

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ENTRE RÍOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CENTRO DE MEDIOS  
 BIBLIOTECA

**Prefacio**

**Símbolos escogidos**

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Definición de la estadística	1
1.2	Breve historia de la estadística	2
1.3	La estadística y el método científico	4
1.4	El estudio de la estadística	5
<b>Capítulo 2</b>	<b>Observaciones</b>	<b>7</b>
2.1	Introducción	7
2.2	Variables	7
2.3	Distribuciones	8
2.4	Poblaciones y muestras	9
2.5	Muestras aleatorias: Recolección de datos	10
2.6	Presentación, resumen y caracterización de la información	12
2.7	Medidas de tendencia central	15
2.8	Medidas de dispersión	19
2.9	Desviación estándar de las medias	24
2.10	Coficiente de variabilidad o de variación	25
2.11	Ejemplo	26
2.12	Modelo lineal aditivo	27
2.13	Ejemplo	28
2.14	El uso de codificación en el cálculo de estadígrafos	30
2.15	La tabla de frecuencia	32
2.16	Ejemplo	33

## viii CONTENIDO

2.17	Cálculo de la media y la desviación estándar con una tabla de frecuencia	34
2.18	Presentación gráfica de la tabla de frecuencia	35
2.19	Dígitos significativos	35
<b>Capítulo 3</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>37</b>
3.1	Introducción	37
3.2	Algunos elementos de probabilidad	37
3.3	La distribución binomial	40
3.4	Funciones de probabilidad para variables continuas	44
3.5	La distribución normal	46
3.6	Probabilidades de una distribución normal. Uso de una tabla de probabilidades	48
3.7	La distribución normal con media $\mu$ y varianza $\sigma^2$	53
3.8	Distribución de medias	55
3.9	Distribución $\chi^2$	56
3.10	Distribución $t$ de Student	58
3.11	Estimación e inferencia	59
3.12	Predicción de resultados de muestras	63
<b>Capítulo 4</b>	<b>Muestreo de una población normal</b>	<b>65</b>
4.1	Introducción	65
4.2	Una población con distribución normal	65
4.3	Muestras aleatorias de una distribución normal	68
4.4	Distribución de medias muestrales	68
4.5	Distribución de varianzas y muestrales y desviaciones estándar	71
4.6	Inssegamiento de $s^2$	72
4.7	Desviación estándar de la media o error estándar	72
4.8	La distribución $t$ de Student	73
4.9	El enunciado de confianza	75
4.10	Muestreo de diferencias	76
4.11	Resumen sobre muestreo	80
<b>Capítulo 5</b>	<b>Comparaciones entre dos medias muestrales</b>	<b>83</b>
5.1	Introducción	83
5.2	Pruebas de significancia	83
5.3	Prueba de hipótesis de que una media poblacional es un valor dado	88
5.4	Pruebas de dos o más medias	91
5.5	Comparación de dos medias muestrales, muestras independientes y varianzas iguales	93
5.6	Modelo lineal aditivo	97
5.7	Comparación de medias muestrales; observaciones pareadas de importancia	98
5.8	El modelo lineal aditivo para comparaciones pareadas	101
5.9	Muestras independientes y varianzas desiguales	102
5.10	La media y la varianza de una función lineal	103

