.025577	0.023438	0.024651
410	410	0.025	0.026562	0.024219	0.024783
420	420	0.025	0.025579	0.023438	0.02466
430	430	0.025	0.026506	0.024219	0.024781
440	440	0.025	0.025687	0.024219	0.024981
450	450	0.025	0.026476	0.023438	0.023934
460	460	0.025	0.025563	0.023438	0.024495
470	470	0.025	0.026338	0.023438	0.024034
480	480	0.025	0.025567	0.024219	0.024849
490	490	0.025	0.026168	0.023438	0.023853
500	500	0.025	0.025548	0.024219	0.0248
510	510	0.025	0.025963	0.023438	0.023862
520	520	0.025	0.025494	0.024219	0.024749
530	530	0.025	0.025841	0.023438	0.024228
540	540	0.025	0.025515	0.024219	0.024792
550	550	0.025	0.025629	0.023438	0.02469
560	560	0.025	0.026265	0.024219	0.02467
570	570	0.025	0.025548	0.024219	0.024996
580	580	0.025	0.026271	0.024219	0.024556
590	590	0.025	0.025477	0.024219	0.024911
600	600	0.025	0.026044	0.023438	0.023816
610	610	0.025	0.025404	0.024219	0.024781
620	620	0.025	0.025746	0.023438	0.023777
630	630	0.025	0.025363	0.024219	0.02467
640	640	0.025	0.025568	0.023438	0.024479
650	650	0.025	0.026209	0.024219	0.024582
660	660	0.025	0.025481	0.024219	0.024922
670	670	0.025	0.026097	0.024219	0.024854
680	680	0.025	0.025455	0.024219	0.02476
690	690	0.025	0.025758	0.023438	0.023847
700	700	0.025	0.025351	0.024219	0.02467

Cuadro B.32: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025502	0.023438	0.024441
720	720	0.025	0.026129	0.024219	0.024628
730	730	0.025	0.025455	0.024219	0.02481
740	740	0.025	0.025907	0.023438	0.023845
750	750	0.025	0.025354	0.024219	0.024686
760	760	0.025	0.025558	0.023438	0.023788
770	770	0.025	0.026045	0.024219	0.024572
780	780	0.025	0.025388	0.024219	0.024877
790	790	0.025	0.025988	0.024219	0.024543
800	800	0.025	0.025318	0.024219	0.024725
810	810	0.025	0.025592	0.023438	0.023774
820	820	0.025	0.025776	0.024219	0.02451
830	830	0.025	0.02544	0.024219	0.024905
840	840	0.025	0.025977	0.024219	0.024499
850	850	0.025	0.025353	0.024219	0.024668
860	860	0.025	0.025583	0.023438	0.023784
870	870	0.025	0.025829	0.024219	0.024513
880	880	0.025	0.02539	0.024219	0.024876
890	890	0.025	0.0259	0.024219	0.024553
900	900	0.025	0.025294	0.024219	0.024609
910	910	0.025	0.025546	0.023438	0.023738
920	920	0.025	0.025937	0.024219	0.024542
930	930	0.025	0.025355	0.024219	0.024808
940	940	0.025	0.025777	0.024219	0.024929
950	950	0.025	0.025325	0.024219	0.024555
960	960	0.025	0.025435	0.023438	0.023729
970	970	0.025	0.025985	0.024219	0.024507
980	980	0.025	0.025357	0.024219	0.024684
990	990	0.025	0.025603	0.023438	0.023754
1000	1000	0.025	0.025497	0.024219	0.024529

Cuadro B.33: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.05681	0.039063	0.04867
40	40	0.05	0.056504	0.040625	0.045427
50	50	0.05	0.056039	0.042188	0.045619
60	60	0.05	0.054106	0.042188	0.046796
70	70	0.05	0.052833	0.04375	0.049596
80	80	0.05	0.052928	0.046875	0.04969
90	90	0.05	0.051164	0.046875	0.049295
100	100	0.05	0.05519	0.046875	0.049085
110	110	0.05	0.052974	0.045313	0.049894
120	120	0.05	0.051033	0.048438	0.049815
130	130	0.05	0.054613	0.046875	0.048174
140	140	0.05	0.052031	0.045313	0.04963
150	150	0.05	0.051275	0.046875	0.048383
160	160	0.05	0.053811	0.046875	0.048099
170	170	0.05	0.051677	0.046875	0.049397
180	180	0.05	0.052199	0.048438	0.049172
190	190	0.05	0.052143	0.045313	0.046768
200	200	0.05	0.051389	0.048438	0.049606
210	210	0.05	0.052683	0.046875	0.048032
220	220	0.05	0.050663	0.048438	0.049973
230	230	0.05	0.053081	0.046875	0.047837
240	240	0.05	0.05128	0.048438	0.04965
250	250	0.05	0.053092	0.048438	0.049087
260	260	0.05	0.05104	0.046875	0.049247
270	270	0.05	0.052944	0.048438	0.049364
280	280	0.05	0.051147	0.048438	0.049927
290	290	0.05	0.05278	0.048438	0.049292
300	300	0.05	0.05107	0.048438	0.049908
310	310	0.05	0.052849	0.048438	0.049059
320	320	0.05	0.050802	0.048438	0.049711
330	330	0.05	0.052677	0.048438	0.048811
340	340	0.05	0.050849	0.048438	0.049663
350	350	0.05	0.052421	0.048438	0.049898

