





## **DIRECTORIO**

**Mtro. Alonso Lujambio Irazábal**

Secretario de Educación Pública

**Dr. Rodolfo Tuirán Gutiérrez**

Subsecretario de Educación Superior

**Mtra. Sayonara Vargas Rodríguez**

Coordinadora de Universidades Politécnicas

ORIGINAL

## **PÁGINA LEGAL**

### **Participantes**

IBT. Karen Dyrcee Sarmiento Marruffo - Universidad Politécnica de Quintana Roo

IQ. Gerardo Emmanuel Castañeda Gutiérrez- Universidad Politécnica de Quintana Roo

Dra. Teresa Susana Herrera Flores – Universidad Politécnica de Pénjamo

M. en C. Carlos Martínez Aguilera – Universidad Politécnica de Pénjamo

M. en C. Francisco Javier Vicente Magueyal – Universidad Politécnica de Pénjamo

Primera Edición: 2011

DR © 2011 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro:

México, D.F.

ISBN\_\_\_\_\_

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PROGRAMA DE ESTUDIOS .....	3
FICHA TÉCNICA .....	4
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA Y PROBLEMARIOS.....	6
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	19
GLOSARIO .....	32
BIBLIOGRAFÍA. ....	35

ORIGINAL

## INTRODUCCIÓN

La metodología del diseño de experimentos se basa en la experimentación. Es conocido que si se repite un experimento, en condiciones indistinguibles, los resultados presentan *variabilidad* que puede ser grande o pequeña. Si la experimentación se realiza en un laboratorio donde la mayoría de las causas de variabilidad están muy controladas, el error experimental será pequeño y habrá poca variación en los resultados del experimento.

El objetivo del diseño de experimentos es estudiar si al utilizar un determinado tratamiento se produce una mejora en el proceso. Para ello se debe experimentar utilizando el tratamiento y no utilizándolo. Si la variabilidad experimental es grande, sólo se detectará la influencia del uso del tratamiento cuando éste produzca grandes cambios en relación con el error de observación.

La metodología del diseño de experimentos estudia cómo variar las condiciones habituales de realización de un proceso empírico para aumentar la probabilidad de detectar cambios significativos en la respuesta, de esta forma se obtiene un mayor conocimiento del comportamiento del proceso de interés.

Para que la metodología de diseño de experimentos sea eficaz es fundamental que el experimento esté bien diseñado.

Un experimento se realiza por alguno de los siguientes motivos:

- \* Determinar las principales causas de variación en la respuesta.
- \* Encontrar las condiciones experimentales con las que se consigue un valor extremo en la variable de interés o respuesta.
- \* Comparar las respuestas en diferentes niveles de observación de variables controladas.
- \* Obtener un modelo estadístico-matemático que permita hacer predicciones de respuestas futuras.

La utilización de los modelos de diseño de experimentos se basa en la experimentación y en el análisis de los resultados que se obtienen en un experimento bien planificado. En muy pocas ocasiones es posible utilizar estos métodos a partir de datos disponibles o datos históricos, aunque también se puede aprender de los estudios realizados a partir de datos recogidos por observación, de forma aleatoria y no planificada. En el análisis estadístico de datos históricos se pueden cometer diferentes errores, los más comunes son los siguientes:

- Inconsistencia de los datos. Los procesos cambian con el tiempo, se producen cambios en el personal (cambios de personas, mejoras del personal por procesos de aprendizaje, motivación,...), cambios en las máquinas (reposiciones, reparaciones, envejecimiento,...). Estos cambios tienen influencia en los datos recogidos, lo que

hace que los datos históricos sean poco fiables, sobre todo si se han recogido en un amplio espacio de tiempo.

— Variables con fuerte correlación. Puede ocurrir que en el proceso existan dos o más variables altamente correlacionadas que pueden llevar a situaciones confusas. Por ejemplo, en el proceso hay dos variables  $X_1$  y  $X_2$  fuertemente correlacionadas que influyen en la respuesta, pero si en los datos que se tiene aumenta al mismo tiempo el valor de las dos variables no es posible distinguir si la influencia es debida a una u otra o a ambas variables (*confusión de los efectos*). Otra situación problemática se presenta si solo se dispone de datos de una variable (por ejemplo de  $X_1$  y no de  $X_2$ ), lo que puede llevar a pensar que la variable influyente es la  $X_1$  cuando, en realidad, la variable influyente es la  $X_2$  (*variable oculta*).

— El rango de las variables controladas es limitado. Si el rango de una de las variables importantes e influyentes en el proceso es pequeño, no se puede saber su influencia fuera de ese rango y puede quedar oculta su relación con la variable de interés o los cambios que se producen en la relación fuera del rango observado. Esto suele ocurrir cuando se utilizan los datos recogidos al trabajar el proceso en condiciones normales y no se experimenta (cambiando las condiciones de funcionamiento) para observar el comportamiento del proceso en situaciones nuevas.

El diseño experimental encuentra aplicaciones en biotecnología además, de otras disciplinas como medio ambiente, biología, ciencias químicas y bioquímica, ingeniería, calidad, economía, medicina, industria, agricultura, mercadotecnia, las ciencias de la conducta, etc. constituyendo una fase esencial en el desarrollo de un estudio experimental.

