

# ESTADÍSTICA PARA ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA

Séptima edición revisada

**Richard I. Levin**

*The University of North Carolina at Chapel Hill*

**David S. Rubin**

*The University of North Carolina at Chapel Hill*

CON LA COLABORACIÓN Y REVISIÓN TÉCNICA DE

**José Antonio Bohon Devars**

*Universidad Anáhuac, México-Sur*

**José Cruz Ramos Báez**

*Universidad Panamericana*

TRADUCCIÓN

**Marcia González Osuna**

*Traductora especialista en matemáticas y estadística*

REVISIÓN TÉCNICA

**Iren Castillo Saldaña**

**Ignacio García Juárez**

**Vinicio Pérez Fonseca**

*Universidad Panamericana*

**Benjamín Núñez Zavala**

*Universidad Anáhuac, México-Sur*

**Juan Manuel Romano Machado**

*Universidad Anáhuac, México-Norte*

**Manuel Óscar Munguía Romo**

**Cecilia Ramírez Figueroa**

*Tecnológico de Monterrey,*

*Campus Sonora Norte-Hermosillo*

**Josefina Ochoa Ruiz**

*Universidad de Sonora-Hermosillo*

**José Luis Lizárraga**

**Ernesto Carlos Ramírez**

*Instituto Tecnológico Superior de Cajeme-Obregón*

**Mahielly Balvarena García Cruz**

**María de Jesús Torres Barrón**

*Instituto Tecnológico de Sonora-Obregón*

**Jorge Raúl Villaseñor Gómez**

**Héctor Gonzalo Monteverde González**

*Instituto Tecnológico de Hermosillo-Hermosillo*

**Prentice Hall**

México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador  
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

# Contenido

## **Prefacio xiii**

## **Capítulo 1 Introducción 1**

- 1.1 ¿Por qué hay que tomar este curso y quién utiliza la estadística? 2
- 1.2 Historia 3
- 1.3 Subdivisiones de la estadística 4
- 1.4 Un enfoque simple y fácil de entender 4
- 1.5 Características que facilitan el aprendizaje y cómo usarlas 5

## **Capítulo 2 Agrupación y presentación de datos para expresar significados: Tablas y gráficas 7**

- 2.1 ¿Cómo podemos ordenar los datos? 8
- 2.2 Ejemplos de datos sin procesar 11
- 2.3 Ordenamiento de datos en arreglos de datos y distribuciones de frecuencias 12
- 2.4 Construcción de una distribución de frecuencias 20
- 2.5 Representación gráfica de distribuciones de frecuencias 29
  - Estadística en el trabajo 42
  - Ejercicio de base de datos computacional 43
  - Términos introducidos en el capítulo 2 45
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 2 46
  - Ejercicios de repaso 46

## **Capítulo 3 Medidas de tendencia central y dispersión en distribuciones de frecuencias 57**

- 3.1 Estadística sumaria 58
- 3.2 Una medida de tendencia central: la media aritmética 60
- 3.3 Una segunda medida de tendencia central: la media ponderada 69
- 3.4 Una tercera medida de tendencia central: la media geométrica 74
- 3.5 Una cuarta medida de tendencia central: la mediana 77
- 3.6 Una medida final de tendencia central: la moda 84

- 3.7 Dispersión: por qué es importante 89
- 3.8 Rangos: medidas de dispersión útiles 91
- 3.9 Dispersión: medidas de desviación promedio 96
- 3.10 Dispersión relativa: el coeficiente de variación 107
- 3.11 Análisis exploratorio de datos (AED) 112
  - Estadística en el trabajo 116
  - Ejercicio de base de datos computacional 117
  - Términos introducidos en el capítulo 3 118
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 3 119
  - Ejercicios de repaso 121