Cuadro B.34: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.050779	0.048438	0.049521
370	370	0.05	0.052028	0.046875	0.047549
380	380	0.05	0.050609	0.048438	0.049297
390	390	0.05	0.05157	0.046875	0.047353
400	400	0.05	0.050355	0.048438	0.049004
410	410	0.05	0.050984	0.046875	0.048545
420	420	0.05	0.051253	0.048438	0.049035
430	430	0.05	0.050655	0.048438	0.049794
440	440	0.05	0.052242	0.048438	0.048819
450	450	0.05	0.050749	0.048438	0.049481
460	460	0.05	0.051798	0.046875	0.047367
470	470	0.05	0.050581	0.048438	0.049108
480	480	0.05	0.051039	0.046875	0.047214
490	490	0.05	0.050503	0.048438	0.048859
500	500	0.05	0.050609	0.048438	0.049844
510	510	0.05	0.052088	0.048438	0.048893
520	520	0.05	0.050385	0.048438	0.049289
530	530	0.05	0.051383	0.046875	0.047421
540	540	0.05	0.050434	0.048438	0.04898
550	550	0.05	0.050774	0.046875	0.048007
560	560	0.05	0.05192	0.048438	0.048816
570	570	0.05	0.050579	0.048438	0.049405
580	580	0.05	0.051477	0.048438	0.049864
590	590	0.05	0.05036	0.048438	0.048871
600	600	0.05	0.050815	0.046875	0.047257
610	610	0.05	0.051855	0.048438	0.048773
620	620	0.05	0.050486	0.048438	0.049244
630	630	0.05	0.051328	0.048438	0.04981
640	640	0.05	0.050421	0.048438	0.048982
650	650	0.05	0.050578	0.048438	0.049942
660	660	0.05	0.051798	0.048438	0.048793
670	670	0.05	0.050386	0.048438	0.049122
680	680	0.05	0.051067	0.046875	0.047297
690	690	0.05	0.050238	0.048438	0.048846
700	700	0.05	0.050496	0.048438	0.049575

Cuadro B.35: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.051583	0.048438	0.048802
720	720	0.05	0.050354	0.048438	0.048963
730	730	0.05	0.050708	0.046875	0.047068
740	740	0.05	0.051545	0.048438	0.048777
750	750	0.05	0.050269	0.048438	0.049208
760	760	0.05	0.051055	0.048438	0.049752
770	770	0.05	0.050295	0.048438	0.04889
780	780	0.05	0.050443	0.048438	0.049589
790	790	0.05	0.051464	0.048438	0.048696
800	800	0.05	0.050145	0.048438	0.048892
810	810	0.05	0.050635	0.048438	0.049921
820	820	0.05	0.051595	0.048438	0.04876
830	830	0.05	0.050368	0.048438	0.049101
840	840	0.05	0.050749	0.048438	0.049966
850	850	0.05	0.051168	0.048438	0.048749
860	860	0.05	0.050344	0.048438	0.049277
870	870	0.05	0.051026	0.048438	0.049306
880	880	0.05	0.050286	0.048438	0.048754
890	890	0.05	0.050332	0.048438	0.049533
900	900	0.05	0.051287	0.048438	0.048663
910	910	0.05	0.050233	0.048438	0.04893
920	920	0.05	0.05049	0.048438	0.04977
930	930	0.05	0.051388	0.048438	0.048692
940	940	0.05	0.050199	0.048438	0.048938
950	950	0.05	0.050618	0.048438	0.049842
960	960	0.05	0.051458	0.048438	0.0487
970	970	0.05	0.050314	0.048438	0.049066
980	980	0.05	0.050616	0.048438	0.049833
990	990	0.05	0.051374	0.048438	0.048723
1000	1000	0.05	0.050307	0.048438	0.049086