5.11	Prueba de hipótesis de igualdad de varianzas	108
5.12	Poder, tamaño de la muestra y determinación de diferencias	109
5.13	Muestras bietápicas de Stein	116
<b>Capítulo 6</b>	<b>Principios de diseño experimental</b>	<b>118</b>
6.1	Introducción	118
6.2	¿Qué es un experimento?	118
6.3	Objetivos de un experimento	119
6.4	Unidad experimental y tratamiento	120
6.5	Error experimental	121
6.6	Repeticiones y sus funciones	122
6.7	Factores que afectan el número de repeticiones	123
6.8	Precisión relativa de diseños con pocos tratamientos	125
6.9	Control del error	125
6.10	Elección de los tratamientos	128
6.11	Refinamiento de la técnica	128
6.12	Aleatorización	129
6.13	Inferencia estadística	130
<b>Capítulo 7</b>	<b>Análisis de la varianza I: Clasificación de una vía</b>	<b>132</b>
7.1	Introducción	132
7.2	El diseño completamente aleatorio	132
7.3	Datos con un solo criterio de clasificación: El análisis de la varianza para cualquier número de grupos con igual número de repeticiones	134
7.4	Datos con un solo criterio de clasificación: El análisis de la varianza para cualquier número de grupos con número desigual de repeticiones	140
7.5	El modelo lineal aditivo	144
7.6	Análisis de la varianza con submuestras: Número igual de submuestras	148
7.7	Modelo lineal para submuestreo	154
7.8	Análisis de la varianza con submuestras: Desigual número de submuestras	156
7.9	Componentes de la varianza en experimentos planeados con submuestras	159
7.10	Supuestos en que se fundamenta el análisis de la varianza	162
<b>Capítulo 8</b>	<b>Comparaciones múltiples</b>	<b>166</b>
8.1	Introducción	166
8.2	La diferencia mínima significativa	167
8.3	Comparaciones	171
8.4	Prueba de efectos sugeridos por los datos	175
8.5	Prueba de Scheffé	177
8.6	Procedimiento $w$ de Tukey	179

8.7	Prueba de Student-Newman-Keuls o S-N-K	180
8.8	Nueva prueba de amplitud múltiple de Duncan	181
8.9	Comparación de todas las medias con un control	182
8.10	Prueba de $t$ de razón $k$ bayesiana de Waller-Duncan	184
8.11	Pruebas de medias con número desigual de repeticiones	185
<b>Capítulo 9</b>	<b>Análisis de la varianza II: clasificaciones múltiples</b>	<b>188</b>
9.1	Introducción	188
9.2	El diseño de bloque completo al azar	188
9.3	Análisis de la varianza para cualquier número de tratamientos; diseño de bloque completo al azar	190
9.4	La naturaleza del término de error	195
9.5	Partición del error experimental	198
9.6	Datos faltantes	202
9.7	Estimación de la ganancia en eficiencia	207
9.8	El diseño de bloques completos al azar: más de una observación por tratamiento por bloque	208
9.9	Modelos lineales y el análisis de la varianza	211
9.10	Agrupamiento doble: cuadrados latinos	213
9.11	Análisis de la varianza del cuadrado latino	215
9.12	Parcelas faltantes en el cuadrado latino	219
9.13	Estimación de la ganancia en eficiencia	221
9.14	El modelo lineal para el cuadrado latino	223
9.15	El tamaño de un experimento	224
9.16	Transformaciones	226
<b>Capítulo 10</b>	<b>Regresión lineal</b>	<b>231</b>
10.1	Introducción	231
10.2	La regresión lineal de $Y$ con respecto a $X$	231
10.3	El modelo y la ecuación de regresión lineal	236
10.4	Fuentes de variación en la línea de regresión lineal	240
10.5	Valores de regresión y valores ajustados	242
10.6	Desviaciones estándar, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis	244
10.7	Control de la variación por observaciones concomitantes	248
10.8	Diferencia entre dos regresiones independientes	250
10.9	Una predicción y su varianza	253
10.10	Predicción de $X$ , modelo I	256
10.11	Distribuciones bivariantes, modelo II	256
10.12	Regresión a través del origen	258
10.13	Análisis de regresión ponderada	261
<b>Capítulo 11</b>	<b>Correlación lineal</b>	<b>263</b>
11.1	Introducción	263
11.2	La correlación y el coeficiente de correlación	263
11.3	Correlación y regresión	268

