

INDICE

1. EL PAPEL DE LA ESTADISTICA EN LA INVESTIGACION

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Naturaleza y objetivos de la investigación | 17 |
| 1.2 | Investigación y método científico | 18 |
| 1.3 | ¿Qué es la estadística? | 18 |
| 1.4 | Estadística e investigación | 19 |
| 1.5 | Observaciones adicionales respecto a ciencia, método científico y estadística | 20 |
| 1.6 | Aplicaciones de la estadística en la investigación | 21 |
| 1.7 | Resumen | 29 |
| | Problemas | 31 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 32 |

2. CONCEPTOS MATEMATICOS

| | | |
|--|---|----|
| | Teoría de conjuntos | 35 |
| | Notación | 37 |
| | Permutaciones y combinaciones | 38 |
| | Algunas series e identidades útiles | 39 |
| | Algunas funciones importantes | 40 |
| | Matrices | 40 |
| | Ecuaciones lineales | 43 |
| | Problemas | 44 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 46 |

3. UN RESUMEN DE LA TEORIA BASICA EN PROBABILIDAD Y ESTADISTICA

| | | |
|--|---|----|
| | Probabilidad | 47 |
| | Esperanza matemática | 51 |
| | Distribuciones de probabilidad | 51 |
| | Valores esperados | 53 |
| | Otras medidas descriptivas | 55 |
| | Distribuciones especiales de probabilidad | 55 |
| | Problemas | 55 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 61 |

4. ELEMENTOS DE MUESTREO Y ESTADISTICA DESCRIPTIVA

| | | |
|-----|--|----|
| 4.1 | Población y muestra | 63 |
| 4.2 | Tipos de muestras | 64 |
| 4.3 | Muestreo de una población especificada | 66 |
| 4.4 | Presentación de datos | 66 |
| 4.5 | Cálculo de los parámetros estadísticos de la muestra | 72 |
| 4.6 | La media aritmética | 72 |
| 4.7 | El semirrango | 74 |
| 4.8 | La mediana | 75 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 4.9 | Límites percentil, decil y cuartil | 76 |
| 4.10 | La moda | 78 |
| 4.11 | El rango | 80 |
| 4.12 | La desviación estándar y la varianza | 80 |
| 4.13 | El coeficiente de variación | 84 |
| 4.14 | Resumen | 85 |
| | Problemas | 85 |
| | | |
| 5. | DISTRIBUCIONES DE MUESTREO | |
| 5.1 | Momentos de la muestra | 91 |
| 5.2 | Varianza de la media de la muestra | 91 |
| 5.3 | Desigualdad de Tchebycheff | 92 |
| 5.4 | Ley de los números grandes | 93 |
| 5.5 | Teorema del límite central | 94 |
| 5.6 | Muestreo al azar de una población especificada | 94 |
| 5.7 | La distribución hipergeométrica | 95 |
| 5.8 | La distribución binomial | 95 |
| 5.9 | La distribución binomial como aproximación de la hipergeométrica | 96 |
| 5.10 | La distribución de Poisson como aproximación de la binomial | 97 |
| 5.11 | La distribución normal como aproximación de la binomial | 98 |
| 5.12 | La distribución multinomial | 100 |
| 5.13 | La distribución binomial negativa y la distribución geométrica | 101 |
| 5.14 | Distribución de una combinación lineal de variables normalmente distribuidas | 101 |
| 5.15 | Distribución de la media de la muestra para poblaciones normales | 102 |
| 5.16 | Distribución de la diferencia de dos medias de muestra | 103 |
| 5.17 | Distribución χ^2 -cuadrada | 103 |
| 5.18 | Distribución de la suma de cuadrados de variables aleatorias independientes con distribuciones estándar normales | 104 |
| 5.19 | Distribuciones de la varianza de muestra y desviación estándar para poblaciones normales | 104 |
| 5.20 | Distribución t de Student | 105 |
| 5.21 | Distribución F | 105 |
| 5.22 | Orden estadístico | 106 |
| | Problemas | 107 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 108 |
| | | |
| 6. | INFERENCIA ESTADÍSTICA: LA ESTIMACION | |
| 6.1 | Algunas ideas preliminares | 109 |
| 6.2 | Métodos de la obtención de estimadores de punto | 110 |
| 6.3 | Estimadores de máxima verosimilitud | 110 |
| 6.4 | Intervalos de confianza: Discusión general | 112 |
| 6.5 | Intervalos de confianza para la media de una población normal | 113 |
| 6.6 | Intervalo de confianza para la media de una población no normal | 115 |
| 6.7 | Intervalo de confianza para la varianza de una población normal ... | 115 |
| 6.8 | Intervalo de confianza para el parámetro p de una población binomial | 116 |
| 6.9 | Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dos poblaciones normales | 117 |
| 6.10 | Intervalo de confianza para la relación de las varianzas de dos poblaciones normales | 120 |
| 6.11 | Límites de tolerancia: discusión general | 121 |

