

Contenido

ACERCA DE LOS AUTORES XIII

AGRADECIMIENTOS XV

PREFACIO XVII

CAPÍTULO UNO	Introducción al diseño de experimentos	2
	El diseño de experimentos en la industria	4
	Evolución del control de calidad y los experimentos en Japón	5
	Diseño de experimentos en la investigación	7
	Definiciones básicas en el diseño de experimentos	9
	Experimento	9
	Diseño de experimentos	10
	Unidad experimental	10
	Variables, factores y niveles	10
	Etapas en el diseño de experimentos	14
	Planeación	14
	Análisis	15
	Interpretación	15
	Conclusiones finales	16
	Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos	16
	Principios básicos	17
	Clasificación y selección de los diseños experimentales	19
	Conceptos clave	20
	Preguntas y ejercicios	21

CAPÍTULO DOS	Elementos de inferencia estadística: experimentos con uno y dos tratamientos	24
	Población y muestra, parámetros y estadísticos	26
	Distribuciones de probabilidad en inferencia	27
	Estimación puntual y por intervalo	30
	Resumen de fórmulas para intervalos de confianza	35
	Conceptos básicos de prueba de hipótesis	35
	Planteamiento de una hipótesis estadística	36
	Estadístico de prueba	37
	Criterio de rechazo	38
	El riesgo de una decisión equivocada: errores tipo I y tipo II	39

Prueba para la media	41	
Prueba para la media con varianza desconocida		41
Prueba para la varianza	44	
Tres criterios de rechazo o aceptación equivalentes		45
Hipótesis para dos medias: comparación de dos tratamientos		47
Prueba para la igualdad de varianzas	52	
Poblaciones pareadas (comparación de dos medias con muestras dependientes)	53	
Poblaciones pareadas: caso más general		56
Resumen de fórmulas para procedimientos de prueba de hipótesis	58	
Uso de un software estadístico	60	
Conceptos clave	62	
Preguntas y ejercicios	62	
CAPÍTULO TRES Experimentos con un solo factor (análisis de varianza)	68	
Familia de diseños para comparar tratamientos		73
Diseño completamente al azar y ANOVA		77
ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA)		80
Cálculos manuales	87	
Diagramas de cajas simultáneos	88	
Gráficos de medias	89	
Comparaciones o pruebas de rango múltiples	90	
Comparación de parejas de medias de tratamientos		90
Comparación de tratamientos con un control (método de Dunnet)	96	
Comparación por contrastes	97	
Verificación de los supuestos del modelo		100
Normalidad	101	
Varianza constante	105	
Independencia	108	
Elección del tamaño de la muestra	109	
Cómo hacerlo en <i>Statgraphics</i> o Excel		112
Conceptos clave	114	
Preguntas y ejercicios	115	
CAPÍTULO CUATRO Diseño en bloques	122	
Diseño en bloques completos al azar		124
Efecto de bloque	129	
Diseño en cuadro latino	131	
Selección y aleatorización de un cuadro latino		136
Diseño en cuadro grecolatino	137	
Uso de <i>Statgraphics</i> o Excel	140	
Conceptos clave	141	
Preguntas y ejercicios	141	

CAPÍTULO CINCO	Diseños factoriales	148	
	Conceptos básicos en diseños factoriales	150	
	Representación del efecto de interacción	153	
	Experimentación factorial <i>vs.</i> mover un factor a la vez		155
	Diseños factoriales con dos factores	158	
	Modelo estadístico	158	
	Hipótesis a evaluar y análisis de varianza		159
	Comparación de medias	166	
	Verificación de supuestos	171	
	Diseños factoriales con tres factores	171	
	Modelo estadístico	171	
	Hipótesis de interés	172	
	Transformaciones para estabilizar varianza		178
	Diseño factorial general	180	
	Modelos de efectos aleatorios	184	
	El caso de dos factores aleatorios	185	
	Modelo mixto: factores aleatorios y fijos		186
	Cómo hacerlo en <i>Statgraphics</i> o Excel	189	
	Uso de Excel	189	
	Conceptos clave	190	
	Preguntas y ejercicios	190	
CAPÍTULO SEIS	Diseños factoriales 2^k	198	
	Diseño factorial 2^2	200	
	Representación geométrica	201	
	Cálculo de los efectos	201	
	Análisis de varianza	202	
	Experimento 2^2 : ejemplo integrador		207
	Diseño factorial 2^3	223	
	Análisis del diseño factorial 2^3	223	
	Experimento 2^3 : ejemplo integrador		225
	Planeación del experimento	226	
	Análisis del experimento	230	
	Conclusiones e impacto económico		233
	Diseño factorial general 2^k	237	
	Diseño factorial 2^k no replicado	241	
	¿Cómo decidir cuáles efectos mandar al error?		243
	Gráfico de efectos en papel normal (<i>Daniel's plot</i>)		244
	Diagrama de Pareto de efectos	244	
	Colapsación o proyección del diseño	246	
	Experimento 2^5 no replicado: ejemplo integrador		247
	Análisis de experimento	248	
	Interpretación	252	
	Verificación de supuestos	254	
	Análisis alternativo: colapsación o proyección del diseño	255	

