

# 1 QUÉ ES LA ESTADÍSTICA ..... 1

Estudio de un Caso:

Llevarse los Beneficios de los Reembolsos ..... 2

1.1 Problemas Estadísticos Ilustrativos ..... 2

1.2 Población y Muestra ..... 4

1.3 Elementos Esenciales de un Problema Estadístico ..... 5

1.4 Papel de la Estadística en la Obtención de Inferencias ..... 7

1.5 Algo más Respecto al Estudio de Caso del Reembolso  
para los Consumidores ..... 8

1.6 Resumen ..... 9

1.7 Nota para el Lector ..... 9

Ejercicios ..... 10

# 2 DESCRIPCIÓN DE CONJUNTOS DE DATOS ..... 12

Estudio de un Caso:

¿Así que Usted Quiere Ser Millonario? ..... 13

2.1 Tipos de Datos ..... 16

2.2 Método Gráfico para Describir un Conjunto de Datos:

Distribuciones de Frecuencias Relativas ..... 16

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.3  | Diagramas de Tallo y Hoja (Optativa) .....                               | 27 |
| 2.4  | Métodos Numéricos para Describir un Conjunto de Datos ..                 | 30 |
| 2.5  | Medidas de Tendencia Central .....                                       | 31 |
| 2.6  | Medidas de Variabilidad .....  | 34 |
| 2.7  | Significado Práctico de la Desviación Estándar .....                     | 38 |
| 2.8  | Método Abreviado para Calcular la Variancia .....                        | 45 |
| 2.9  | Verificación para el Cálculo de $s$ .....                                | 47 |
| 2.10 | Medidas de Posición Relativa (Optativa) .....                            | 53 |
| 2.11 | Valores Inusitados: Relación $z$ y Diagramas de Caja<br>(Optativa) ..... | 58 |
| 2.12 | Descripción de los Datos del Fondo del Mercado<br>Monetario .....        | 63 |
| 2.13 | Resumen .....  | 68 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 70 |

### 3 PROBABILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DISCRETAS .....

74

Estudio de un Caso:  
El Miedo de Volar .....

75

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 3.1  | Papel de la Probabilidad en la Estadística .....                             | 75  |
| 3.2  | Propiedades Aditivas de las Probabilidades .....                             | 76  |
| 3.3  | Probabilidad Condicional y Eventos Independientes .....                      | 85  |
| 3.4  | VARIABLES ALEATORIAS DISCRETAS Y SUS DISTRIBUCIONES<br>de Probabilidad ..... | 92  |
| 3.5  | Distribución de Probabilidad Binomial .....                                  | 102 |
| 3.6  | Distribución de Probabilidad Hipergeométrica (Optativa) ...                  | 115 |
| 3.7  | Distribución de Probabilidad Geométrica (Optativa) .....                     | 117 |
| 3.8  | Distribución de Probabilidad de Poisson (Optativa) .....                     | 120 |
| 3.9  | Más acerca de la Encuesta respecto al Miedo de Volar .....                   | 123 |
| 3.10 | Resumen .....  | 124 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 125 |

### 4 LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD NORMAL .....

129

Estudio de un Caso:  
Cuestión de Altura .....

130

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 4.1 | Variables Aleatorias Continuas .....                                    | 130 |
| 4.2 | Distribución de Probabilidad Normal .....                               | 131 |
| 4.3 | Tabulación de las Áreas de la Distribución de Probabilidad Normal ..... | 132 |
| 4.4 | Aproximación Normal para la Distribución de Probabilidad Binomial ..... | 140 |
| 4.5 | Otras Distribuciones Continuas de Probabilidad .....                    | 147 |
| 4.6 | Probabilidad de Cuarenta a Uno de <i>Fortune</i> .....                  | 149 |
| 4.7 | Resumen .....   | 151 |
|     | Ejercicios Complementarios .....  | 153 |

## 5 DISTRIBUCIONES MUESTRALES ..... 156

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | Estudio de un Caso:  |     |
|     | Muestreo de la Ruleta de Montecarlo .....  | 157 |
| 5.1 | Muestreo Aleatorio .....   | 158 |
| 5.2 | Distribuciones de Muestreo de Estadísticas .....   | 159 |
| 5.3 | Teorema Central del Límite y la Distribución de Muestreo de la Media .....                   | 160 |
| 5.4 | Distribución de Muestreo del Producto de una Constante y una Estadística .....               | 172 |
| 5.5 | Distribución de Muestreo de una Proporción Muestral .....                                    | 175 |
| 5.6 | Distribución de Muestreo de la Suma o la Diferencia de Dos Estadísticas Independientes ..... | 179 |
| 5.7 | Distribución de Muestreo de una Función Lineal de Variables Aleatorias (Optativa) .....      | 186 |
| 5.8 | Distribución de Muestreo de lo Ganado en la Ruleta .....                                     | 190 |
| 5.9 | Resumen .....  | 192 |
|     | Ejercicios Complementarios .....   | 193 |

