

Contenido

PREFACIO XIII

1 Introducción 1

- 1.1 La imagen de la estadística 1
- 1.2 Dos tipos de estadísticas 2
- 1.3 Estadística descriptiva 2
- 1.4 Estadística inferencial 3
- 1.5 Naturaleza interdisciplinaria de la estadística 3
- 1.6 Estadística y matemáticas 3
- 1.7 Caso de estudio con aplicaciones en computadora 4
- 1.8 Secretos del éxito 4
- 1.9 Las recompensas de su trabajo 5

2 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA: TABLAS ESTADÍSTICAS Y GRÁFICAS 6

- 2.1 Variables 6
- 2.2 Medición de variables 6
- 2.3 Uso de símbolos 7
- 2.4 Distribuciones de frecuencia 7
- 2.5 Organización de datos para que tengan sentido 7
- 2.6 Un ejemplo 8
- 2.7 Distribuciones de frecuencia no agrupadas 9
- 2.8 Distribuciones de frecuencia agrupadas 9
- 2.9 Conteos de Tukey 12
- 2.10 Porcentajes y porcentajes acumulativos 12
- 2.11 Gráficas de distribuciones de frecuencia 13
- 2.12 Histograma o gráfica de barras 13
- 2.13 Polígonos de frecuencia 15

- 2.14 Polígonos contra histogramas 16
- 2.15 Curva de ojiva 17
- 2.16 Mediana, cuartiles y percentilares 18
- 2.17 Gráficas de caja y patillas 20
- 2.18 Gráficas de series de tiempo 21
- 2.19 Gráficas de pastel 21
- 2.20 Descripción de distribuciones 21
- 2.21 Gráficas engañosas: cómo mentir con estadísticas 24
- 2.22 Representación distorsionada, 25
- 2.23 Escala y calibración erróneas 25
- 2.24 Gráficas combinadas 25

3 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y ESCALAS DE MEDICIÓN 35

- 3.1 Escalas de medición 35
- 3.2 Escalas nominales 35
- 3.3 Escalas ordinales 36
- 3.4 Escalas de intervalo 36
- 3.5 Escalas de proporción 37
- 3.6 Escalas de medición y estadística 37
- 3.7 Medidas de tendencia central 38
- 3.8 Media 38
- 3.9 Mediana 39
- 3.10 Moda 41
- 3.11 Media, mediana y moda de subgrupos combinados 41
- 3.12 Tendencia central y asimetría 43
- 3.13 Media, mediana y moda: ¿cuál medición es mejor? 44

4 MEDIDAS DE VARIABILIDAD: ¿CUÁN DIFERENTES SON LAS OBSERVACIONES? 53

- 4.1 Introducción 53
- 4.2 Evaluar la variabilidad 55

- 4.3 Valores de desviación 55
- 4.4 Suma de cuadrados 55
- 4.5 Varianza de población 56
- 4.6 Un ejemplo 56
- 4.7 Desviación estándar de una población 57
- 4.8 Parámetros contra estadígrafos 58
- 4.9 Error de muestreo y varianza de la muestra 59
- 4.10 Valores esperados 60
- 4.11 Desviación estándar de la muestra, s , como un estimador del parámetro, σ 60
- 4.12 Rango 61
- 4.13 Estimación de H y de rango intercuartil 62
- 4.14 Influencia del tamaño de la muestra en el rango 62
- 4.15 Confiabilidad y consistencia de los estimadores 63
- 5 DISTRIBUCIÓN NORMAL Y VALORES ESTÁNDAR 69**
- 5.1 Introducción 69
- 5.2 Medidas discretas y continuas 70
- 5.3 Dios ama la curva normal 71
- 5.4 Características de la curva normal 72
- 5.5 Calificaciones estándar 74
- 5.6 Calificación estándar básica, calificación z 74
- 5.7 Otras calificaciones estándar 75
- 5.8 Calificaciones T 76
- 5.9 Percentil contra unidades de calificaciones estándar 76
- 5.10 Proporciones y áreas dentro de la curva normal 78
- 5.11 Determinación del rango percentilar de valores observados 78
- 5.12 Determinación del valor bruto equivalente a percentil 79
- 5.13 Determinación del área entre dos calificaciones z 79
- 5.14 Uso de calificaciones estándar con muestras 81
- 6 CORRELACIÓN: CONCEPTO Y CÁLCULO 87**
- 6.1 Introducción 87
- 6.2 Necesidad de una medida de relación 87
- 6.3 Cómo se expresa la correlación 88
- 6.4 Uso de coeficientes de correlación 89
- 6.5 Gráficas de dispersión 90
- 6.6 Relaciones lineales y curvilíneas 91
- 6.7 Coeficiente de correlación producto momento de Pearson 93
- 6.8 Otra fórmula alternativa para r 95
- 6.9 Correlación no es causalidad 95
- 6.10 Correlación cero y causalidad 99
- 7 INTERPRETACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL VALOR DE r 107**
- 7.1 Introducción 107
- 7.2 Transformaciones lineales y correlación 107
- 7.3 Gráficas de dispersión 108
- 7.4 Coeficiente de correlación de Pearson como inferencia estadística 109
- 7.5 Efecto del error de medición en r 110
- 7.6 r de Pearson y distribuciones marginales 111
- 7.7 Efectos de la heterogeneidad en la correlación 112
- 7.8 Corrección para variabilidad restringida 114
- 8 PREDICCIÓN Y REGRESIÓN 121**
- 8.1 Propósitos del análisis de regresión 121
- 8.2 Variables independientes y dependientes 121
- 8.3 El efecto de la regresión 122
- 8.4 La ecuación de regresión expresada en calificaciones z estándar 124
- 8.5 Correlación como porcentaje 124
- 8.6 Uso de las ecuaciones de regresión 125
- 8.7 La línea de regresión 125
- 8.8 Residuos y el criterio de mejor ajuste 127
- 8.9 Homoscedasticidad 127
- 8.10 La ecuación de regresión de valores brutos 128

