
ESTADÍSTICA PARA LOS NEGOCIOS Y LA ECONOMÍA

Paul Newbold

*University of Illinois
Urbana-champaign*

Traducción:

Macarena Estévez Muñoz
Sonia Hernández Alonso
Cristina Martínez Martínez
Marta Moreno Warleta
Ignacio Rodríguez Longarela

Facultad de CC Jurídicas y Sociales
Universidad Carlos III de Madrid

Revisión técnica:

Alberto Maydeu Olivares
Facultad de CC Jurídicas y Sociales
Universidad Carlos III de Madrid



PRENTICE HALL

Madrid • Upper Saddle River • Londres • Mexico • Nueva Delhi • Río de Janeiro
Santafé de Bogota • Singapur • Sydney • Tokio • Toronto

Contenido

| | |
|--|----|
| PRÓLOGO | i |
| 1. ¿QUÉ ES LA ESTADÍSTICA? | 1 |
| 1.1 Cómo sacar conclusiones de la información numérica | 1 |
| 1.2 Cómo manejar la incertidumbre | 2 |
| 1.3 Muestreo | 3 |
| 1.4 Cómo analizar relaciones | 3 |
| 1.5 Predicción | 4 |
| 1.6 Toma de decisiones en un entorno de incertidumbre | 4 |
| 2. CÓMO RESUMIR LA INFORMACIÓN NUMÉRICA | 5 |
| 2.1 Poblaciones y muestras | 5 |
| 2.2 Resumen numérico: medidas de centralización | 7 |
| (i) <i>La media</i> | 7 |
| (ii) <i>La mediana</i> | 10 |
| (iii) <i>La moda</i> | 11 |
| 2.3 Resumen numérico: medidas de dispersión | 12 |
| (i) <i>La varianza y la desviación típica</i> | 12 |
| (ii) <i>La media de las desviaciones absolutas</i> | 19 |
| (iii) <i>El rango o recorrido</i> | 20 |
| (iv) <i>El rango intercuartílico</i> | 21 |
| 2.4 Datos agrupados e histogramas | 24 |
| 2.5 Resumen numérico de datos agrupados | 30 |
| 2.6 Otros métodos gráficos | 44 |
| (i) <i>Diagramas de barras</i> | 44 |
| (ii) <i>Gráficos temporales</i> | 46 |
| (iii) <i>Pictogramas</i> | 47 |
| (iv) <i>Diagramas de dispersión</i> | 48 |
| (v) <i>Diagramas de caja</i> | 49 |
| 2.7 Cómo mentir con la Estadística | 50 |