# PROGRAMA DE ESTUDIOS

PROGRAMA DE ESTUDIO																		
DATOS GENERALES																		
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Ingeniería en Biotecnología																
OBJETIVO DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Formar profesionistas líderes altamente competentes en la aplicación y gestión de procesos biotecnológicos que incluyan la propagación y escalamiento de organismos de interés industrial, así como el dominio de las técnicas analíticas para el control, evaluación y seguimiento de los procesos con una sólida formación en ingeniería y las ciencias de la vida, para apoyar la toma de decisiones en materia de aplicación, control y diseño de procesos biotecnológicos industriales; además de ser profesionistas responsables con su ambiente y entorno productivo y social.																
NOMBRE DE LA ASIGNATURA:		DISEÑO DE EXPERIMENTOS																
CLAVE DE LA ASIGNATURA:		DIE-ES																
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA:		El estudiante será capaz de utilizar herramientas estadísticas para interpretar los resultados de la investigación así como desarrollar la metodología experimental para dar cumplimiento a estándares de calidad o en el desarrollo de nuevos procesos y productos.																
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE:		90 hrs																
FECHA DE EMISIÓN:		20 de Junio 2011																
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:		Universidad Politécnica de Quintana Roo, Universidad Politécnica de Morelos, Universidad Politécnica de Pénjamo.																
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE										EVALUACIÓN		OBSERVACIÓN			
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TÉCNICAS SUGERIDAS		ESPACIO EDUCATIVO			MOVILIDAD FORMATIVA		MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TÉCNICA	INSTRUMENTO	
			PARA LA ENSEÑANZA (PROFESOR)	PARA EL APRENDIZAJE (ALUMNO)	AULA	LABORATORIO	OTRO	PROYECTO	PRÁCTICA			TEÓRICA		PRÁCTICA				
												Presencial	NO Presencial	Presencial	NO Presencial			
Análisis de Varianza de uno y dos factores.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Describir un modelo estadístico para los componentes de la varianza de uno y dos factores.	EP1. Reporte de investigación de los componentes de la varianza de uno y dos factores.	Discusión guiada	Investigación documental												Documental	* Lista de cotejo para reporte de investigación de los componentes de la varianza.	
	* Realizar análisis de varianza de uno y dos factores de un proceso biotecnológico.	ED1: Práctica sobre análisis de varianza de uno y dos factores en un proceso biotecnológico.	Preguntas insertadas, ilustraciones y graficas, resumen	Discusión guiada de un estudio de caso utilizar diagramas, resolver situaciones problemáticas.	X	NA	NA	NA	NA	Práctica sobre análisis de varianza de uno y dos factores en un proceso biotecnológico.	Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales, Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	6	0	9	3	Campo	* Guía de observación para práctica sobre análisis de varianza de uno y dos factores en un proceso biotecnológico.
	* Emplear modelos estadísticos en procesos biotecnológicos que impliquen el análisis de varianza de uno y dos factores.	EP2. Problemario de modelos estadísticos con ejercicios de Análisis de Varianza de uno y dos factores.		Aprendizaje basado en problemas													Documental	* Lista de cotejo para problemario de modelos estadísticos con ejercicios de Análisis de Varianza de uno y dos factores.
Bloques aleatorizados, parcelas divididas, cuadrados latinos y diseños relacionados.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Elaborar un análisis estadístico de diseño de bloques completos aleatorizados en un proceso biotecnológico.	EP1. Problemario con ejercicios de bloques aleatorizados y completos en un proceso biotecnológico.	Preguntas, señalizaciones, analogías, Repetición	Estudio de casos, utilizar diagramas, resolver situaciones problemáticas.	X	NA	NA	NA	NA		Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales, Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	8	0	12	4	Documental	* Lista de cotejo para problemario con ejercicios de bloques aleatorizados y completos en un proceso biotecnológico.
	* Elaborar análisis estadístico de bloques incompletos balanceados, parcelas divididas y de cuadrados latinos	EP2. Resolución de problemario de parcelas divididas y cuadrados latinos con análisis estadístico.															Documental	* Lista de cotejo para problemario de parcelas divididas y cuadrados latinos con análisis estadístico.
Diseño 2k y factoriales fraccionados	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Describir los principios básicos de los diseños factoriales.	EC1. Cuestionario sobre los principios básicos de los diseños factoriales.	Preguntas, señalizaciones, analogías, Repetición	Aprendizaje basado en problemas	X	NA	NA	NA	NA		Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales, Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	8	0	12	4	Documental	* Cuestionario sobre los principios básicos de los diseños factoriales.
	* Identificar los diferentes diseños factoriales para su implementación de procesos en biotecnología.	EP1. Cuadro comparativo sobre los diferentes diseños factoriales.		Instrucción programada													Documental	* Rúbrica para cuadro comparativo sobre los diferentes diseños factoriales.
Ajuste de modelos de regresión y superficies de respuesta.	Al completar la unidad de aprendizaje el alumno será capaz de: * Plantear diseños de experimentos para ajustar superficies de respuesta. * Emplear los mínimos cuadrados como un método de optimización en un proceso biotecnológico.	EP1. Problemario de las superficies de respuestas y mínimos cuadrados utilizados en el proceso biotecnológico.	Confirmación Discusión guiada Señalizaciones	Instrucción programada	X	NA	NA	NA	NA		Pizarrón, Plumones, Borrador y apoyos audiovisuales, Software estadístico.	Cañón electrónico y laptop	8	0	12	4	Documental	* Lista de cotejo para problemario de las superficies de respuestas y mínimos cuadrados utilizados en el proceso biotecnológico.

## FICHA TÉCNICA DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Nombre:	DISEÑO DE EXPERIMENTOS
Clave:	DIE-ES
Justificación:	Esta asignatura le permitirá al alumno planear la metodología de experimentación para determinar las causas de variaciones de respuesta y controlar que los resultados experimentales conduzcan a deducciones válidas con respecto al problema biotecnológico establecido.
Objetivo:	El estudiante será capaz de utilizar herramientas estadísticas para interpretar los resultados de la investigación así como desarrollar la metodología experimental para dar cumplimiento a estándares de calidad o en el desarrollo de nuevos procesos y productos.
Habilidades:	Honestidad, respeto a los demás, responsabilidad, igualdad, solidaridad.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidades para análisis y síntesis. Para aprender a resolver problemas. Para aplicar los conocimientos en la práctica. Para trabajar en forma autónoma y en equipo.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
Interpretar los resultados de la Investigación mediante metodologías adecuadas para el desarrollo de nuevos procesos y productos. Desarrollar la metodología experimental para la investigación mediante herramientas específicas.	Desarrollar productos y procesos para dar soluciones a problemáticas actuales mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. Diseñar nuevas tecnologías para la mejora de procesos y productos mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.