- 8.11 El error estándar de estimación 130
- 8.12 Determinación de probabilidades de las predicciones 132
- 8.13 Regresión y ganancias pretest y postest 132
- 8.14 Correlación múltiple 134
- 8.15 Correlación parcial 135

9 INFERENCIA ESTADÍSTICA: MUESTREO Y ESTIMACIÓN DE INTERVALO 143

- 9.1 Función de la inferencia estadígrafos 143
- 9.2 Población y muestras: parámetros y estadígrafos 143
- 9.3 Población infinita contra finita 144
- 9.4 Necesidad de muestras representativas 145
- 9.5 Tipos de muestras 146
- 9.6 Muestras aleatorias 146
- 9.7 Muestreo aleatorio utilizando una tabla de números aleatorios 148
- 9.8 Muestras sistemáticas 149
- 9.9 Muestras accidentales 151
- 9.10 Estimaciones puntuales y de intervalo 151
- 9.11 Distribuciones de muestreo: la distribución de muestreo de la media 151
- 9.12 Error estándar de la media 152
- 9.13 Intervalos de confianza 153
- 9.14 Intervalos de confianza cuando se conoce σ : un ejemplo 154
- 9.15 Intervalos de confianza cuando se desconoce σ 155
- 9.16 Distribuciones de muestreo e intervalos de confianza con distribuciones no normales 158
- 9.17 Suposición de normalidad y el teorema del límite central 158
- 9.18 Demostración del teorema del límite central 159
- 9.19 Exactitud de los intervalos de confianza 163
- 9.20 Concepto de distribución de muestreo 163

10 PRUEBAS DE HIPÓTESIS: INFERENCIAS CON RESPECTO A LA MEDIA DE LA POBLACIÓN 171

- 10.1 Introducción a la prueba de hipótesis 171
- 10.2 Hipótesis estadística 172
- 10.3 Prueba de hipótesis acerca de la media de la población 172
- 10.4 Prueba $H_0: \mu = K$: prueba z de una muestra 174
- 10.5 Certidumbre e inferencia estadística 177
- 10.6 Un ejemplo en el que H_0 se rechaza 177
- 10.7 Prueba de hipótesis e intervalos de confianza 178
- 10.8 Razón z contra razón t 179
- 10.9 Prueba t de una muestra: un ejemplo 180
- 10.10 Pruebas de una cola contra pruebas de dos colas 181

11 PRUEBA DE HIPÓTESIS SOBRE LA DIFERENCIA ENTRE DOS MEDIAS 189

- 11.1 Introducción 189
- 11.2 Prueba de hipótesis estadística que involucran dos medias 189
- 11.3 La hipótesis nula 189
- 11.4 La prueba z para diferencias entre medias independientes 190
- 11.5 Error estándar de la diferencia entre medias, $\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ 191
- 11.6 Distribución t y prueba t 193
- 11.7 Suposiciones de la prueba t 195
- 11.8 Cálculo del error estándar de la diferencia entre medias, $s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ 196
- 11.9 Prueba de la hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ empleando la prueba t 197
- 11.10 La prueba t : una ilustración 198
- 11.11 Revisión de las pruebas de una cola y de dos colas 201
- 11.12 Prueba t : suposiciones y fuerza 202
- 11.13 Normalidad 202
- 11.14 Homogeneidad de la varianza 204
- 11.15 Probando la homogeneidad de la varianza 206
- 11.16 Independencia de las observaciones 207

- 11.17 Comprobando la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ con observaciones aparejadas 208
- 11.18 Intervalos de confianza para la diferencia de medias 209
- 11.19 Tamaño del efecto 210
- 11.20 Precauciones con respecto a los diseños de investigación de pares encontrados 211