11.4	Distribuciones muestrales, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis	269
11.5	Homogeneidad de los coeficientes de correlación	271
11.6	Correlación intraclases	273
<b>Capítulo 12</b>	<b>Notación matricial</b>	<b>276</b>
12.1	Introducción	276
12.2	Matrices	277
12.3	Operaciones con matrices	278
12.4	Inversas, dependencia lineal, y rango	283
<b>Capítulo 13</b>	<b>Regresión lineal en notación matricial</b>	<b>288</b>
13.1	Introducción	288
13.2	El modelo y la estimación de mínimos cuadrados	288
13.3	El análisis de la varianza	292
13.4	Desviaciones estándar, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis	294
13.5	Estimación y predicción	296
13.6	Variables indicadoras o binarias	298
<b>Capítulo 14</b>	<b>Regresión y correlación múltiple y parcial</b>	<b>303</b>
14.1	Introducción	303
14.2	La ecuación lineal y su interpretación en más de dos dimensiones	304
14.3	Regresión lineal parcial, total y múltiple	306
14.4	La ecuación muestral de regresión lineal múltiple	308
14.5	Regresión lineal múltiple; dos variables independientes	309
14.6	Correlación parcial y múltiple	316
14.7	Regresión lineal múltiple; resultados impresos para $k$ variables independientes	320
14.8	Miscelánea	324
14.9	Coefficientes de regresión parcial estándar	325
<b>Capítulo 15</b>	<b>Análisis de la varianza III: experimentos factoriales</b>	<b>328</b>
15.1	Introducción	328
15.2	Experimentos factoriales	328
15.3	El experimento factorial $2 \times 2$ : un ejemplo	334
15.4	Factorial $3 \times 3 \times 2$ ó $3^2 \times 2$ : un ejemplo	340
15.5	Modelos lineales para experimentos factoriales	346
15.6	Clasificaciones de $n$ vías y experimentos factoriales; superficies de respuesta	352
15.7	Grados de libertad individuales; tratamientos igualmente espaciados	354
15.8	Un solo grado de libertad para no aditividad	363

<b>Capítulo 16</b>	<b>Análisis de la varianza IV: diseño y análisis de parcelas divididas</b>	<b>368</b>
16.1	Introducción	368
16.2	Diseños de parcelas divididas	368
16.3	Un ejemplo de parcelas divididas	374
16.4	Datos faltantes en diseños de parcelas divididas	379
16.5	Diseño de bloques divididos	381
16.6	Modelos de parcelas y de bloques divididos	384
16.7	Parcelas divididas en espacio y tiempo	384
16.8	Series de experimentos semejantes	386
<b>Capítulo 17</b>	<b>Análisis de la covarianza</b>	<b>392</b>
17.1	Introducción	392
17.2	Usos del análisis de la covarianza	392
17.3	El modelo y los supuestos para la covarianza	396
17.4	Prueba de medias de tratamientos ajustadas	398
17.5	La covarianza en el diseño de bloques completos al azar	401
17.6	Ajuste de las medias de tratamiento	406
17.7	Aumento de precisión debido a la covarianza	408
17.8	Partición de la covarianza	409
17.9	Homogeneidad de coeficientes de regresión	412
17.10	La varianza cuando se particiona la suma de cuadrados de tratamiento	413
17.11	Estimación de observaciones faltantes mediante la covarianza	417
17.12	Covarianza con dos variables independientes	418
17.13	Cálculos de alta velocidad y salidas de computador	424
<b>Capítulo 18</b>	<b>Análisis de la varianza V: número desigual de subclases</b>	<b>428</b>
18.1	Introducción	428
18.2	Observaciones múltiples dentro de subclases	428
18.3	Análisis de un número proporcionado de subclases	429
18.4	Análisis de un número no proporcionado de subclases	432
18.5	Otras técnicas analíticas	440
<b>Capítulo 19</b>	<b>Ajuste de curvas</b>	<b>442</b>
19.1	Introducción	442
19.2	Regresión no lineal	442
19.3	Curvas logarítmicas o exponenciales	444
19.4	El polinomio de segundo grado	450
19.5	Polinomios ortogonales	451
<b>Capítulo 20</b>	<b>Algunos usos del Ji-cuadrado</b>	<b>458</b>
20.1	Introducción	458
20.2	Intervalos de confianza para $\sigma^2$	458