	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	I. Análisis de Varianza de uno y de dos	6	0	9	3
	II. Bloques aleatorizados, Parcelas divididas, cuadrados latinos y diseños relacionados.	8	0	12	4
	III. Diseño 2k y factoriales fraccionados	8	0	12	4
	IV. Ajuste de modelos de regresión y superficies de respuesta.	8	0	12	4
	Total de horas por cuatrimestre:	90			
Total de horas por semana:	6				
Créditos:	6				



## PRÁCTICA SOBRE ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNO Y DOS FACTORES EN UN PROCESO BIOTECNOLÓGICO. (ED1)

Nombre de la asignatura:	Diseño de experimentos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Análisis de varianza de uno y de dos factores		
Nombre de la práctica o proyecto:	Análisis de varianza de unos y dos factores en un proceso biotecnológico		
Número:	1 / 1	Duración (horas) :	2 HORAS
Resultado de aprendizaje:	* Realizar análisis de varianza de uno y dos factores de un proceso biotecnológico.		
Requerimientos (Material o equipo):	Cuaderno, libros especializados, computadora, acceso a internet, calculadora		

Actividades a desarrollar previo a la práctica:

1. Un estudio de genética con reses consistió en varios machos apareados con grupos separados hembras. Cuando nacían terneros, se usaban en un estudio de pesos hereditarios. En la siguiente tabla se presentan los pesos al nacer de ocho terneros de cada uno de los cinco grupos apareamiento.

Macho	Peso al nacer
177	61, 100, 56, 113, 99, 103, 75, 62
200	75, 102, 95, 103, 98, 115, 98, 94
201	58, 60, 60, 57, 57, 59, 54, 100
202	57, 56, 67, 59, 58, 121, 101, 101
203	59, 46, 120, 115, 115, 93, 105, 75

- a. Suponga un modelo aleatorio para este estudio. Escriba el modelo lineal, explique cada término calcule el análisis de varianza y muestre los cuadrados medios esperados.
- b. Estime las componentes de la varianza para machos y progenie dentro de los machos y determine intervalos de confianza estimados de 90%.
- c. Pruebe la hipótesis nula  $H_0: \sigma^2 = 0$  para los machos.
- d. Estime los coeficientes de correlación intraclases y obtenga el intervalo de confianza estimado de 90%

2. Piense en problemas de investigación en su área de interés donde pueda realizar un muestreo aleatorio de los tratamientos en el estudio de una población grande de tratamientos.

- Describa un estudio en particular que pueda realizar.
- Describa cómo realizaría el estudio.
- Escriba el modelo lineal para su estudio; identifique los términos, y elabore la tabla de análisis de varianza mostrando fuentes de variación, grados de libertad y cuadrados medios esperados.
- Explique por qué sería importante conocer la magnitud de las componentes de la varianza entre grupos y dentro de los grupos.
- Describa cómo usaría las estimaciones de las componentes de la varianza.
- ¿Qué suposiciones tendrá que hacer sobre su estudio para tener inferencias válidas a partir de sus estimaciones de las componentes de la varianza?

Un científico de suelos estudio el crecimiento de plantas de cebada en tres niveles diferentes de salinidad en un medio controlado. Tenía dos contenedores replica de cada tratamiento, en un diseño totalmente aleatorizado y midió tres plantas de cada replica. Los pesos en seco de las plantas, en gramos, son los siguientes:

Salinidad	Contenedor	Peso (g)
Control	1	11.29, 11.08, 11.10
	2	7.37, 6.55, 8.50
6 barras	3	5.64, 5.98, 5.69
	4	4.20, 3.34, 4.21
12 barras	5	4.83, 4.77, 5.66
	6	3.28, 2.61, 2.69

- Escriba un modelo lineal para un análisis de datos, explique los términos, calcule el análisis de varianza y muestre los cuadrados medios esperados.
- Pruebe la hipótesis de que no hay diferencia entre las medias de los niveles salinos.
- Calcule el error estándar de una media de nivel salino.
- Haga una partición de las sumas de cuadrados para la salinidad en dos sumas de cuadrados polinomiales ortogonales (lineal y cuadrática), cada una con 1 grado de libertad y pruebe la hipótesis nula de que no hay regresión lineal o cuadrática.
- Suponga que los costos relativos,  $C_1:C_2$ , son 10:0.1, donde  $C_1$  es el costo de preparar y mantener un contenedor replica y  $C_2$  es el costo de medir los pesos en un contenedor. ¿Cuántos contenedores replica y plantas por contenedor serán necesarias para lograr un error estándar de 0.75 para la media de un tratamiento?

4. En un hospital se hace un experimento para comprobar el efecto de determinado tipo de fármaco (A o B) en el tiempo de recuperación del paciente. Se supone que dicho tiempo depende considerablemente del nivel de glucosa del paciente ( $g < 120 \text{mg/l}$ ,  $g \geq 120 \text{mg/l}$ ), por lo que se considera como factor a tener en cuenta. Para estudiar dicho efecto, se realizó un experimento con 24 pacientes dividiéndolos a partes iguales en cada posible grupo, obteniendo las siguientes medias en cada grupo:

Fármaco	$g < 120 \text{mg/l}$	$g \geq 120 \text{mg/l}$
A	11.47	11.49
	14.23	13.62
	11.07	8.73
	10.86	10.94
	12.89	9.94
	9.54	10.87
B	10.72	13.05
	15.29	13.81
	15.71	13.25
	10.56	12.36
	12.93	14.65
	13.80	13.13

Suponiendo igualdad de varianzas, normalidad e independencia:

- Estudiar los posibles efectos que tengan ambos factores en el tiempo de recuperación de los pacientes, sin descartar la posible interacción entre fármaco y nivel de glucosa.
- Calcular intervalos de confianza para los tiempos medios de recuperación de pacientes tratados con el fármaco A y B, respectivamente.
- Calcular un intervalo de confianza para la varianza del error.