## Capítulo 4 Probabilidad I: Ideas introductorias 127

- 4.1 Historia y relevancia de la teoría de la probabilidad 128
- 4.2 Terminología básica en probabilidad 129
- 4.3 Tres tipos de probabilidad 131
- 4.4 Reglas de probabilidad 137
- 4.5 Probabilidades bajo condiciones de independencia estadística 143
- 4.6 Probabilidades bajo condiciones de dependencia estadística 151
- 4.7 Revisión de las estimaciones anteriores de probabilidades: teorema de Bayes 158
  - Estadística en el trabajo 165
  - Ejercicio de base de datos computacional 166
  - Términos introducidos en el capítulo 4 168
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 4 168
  - Ejercicios de repaso 169

## Capítulo 5 Distribuciones de probabilidad 177

- 5.1 ¿Qué es una distribución de probabilidad? 178
- 5.2 Variables aleatorias 181
- 5.3 Uso del valor esperado en la toma de decisiones 187
- 5.4 La distribución binomial 191
- 5.5 La distribución de Poisson 202
- 5.6 La distribución normal: distribución de una variable aleatoria continua 209
- 5.7 Selección de la distribución de probabilidad correcta 222
  - Estadística en el trabajo 223
  - Ejercicio de base de datos computacional 224
  - Términos introducidos en el capítulo 5 225
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 5 226
  - Ejercicios de repaso 227

## Capítulo 6 Muestreo y distribuciones de muestreo 235

- 6.1 Introducción al muestreo 236
- 6.2 Muestreo aleatorio 238
- 6.3 Diseño de experimentos 244
- 6.4 Introducción a las distribuciones de muestreo 247
- 6.5 Distribuciones de muestreo a detalle 251
- 6.6 Una consideración operacional en el muestreo: la relación entre el tamaño de muestra y el error estándar 261
  - Estadística en el trabajo 265
  - Ejercicio de base de datos computacional 266
  - Términos introducidos en el capítulo 6 267
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 6 268
  - Ejercicios de repaso 268

## Capítulo 7 Estimación 273

- 7.1 Introducción 274
- 7.2 Estimaciones puntuales 277
- 7.3 Estimaciones de intervalo: conceptos básicos 281
- 7.4 Estimaciones de intervalo e intervalos de confianza 285
- 7.5 Cálculo de estimaciones de intervalo de la media a partir de muestras grandes 288
- 7.6 Cálculo de estimaciones de intervalo de la proporción a partir de muestras grandes 293
- 7.7 Estimaciones de intervalos con la distribución  $t$  297
- 7.8 Determinación del tamaño de muestra en estimación 303
  - Estadística en el trabajo 309
  - Ejercicio de base de datos computacional 309
  - Del libro de texto al mundo real 311
  - Términos introducidos en el capítulo 7 312
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 7 313
  - Ejercicios de repaso 313

## Capítulo 8 Prueba de hipótesis: Prueba de una sola muestra 319

- 8.1 Introducción 320
- 8.2 Conceptos básicos en el procedimiento de prueba de hipótesis 321
- 8.3 Prueba de hipótesis 324
- 8.4 Pruebas de hipótesis de medias cuando se conoce la desviación estándar de la población 331
- 8.5 Medición de la potencia de una prueba de hipótesis 338

- 8.6 Prueba de hipótesis para proporciones: muestras grandes 341
- 8.7 Pruebas de hipótesis de medias cuando no se conoce la desviación estándar de la población 347
  - Estadística en el trabajo 351
  - Ejercicio de base de datos computacional 351
  - Del libro de texto al mundo real 352
  - Términos introducidos en el capítulo 8 353
  - Ejercicios de repaso 353