Cuadro B.36: Tamaños de prueba  $T_a : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .732780$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.120011	No existe	No existe
40	40	0.025	0.055172	No existe	No existe
50	50	0.025	0.136113	No existe	No existe
60	60	0.025	0.077884	No existe	No existe
70	70	0.025	0.053002	No existe	No existe
80	80	0.025	0.083705	0.007031	0.024186
90	90	0.025	0.058095	0.007031	0.024186
100	100	0.025	0.084249	0.007031	0.024186
110	110	0.025	0.060276	0.004688	0.02172
120	120	0.025	0.082325	0.001563	0.010103
130	130	0.025	0.060521	0.007813	0.024396
140	140	0.025	0.079196	0.003125	0.015132
150	150	0.025	0.059845	0.00625	0.021955
160	160	0.025	0.075496	0.0125	0.021391
170	170	0.025	0.058371	0.007031	0.022852
180	180	0.025	0.04249	0.005469	0.017554
190	190	0.025	0.056404	0.007031	0.023191
200	200	0.025	0.035769	0.00625	0.018133
210	210	0.025	0.054154	0.007813	0.023174
220	220	0.025	0.039897	0.007031	0.018406
230	230	0.025	0.051757	0.007813	0.022846
240	240	0.025	0.059981	0.00625	0.018414
250	250	0.025	0.049301	0.007813	0.022324
260	260	0.025	0.056372	0.007813	0.019343
270	270	0.025	0.03457	0.007813	0.021669
280	280	0.025	0.052949	0.007813	0.018927
290	290	0.025	0.045526	0.010938	0.024531
300	300	0.025	0.049705	0.007813	0.018412
310	310	0.025	0.034342	0.0125	0.024601
320	320	0.025	0.046645	0.007813	0.017825
330	330	0.025	0.041589	0.013281	0.024473
340	340	0.025	0.049907	0.007813	0.01719
350	350	0.025	0.033586	0.0125	0.023354

Cuadro B.37: Tamaños de prueba  $T_L : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350, \alpha = 0.025$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.046922	0.010938	0.024099
370	370	0.025	0.037726	0.011719	0.02224
380	380	0.025	0.045475	0.010156	0.022837
390	390	0.025	0.047403	0.011719	0.021205
400	400	0.025	0.042827	0.009375	0.021622
410	410	0.025	0.044333	0.010938	0.020155
420	420	0.025	0.040587	0.013281	0.024875
430	430	0.025	0.047321	0.010156	0.019179
440	440	0.025	0.032772	0.014063	0.024416
450	450	0.025	0.044361	0.011719	0.024222
460	460	0.025	0.036689	0.014063	0.02309
470	470	0.025	0.043336	0.010938	0.022806
480	480	0.025	0.034855	0.01875	0.024651
490	490	0.025	0.040847	0.0125	0.024959
500	500	0.025	0.040822	0.011719	0.020616
510	510	0.025	0.038583	0.014063	0.02486
520	520	0.025	0.043552	0.0125	0.024727
530	530	0.025	0.036387	0.015625	0.02414
540	540	0.025	0.042502	0.0125	0.023225
550	550	0.025	0.034239	0.014063	0.022595
560	560	0.025	0.040337	0.011719	0.021817
570	570	0.025	0.039553	0.019531	0.023798
580	580	0.025	0.037927	0.0125	0.02495
590	590	0.025	0.031362	0.014063	0.024651
600	600	0.025	0.035664	0.016406	0.024281
610	610	0.025	0.029152	0.013281	0.023131
620	620	0.025	0.033544	0.019531	0.023427
630	630	0.025	0.029453	0.011719	0.021711
640	640	0.025	0.030479	0.014063	0.021527
650	650	0.025	0.036915	0.013281	0.024789
660	660	0.025	0.042248	0.014063	0.024194
670	670	0.025	0.034713	0.016406	0.023844
680	680	0.025	0.028952	0.0125	0.022699
690	690	0.025	0.032651	0.015625	0.022464
700	700	0.025	0.037866	0.013281	0.024452