5. Realizar un análisis adecuado, interpretando las salidas adjuntas considerando que a fin de investigar el efecto del fármaco Rhitalin sobre los niños hiperactivos se tomó una muestra de 4 niños para cada uno de los cruces de los dos siguientes factores: Tipo de niño (normal e hiperactivo) y medicamento administrado (Placebo y Rhitalin). Para cada niño se midió un índice de actividad, obteniéndose los siguientes datos:

Tipo de niño	Placebo	Rhitalin
Normal	50	67
	45	60
	55	58
	52	65
Hiperactivo	70	51
	72	57
	68	40
	75	55

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

- EP2. Problemario de modelos estadísticos con ejercicios de Análisis de Varianza de uno y dos factores.
- ED1.- Práctica sobre análisis de varianza de uno y dos factores en un proceso biotecnológico.



Subsistema de Universidades  
**Politécnicas**

## PROBLEMARIO DE MODELOS ESTADÍSTICOS CON EJERCICIOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNO Y DOS FACTORES (EP2)

Nombre de la asignatura:	Diseño de experimentos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Análisis de varianza de uno y de dos factores		
Nombre de la práctica o proyecto:	Análisis de varianza de unos y dos factores en un proceso biotecnológico		
Número:	1 / 1	Duración (horas) :	2 HORAS
Resultado de aprendizaje:	* Realizar análisis de varianza de uno y dos factores de un proceso biotecnológico.		
Requerimientos (Material o equipo):	Cuaderno, libros especializados, computadora, acceso a internet, calculadora		

Actividades a desarrollar previo a la práctica:

1.- Se están comparando tres soluciones de lavado diferentes a fin de estudiar su efectividad para retardar el crecimiento de bacterias en contenedores de leche de 5 galones. El análisis se hace en un laboratorio y sólo pueden realizarse tres ensayos en un día. Puesto que los días podrían representar una fuente potencial de variabilidad, el experimentador decide usar un diseño de bloques aleatorizados. Se hacen observaciones en cuatro días, cuyos datos se muestran enseguida. Analizar los datos de este experimento (utilizar  $\alpha=0.05$ ) y sacar las conclusiones apropiadas.

Solución	Días			
	1	2	3	4
1	13	22	18	39
2	16	24	17	44
3	5	4	1	22

2. Un químico quiere probar el efecto de cuatro agentes químicos sobre la resistencia de un tipo particular de tela. Debido a que podría haber variabilidad de un rollo de tela a otro, el químico decide usar un diseño de bloques aleatorizados, con los rollos de tela considerados como bloques. Selecciona

cinco rollos y aplica los cuatro agentes químicos de manera aleatoria a cada rollo. A continuación se presentan las resistencias tensión resultantes. (a) Analizar los datos de este experimento (utilizar  $\alpha = 0.05$ ) y sacar las conclusiones apropiadas. (b) Suponiendo que los tipos de agentes químicos y los rollos de tela son fijos, estimarlos parámetros del modelo  $T_{ij}$  y  $\alpha_j$ . (c) Suponga que falta la observación del agente químico 2 y el rollo 3 en el problema. Analizar el problema estimando el valor faltante. Realizar el análisis exacto y comparar los resultados.

Agente Químico	Rollo				
	1	2	3	4	5
1	73	68	74	71	67
2	73	67	75	72	70
3	75	68	78	73	68
4	73	71	75	75	69

3. Se hace un estudio sobre la efectividad de 3 marcas de atomizador para matar moscas. Para ello, cada atomizador se aplica a un grupo de 100 moscas, y se cuenta el número de moscas muertas (Expresada en porcentaje). Se hicieron 6 replicas, pero estas se hicieron en días diferentes, por ello se sospecha que puede haber algún efecto importante debido a esta fuente de variación. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Suponiendo un (DBCA) Diseño de Bloques Completos al Azar formule la hipótesis adecuada utilice  $\alpha = 0.5$

	Tratamientos						b ó j=	3
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
Bloque 1	75	65	67	75	62	73	t ó i=	6
Bloque 2	55	59	68	70	53	50		
Bloque 3	64	74	61	58	51	69		

4. Se tienen tres especies de cítricos a los cuales se mide la razón entre el área de las hojas y el peso seco, bajo 3 condiciones de sombra (sol, semisombra y sombra). Datos provenientes de Snedecor, Cochran (1989) Statistical Methods, 8th Ed. Iowa State Press. Página 256.

Suponiendo un (DBCA) Diseño de Bloques Completos al Azar formule la hipótesis adecuada utilice  $\alpha = 0.5$

Sombra	ESPECIE		
	Naranja Shamouti	Pomelo Marsh	Mandarina Clementine
Sol	112	90	123
Semisombra	86	73	89
Sombra	80	62	81

5. Se Realizó un experimento para probar el efecto de suministrar diferentes niveles de energéticos suministrados a diferentes dietas a base de sorgo, en el consumo de alimento para pollos abarca desde los 5 días de edad hasta las 8 semanas. Para ello se utilizaron 160 pollos de 5 líneas comerciales mismas que constituyeron los bloques; dentro de los cuales, fueron distribuidos los tratamientos; entonces cada grupo de 8 pollos constituyó una unidad experimental, obteniéndose la siguiente información.

Suponiendo un (DBCA) Diseño de Bloques Completos al Azar formule la hipótesis adecuada utilice  $\alpha=0.5$

	Tratamientos				b ó j=	5
	T1	T2	T3	T4		
Bloque 1	4,268	4,482	4,699	4,549	t ó i=	4
Bloque 2	4,500	4,500	4,880	4,750		
Bloque 3	4,300	4,250	4,500	4,480		
Bloque 4	4,250	4,290	4,470	4,420		
Bloque 5	4,220	4,200	4,450	4,300		

6. Los datos que se presentan a continuación son rendimientos (en toneladas por hectárea) de un pasto con 3 niveles de fertilización nitrogenado. El diseño fue aleatorizado, con 5 repeticiones por tratamiento.