## 6 ESTIMACIÓN CON MUESTRAS GRANDES ..... 195

|     |   |     |
|-----|---|-----|
|     | Estudio de un Caso:   |     |
|     | Muestreo: ¿Qué permitirá el IRS (Internal Revenue Service)? ..... | 196 |
| 6.1 | Un Breve Resumen .....  | 196 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.2  | Tipos de Estimadores .....   | 197 |
| 6.3  | Estimación Puntual con Muestras Grandes .....  | 200 |
| 6.4  | Intervalos de Confianza para Muestras Grandes<br>(Unilaterales y Bilaterales) .....  | 202 |
| 6.5  | Estimación de la Media Poblacional .....   | 207 |
| 6.6  | Estimación de la Diferencia entre Dos Medias .....                                   | 210 |
| 6.7  | Estimación del Parámetro de una Población Binomial .....                             | 214 |
| 6.8  | Estimación de la Diferencia entre Dos Parámetros<br>Binomiales .....                 | 218 |
| 6.9  | Elección del Tamaño de la Muestra .....  | 221 |
| 6.10 | La Lógica que Respalda la Desaprobación del IRS por<br>3.4 Millones de Dólares ..... | 227 |
| 6.11 | Resumen .....  | 229 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 232 |

## 7 PRUEBAS DE HIPÓTESIS CON GRANDES MUESTRAS .....

236

Estudio de un Caso:

Mujeres en Actividades de Administración en el Extranjero:  
¿Por qué son tan pocas? .....

237

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 7.1  | Pruebas de Hipótesis respecto de Parámetros<br>Poblacionales .....                         | 238 |
| 7.2  | Elementos de una Prueba de Hipótesis .....   | 238 |
| 7.3  | Prueba Estadística para Muestras Grandes .....   | 242 |
| 7.4  | Prueba de Hipótesis para una Media Poblacional .....                                       | 245 |
| 7.5  | Prueba de Hipótesis para la Diferencia entre Dos Medias<br>Poblacionales .....             | 250 |
| 7.6  | Prueba de Hipótesis para la Proporción Poblacional .....                                   | 256 |
| 7.7  | Prueba de Hipótesis para la Diferencia entre Dos<br>Proporciones Poblacionales .....       | 260 |
| 7.8  | Otra Manera de Informar sobre los Resultados de<br>Pruebas Estadísticas: Valores $p$ ..... | 266 |
| 7.9  | Algunos Comentarios acerca de la Teoría de Pruebas de<br>Hipótesis .....                   | 269 |
| 7.10 | Mujeres Administradoras en el Extranjero: Apreciaciones ...                                | 270 |
| 7.11 | Resumen .....  | 273 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 275 |

## 8 INFERENCIAS CON MUESTRAS PEQUEÑAS . . . . . 278

|  |     |
|--|-----|
| Estudio de un Caso:  |     |
| Sistema de Alarma Anticipada contra Quiebras Bancarias Inminentes . . . . .                      | 279 |
| 8.1 Introducción . . . . .   | 280 |
| 8.2 Distribución $t$ de Student . . . . .  | 280 |
| 8.3 Inferencias con Muestras Pequeñas para una Media Poblacional . . . . .                       | 283 |
| 8.4 Inferencias con Muestras Pequeñas para la Diferencia entre Dos Medias de Población . . . . . | 291 |
| 8.5 Una Prueba para Diferencias por Parejas . . . . .  | 300 |
| 8.6 Inferencias acerca de la Variancia de una Población . . . . .                                | 309 |
| 8.7 Comparación entre Dos Variancias de Población . . . . .                                      | 316 |
| 8.8 Suposiciones . . . . .   | 325 |
| 8.9 Un Análisis de JAWS . . . . .  | 326 |
| 8.10 Resumen . . . . .   | 330 |
| Ejercicios Complementarios . . . . .   | 332 |