| | |
|--|-----|
| 6.12 Límites de tolerancia (bi y unilateral) para poblaciones normales | 122 |
| 6.13 Límites de tolerancia sin suponer distribución de probabilidades .. | 124 |
| Problemas | 124 |
| Referencias y otras obras de consulta | 128 |
| 7. INFERENCIA ESTADISTICA: PRUEBA DE HIPOTESIS | |
| 7.1 Consideraciones generales | 131 |
| 7.2 Establecimiento de procedimientos de prueba | 135 |
| 7.3 Población normal; $H:\mu = \mu_0$ versus $A:\mu \neq \mu_0$ | 137 |
| 7.4 Población normal; $H:\mu \leq \mu_0$ versus $A:\mu > \mu_0$, o $H:\mu \geq \mu_0$ versus $A:\mu < \mu_0$ | 138 |
| 7.5 Población normal; $H:\sigma^2 = \sigma_0^2$ versus $A:\sigma^2 \neq \sigma_0^2$ | 138 |
| 7.6 Población normal; $H:\sigma^2 \leq \sigma_0^2$ versus $A:\sigma^2 > \sigma_0^2$; o $H:\sigma^2 \geq \sigma_0^2$ versus $A:\sigma^2 < \sigma_0^2$ | 139 |
| 7.7 Población binomial; $H:p = p_0$ versus $A:p \neq p_0$ | 140 |
| 7.8 Población binomial; $H:p \leq p_0$ versus $A:p > p_0$, o $H:p \geq p_0$ versus $A:p < p_0$ | 142 |
| 7.9 Dos poblaciones normales; $H:\mu_1 = \mu_2$ versus $A:\mu_1 \neq \mu_2$ | 143 |
| 7.10 Dos poblaciones normales; $H:\mu_1 \leq \mu_2$ versus $A:\mu_1 > \mu_2$, o $H:\mu_1 \geq \mu_2$ versus $A:\mu_1 < \mu_2$ | 146 |
| 7.11 Dos poblaciones normales; $H:\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ versus $A:\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ | 148 |
| 7.12 Dos poblaciones normales; $H:\sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$ versus $A:\sigma_1^2 > \sigma_2^2$ o $H:\sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$ versus $A:\sigma_1^2 < \sigma_2^2$ | 149 |
| 7.13 Datos multinomiales | 149 |
| 7.14 Datos de Poisson | 150 |
| 7.15 Prueba χ^2 -cuadrada de la bondad de ajuste | 151 |
| 7.16 Población binomial; más de una muestra | 153 |
| 7.17 Tablas de contingencia | 155 |
| 7.18 Métodos aproximados especiales para tablas 2×2 | 156 |
| 7.19 El método exacto para tablas 2×2 | 157 |
| 7.20 Varias poblaciones normales; $H:\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ | 158 |
| 7.21 Varias poblaciones normales; $H:\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$ | 161 |
| 7.22 Tamaño de la muestra | 162 |
| 7.23 Pruebas secuenciales | 165 |
| Problemas | 167 |
| Referencias y otras obras de consulta | 183 |
| 8. ANALISIS DE REGRESION | |
| 8.1 Relaciones funcionales entre variables | 185 |
| 8.2 Una advertencia acerca de relaciones funcionales | 186 |
| 8.3 La elección de una relación funcional | 186 |
| 8.4 Ajuste de curvas | 187 |
| 8.5 El método de los mínimos cuadrados | 187 |
| 8.6 Interpretación gráfica del método de los mínimos cuadrados | 188 |
| 8.7 Regresión lineal simple | 190 |
| 8.8 Partición de la suma de cuadrados de la variable dependiente | 191 |
| 8.9 Un ejemplo práctico | 194 |
| 8.10 Suposiciones necesarias para la estimación y prueba de hipótesis en regresión lineal simple | 195 |
| 8.11 Estimación del error asociado con el análisis de regresión lineal simple | 196 |
| 8.12 Intervalos de confianza y predicción en regresión lineal simple | 197 |
| 8.13 Prueba de hipótesis en regresión lineal simple | 200 |