Contrastar la hipótesis si con  $\alpha=0.01$  y tomar decisión.

Bloques	Niveles De Nitrógeno			b ó j= 5	t ó i= 3
	1	2	3		
1	14.823	25.151	32.605	b ó j= 5	t ó i= 3
2	14.676	25.401	32.46		
3	14.72	25.131	32.256		
4	14.514	25.031	32.669		
5	15.065	25.277	32.111		

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

EP2. Problemario de modelos estadísticos con ejercicios de Análisis de Varianza de uno y dos factores.



Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**

**PROBLEMARIO DE PARCELAS DIVIDIDAS Y CUADRADOS LATINOS APLICANDO EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO. (EP2)**

Logotipo de  
la  
Universidad

Nombre de la asignatura:	Diseño de experimentos																															
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Bloques aleatorizados, parcelas divididas, cuadrados latinos y diseños relacionados.																															
Nombre de la práctica o proyecto:	Análisis de varianza de unos y dos factores en un proceso biotecnológico																															
Número:	1 / 1	Duración (horas) :	2 HORAS																													
Resultado de aprendizaje:	* Elaborar un análisis estadístico de diseño de bloques completos aleatorizados en un proceso biotecnológico.																															
Requerimientos (Material o equipo):	Cuaderno, libros especializados, computadora, acceso a internet, calculadora																															
Actividades a desarrollar previo a la práctica:																																
1. Se probaron 4 raciones alimenticias para pollos, criados en jaula tipo batería de 4 pisos (filas) y 4 casilleros (columnas). La variable analizada fue: Peso del pollo (kg.) a las 8 semanas de edad.																																
<table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">Pisos</th><th colspan="4">Casilleros</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.40(A)</td><td>1.38(B)</td><td>1.40(C)</td><td>1.60(D)</td></tr><tr><td>2</td><td>1.35(B)</td><td>1.28(A)</td><td>1.45(D)</td><td>1.62(C)</td></tr><tr><td>3</td><td>1.38(C)</td><td>1.40(D)</td><td>1.42(B)</td><td>1.63(A)</td></tr><tr><td>4</td><td>1.39(D)</td><td>1.39(C)</td><td>1.40(A)</td><td>1.60(B)</td></tr></tbody></table>				Pisos	Casilleros				1	2	3	4	1	1.40(A)	1.38(B)	1.40(C)	1.60(D)	2	1.35(B)	1.28(A)	1.45(D)	1.62(C)	3	1.38(C)	1.40(D)	1.42(B)	1.63(A)	4	1.39(D)	1.39(C)	1.40(A)	1.60(B)
Pisos	Casilleros																															
	1	2	3	4																												
1	1.40(A)	1.38(B)	1.40(C)	1.60(D)																												
2	1.35(B)	1.28(A)	1.45(D)	1.62(C)																												
3	1.38(C)	1.40(D)	1.42(B)	1.63(A)																												
4	1.39(D)	1.39(C)	1.40(A)	1.60(B)																												
a) Presente el modelo aditivo lineal																																
b) Realice la prueba de hipótesis correspondiente. Use $\alpha=0.05$																																
c) Realice la prueba de Duncan para comparar si existe diferencias entre los tratamientos en estudio. Use $\alpha=0.05$																																
d) Realice la prueba de Tukey para comparar si existe diferencia entre el tratamiento A y B. Use $\alpha=0.05$																																
e) Realice la prueba DLS para comparar si existe diferencia entre el tratamiento C y D. Use $\alpha=0.01$																																
f) Utilice la prueba T para comparar si el peso promedio utilizando el tratamiento C es menor al peso promedio usando el tratamiento B. Use $\alpha=0.05$																																



2 Se tiene un experimento para observar el rendimiento de 5 variedades de garbanzo (A, B, C, D, E). Las filas fueron definidas como niveles de riego ( $\text{cm}^3/\text{parcela}$ ). Las columnas fueron definidas como gradiente de fertilidad del suelo.

Nivel de riego	Gradiente de fertilidad									
	1		2		3		4		5	
1	B	65	C	80	A	55	E	83	D	80
2	C	95	A	60	E	94	D	95	B	62
3	A	63	E	98	D	79	B	69	C	100
4	E	97	D	94	B	46	C	71	A	42
5	D	76	B	54	C	86	A	36	E	96

3. Un investigador quiere evaluar la productividad de cuatro variedades de aguacate y decide realizar el ensayo en un terreno que posee un gradiente de pendiente de oriente a occidente y además, diferencias en la disponibilidad de nitrógeno de norte a sur, para controlar los efectos de la pendiente y la disponibilidad de nitrógeno, utilizó un diseño de cuadrado latino, las variedades son: A, B, C y D, (los datos corresponden a la producción en  $\text{kg}/\text{parcela}$ ).

Disponibilidad de nitrógeno	Gradiente (pendiente)							
	1		2		3		4	
1	D	785	A	730	C	700	B	595
2	A	855	B	775	D	760	C	710
3	C	950	D	885	B	795	A	780
4	B	945	C	950	A	880	D	835

4. Se realizó un experimento con sorgo, utilizando un diseño de parcelas divididas con dos factores de tratamiento: densidad de población de plantas e híbrido. Las parcelas completas se usaron para los cuatro niveles de densidad de población: 10, 15, 25 y 40 plantas por metro de fila. Había tres híbridos asignados al azar a las subparcelas de cada parcela. Los datos señalados en la tabla son los pesos de la semilla por planta, en gramos.

a. Escriba un modelo lineal para este experimento, explique los términos y calcule el análisis de varianza para los datos.

b. Construya una tabla de medias de celdas y medias marginales para este experimento y calcule los errores estándar estimados para la tabla de medias.