## **Capítulo 9 Prueba de hipótesis: Pruebas de dos muestras 359**

- 9.1 Prueba de hipótesis para diferencias entre medias y proporciones 360
- 9.2 Pruebas para diferencias entre medias: muestras grandes 362
- 9.3 Pruebas para diferencias entre medias: muestras pequeñas 366
- 9.4 Prueba de diferencias entre medias con muestras dependientes 372
- 9.5 Pruebas para diferencias entre proporciones: muestras grandes 378
- 9.6 Valor P: otra manera de ver las pruebas de hipótesis 386
- 9.7 Uso de computadoras para las pruebas de hipótesis 390
  - Estadística en el trabajo 392
  - Ejercicio de base de datos computacional 392
  - Del libro de texto al mundo real 394
  - Términos introducidos en el capítulo 9 395
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 9 395
  - Ejercicios de repaso 396

## **Capítulo 10 Calidad y control de la calidad 403**

- 10.1 Introducción 404
- 10.2 Control estadístico de procesos 406
- 10.3 Gráficas  $\bar{x}$ : gráficas de control para medias de procesos 407
- 10.4 Gráficas  $R$ : gráficas de control para variabilidad de procesos 417
- 10.5 Gráficas  $p$ : diagramas de control para atributos 422
- 10.6 Administración con vistas a la calidad total 428
- 10.7 Muestreo de aceptación 433
  - Estadística en el trabajo 438
  - Ejercicio de base de datos computacional 438
  - Del libro de texto al mundo real 440
  - Términos introducidos en el capítulo 10 441
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 10 442
  - Ejercicios de repaso 443

## **Capítulo 11 Ji-cuadrada y análisis de varianza 447**

- 11.1 Introducción 448
- 11.2 Ji-cuadrada como prueba de independencia 449
- 11.3 Ji-cuadrada como prueba de bondad de ajuste: prueba de lo apropiado de una distribución 462
- 11.4 Análisis de varianza 468
- 11.5 Inferencias acerca de una varianza de población 484
- 11.6 Inferencias acerca de las varianzas de dos poblaciones 489
  - Estadística en el trabajo 496
  - Ejercicio de base de datos computacional 496
  - Del libro de texto al mundo real 498
  - Términos introducidos en el capítulo 11 498
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 11 499
  - Ejercicios de repaso 501

## **Capítulo 12 Regresión simple y correlación 509**

- 12.1 Introducción 510
- 12.2 Estimación mediante la recta de regresión 516
- 12.3 Análisis de correlación 535
- 12.4 Inferencias sobre parámetros de población 545
- 12.5 Uso del análisis de regresión y correlación: limitaciones, errores y advertencias 551
  - Estadística en el trabajo 553
  - Ejercicio de base de datos computacional 553
  - Del libro de texto al mundo real 554
  - Términos introducidos en el capítulo 12 555
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 12 555
  - Ejercicios de repaso 557

## **Capítulo 13 Regresión múltiple y modelado 565**

- 13.1 Análisis de regresión múltiple y correlación 566
- 13.2 Deducción de la ecuación de regresión múltiple 567
- 13.3 La computadora y la regresión múltiple 574
- 13.4 Inferencias sobre parámetros de población 582
- 13.5 Técnicas de modelado 595
  - Estadística en el trabajo 608
  - Ejercicio de base de datos computacional 609
  - Del libro de texto al mundo real 609
  - Términos introducidos en el capítulo 13 610
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 13 611
  - Ejercicios de repaso 612

## Capítulo 14 Métodos no paramétricos 621

- 14.1 Introducción a la estadística no paramétrica 622
- 14.2 Prueba de signo para datos por pares 624
- 14.3 Pruebas de suma de rangos: prueba  $U$  de Mann-Whitney y prueba de Kruskal-Wallis 630
- 14.4 Prueba de corridas de una sola muestra 640
- 14.5 Correlación de rango 646
- 14.6 Prueba de Kolmogorov-Smirnov 655
  - Estadística en el trabajo 659
  - Ejercicio de base de datos computacional 660
  - Del libro de texto al mundo real 661
  - Términos introducidos en el capítulo 14 662
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 14 662
  - Ejercicios de repaso 663