| | | |
|---|---|-----|
| 8.14 | Predicción inversa en regresión lineal simple | 203 |
| 8.15 | El método Doolittle abreviado | 204 |
| 8.16 | Algunas indicaciones adicionales respecto al análisis de regresión generalizada | 213 |
| 8.17 | Pruebas de falta de ajuste | 215 |
| 8.18 | Modelos no lineales | 217 |
| 8.19 | Modelos de segundo orden | 218 |
| 8.20 | Polinomios ortogonales | 220 |
| 8.21 | Regresión exponencial simple | 222 |
| 8.22 | El caso especial: $\eta = \beta X$ | 224 |
| 8.23 | Regresiones pesadas | 224 |
| 8.24 | Muestreo de una población normal de dos variables aleatorias | 225 |
| 8.25 | Valores ajustados de Y | 227 |
| 8.26 | El problema de varias muestras o grupos | 228 |
| 8.27 | Algunos usos del análisis de regresión | 233 |
| | Problemas | 234 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 249 |
| 9. ANALISIS DE CORRELACION | | |
| 9.1 | Medidas de asociación | 251 |
| 9.2 | Un procedimiento intuitivo en correlación | 251 |
| 9.3 | Índice de correlación | 252 |
| 9.4 | Correlación en regresión lineal simple | 253 |
| 9.5 | Muestreo de una población normal de dos variables aleatorias | 255 |
| 9.6 | Correlación en regresión lineal múltiple | 257 |
| 9.7 | La relación de correlación | 259 |
| 9.8 | Correlación biserial | 261 |
| 9.9 | Correlación tetracórica | 261 |
| 9.10 | Coefficiente de contingencia | 262 |
| 9.11 | Correlación de rango | 262 |
| 9.12 | Correlación interclase | 265 |
| 9.13 | Correlación de sumas y diferencias | 268 |
| | Problemas | 269 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 270 |
| 10. DISEÑO DE INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES | | |
| 10.1 | Algunas observaciones generales | 275 |
| 10.2 | ¿Qué se entiende por "El diseño de un experimento"? | 275 |
| 10.3 | La necesidad de un diseño experimental | 276 |
| 10.4 | El propósito de un diseño experimental | 276 |
| 10.5 | Principios básicos del diseño experimental | 277 |
| 10.6 | Reproducción | 277 |
| 10.7 | Error experimental y unidades experimentales | 278 |
| 10.8 | Confusión | 279 |
| 10.9 | Aleatorización | 280 |
| 10.10 | Control local | 282 |
| 10.11 | Balanceo, bloqueo y agrupamiento | 282 |
| 10.12 | Tratamientos y combinaciones de tratamientos | 284 |
| 10.13 | Factores, niveles de factor y factoriales | 285 |
| 10.14 | Efectos e interacciones | 288 |
| 10.15 | Comparaciones de tratamientos | 293 |
| 10.16 | Pasos a seguir en el diseño de un experimento | 295 |

11.

