

INDICE

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	10
Diseño de experimentos	10
Unidad experimental	10
Variables, factores y niveles	14
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 procedimiento 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 comprar tratamientos	73
Diseño completamente al azar y ANOVA	77
ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA	80
Cálculos manuales	87
Diagramas de cajas simultáneas	88
Gráficos de medias	89
Comparaciones o pruebas de rango múltiples	90
Comparación o pruebas de rango múltiples	90
Comparación de parejas de medias de tratamientos	90
Comparación de tratamientos con un control (métodos de Dunnet	96
Comparación por contratos	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 Statgraphics o Excel	112
Conceptos clave	114
Preguntas y ejercicios	115
Capítulo Cuatro. Diseño en Bloques	122
Diseño en bloques completos al azar	124
Efecto del bloque	129
Diseño en cuadro latino	131
Selección y aleatorización de un cuadro latino	136
Diseño en cuadro grecolatino	137
Uso de Statgraphics 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 vs. 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 statgraphics 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
Cálculos 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 replica	241
¿Cómo decidir cuáles efectos mandar al error?	243
Gráfico de efectos en papel normal (Daniel's plot)	244
Gráfico de Pareto de efectos	244
Colapsación o proyectos 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
Cuando 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 los 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 integrados	336
Análisis de 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 robutez	365
Factores de control, de ruido y de señal	367
Arreglos ortogonales	371
Tipos de estudios de robutez	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
Concepto 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 e 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 Statgraphics 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 primero 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 Statgraphics o Excel	530
Conceptos clave	533
Preguntas y ejercicios	533
Apéndice	548
Referencias y bibliografía	561
Índice analítico	563