Cuadro B.38: Tamaños de prueba  $T_L : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.025$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - \text{nominal}$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.040901	0.01875	0.021556
720	720	0.025	0.03561	0.017188	0.02478
730	730	0.025	0.027974	0.014063	0.023491
740	740	0.025	0.033496	0.020313	0.023822
750	750	0.025	0.038564	0.015625	0.019975
760	760	0.025	0.030152	0.019531	0.022395
770	770	0.025	0.036275	0.0125	0.020692
780	780	0.025	0.028393	0.014844	0.024116
790	790	0.025	0.034131	0.020313	0.023064
800	800	0.025	0.039047	0.017188	0.020055
810	810	0.025	0.028916	0.019531	0.024118
820	820	0.025	0.036744	0.0125	0.018398
830	830	0.025	0.038824	0.015625	0.024595
840	840	0.025	0.034584	0.01875	0.024755
850	850	0.025	0.03935	0.0125	0.020168
860	860	0.025	0.032559	0.01875	0.023184
870	870	0.025	0.037046	0.0125	0.019006
880	880	0.025	0.029125	0.015625	0.021966
890	890	0.025	0.029851	0.0125	0.017914
900	900	0.025	0.0395	0.015625	0.023433
910	910	0.025	0.032854	0.019531	0.022506
920	920	0.025	0.037206	0.0125	0.019506
930	930	0.025	0.030948	0.01875	0.02357
940	940	0.025	0.035051	0.0125	0.018385
950	950	0.025	0.03952	0.015625	0.021122
960	960	0.025	0.029794	0.01875	0.021551
970	970	0.025	0.037245	0.016406	0.020611
980	980	0.025	0.029647	0.01875	0.023448
990	990	0.025	0.035106	0.0125	0.018768
1000	1000	0.025	0.039431	0.015625	0.021452

Cuadro B.39: Tamaños de prueba  $T_L : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.120107	No existe	No existe
40	40	0.05	0.232594	No existe	No existe
50	50	0.05	0.136305	No existe	No existe
60	60	0.05	0.088668	No existe	No existe
70	70	0.05	0.135827	0.017188	0.043703
80	80	0.05	0.092595	0.007813	0.030827
90	90	0.05	0.130397	0.001563	0.005965
100	100	0.05	0.092648	0.014063	0.035938
110	110	0.05	0.123309	0.004688	0.02172
120	120	0.05	0.090626	0.01875	0.038609
130	130	0.05	0.115807	0.007813	0.024396
140	140	0.05	0.087544	0.021875	0.039941
150	150	0.05	0.108349	0.009375	0.025972
160	160	0.05	0.068966	0.023438	0.043415
170	170	0.05	0.101183	0.0125	0.026732
180	180	0.05	0.081368	0.025	0.04249
190	190	0.05	0.094401	0.023438	0.049881
200	200	0.05	0.07711	0.025	0.035769
210	210	0.05	0.088037	0.023438	0.047759
220	220	0.05	0.07412	0.025	0.039897
230	230	0.05	0.063375	0.021875	0.045523
240	240	0.05	0.070864	0.023438	0.038387
250	250	0.05	0.085385	0.025	0.049301
260	260	0.05	0.067389	0.023438	0.038236
270	270	0.05	0.061418	0.03125	0.04918
280	280	0.05	0.064707	0.021875	0.036397
290	290	0.05	0.076626	0.032813	0.047482
300	300	0.05	0.082018	0.025	0.049705
310	310	0.05	0.072136	0.03125	0.044868
320	320	0.05	0.06183	0.025	0.046645
330	330	0.05	0.068072	0.029687	0.043012
340	340	0.05	0.057515	0.025	0.049907
350	350	0.05	0.063853	0.028125	0.040572

Cuadro B.40: Tamaños de prueba  $T_L : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.058492	0.035938	0.049805
370	370	0.05	0.061082	0.0375	0.048233
380	380	0.05	0.071472	0.034375	0.047191
390	390	0.05	0.056651	0.025	0.047403
400	400	0.05	0.066962	0.032813	0.044505
410	410	0.05	0.058289	0.025	0.044333
420	420	0.05	0.062766	0.029687	0.041607
430	430	0.05	0.074273	0.040625	0.049761
440	440	0.05	0.058859	0.028125	0.039254
450	450	0.05	0.069552	0.034375	0.046584
460	460	0.05	0.056579	0.028125	0.046719
470	470	0.05	0.065163	0.040625	0.047483
480	480	0.05	0.059697	0.03125	0.039092
490	490	0.05	0.06108	0.039063	0.043401
500	500	0.05	0.07126	0.0375	0.048655
510	510	0.05	0.054547	0.0375	0.043852
520	520	0.05	0.066775	0.04375	0.049689
530	530	0.05	0.057331	0.034375	0.038818
540	540	0.05	0.059067	0.040625	0.048597
550	550	0.05	0.072293	0.03125	0.035521
560	560	0.05	0.053325	0.0375	0.043088
570	570	0.05	0.067779	0.04375	0.049467
580	580	0.05	0.056612	0.035938	0.041823
590	590	0.05	0.056417	0.040625	0.04674
600	600	0.05	0.072806	0.032813	0.039708
610	610	0.05	0.054641	0.0375	0.041924
620	620	0.05	0.068309	0.0375	0.048554
630	630	0.05	0.066328	0.035938	0.043534
640	640	0.05	0.064113	0.0375	0.044808
650	650	0.05	0.072915	0.03125	0.038236
660	660	0.05	0.056542	0.0375	0.042746
670	670	0.05	0.068465	0.0375	0.049388
680	680	0.05	0.058733	0.034375	0.041695
690	690	0.05	0.064308	0.039063	0.043705
700	700	0.05	0.072707	0.025	0.037866