12.

| | | |
|-------|---|-----|
| 10.17 | Ilustraciones del procedimiento que emplea el estadístico para resolver problemas de diseño | 298 |
| 10.18 | Ventajas y desventajas de los experimentos diseñados estadísticamente | 305 |
| 10.19 | Resumen | 305 |
| | Problemas | 305 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 307 |

11. DISEÑO COMPLETAMENTE AZARIZADO

| | | |
|-------|---|-----|
| 11.1 | Definición de un diseño completamente azarizado | 311 |
| 11.2 | Diseño completamente azarizado con una observación por unidad experimental | 312 |
| 11.3 | La relación entre un diseño completamente azarizado y la prueba "t" de Student de $H: \mu_1 = \mu_2$ versus $A: \mu_1 \neq \mu_2$ | 322 |
| 11.4 | Submuestreo en un diseño completamente azarizado | 322 |
| 11.5 | Cuadrados medios esperados, componentes de varianza, varianza de medias de tratamiento y eficiencia relativa | 331 |
| 11.6 | Algunas observaciones respecto a las relaciones F que son menores que la unidad | 335 |
| 11.7 | Procedimiento de la prueba aproximada de Satterthwaite | 336 |
| 11.8 | Comparaciones de tratamientos seleccionados: discusión general .. | 337 |
| 11.9 | Comparaciones entre tratamientos seleccionados: contrastes ortogonal y no ortogonal | 340 |
| 11.10 | Consideración de todas las comparaciones posibles entre medias de tratamiento | 340 |
| 11.11 | Curvas de respuesta: un análisis de regresión de las medias de tratamientos cuando los diversos tratamientos ocurren a diferentes niveles de un factor cuantitativo | 347 |
| 11.12 | Análisis de un diseño completamente azarizado que involucra combinaciones de tratamiento factorial | 350 |
| 11.13 | Inconformidad con modelos estadísticos supuestos | 372 |
| 11.14 | Relación entre análisis de varianza y de regresión | 375 |
| 11.15 | Presentación de resultados | 375 |
| | Problemas | 378 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 395 |

12. DISEÑO EN BLOQUE COMPLETO AZARIZADO

| | | |
|-------|--|-----|
| 12.1 | Definición de un diseño en bloque completo azarizado | 399 |
| 12.2 | Diseño en bloque completo azarizado con una observación por unidad experimental | 400 |
| 12.3 | La relación entre un diseño en bloque completo azarizado y la prueba "t" de Student de $H: \mu_b = 0$, cuando se dispone de observaciones por parejas | 404 |
| 12.4 | Submuestreo en un diseño en bloque completo azarizado | 405 |
| 12.5 | Pruebas preliminares de significancia | 408 |
| 12.6 | Estimación de componentes de varianza y eficiencia relativa | 409 |
| 12.7 | Eficiencia de un diseño en bloque completo azarizado con respecto a un diseño completamente azarizado | 411 |
| 12.8 | Comparaciones entre tratamientos seleccionados | 412 |
| 12.9 | Subdivisión de la suma de cuadrados del error experimental cuando se consideran comparaciones de tratamientos seleccionados | 413 |
| 12.10 | Consideraciones de todas las comparaciones posibles entre medias de tratamiento | 416 |