| | | |
|-------|---|-----|
| (i) | <i>Afirmaciones subjetivas</i> | 51 |
| (ii) | <i>Descripciones numéricas inadecuadas</i> | 51 |
| (iii) | <i>Elección de la escala en gráficos de tiempo</i> | 53 |
| (iv) | <i>Comparaciones gráficas inadecuadas</i> | 53 |
| (v) | <i>Coincidencias que no son más que eso</i> | 55 |
| (vi) | <i>Generalizaciones a partir de muestras muy pequeñas</i> | 55 |
| | Ejercicios de repaso | 57 |
| 3. | PROBABILIDAD | 61 |
| 3.1 | Introducción | 61 |
| 3.2 | Experimentos aleatorios, resultados, sucesos | 62 |
| 3.3 | ¿Qué es la probabilidad? | 69 |
| 3.4 | La probabilidad y sus postulados | 71 |
| 3.5 | Permutaciones y combinaciones | 76 |
| 3.6 | Reglas de la probabilidad | 80 |
| 3.7 | Probabilidades bivariantes | 90 |
| 3.8 | El teorema de Bayes | 95 |
| | Ejercicios de repaso | 101 |
| 4. | VARIABLES ALEATORIAS DISCRETAS Y DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD | 107 |
| 4.1 | Variables aleatorias | 107 |
| 4.2 | Distribuciones de probabilidad para variables aleatorias discretas | 109 |
| 4.3 | Esperanzas de variables aleatorias discretas | 113 |
| 4.4 | Distribución conjunta de variables aleatorias discretas | 120 |
| 4.5 | La distribución binomial | 130 |
| 4.6 | La distribución hipergeométrica | 135 |
| 4.7 | La distribución de Poisson | 138 |
| | Ejercicios de repaso | 145 |
| 5. | VARIABLES ALEATORIAS CONTINUAS Y DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD .. | 149 |
| 5.1 | Variables aleatorias continuas | 149 |
| 5.2 | Distribuciones de probabilidad de variables aleatorias continuas | 150 |
| 5.3 | Esperanzas de variables aleatorias continuas | 156 |
| 5.4 | Distribución conjunta de variables aleatorias continuas | 160 |
| 5.5 | La distribución normal | 164 |
| 5.6 | El teorema central del límite | 175 |
| 5.7 | La distribución normal como una aproximación a las distribuciones binomial y de Poisson | 177 |
| 5.8 | La distribución exponencial | 183 |
| | Ejercicios de repaso | 185 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 6. | MUESTREO Y DISTRIBUCIONES MUESTRALES | 189 |
| 6.1 | Muestreo de una población | 189 |
| 6.2 | Distribución en el muestreo de la media muestral | 193 |
| 6.3 | Distribución en el muestreo de una proporción muestral | 199 |
| 6.4 | Distribución en el muestreo de la varianza muestral | 208 |
| | Ejercicios de repaso | 216 |
| | Apéndice A6.1 | 219 |
| 7. | ESTIMACIÓN PUNTUAL | 221 |
| 7.1 | Introducción | 221 |
| 7.2 | Estimadores insesgados y su eficiencia | 224 |
| 7.3 | Elección de un estimador puntual | 228 |
| | Ejercicios de repaso | 230 |
| 8. | ESTIMACIÓN POR INTERVALOS | 233 |
| 8.1 | Intervalos de confianza | 233 |
| 8.2 | Intervalos de confianza para la media de una distribución normal: varian- za poblacional conocida | 235 |
| 8.3 | La distribución t de Student | 243 |