Cuadro B.41: Tamaños de prueba  $T_L$  :  $n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.054245	0.034375	0.043617
720	720	0.05	0.068327	0.0375	0.04992
730	730	0.05	0.058063	0.03125	0.041007
740	740	0.05	0.057407	0.040625	0.046928
750	750	0.05	0.07225	0.032813	0.044632
760	760	0.05	0.060393	0.039063	0.048069
770	770	0.05	0.067955	0.040625	0.044516
780	780	0.05	0.059018	0.035938	0.043019
790	790	0.05	0.054834	0.040625	0.047682
800	800	0.05	0.071597	0.032813	0.039047
810	810	0.05	0.056549	0.039063	0.048935
820	820	0.05	0.057672	0.0375	0.04228
830	830	0.05	0.059973	0.035938	0.043783
840	840	0.05	0.063454	0.040625	0.048465
850	850	0.05	0.07079	0.03125	0.03935
860	860	0.05	0.057172	0.039063	0.049791
870	870	0.05	0.054927	0.03125	0.038121
880	880	0.05	0.060918	0.035938	0.044544
890	890	0.05	0.05647	0.040625	0.049243
900	900	0.05	0.057491	0.04375	0.04982
910	910	0.05	0.057925	0.0375	0.045293
920	920	0.05	0.065866	0.0375	0.049954
930	930	0.05	0.061946	0.035938	0.044043
940	940	0.05	0.056701	0.039063	0.045937
950	950	0.05	0.054648	0.034375	0.045378
960	960	0.05	0.058652	0.0375	0.044719
970	970	0.05	0.056045	0.040625	0.0478
980	980	0.05	0.056977	0.035938	0.044705
990	990	0.05	0.057339	0.039063	0.046776
1000	1000	0.05	0.067743	0.034375	0.046255

Cuadro B.42: Tamaños de prueba  $T_L : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$  y  $a = .4$  y  $b = -.333$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.025	0.030116	0.016406	0.024062
40	40	0.025	0.029766	0.01875	0.024487
50	50	0.025	0.029304	0.019531	0.022974
60	60	0.025	0.027817	0.020313	0.024779
70	70	0.025	0.027044	0.021094	0.02442
80	80	0.025	0.027242	0.022656	0.024757
90	90	0.025	0.028786	0.022656	0.024697
100	100	0.025	0.027372	0.021875	0.024868
110	110	0.025	0.026137	0.022656	0.024525
120	120	0.025	0.027984	0.022656	0.024054
130	130	0.025	0.026801	0.021875	0.024584
140	140	0.025	0.026171	0.023438	0.024602
150	150	0.025	0.026669	0.022656	0.024943
160	160	0.025	0.026051	0.023438	0.024484
170	170	0.025	0.026776	0.022656	0.023615
180	180	0.025	0.025774	0.023438	0.024698
190	190	0.025	0.02674	0.022656	0.023437
200	200	0.025	0.026088	0.023438	0.024555
210	210	0.025	0.026421	0.022656	0.023491
220	220	0.025	0.025758	0.023438	0.024244
230	230	0.025	0.026057	0.022656	0.023466
240	240	0.025	0.025523	0.024219	0.024941
250	250	0.025	0.025864	0.022656	0.02428
260	260	0.025	0.026782	0.024219	0.02494
270	270	0.025	0.025702	0.023438	0.024532
280	280	0.025	0.02634	0.023438	0.024134
290	290	0.025	0.025505	0.024219	0.024779
300	300	0.025	0.025716	0.023438	0.024993
310	310	0.025	0.026513	0.024219	0.024861
320	320	0.025	0.025713	0.024219	0.024868
330	330	0.025	0.026063	0.023438	0.024061
340	340	0.025	0.02556	0.024219	0.024855
350	350	0.025	0.025571	0.023438	0.024681