## Capítulo 15 Series de tiempo y pronósticos 673

- 15.1 Introducción 674
- 15.2 Variación en las series de tiempo 675
- 15.3 Análisis de tendencia (variación secular) 676
- 15.4 Variación cíclica 686
- 15.5 Variación estacional 691
- 15.6 Variación irregular 699
- 15.7 Problema que incluye a las cuatro componentes de una serie de tiempo 699
- 15.8 Análisis de series de tiempo en pronósticos 707
  - Estadística en el trabajo 708
  - Ejercicio de base de datos computacional 709
  - Del libro de texto al mundo real 709
  - Términos introducidos en el capítulo 15 710
  - Ecuaciones introducidas en el capítulo 15 711
  - Ejercicios de repaso 712

## Capítulo 16 Números índice 719

- 16.1 Definición de número índice 720
- 16.2 Índice de agregados no ponderados 723
- 16.3 Índice de agregados ponderados 727
- 16.4 Métodos de promedio de relativos 735
- 16.5 Índices de cantidad y de valor 740
- 16.6 Problemas en la construcción y el uso de números índice 744
  - Estadística en el trabajo 745
  - Ejercicio de base de datos computacional 746

Del libro de texto al mundo real	747
Términos introducidos en el capítulo 16	747
Ecuaciones introducidas en el capítulo 16	748
Ejercicios de repaso	749

## Capítulo 17 Teoría de decisiones 755

17.1	El entorno de la decisión	756
17.2	Ganancia esperada en condiciones de incertidumbre: asignación de valores de probabilidad	757
17.3	Uso de distribuciones continuas: análisis marginal	765
17.4	Utilidad como criterio de decisión	773
17.5	Ayuda para que los tomadores de decisiones proporcionen las probabilidades correctas	776
17.6	Análisis de árboles de decisiones	780
	Estadística en el trabajo	790
	Del libro de texto al mundo real	791
	Términos introducidos en el capítulo 17	793
	Ecuaciones introducidas en el capítulo 17	793
	Ejercicios de repaso	794

## Estadística con Excel 801

1	Introducción	801
2	Elaboración de tablas de frecuencia, histogramas y gráficos (diagramas de barras o circulares)	807
3	Medidas de tendencia central y dispersión para datos no agrupados	814
4	Análisis de varianza de un factor	816
5	Análisis de regresión lineal múltiple mediante el uso de Excel	818

## Anexos 827

<b>A</b>	<b>Conjuntos y técnicas de conteo</b>	<b>1</b>
A.1	Definiciones	1
A.2	Operaciones con conjuntos	4
A.3	Fórmulas de cardinalidad	8
A.4	Algunos conjuntos de uso frecuente	9
A.5	Principio fundamental del conteo	9
A.6	Permutaciones	10
A.7	Combinaciones	12
A.8	Teorema del binomio	14

<b>B</b>	<b>Habilidad del proceso</b>	<b>15</b>
B.1	Gráficas de control y parámetros de población	15
B.2	Resumen de fórmulas útiles para diagramas de control y parámetros de población	18
B.3	Límites de variabilidad natural del proceso	19
B.4	Límites de especificación	19
B.5	Cambio en el tamaño de la muestra para una gráfica de control	20
B.6	Habilidad del proceso	21
B.7	Estimación de la habilidad de un proceso para variables con dos límites de especificación	22
B.7.1	Habilidad potencial	22
B.7.2	Habilidad real	25
B.8	Estimación de la habilidad real mediante la curva normal (para dos límites de especificación)	27
B.9	Estimación de la habilidad de un proceso para variables con un límite de especificación	29
B.10	Estimación de la habilidad real para el caso de un solo límite de especificación empleando la tabla de la normal estándar	31
B.11	Habilidad del proceso a partir de gráficos $p$ o $np$	32

## **Respuestas a ejercicios pares seleccionados R-1**

## **Apéndice tablas AT-1**

## **Índice I-1**