Quando la significancia de los efectos es menos clara: un ejemplo **257**

- El experimento **258**
- Análisis del experimento **259**
- Verificación de supuestos **262**
- Gráficas de efectos y conclusiones **263**

Factoriales 2^k con punto al centro **265**

Factoriales 2^k en bloques **268**

Uso de *Statgraphics* **271**

Conceptos clave **276**

Preguntas y ejercicios **276**

CAPÍTULO SIETE Diseños factoriales 3^k y factoriales mixtos **294**

- Diseños factoriales 3^k **296**
 - Diseño factorial 3^2 **298**
 - Análisis del diseño factorial 3^2 **298**
- Factoriales mixtos **308**
- Uso de *Statgraphics* **311**
- Conceptos clave **312**
- Preguntas y ejercicios **312**

CAPÍTULO OCHO Diseños factoriales fraccionados 2^{k-p} **314**

- Diseño factorial fraccionado 2^{k-1} **317**
 - Diseño factorial fraccionado 2^{3-1} **318**
- El concepto de resolución **323**
- Construcción de fracciones 2^{k-1} **324**
- Experimento 2^{5-1} : ejemplo integrador **325**
 - Análisis de las dos fracciones **326**
 - Interpretación **327**
- Diseños factoriales fraccionados 2^{k-2} **327**
 - Construcción en dos pasos del diseño 2^{k-2} **329**
- Diseño factorial fraccionado 2^{k-p} **332**
- Experimento 2^{7-4} : ejemplo integrador **336**
 - Análisis del experimento **338**
 - Interpretación **339**
- Tópicos adicionales sobre factoriales fraccionados **340**
 - Comentarios sobre la resolución **340**
 - Diseños fraccionados con aberración mínima **341**
 - Fracciones saturadas **342**
 - Diseños de Plackett-Burman **343**
 - Aclaración de ambigüedades con otra fracción **344**
- Uso de *Statgraphics* **348**
- Conceptos clave **350**
- Preguntas y ejercicios **351**

CAPÍTULO NUEVE	Introducción al diseño robusto (Taguchi)	360
	Filosofía Taguchi	362
	El concepto de robustez	365
	Factores de control, de ruido y de señal	367
	Arreglos ortogonales	371
	Tipos de estudios de robustez	374
	Diseño con arreglo interno y externo (diseño de parámetros)	375
	El cociente señal/ruido	376
	Optimización en dos pasos	378
	Experimento robusto: ejemplo integrador	378
	Conceptos clave	381
	Preguntas y ejercicios	381
CAPÍTULO DIEZ	Planeación de un experimento	388
	Experimentación: una estrategia para probar conjeturas y generar aprendizaje	390
	El diseño de experimentos y el ciclo de Deming	394
	Etapas y actividades para una buena planeación	395
	Planeación y diseño	395
	Análisis	402
	Interpretación	402
	Conclusiones finales	403
	Control de factores de bloque y de ruido	404
	Qué sigue después del primer experimento	405
	Qué hacer cuando ningún efecto es significativo	409
	Conceptos clave	411
	Preguntas y ejercicios	411
CAPÍTULO ONCE	Análisis de regresión	414
	Regresión lineal simple	416
	Pruebas de hipótesis en la regresión lineal simple	423
	Calidad del ajuste en regresión lineal simple	429
	Coefficiente de determinación R^2	429
	Análisis gráfico de residuos	432
	Verificación del supuesto de independencia	433
	Prueba de falta de ajuste	434
	Estimación y predicción por intervalo en regresión simple	436
	Regresión lineal múltiple	440
	Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple	447
	Intervalos de confianza y predicción en regresión múltiple	453
	Uso de un <i>software</i> estadístico	455
	Conceptos clave	456
	Preguntas y ejercicios	456
CAPÍTULO DOCE	Optimización de procesos con metodología de superficie de respuesta	470

El concepto de optimización	472	
Metodología de superficie de respuesta		477
Modelos de superficie de respuesta	484	
Diseños de superficie de respuesta	488	
Relación modelo-diseño	489	
Diseños de primer orden	490	
Diseños de segundo orden	493	
¿Cuál diseño de segundo orden utilizar?		497
Técnicas de optimización	498	
Escalamiento ascendente (descendente)		499
Análisis canónico	504	
Análisis de cordillera	515	
Optimización simultánea de varias respuestas		520
Método gráfico	521	
Método de la función de deseabilidad		526
Uso de <i>Statgraphics</i> o Excel	530	
Conceptos clave	533	
Preguntas y ejercicios	533	

APÉNDICE 548

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA 561

ÍNDICE ANALÍTICO 563