| 8.4 | Intervalos de confianza para la media de una población normal: varian- za poblacional desconocida | 246 |
| 8.5 | Intervalos de confianza para proporciones de la población (Muestras grandes)..... | 252 |
| 8.6 | Intervalos de confianza para la varianza de una población normal | 255 |
| 8.7 | Intervalos de confianza para la diferencia de medias de dos poblacio- nes normales | 260 |
| 8.8 | Intervalos de confianza para la diferencia entre dos proporciones po- blacionales (Muestras grandes) | 268 |
| 8.9 | Cómo estimar el tamaño de la muestra | 272 |
| | Ejercicios de repaso | 276 |
| 9. | CONTRASTE DE HIPÓTESIS | 281 |
| 9.1 | Conceptos del contraste de hipótesis | 281 |
| 9.2 | Contrastes para la media de una distribución normal: varianza pobla- cional conocida..... | 287 |
| 9.3 | Contrastes para la media de una distribución normal: varianza pobla- cional desconocida | 296 |
| 9.4 | Contrastes para la varianza de una distribución normal | 301 |
| 9.5 | Contrastes para la proporción poblacional (Muestras grandes) | 304 |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.6 | Contrastes para la diferencia entre dos medias | 308 |
| 9.7 | Contrastes para la diferencia entre dos proporciones (Muestras grandes) . | 316 |
| 9.8 | Contraste de igualdad de varianzas de dos poblaciones normales | 321 |
| 9.9 | Medición de la potencia de un contraste | 324 |
| 9.10 | Algunos comentarios sobre contraste de hipótesis | 329 |
| | Ejercicios de repaso | 332 |
| 10. | ALGUNOS CONTRASTES NO PARAMÉTRICOS | 339 |
| 10.1 | Introducción | 339 |
| 10.2 | El contraste de signos | 340 |
| 10.3 | El contraste de Wilcoxon | 344 |
| 10.4 | El contraste de Mann-Whitney | 347 |
| 10.5 | Comentarios | 351 |
| | Ejercicios de repaso | 354 |
| 11. | CONTRASTES DE BONDAD DE AJUSTE Y TABLAS DE CONTINGENCIA | 357 |
| 11.1 | Contrastes de bondad de ajuste | 357 |
| 11.2 | Contrastes de bondad de ajuste: parámetros poblacionales desconocidos . | 362 |
| 11.3 | Tablas de contingencia | 366 |
| | Ejercicios de repaso | 372 |
| 12. | CORRELACIÓN LINEAL Y REGRESIÓN | 375 |
| 12.1 | Correlación | 375 |
| 12.2 | Correlación basada en rangos | 384 |
| 12.3 | El modelo de regresión lineal | 388 |
| 12.4 | Estimación por mínimos cuadrados | 392 |
| 12.5 | Supuestos estándar para el modelo de regresión lineal | 396 |
| 12.6 | El teorema de Gauss-Markov | 397 |
| 12.7 | La capacidad explicativa de una ecuación de regresión lineal | 398 |
| 12.8 | Intervalos de confianza y contrastes de hipótesis | 403 |
| 12.9 | Predicción | 408 |
| | Ejercicios de repaso | 414 |
| | Apéndice A12.1 | 417 |
| 13. | REGRESIÓN MÚLTIPLE | 419 |
| 13.1 | El modelo de regresión múltiple | 419 |
| 13.2 | Estimación por mínimos cuadrados | 426 |
| 13.3 | Hipótesis estándar para el modelo de regresión múltiple | 428 |
| 13.4 | El teorema de Gauss-Markov | 429 |
| 13.5 | La capacidad explicativa de una ecuación de regresión múltiple | 430 |

