

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 ji-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	Indice 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	Balance 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