Cuadro B.43: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 2.25$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.025	0.026282	0.023438	0.024043
370	370	0.025	0.025479	0.024219	0.024817
380	380	0.025	0.025555	0.023438	0.024745
390	390	0.025	0.026355	0.024219	0.024799
400	400	0.025	0.02553	0.024219	0.024717
410	410	0.025	0.02561	0.023438	0.024723
420	420	0.025	0.02624	0.024219	0.024698
430	430	0.025	0.025421	0.024219	0.024626
440	440	0.025	0.025518	0.023438	0.024707
450	450	0.025	0.026231	0.024219	0.024696
460	460	0.025	0.025438	0.024219	0.024681
470	470	0.025	0.02551	0.024219	0.024989
480	480	0.025	0.026066	0.023438	0.023843
490	490	0.025	0.025368	0.024219	0.024623
500	500	0.025	0.02533	0.024219	0.024882
510	510	0.025	0.025834	0.023438	0.023724
520	520	0.025	0.025814	0.024219	0.02462
530	530	0.025	0.025426	0.024219	0.024772
540	540	0.025	0.025561	0.023438	0.023927
550	550	0.025	0.02608	0.024219	0.024691
560	560	0.025	0.025284	0.024219	0.024625
570	570	0.025	0.025449	0.024219	0.024918
580	580	0.025	0.025861	0.023438	0.023787
590	590	0.025	0.02549	0.024219	0.024551
600	600	0.025	0.025383	0.024219	0.024633
610	610	0.025	0.025552	0.023438	0.023738
620	620	0.025	0.026017	0.024219	0.024545
630	630	0.025	0.025315	0.024219	0.024595
640	640	0.025	0.025336	0.024219	0.024756
650	650	0.025	0.025633	0.023438	0.023733
660	660	0.025	0.025932	0.024219	0.024464
670	670	0.025	0.025281	0.024219	0.024588
680	680	0.025	0.025325	0.024219	0.024891
690	690	0.025	0.025722	0.023438	0.023773
700	700	0.025	0.025789	0.024219	0.024395

Cuadro B.44: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 2.25$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.025	0.025226	0.024219	0.024599
720	720	0.025	0.025374	0.024219	0.024937
730	730	0.025	0.025723	0.024219	0.024918
740	740	0.025	0.025688	0.024219	0.024517
750	750	0.025	0.025288	0.024219	0.024604
760	760	0.025	0.025339	0.024219	0.024934
770	770	0.025	0.025679	0.024219	0.02493
780	780	0.025	0.025799	0.024219	0.024473
790	790	0.025	0.025263	0.024219	0.024543
800	800	0.025	0.025343	0.024219	0.024855
810	810	0.025	0.025596	0.024219	0.024991
820	820	0.025	0.025801	0.024219	0.024513
830	830	0.025	0.02525	0.024219	0.024558
840	840	0.025	0.025281	0.024219	0.024781
850	850	0.025	0.025503	0.023438	0.023687
860	860	0.025	0.025862	0.024219	0.024474
870	870	0.025	0.025225	0.024219	0.024437
880	880	0.025	0.025225	0.024219	0.024631
890	890	0.025	0.025401	0.023438	0.023641
900	900	0.025	0.025714	0.024219	0.024456
910	910	0.025	0.025547	0.024219	0.024468
920	920	0.025	0.025256	0.024219	0.024512
930	930	0.025	0.025286	0.024219	0.024865
940	940	0.025	0.025512	0.024219	0.024913
950	950	0.025	0.025787	0.024219	0.024482
960	960	0.025	0.025251	0.024219	0.024475
970	970	0.025	0.025267	0.024219	0.024666
980	980	0.025	0.025364	0.024219	0.024982
990	990	0.025	0.02569	0.024219	0.024406
1000	1000	0.025	0.02553	0.024219	0.024456

Cuadro B.45: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000$ ,  $\alpha = 0.025$  y  $O_0 = 2.25$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
30	30	0.05	0.053336	0.045313	0.049174
40	40	0.05	0.051263	0.04375	0.048012
50	50	0.05	0.050726	0.045313	0.047419
60	60	0.05	0.056615	0.045313	0.048866
70	70	0.05	0.053076	0.04375	0.049663
80	80	0.05	0.050819	0.046875	0.048764
90	90	0.05	0.055113	0.046875	0.049031
100	100	0.05	0.051278	0.045313	0.048651
110	110	0.05	0.053538	0.048438	0.049943
120	120	0.05	0.051936	0.046875	0.049864
130	130	0.05	0.052435	0.048438	0.049453
140	140	0.05	0.051557	0.046875	0.04984
150	150	0.05	0.052828	0.048438	0.048744
160	160	0.05	0.051335	0.048438	0.049803
170	170	0.05	0.053075	0.048438	0.049853
180	180	0.05	0.050574	0.048438	0.049662
190	190	0.05	0.05249	0.046875	0.047665
200	200	0.05	0.050556	0.048438	0.049446
210	210	0.05	0.051114	0.046875	0.049784
220	220	0.05	0.052598	0.048438	0.049142
230	230	0.05	0.05073	0.048438	0.049318
240	240	0.05	0.051678	0.046875	0.047791
250	250	0.05	0.050601	0.048438	0.048916
260	260	0.05	0.050578	0.048438	0.049573
270	270	0.05	0.052049	0.046875	0.047116
280	280	0.05	0.050727	0.048438	0.049096
290	290	0.05	0.050623	0.048438	0.049779
300	300	0.05	0.051956	0.046875	0.047302
310	310	0.05	0.050234	0.048438	0.049006
320	320	0.05	0.050766	0.048438	0.049565
330	330	0.05	0.051727	0.046875	0.047314
340	340	0.05	0.050376	0.048438	0.048862
350	350	0.05	0.050558	0.048438	0.049322