20.3	Homogeneidad de la varianza	460
20.4	Bondad de ajuste para distribuciones continuas	461
20.5	Combinaciones de probabilidades de pruebas de significancia	464
<b>Capítulo 21</b>	<b>Datos enumerativos I: clasificaciones de una vía</b>	<b>466</b>
21.1	Introducción	466
21.2	El criterio de prueba $\chi^2$	466
21.3	Tablas de dos celdas, límites de confianza para una proporción o porcentaje	467
21.4	Tablas de dos celdas, pruebas de hipótesis	471
21.5	Pruebas de hipótesis para un conjunto limitado de alternativas	474
21.6	Tamaño de la muestra	478
21.7	Tablas de una vía con $n$ celdas	480
<b>Capítulo 22</b>	<b>Datos enumerativos II: tablas de contingencia</b>	<b>482</b>
22.1	Introducción	482
22.2	El modelo de muestreo aleatorio	482
22.3	El modelo de muestreo aleatorio estratificado	486
22.4	Tabla cuádruple o de $2 \times 2$	489
22.5	"Prueba exacta" de Fisher	491
22.6	Muestras no independientes en tablas $2 \times 2$	493
22.7	Homogeneidad de muestras de dos celdas	495
22.8	Aditividad de $\chi^2$	497
22.9	Más sobre la aditividad de $\chi^2$	498
22.10	Regresión lineal, tablas $r \times 2$	501
22.11	Tamaño de la muestra en tablas $2 \times 2$	503
22.12	Clasificación de $n$ vías	504
<b>Capítulo 23</b>	<b>Algunas distribuciones discretas</b>	<b>508</b>
23.1	Introducción	508
23.2	La distribución hipergeométrica	508
23.3	La distribución binomial	510
23.4	Ajuste de una distribución binomial	510
23.5	Transformación para la distribución binomial	514
23.6	La distribución de Poisson	515
23.7	Otras pruebas con distribuciones de Poisson	517
<b>Capítulo 24</b>	<b>Estadística no paramétrica</b>	<b>520</b>
24.1	Introducción	520
24.2	Prueba $\chi^2$ de bondad de ajuste	521
24.3	Prueba de Kolmogorov-Smirnov con una muestra	522
24.4	La prueba de signos	524
24.5	Prueba de rangos signados de Wilcoxon	526
24.6	Prueba de Kolmogorov-Smirnov de dos muestras	527

## xiv CONTENIDO

24.7	Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney con dos muestras	528
24.8	Prueba de la mediana	530
24.9	Prueba de Kruskal-Wallis con $k$ muestras	530
24.10	Prueba de la mediana para $k$ muestras	532
24.11	Prueba de Friedman para la clasificación de dos vías	532
24.12	Una prueba de la mediana para la clasificación de dos vías	534
24.13	Desigualdad de Chebyshev	534
24.14	Coefficiente de correlación de rangos de Spearman	536
24.15	Prueba de asociación del cuadrante de Olmstead-Tukey	537
24.16	Prueba de aleatorización para regresión	539
<b>Capítulo 25</b>	<b>Muestreo de poblaciones finitas</b>	<b>541</b>
25.1	Introducción	541
25.2	Organización del estudio	542
25.3	Muestreo probabilístico	543
25.4	Muestreo aleatorio simple	544
25.5	Muestreo estratificado	547
25.6	Asignación óptima	550
25.7	Muestreo multietápico o por conglomerados	553
	<b>Apéndice</b>	<b>559</b>
	<b>Tablas</b>	<b>559</b>
	<b>Índice</b>	<b>613</b>