## 9 ANÁLISIS DE VARIANCIA (ANOVA) .. 339

|   |     |
|---|-----|
| Estudio de un Caso:   |     |
| Comparación de los Costos de Aseguramiento de Automóviles en Diferentes Localidades . . . . .                               | 340 |
| 9.1 Motivación para el Análisis de Variancia . . . . .  | 341 |
| 9.2 Suposiciones para el Análisis de Variancia . . . . .  | 342 |
| 9.3 Comparación de Más de Dos Medias Poblacionales: Análisis de Variancia para Muestras Aleatorias Independientes . . . . . | 343 |
| 9.4 Fórmulas Operacionales: Comparación de Dos o Más Medias de Población (Optativa) . . . . .                               | 350 |
| 9.5 Diseños en Bloques Aleatorizados . . . . .  | 358 |
| 9.6 Análisis de Variancia para un Diseño en Bloques Aleatorizado . . . . .  | 359 |
| 9.7 Fórmulas Operacionales: Análisis de Variancia para un Diseño en Bloques Aleatorizado (Optativa) . . . . .               | 365 |
| 9.8 Experimentos Factoriales . . . . .  | 373 |
| 9.9 Análisis de Variancia para un Experimento Factorial . . . . .   | 376 |
| 9.10 Fórmulas Operacionales: Análisis de Variancia para un Experimento Factorial de Dos Factores (Optativa) . . . . .       | 383 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 9.11 | Jerarquización de Medias Poblacionales .....   | 390 |
| 9.12 | Cumplimiento de las Suposiciones para un ANOVA:<br>Transformaciones que Estabilizan la Variancia .....   | 394 |
| 9.13 | Análisis de la Diferencia en los Costos de Aseguramiento de<br>Automóviles para Cuatro Localidades ..... | 397 |
| 9.14 | Resumen .....  | 399 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 400 |

## 10 PRUEBA DE $\chi^2$ CUADRADA PARA LA BONDAD DE AJUSTE .....

407

Estudio de un Caso:

Ningún Vino antes de Su Tiempo .....

408

10.1 Un Experimento Multinomial .....

408

10.2 Prueba de  $\chi^2$  Cuadrada para la Bondad de Ajuste .....

409

10.3 Tablas de Contingencia .....

416

10.4 Tablas  $r \times c$  con Totales Fijos de Renglones o de  
Columnas .....

426

10.5 Preferencias Enológicas: ¿El Vino en Lata o en Botella? ....

430

10.6 Resumen .....

432

Ejercicios Complementarios .....

433

## 11 REGRESIÓN LINEAL Y CORRELACIÓN .....

439

Estudio de un Caso:

¿Vale la Pena Ahorrar? .....

440

11.1 Introducción .....

441

11.2 Modelo Probabilístico Lineal Simple .....

442

11.3 Método de Mínimos Cuadrados .....

445

11.4 Cálculo de  $s^2$ , un Estimador para  $s^2$  .....

452

11.5 Inferencias acerca de la Pendiente de la Recta  $\beta_1$  .....

455

11.6 Estimación de Valor Esperado de  $y$  para un Valor  
Dado de  $x$  .....

461

11.7 Predicción para un Valor Particular de  $y$  para un Valor  
Dado de  $x$  .....

466

11.8 Un Coeficiente de Correlación .....

470

11.9 Suposiciones .....

478

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 11.10 | Análisis por Computadora de los Datos de Tasa de Ahorro Personal/Inversión Sujeta a Impuestos ..... | 479 |
| 11.11 | Resumen .....   | 482 |
|       | Ejercicios Complementarios .....  | 484 |

## 12 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE .....

491

Estudio de un Caso:

Predicción del Ausentismo de Empleados o Trabajadores ... 492

12.1 Objetivos de un Análisis de Regresión Múltiple .....

493

12.2 Modelo de Regresión Múltiple y las Hipótesis Relacionadas .....

493

12.3 Un Análisis de Regresión Múltiple .....

497

12.4 Comparación de Impresiones de Computadora .....

510

12.5 Análisis de Residuos .....

519

12.6 Análisis de Regresión Escalonado .....

522

12.7 Interpretaciones Erróneas en un Análisis de Regresión .....

524

12.8 Cómo Elaborar un Modelo Lineal (Optativa) .....

525

12.9 Prueba de Conjuntos de Parámetros de Modelo (Optativa) .....

530

12.10 Realización de un Análisis de Variancia Cuando Faltan Datos (Optativa) .....

532

12.11 Pasos a Seguir para Elaborar un Modelo Lineal .....

543

12.12 Análisis de Regresión Múltiple para el Estudio del Caso de Ausentismo de Trabajadores .....

544

12.13 Resumen .....

547

Ejercicios Complementarios .....

549

## 13 SERIES DE TIEMPO Y NÚMEROS ÍNDICES .....

559

Estudio de un Caso:

Medición del Costo de la Vida .....

560

13.1 ¿Qué es una Serie de Tiempo? .....