Peso de semillas ( g ) de una prueba con sorgo

Híbrido	Bloque	Plantas por metro de fila			
		10	15	25	40
TAM 680	1	40.7	24.2	16.1	11.2
	2	37.8	44.4	17.6	12.7
	3	32.9	27.8	19.9	14.5
	4	43.1	34.1	20.1	15.4
RS 671	1	39.4	31.3	17.9	14.8
	2	47.8	34.5	30.5	17.3
	3	44.4	25.6	22.5	17.7
	4	49	50.4	25.2	18.7
Tx 399	1	68.7	26.2	20.5	18.9
Tx X 253	2	56.2	48.1	28.2	26.2
	3	44.8	41.1	30	19.2
	4	59.3	46	24.7	22

c. Calcule los errores estándar estimados para las diferencias de dos medias observadas:

i) para híbridos.

ii) para poblaciones de plantas.

iii) para dos híbridos de la misma población de plantas.

d. Pruebe las hipótesis para los efectos de interacción y principales, suponga efectos fijos para los híbridos y las poblaciones de plantas.

e. Calcule la eficiencia relativa de este diseño de parcelas divididas para los tratamientos de subparcelas y parcelas con respecto al diseño de bloques completo aleatorizado normal e interprételo.

f. Obtenga una partición de suma de cuadrados para la población de plantas y la suma de cuadrados de la interacción con las particiones de regresión polinomial adecuadas e intérprete los resultados. Los coeficientes para las particiones lineal, cuadrática y cúbica para los cuatro niveles de plantas por metro se muestran a continuación.

Plantas	10	15	25	40
<i>Lineal</i>	-0.546	0.327	0.109	0.764
<i>Cuadrática</i>	0.513	0.171	0.741	0.399
<i>Cúbica</i>	-0.435	0.783	0.435	0.087

5. Se realizó un experimento de parcelas divididas en un diseño totalmente aleatorizado con tratamientos de parcelas completas como un factorial de  $2 \times 2$  (factores A y B) y los tratamientos de las subparcelas como tres niveles del factor C, había cuatro réplicas de las unidades experimentales. Suponga que todos los tratamientos eran fijos.

a. Escriba un modelo lineal para el experimento. Identifique cada componente del modelo y muestre los intervalos numéricos en el subíndice.

b. Describa la tabla de análisis de varianza, muestre las fuentes de variación, los grados de libertad y los cuadrados medios esperados.

6. Un investigador de ciencias alimentarias desea realizar un experimento para evaluar el efecto de las condiciones de almacenamiento en frío sobre la calidad del alimento. Los dos factores de tratamiento que usara son la temperatura de almacenamiento y el material de los contenedores. El producto alimenticio se colocara en uno de los contenedores y se almacenará en una cámara de control de temperatura durante un periodo fijo luego del cual se medirán varias condiciones físicas y de calidad del producto en cada contenedor. El investigador tiene tres pequeñas cámaras de control de temperatura disponibles para el experimento, las temperaturas de almacenamiento son 2, 4 y 8°C. Existen cuatro tipos de contenedores para el estudio: plástico sellado, cartón encerado sellado, cartón sellado y un contenedor sin sellar como control. Cuenta con cuatro posiciones en el centro de la cámara donde puede colocar los contenedores. Dibuje un diagrama de un plan para el experimento de manera que el investigador pueda tener tres réplicas del mismo. Utilice la siguiente guía para construir su diagrama.

a. Use etiquetas I, II y III para identificar las tres cámaras de temperatura y etiquetas a, b, c y d para identificar las cuatro posiciones dentro de cada cámara.

b. Muestre el tipo de contenedor (C1, C2, C3 o C4) asignado a cada posición en cada cámara, lo mismo que la temperatura (2°, 4°, 8°) asignada a la cámara, para las tres replicas en su diagrama.

c. Muestre el esquema de aleatorización que uso en la asignación del inciso b).

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

EP1. Problemario con ejercicios de bloques aleatorizados y completos en un proceso biotecnológico.



Subsistema de  
**Universidades  
Politécnicas**

## PROBLEMARIO DE LAS SUPERFICIES DE RESPUESTAS Y MÍNIMOS CUADRADOS (EP1)

Logotipo de  
la  
Universidad

Nombre de la asignatura:	Diseño de experimentos		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Ajuste de modelos de regresión y superficies de respuesta.		
Nombre de la práctica o proyecto:	Análisis de varianza de unos y dos factores en un proceso biotecnológico		
Número:	1 / 1	Duración (horas) :	2 HORAS
Resultado de aprendizaje:	* Plantear diseños de experimentos para ajustar superficies de respuesta. * Emplear los mínimos cuadrados como un método de optimización en un proceso biotecnológico.		
Requerimientos (Material o equipo):	Cuaderno, libros especializados, computadora, acceso a internet, calculadora		

### **DESARROLLO**

- Se realizó un experimento de parcelas divididas en un diseño totalmente aleatorizado con tratamientos de parcelas completas como un factorial de  $2 \times 2$  (factores A y B) y los tratamientos de las subparcelas como tres niveles del factor C, había cuatro réplicas de las unidades experimentales. Suponga que todos los tratamientos eran fijos.
  - Escriba un modelo lineal para el experimento. Identifique cada componente del modelo y muestre los intervalos numéricos en el subíndice.
  - Describa la tabla de análisis de varianza, muestre las fuentes de variación, los grados de libertad y los cuadrados medios esperados.
- Suponga que los tratamientos de parcelas completas descritos en el ejercicio 1 se arreglaron en un diseño de cuadrado latino. Repita los incisos a) y b) para este caso.
- Suponga que los tratamientos de subparcelas del ejercicio 1 eran un arreglo factorial de  $3 \times 3$  de los factores C y D con el resto de las condiciones iguales. Repita los incisos a) y b) para este caso.
- Un investigador especialista en una compañía de productos del mar investigó el crecimiento de bacterias en ostiones y mejillones sujeto a tres temperaturas de almacenamiento. Disponía de nueve unidades de almacenamiento en frío, de las que se seleccionaron

tres unidades al azar para usar con cada nivel de temperatura. Los ostiones y los mejillones se almacenaron durante dos semanas en cada unidad, al cabo de dos semanas se hizo una cuenta de bacterias de una muestra de ostiones y mejillones. Al final de ejercicio se muestra el logaritmo de la cuenta, de bacterias para cada muestra.