Cuadro B.46: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 30, 40, \dots, 350$ ,  $\alpha = 0.05$  y  $O_0 = 2.25$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
360	360	0.05	0.051158	0.046875	0.047322
370	370	0.05	0.051704	0.048438	0.048764
380	380	0.05	0.050221	0.048438	0.048842
390	390	0.05	0.050644	0.046875	0.048462
400	400	0.05	0.051874	0.048438	0.048755
410	410	0.05	0.050186	0.048438	0.048865
420	420	0.05	0.050512	0.048438	0.049282
430	430	0.05	0.051085	0.046875	0.047334
440	440	0.05	0.051572	0.048438	0.048794
450	450	0.05	0.050283	0.048438	0.048827
460	460	0.05	0.050604	0.048438	0.049663
470	470	0.05	0.051427	0.048438	0.049647
480	480	0.05	0.050929	0.048438	0.048793
490	490	0.05	0.050149	0.048438	0.048969
500	500	0.05	0.050498	0.048438	0.04983
510	510	0.05	0.051436	0.048438	0.049053
520	520	0.05	0.050236	0.048438	0.048614
530	530	0.05	0.050097	0.048438	0.04889
540	540	0.05	0.050431	0.048438	0.049776
550	550	0.05	0.051369	0.048438	0.048916
560	560	0.05	0.050635	0.048438	0.048745
570	570	0.05	0.0503	0.048438	0.048929
580	580	0.05	0.050363	0.048438	0.04966
590	590	0.05	0.051132	0.048438	0.049387
600	600	0.05	0.051278	0.048438	0.048693
610	610	0.05	0.050186	0.048438	0.04878
620	620	0.05	0.05036	0.048438	0.049362
630	630	0.05	0.050769	0.048438	0.04985
640	640	0.05	0.051462	0.048438	0.04845
650	650	0.05	0.050067	0.048438	0.048747
660	660	0.05	0.050269	0.048438	0.048982
670	670	0.05	0.050525	0.048438	0.049762
680	680	0.05	0.051214	0.048438	0.048501
690	690	0.05	0.050973	0.048438	0.048627
700	700	0.05	0.050128	0.048438	0.048788

Cuadro B.47: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 360, 370, \dots, 700, \alpha = 0.05$  y  $O_0 = 2.25$

$n_1$	$n_2$	$\alpha - nominal$	Tamaño de prueba $\alpha$	$\alpha^*$	Tamaño de prueba $\alpha^*$
710	710	0.05	0.050165	0.048438	0.049333
720	720	0.05	0.050641	0.048438	0.04976
730	730	0.05	0.051306	0.048438	0.048727
740	740	0.05	0.050319	0.048438	0.048643
750	750	0.05	0.050139	0.048438	0.048911
760	760	0.05	0.050354	0.048438	0.049527
770	770	0.05	0.050759	0.048438	0.049378
780	780	0.05	0.05126	0.048438	0.04857
790	790	0.05	0.05019	0.048438	0.048603
800	800	0.05	0.050191	0.048438	0.048901
810	810	0.05	0.050368	0.048438	0.049545
820	820	0.05	0.050782	0.048438	0.049249
830	830	0.05	0.051251	0.048438	0.048469
840	840	0.05	0.050124	0.048438	0.048709
850	850	0.05	0.050191	0.048438	0.048872
860	860	0.05	0.050249	0.048438	0.049486
870	870	0.05	0.050717	0.048438	0.049223
880	880	0.05	0.051219	0.048438	0.048607
890	890	0.05	0.050099	0.048438	0.04858
900	900	0.05	0.050177	0.048438	0.048816
910	910	0.05	0.05016	0.048438	0.049365
920	920	0.05	0.050534	0.048438	0.049459
930	930	0.05	0.051073	0.048438	0.048569
940	940	0.05	0.050737	0.048438	0.048628
950	950	0.05	0.050047	0.048438	0.048787
960	960	0.05	0.050148	0.048438	0.049166
970	970	0.05	0.05037	0.048438	0.049574
980	980	0.05	0.050843	0.048438	0.048535
990	990	0.05	0.051089	0.048438	0.048582
1000	1000	0.05	0.050162	0.048438	0.048695