| | | |
|--|--|-----|
| 12.11 | Curvas de respuesta en un diseño en bloque completo azarizado .. | 417 |
| 12.12 | Combinaciones de tratamiento factorial en un diseño en bloque completo azarizado | 417 |
| 12.13 | Datos faltantes en un diseño en bloque completo azarizado | 428 |
| | Problemas | 432 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 446 |
| 13. OTROS DISEÑOS | | |
| 13.1 | Cuadrados latino y grecolatino | 447 |
| 13.2 | Secciones separadas | 453 |
| 13.3 | Factoriales completos sin reproducción, factoriales fraccionales y bloques incompletos | 455 |
| 13.4 | Números de subclase desiguales pero proporcionales | 459 |
| 13.5 | Números de subclase desiguales y desproporcionados | 460 |
| 13.6 | Técnica de las superficies de respuesta | 461 |
| 13.7 | Balace aleatorio | 463 |
| 13.8 | Otros diseños y técnicas | 463 |
| | Problemas | 464 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 472 |
| 14. ANALISIS DE COVARIANZA | | |
| 14.1 | Usos del análisis de covarianza | 475 |
| 14.2 | Suposiciones básicas del análisis de covarianza | 476 |
| 14.3 | Diseño completamente azarizado | 479 |
| 14.4 | Diseño en bloque completo azarizado | 483 |
| 14.5 | Diseño de cuadrado latino | 488 |
| 14.6 | Factorial de dos factores en un diseño en bloque completo azarizado | 491 |
| 14.7 | Covarianza cuando la variable X es afectada por los tratamientos | 496 |
| 14.8 | Covarianza múltiple | 496 |
| | Problemas | 499 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 504 |
| 15. METODOS DE DISTRIBUCION LIBRE | | |
| 15.1 | Métodos libres de distribución incluidos en capítulos previos | 507 |
| 15.2 | La prueba de signo | 508 |
| 15.3 | La prueba del rango con signo | 509 |
| 15.4 | La prueba de la corrida | 511 |
| 15.5 | La prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov | 513 |
| 15.6 | Pruebas de la mediana | 514 |
| | Problemas | 515 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 516 |
| 16. CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD | | |
| 16.1 | Cartas de control | 519 |
| 16.2 | Planes de muestreo de aceptación | 527 |
| | Problemas | 534 |
| | Referencias y otras obras de consulta | 540 |
| 17. ALGUNAS OTRAS TECNICAS Y APLICACIONES | | |
| 17.1 | Algunas pseudo estadísticas t | 543 |
| 17.2 | Una pseudo estadística F | 544 |

| | |
|--|-----|
| 17.3 Operación evolucionaria | 544 |
| 17.4 Tolerancias | 546 |
| 17.5 La estimación de la confiabilidad del sistema | 549 |
| Problemas | 551 |
| Referencias y otras obras de consulta | 554 |

APENDICES

| | |
|--|-----|
| 1. Alfabeto griego | 555 |
| 2. Distribución acumulativa de Poisson | 556 |
| 3. Distribución estándar normal acumulativa | 561 |
| 4. Distribución acumulativa χ^2 -cuadrada | 564 |
| 5. Distribución acumulativa t | 572 |
| 6. Distribución acumulativa F | 573 |
| 7. Números aleatorios | 588 |
| 8. Constantes para cartas de control | 592 |
| 9. Número de observaciones para la prueba t de la media | 594 |
| 10. Número de observaciones para la prueba t de la diferencia entre dos medias | 596 |
| 11. Número de observaciones requeridas para la comparación de una varianza de una población con un valor normal, usando la prueba χ^2 -cuadrada | 598 |
| 12. Número de observaciones requeridas para la comparación de dos varianzas de población, usando la prueba F | 599 |
| 13. Valores críticos de r para la prueba de signo | 600 |
| 14. Tabla de valores críticos de T en la prueba de rango con signo de Wilcoxon | 601 |
| 15. Tabla de valores críticos de r en la prueba de la corrida | 602 |
| 16. Tabla de valores críticos de D en la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov | 604 |
| 17. Puntos de porcentaje de las pseudo estadísticas t y F | 605 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| INDICE ALFABETICO | 609 |
|--------------------------------|------------|