- El investigador pudo tener tres réplicas para el estudio con solo tomar tres muestras aleatorias década alimento en una unidad de almacenamiento con una temperatura. De esta manera, solo habría necesitado tres unidades de almacenamiento. Para el estudio, una para cada temperatura. Explique las posibles dificultades del estudio si lo hubiera realizado de esta manera.
- ¿Hay un incremento significativo en el crecimiento bacterial cuando aumenta la temperatura? Justifique su respuesta.
- Existe una interacción significativa entre el tipo de alimento y el aumento (si lo hay) en el crecimiento de bacterias con la temperatura? Justifique su respuesta.
- Escriba un modelo lineal para su análisis, establezca las suposiciones y explique los términos.
- Determine si sus suposiciones sobre el modelo lineal son correctas para los datos.

Unidad de enfriamiento	Temperatura tCJ	Marisco*	log(cuenta)
1	0	1	3.6882
1	0	2	0.3565
2	0	1	1.8275
2	0	2	1.7023
3	0	1	5.2327
3	0	2	4.5780
4	5	1	7.1950
4	5	2	5.0169
5	5	1	9.3224
5	5	2	7.9519
6	5	1	7.4195
6	5	2	6.3861
7	10	1	9.7842
7	10	2	10.1352
8	10	1	6.4703
8	10	2	5.0482
9	10	1	9.4442
9	10	2	11.0329

\*1 – ostiones, 2 – mejillones

5. Un experimento de parcelas divididas en un diseño de bloques completo aleatorizado evaluados efectos de las tasas de nitrógeno, agua y fósforo sobre la eficiencia del uso del agua en un cultivo de maíz dulce con irrigación por goteo. Dos tasas de fósforo ( $P_1 = 0$  y  $P_2 = 245$  lb  $P_2O_5$ /acre) se asignaron al azar a parcelas completas en un diseño de bloques completo aleatorizado. Los tratamientos del factorial de  $3 \times 3$  de nitrógeno (0, 130, y 260 lb N/acre) y agua (16, 22 y 28 pulgadas) se asignaron en forma aleatoria a las parcelas principales. Los datos mostrados en la tabla se refieren a la eficiencia en el uso del agua para cada parcela.
- Escriba un modelo lineal para el experimento, explique los términos y realice el análisis de varianza para los datos.
  - Construya una tabla de medias de celdas y medias marginales para este experimento y calcule los errores estándar estimados para la tabla de medias.
  - Calcule los errores estándar estimados para las diferencias entre dos medias observadas para:
    - las tasas de fósforo.
    - los niveles de agua.
    - las tasas de nitrógeno.
    - el agua por medias de celdas de nitrógeno.
  - Pruebe las hipótesis para todas las interacciones y efectos principales e interprete los resultados.
  - Realice las particiones de sumas de cuadrados para agua y nitrógeno en particiones de regresión polinomial y cuadrática que incluyan la interacción. Interprete los resultados; use una gráfica de las medias observadas para ayudarle en la interpretación.

Agua	Nitrógeno	Bloque 1		Bloque 2	
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
16	0	8.1	9.7	8.6	15.5
	130	36.0	34.2	34.5	33.1
	260	34.6	34.0	40.7	39.3
22	0	10.0	6.2	5.1	10.9
	130	21.5	19.7	19.9	21.9
	260	30.7	28.9	26.4	25.7
28	0	10.6	6.3	4.5	10.4
	130	19.4	19.7	21.7	19.9
	260	23.2	23.0	19.4	23.2

Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:

EP1. Problemario de las superficies de respuestas y mínimos cuadrados utilizados en el proceso biotecnológico.



# **Instrumentos de Evaluación**

ORIGINAL

Contiene los siguientes instrumentos de evaluación sumativa:

* Lista de cotejo para reporte de investigación de los componentes de la varianza.	EP1, UA1
*Guía de observación para estudio de caso.	ED1, UA1
* Lista de cotejo para problemario con ejercicios de análisis de varianza de uno y dos factores.	EP2, UA1
*Lista de cotejo para problemario de bloques aleatorizados en los diferentes diseños aplicando el análisis estadístico.	EP1, UA2
* Lista de cotejo para problemario de parcelas divididas y cuadrados latinos aplicando el análisis estadístico.	EP2, UA2
*Cuestionario para principios básicos de los diseños factoriales.	EC1, UA3
* Rúbrica para cuadro comparativo de los diseños factoriales.	EP1, UA3
*Lista de cotejo para problemario de las superficies de respuestas y mínimos cuadrados.	EP1, UA4





Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

LISTA DE COTEJO PARA REPORTE DE  
INVESTIGACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA  
VARIANZA (EP1)

Logotipo de  
la  
Universidad

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> I Análisis de Varianza de uno y de dos factores.			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Portada: Logo de la UP, nombre de la asignatura, nombre del alumno, identificación del reporte, fecha de entrega, grupo.			
20%	Identifica los elementos que integran a un análisis de varianza.			
20%	Describe los componentes de los modelos estadísticos de una análisis de varianza de uno y dos factores			
10%	Menciona ejemplos de los análisis de varianza de uno y dos factores.			
20%	Concluye sobre los casos de aplicación del análisis de varianza.			
10%	El contenido de la investigación documental está organizado de forma lógica.			
5%	Bibliografía: Menciona la bibliografía consultada.			
10%	El reporte está ordenado, limpio y sin faltas de ortografía			