Cuadro B.48: Tamaños de prueba  $T_{OR} : n_1 = n_2 = 710, 720, \dots, 1000, \alpha = 0.05$  y  $O_0 = 2.25$



# Bibliografía

- ALMENDRA ARAO, F. 2012. Efficient calculation of test sizes for non-inferiority. *Computational Statistics and Data Analysis*, **56**, 4138–4145.
- ALMENDRA ARAO, F., & SOTRES RAMOS, D. 2012. Some properties of non inferiority tests for two independent probabilities. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, **41**, 1636–1646.
- ALMENDRA ARAO, F., & SOTRES RAMOS, D. 2014. On the importance in clinical trials that critical regions for comparing 2 independent proportions must be Barnard convex sets. *Therapeutic Innovation and Regulatory Science*, **48**, 208–212.
- ALMENDRA ARAO, F., CASTRO ALVA, J. J., & REYES CERVANTES, H. 2013. Convergence of test sizes for the Blackwelder’s non-inferiority test. *Advanced and Applications in Statistics*, **32**(1), 15–31.
- ALMENDRA ARAO, F., SOTRES RAMOS, D., REYES CERVANTES, H., CASTRO ALVA, J. J., & REAL TRUJILLO, N. 2014. On the choice of non-inferiority margin for anti-infective trials. *Therapeutic Innovation and Regulatory Science*, **Enviado**.
- CASTRO ALVA, J. 2012. *Un estudio sobre la rapidez de convergencia de la prueba asintótica clásica de no inferioridad (Tesis de licenciatura)*. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP.
- CBER/FDA. 1999 (June). *Memorandum. Summary of CBER considerations on selected aspects of active controlled trial design and analysis for the evaluation of thrombolytics in acute MI*.
- CPMP. 2004a. *Note for guidance on evaluation of medicinal products indicated for treatment of bacterial infections*. London: Committee For Proprietary Medicinal Products. Assessed April 22, 2004 at <http://www.emea.europa.eu/pdfs/human/ewp/055895en.pdf>).
- CPMP. 2004b. *Points to consider in the choice of non-inferiority margin. Draft*. Committee for Proprietary of Medical Products.

- CPMP. 2005. *Guideline on the choice of the non-inferiority margin*. London: Committee For Proprietary Medicinal Products. Accessed July 27, at <http://www.emea.europa.eu/pdfs/human/ewp/215899en.pdf>).
- FDA. 1992. *Points to consider. Clinical development and labeling of anti-infective drug products*. Food and Drug Administration. U.S. Dep. of Health and Human Services. FDA, CDER.
- FDA. 2001. *Guidance on choice of control group and related design and conduct issues in clinical trials*. Food and Drug Administration. (Assessed May 14, 2001 at <http://www.fda.gov/cder/guidance/4155fnl.pdf>).
- FDA. 2010. *Guidance for Industry. Antibacterial products: use of non-inferiority trials to support approval. Draft*. Food and Drug Administration.
- GARRETT, A. D. 2003. Therapeutic equivalence: fallacies and falsification. *Statistics in Medicine*, **22**, 741–762.
- ICH. 2010. International Conference of Harmonisation. *In: E10*.
- LEHMANN, E.L. 1999. *Elements of Large Sample Theory*. first edn. Springer.
- PHILLIPS, K. F. 2003. A new test of non-inferiority for anti-infective trials. *Statistics in Medicine*, **22**, 201–212.
- RÖHMEL, J. 2001. Statistical considerations of FDA and CPMP rules for investigation of new antibacterial products. *Statistics in medicine*, **20**, 2561–2571.
- RÖHMEL, J., & MANSMANN, U. 1999. Unconditional non-asymptotic one-sided tests for independent binomial proportions when the interest lies in showing non-inferiority and/or superiority. *Biometrical Journal*, **41**, 149–170.
- VAN DER VAART, A. W. 1998. *Asymptotic Statistics*. Cambridge University Press.
- WELLEK, S. 2005. Statistical methods for the analysis of two-arm non-inferiority trials with binary outcomes. *Biometrical Journal*, **47**, 48–61.
- ZHANG, Z. 2006. Non-inferiority Testing with a Variable Margin. *Biometrical Journal*, **48**, 948–965.