12 INFERENCIAS SOBRE PROPORCIONES 221

- 12.1 Estadística para variables categóricas 221
- 12.2 Distribución de muestreo de una proporción 221
- 12.3 Error estándar de la proporción 222
- 12.4 Influencia de la fracción de muestreo sobre σ_p 224
- 12.5 Efecto del tamaño de la muestra en σ_p 225
- 12.6 Intervalos de confianza de p para distribuciones de muestreo normales 226
- 12.7 Distribución de muestreo de p : ejemplo 227
- 12.8 Influencia de π en la distribución de muestreo de p 228
- 12.9 Intervalos de confianza para π 228
- 12.10 Intervalos de confianza para π utilizando gráficas 230
- 12.11 Prueba de la bondad de ajuste *chi* cuadrada 234
- 12.12 Ejemplo de prueba de bondad de ajuste *chi* cuadrada 237
- 12.13 Prueba de bondad de ajuste *chi* cuadrada de normalidad 238
- 12.14 Prueba *chi* cuadrada de asociación 239
- 12.15 Independencia de las observaciones 243

13 INFERENCIAS CON RESPECTO A LAS CORRELACIONES 252

- 13.1 Introducción 252
- 13.2 Distribución normal bivariada 252
- 13.3 Distribuciones de muestra de la r de Pearson 253
- 13.4 Prueba de la hipótesis nula $H_0: \rho = 0$ 225
- 13.5 Prueba de la significancia de r utilizando la prueba t 257

- 13.6 Alternativas direccionales: pruebas de dos colas contra pruebas de una cola 258
- 13.7 Intervalos de confianza para ρ utilizando la transformación Z de Fisher 260
- 13.8 Distribución de muestreo de la Z_r de Fisher 260
- 13.9 Determinación de intervalos de confianza en forma gráfica 263
- 13.10 Prueba de coeficientes de correlación independiente: $H_0: \rho_1 = \rho_2$ 264

14 ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR 271

- 14.1 Introducción 271
- 14.2 ¿Porqué ANOVA en lugar de las pruebas t múltiples? 271
- 14.3 Razón F de ANOVA 273
- 14.4 Distribución F 274
- 14.5 Prueba de hipótesis usando la razón F de ANOVA 276
- 14.6 ANOVA de un factor: ilustración 279
- 14.7 Tabla de ANOVA 280
- 14.8 Otra ilustración de ANOVA 280
- 14.9 Razón F versus razón t 281
- 14.10 Suma total de cuadrados 281
- 14.11 Repaso de la media cuadrada entre grupos, MC_B 282
- 14.12 Repaso de la media cuadrada dentro de los grupos, MC_W 282
- 14.13 Panorama de la racionalización para ANOVA 284
- 14.14 Consecuencias de violar las suposiciones ANOVA 285

15 COMPARACIONES MÚLTIPLES: LOS MÉTODOS DE TUKEY Y NEWMAN-KEULS 294

- 15.1 Introducción 294
- 15.2 Método Tukey 94
- 15.3 Estadística de rango estudentizado, q 295
- 15.4 Un ejemplo del empleo del método Tukey 296
- 15.5 Familia de hipótesis nulas como base para alfa 298
- 15.6 El método Newman-Keuls 298

- 15.7 Un ejemplo del uso del método Newman-Keuls de comparaciones múltiples 299
- 15.8 Los métodos de comparaciones múltiples Newman-Keuls versus Tukey 300
- 16 ANOVA DE DOS FACTORES: INTRODUCCIÓN AL DISEÑO FACTORIAL 307**
- 16.1 Introducción 307
- 16.2 El significado de interacción 307
- 16.3 Ejemplos de interacción 308
- 16.4 Interacción y generalización 310
- 16.5 Repaso del fundamento de la prueba F de ANOVA 314
- 16.6 Notación en el ANOVA de dos factores 315
- 16.7 Pasos de cálculo para diseños de ANOVA de dos factores balanceados 316
- 16.8 Ejemplo de ANOVA de dos factores 317
- 16.9 Segundo ejemplo de cálculo de ANOVA de dos factores 319
- 16.10 Intervalos de confianza para medias de renglones y columnas 321

APÉNDICE A

NOTAS MATEMÁTICAS 329

APÉNDICE B

TABLAS 342

- Tabla A Áreas de la curva normal unitaria 343

- Tabla B Dígitos aleatorios 348
- Tabla C Valores críticos de t 350
- Tabla D Valores críticos de χ^2 cuadrada 352
- Tabla E Valores críticos de r 353
- Tabla F Valores críticos de F 354
- Tabla G Transformación Z de Fisher de r 364
- Tabla H Valores críticos de la estadística de rango de estudentizados, q 365
- Tabla I Datos del caso de estudio de preparatoria y superior (HSB) 368

APÉNDICE C

GLOSARIO DE SÍMBOLOS 373

APÉNDICE D

GLOSARIO DE FÓRMULAS ESTADÍSTICAS 377

APÉNDICE E

GLOSARIO DE TÉRMINOS 387

BIBLIOGRAFÍA 396

ÍNDICE ONOMÁSTICO 401

ÍNDICE TEMÁTICO 402