| | | |
|------|---|-----|
| 13.6 | Intervalos de confianza y contrastes de hipótesis para parámetros individuales de regresión | 437 |
| 13.7 | Contrastes en conjuntos de parámetros de regresión | 444 |
| 13.8 | Predicción | 449 |
| 13.9 | Paquetes informáticos para calcular regresiones | 454 |
| | Ejercicios de repaso | 458 |
| | Apéndice A13.1 | 462 |
| 14. | TEMAS ADICIONALES EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN | 465 |
| 14.1 | Metodología para la construcción de modelos | 465 |
| | (i) <i>Especificación del modelo</i> | 466 |
| | (ii) <i>Estimación de los coeficientes</i> | 466 |
| | (iii) <i>Verificación del modelo</i> | 467 |
| | (iv) <i>Interpretación e inferencia</i> | 467 |
| 14.2 | VARIABLES ARTIFICIALES | 467 |
| 14.3 | Retardos de la variable dependiente | 471 |
| 14.4 | Modelos no lineales | 480 |
| 14.5 | Sesgo de especificación | 483 |
| 14.6 | Multicolinealidad | 485 |
| 14.7 | Heterocedasticidad | 491 |
| 14.8 | Errores autocorrelados | 496 |
| 14.9 | Resumen | 508 |
| | Ejercicios de repaso | 510 |
| 15. | ANÁLISIS DE LA VARIANZA | 515 |
| 15.1 | Comparación de las medias de varias poblaciones | 515 |
| 15.2 | Análisis de la varianza de un factor | 517 |
| 15.3 | El contraste de Kruskal-Wallis | 525 |
| 15.4 | Análisis de la varianza de dos factores: una observación por celda, bloques aleatorizados | 529 |
| 15.5 | Análisis de la varianza de dos factores: más de una observación por celda | 538 |
| | (i) <i>Medias de grupos</i> | 539 |
| | (ii) <i>Medias de bloques</i> | 540 |
| | (iii) <i>Medias de las celdas</i> | 540 |
| | (iv) <i>Media global</i> | 540 |
| | Ejercicios de repaso | 547 |
| 16. | CONTROL DE CALIDAD | 553 |
| 16.1 | La importancia del control de calidad | 553 |
| 16.2 | Gráficos de control para medias y desviaciones típicas | 555 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 16.3 | Capacidad de un proceso | 565 |
| 16.4 | Gráficos de control para proporciones | 567 |
| 16.5 | Gráficos de control para número de ocurrencias | 571 |
| 16.6 | Resumen | 572 |
| | Ejercicios de repaso | 575 |
| | Apéndice A16.1 | 577 |
| | Apéndice A16.2 | 579 |
| 17. | ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES Y PREDICCIÓN | 581 |
| 17.1 | Datos temporales: problemas y posibilidades | 581 |
| 17.2 | Números índice | 582 |
| 17.3 | Un contraste no paramétrico de aleatoriedad | 591 |
| 17.4 | Componentes de una serie temporal | 594 |
| 17.5 | Medias móviles | 599 |
| 17.6 | Extracción de la componente estacional a través de medias móviles | 601 |
| 17.7 | Suavizado exponencial simple | 608 |
| 17.8 | El modelo de Holt-Winters con suavizado exponencial para predicción.. .. | 612 |
| 17.9 | Modelos autorregresivos | 621 |
| 17.10 | Modelos autorregresivos integrados de medias móviles | 626 |
| | Ejercicios de repaso | 629 |
| 18. | MÉTODOS DE MUESTREO | 631 |
| 18.1 | Introducción | 631 |
| 18.2 | Errores del muestreo y errores sistemáticos | 636 |
| 18.3 | Muestreo aleatorio simple | 638 |
| 18.4 | Muestreo estratificado | 645 |
| 18.5 | Determinación del tamaño muestral | 656 |
| 18.6 | Otros métodos de muestreo | 660 |
| | Ejercicios de repaso..... | 669 |
| 19. | TEORÍA DE LA DECISIÓN | 673 |
| 19.1 | Cómo tomar decisiones bajo incertidumbre | 673 |
| 19.2 | Soluciones que no involucran especificación de probabilidades | 676 |
| | (i) <i>Criterio maximin</i> | 677 |
| | (ii) <i>Criterio de la pérdida minimax</i> | 678 |
| 19.3 | Valor monetario esperado | 681 |
| 19.4 | Utilización de la información muestral: análisis bayesiano | 688 |
| 19.5 | El valor de la información muestral | 692 |
| 19.6 | Introducción del riesgo: análisis de utilidad | 704 |
| | Ejercicios de repaso | 712 |

| | |
|--|-----|
| TABLAS | 715 |
| 1. Función de probabilidad de la distribución binomial | 715 |
| 2. Valores de $e^{-\lambda}$ | 720 |
| 3. Función de distribución acumulada de la distribución normal estándar .. | 721 |
| 4. Algunos números aleatorios uniformes | 723 |
| 5. Puntos de corte de la función de distribución de la chi-Cuadrado | 724 |
| 6. Puntos de corte de la función de distribución de la t de Student | 725 |
| 7. Puntos de corte de la función de distribución F | 726 |
| 8. Puntos de corte de la distribución del estadístico de contraste de Wilcoxon . | 728 |
| 9. Puntos de corte de la distribución del coeficiente de correlación por ran- gos de Spearman | 729 |
| 10. Puntos de corte de la distribución del estadístico de contraste de Dur- bin-Watson | 730 |
| 11. Función de distribución acumulada del estadístico de contraste de rachas .. | 732 |
| RESPUESTAS A EJERCICIOS PARES SELECCIONADOS | 733 |
| ÍNDICE | 743 |