561

13.2 Números Índices .....

563

13.3 Componentes de una Serie de Tiempo .....

570

13.4 Alisado de una Serie de Tiempo. Promedios Móviles .....

572

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 13.5  | Alisado Exponencial .....                    | 574 |
| 13.6  | Modelación Mediante Series de Tiempo .....   | 579 |
| 13.7  | Predicción Mediante Series de Tiempo .....   | 583 |
| 13.8  | Problemas de la Predicción en Negocios ..... | 594 |
| 13.9  | Índice de Precios al Consumidor .....        | 599 |
| 13.10 | Resumen .....                                | 601 |
|       | Ejercicios Complementarios .....             | 603 |

## 14 MÉTODOS DE MUESTREO ..... 615

|      |  |     |
|------|--|-----|
|      | Estudio de un Caso:  |     |
|      | Muestreo de 58 Millones de Latas de Cerveza .....                            | 616 |
| 14.1 | Importancia del Procedimiento de Muestreo en la Inferencia Estadística ..... | 616 |
| 14.2 | Cómo Seleccionar una Muestra Aleatoria Simple .....                          | 618 |
| 14.3 | Estimación Basada en un Muestreo Aleatorio Simple .....                      | 621 |
| 14.4 | Muestreo Aleatorio Estratificado .....                                       | 625 |
| 14.5 | Muestreo por Conglomerados .....   | 641 |
| 14.6 | Muestreo: Algunos Problemas .....  | 643 |
| 14.7 | Muestreo de 58 Millones de Latas de Cerveza: Cómo Hacerlo .....              | 647 |
| 14.8 | Resumen .....  | 648 |
|      | Ejercicios Complementarios .....   | 648 |

## 15 MÉTODOS ESTADÍSTICOS NO PARAMÉTRICOS ..... 651

|      |  |     |
|------|--|-----|
|      | Estudio de un Caso:  |     |
|      | ¿Vale la Pena Ahorrar? Un Segundo Aspecto .....                              | 652 |
| 15.1 | Introducción .....   | 652 |
| 15.2 | Prueba del Signo para Comparar Dos Poblaciones .....                         | 653 |
| 15.3 | Prueba $U$ de Mann-Whitney: Muestras Aleatorias Independientes .....         | 660 |
| 15.4 | Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon para un Experimento por Parejas ..... | 667 |
| 15.5 | Prueba $H$ de Kruskal-Wallis para Diseños Completamente Aleatorizados .....  | 674 |



|      |  |     |
|------|--|-----|
| 15.6 | Prueba $F_r$ de Friedman para Diseños en Bloques Aleatorizados ..... | 678 |
| 15.7 | Coefficiente de Correlación de Rangos .....                          | 683 |
| 15.8 | ¿Vale la Pena Ahorrar? Un Análisis de Correlación de Rangos .....    | 690 |
| 15.9 | Resumen .....  | 691 |
|      | Ejercicios Complementarios .....                                     | 693 |

## 16 CONTROL DE CALIDAD ..... 697

Estudio de un Caso:

El Caso del Aceite Perdido ..... 698

16.1 Control de Calidad ..... 698

16.2 Supervisión de la Calidad Mediante Gráficas o Diagramas de Control ..... 699

16.3 Gráfica de Control para la Media del Proceso: Diagrama de  $\bar{x}$  ..... 701

16.4 Gráfica de Control para la Variación del Proceso: Diagrama de  $R$  ..... 705

16.5 Gráfica de Control para la Proporción de Defectuosos: Diagrama de  $p$  ..... 708

16.6 Gráfica de Control para —el Número de Defectuosos por Unidad: Diagrama de  $c$  ..... 711

16.7 Prueba de la Inaleatoriedad ..... 714

16.8 Muestreo para Aceptación de Lotes Considerando Artículos Defectuosos ..... 721

16.9 Planes de Muestreo Doble y Secuencial para Aceptación de Lotes ..... 726

16.10 Muestreo para Aceptación por Variables ..... 727

16.11 Una Solución al Problema del Aceite Perdido ..... 729

16.12 Resumen ..... 732

Ejercicios Complementarios ..... 734

## 17 ANÁLISIS DE DECISIONES ..... 737

Estudio de un Caso:

El Problema del Viajante de Comercio ..... 738

17.1 Problemas de Decisión ..... 738

17.2 Tablas de Provechos y de Pérdidas de Oportunidad ..... 740

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 17.3 | Elección de la Mejor Acción .....   | 743 |
| 17.4 | Modificación de las Probabilidades de los Estados<br>Circunstanciales por la Regla de Bayes ..... | 747 |
| 17.5 | Modificación del Problema de Decisión Cuando se<br>Tiene Información Muestral .....               | 751 |
| 17.6 | El Problema del Viajante de Comercio: Una Consideración<br>Posterior .....                        | 755 |
| 17.7 | Resumen .....   | 755 |
|      | Ejercicios Complementarios .....  | 757 |

## APÉNDICE - TABLAS MATEMÁTICAS

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Y ESTADÍSTICAS ..... | 759 |
|----------------------|-----|

## RESPUESTAS A EJERCICIOS

|                     |     |
|---------------------|-----|
| SELECCIONADOS ..... | 802 |
|---------------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| ÍNDICE ..... | 813 |
|--------------|-----|