Nombre y firma del Profesor



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

## GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA PRÁCTICA SOBRE ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNO Y DOS FACTORES EN UN PROCESO (ED1)

Logotipo de  
la  
Universidad

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> I Análisis de Varianza de uno y de dos factores.			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

### INSTRUCCIONES

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Llega puntual a la práctica			
10%	Concluye la práctica en el tiempo establecido entregando su área limpia y ordenada.			
10%	Es ordenado durante la realización de la práctica.			
75%	Realiza el análisis de varianza de uno y dos factores en un proceso con las características establecidas.			
100%	<b>CALIFICACIÓN:</b>			

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del Profesor



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

**LISTA DE COTEJO PARA PROBLEMARIO CON  
EJERCICIOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNO  
Y DOS FACTORES (EP2)**

Logotipo de  
la  
Universidad

**ASIGNATURA:** DIE-ES

**FECHA:**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** I Análisis de Varianza de uno y de dos factores.

**MATRICULA :**

**CUATRIMESTRE:**

**ALUMNO:**

**GRUPO:**

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Cumple con la portada, buena presentación, orden y limpieza.			
15%	Identificación de datos útiles para el proceso de solución.			
20%	Aplicación adecuada de fórmulas y tablas.			
20%	Secuencia lógica de la solución.			
20%	Resultados correctos.			
20%	Interpretación de los resultados.			

\_\_\_\_\_  
**Nombre y firma del Profesor**



Subsistema de  
Universidades  
Politécnicas

**LISTA DE COTEJO PARA RESOLUCIÓN DE  
PROBLEMARIO CON EJERCICIOS DE BLOQUES  
ALEATORIZADOS EN LOS DIFERENTES DISEÑOS  
APLICANDO EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO. (EP1)**

Logotipo de  
la  
Universidad

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> II. Bloques aleatorizados, parcelas divididas, cuadrados latinos y diseños relacionados.			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Cumple con la portada, buena presentación, orden y limpieza.			
15%	Identificación de datos útiles para el proceso de solución.			
20%	Aplicación adecuada de fórmulas y tablas.			
20%	Secuencia lógica de la solución.			
20%	Resultados correctos.			
20%	Interpretación de los resultados.			

Nombre y firma del Profesor



**LISTA DE COTEJO PARA PROBLEMARIO DE  
PARCELAS DIVIDIDAS Y CUADRADOS LATINOS  
APLICANDO EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO. (EP2)**

Logotipo de  
la  
Universidad

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> II. Bloques aleatorizados, parcelas divididas, cuadrados latinos y diseños relacionados.			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Cumple con la portada, buena presentación, orden y limpieza.			
15%	Identificación de datos útiles para el proceso de solución.			
20%	Aplicación adecuada de fórmulas y tablas.			
20%	Secuencia lógica de la solución.			
20%	Resultados correctos.			
20%	Interpretación de los resultados.			

\_\_\_\_\_  
**Nombre y firma del Profesor**

**CUESTIONARIO PARA PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS DISEÑOS  
FATORIALES. (EC1)**

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> III. Diseño 2k y factoriales fraccionados			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

**Resolver las siguientes preguntas:**

1. Un psicólogo está interesado en determinar el efecto de la motivación y el estrés en el rendimiento escolar. Ocho alumnos son asignados aleatoriamente a las condiciones experimentales y obtienen las puntuaciones en el examen que se detalla en la siguiente tabla. El estrés se manipula mediante la administración de dos tipos de fármacos distintos (en un caso, un ansiolítico y en el otro un tranquilizante) y la motivación recompensado económicamente a la condición  $b_2$ .

**(B) Motivación**

		$b_1$ <i>Baja</i>	$b_2$ <i>Alta</i>
<b>(A)</b> Estrés	$a_1$ <i>Bajo</i>	10	38
	$a_2$ <i>Alto</i>	16	21
		14	17

I) ¿Cuál(es) será(n) la(s) variable(s) dependiente(s)?

- A) El rendimiento escolar.
- B) Las combinaciones de rendimiento y estrés.
- C) Los niveles de estrés.

II). La(s) variable (s) independiente(s) de este diseño:

- A) La motivación y el estrés.
- B) La motivación.
- C) El estrés.
- D) El rendimiento.

III). Es un diseño:

- a) Factorial 2 x 2.
- b) Factorial 3 x 2.
- c) MANOVA.
- d) De medidas repetidas en factor A.

IV) La metodología del diseño puede definirse como:

- a) Cuasi-experimental.
- b) No experimental.
- c) De medidas repetidas en el factor A.
- d) Experimental

V) La suma de cuadrados del factor A:

- a) 142
- b) 72
- c) 392
- d) No se puede responder a la pregunta.

VI) La suma de cuadrados del factor B:

- A) 392
- B) 222
- C) 8
- D) No se puede responder a la pregunta.

VII) El efecto del grupo  $\alpha_2\beta_2$ :

- A) -5
- B) 4
- C) -4
- D) No se puede responder a la pregunta.

VIII) ¿Existen diferencias significativas en el término de la interacción?

- A) No,  $F_{AB 2, 20} = 180; p < 0,05$ .
- B) Sí,  $F_{AB 2, 174} = 10,080; p < 0,05$ .
- C) Sí,  $F_{AB 1, 179} = 21,000; p < 0,05$ .
- D) No se puede responder a la pregunta.

2) Los datos siguientes proceden de una investigación que se plantea constatar un efecto de interacción entre los factores A y B. Se trata de un diseño factorial completamente cruzado con 33 sujetos por combinación ( $n_{ij}=33$ ), donde a cada sujeto se le mide una sola vez

EFFECTOS	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	
$\hat{\alpha}_1$	-11	12		1
$\hat{\alpha}_2$				
	3	4		$\bar{Y} = 25$

$$SC_{\text{error}} = 42874$$

$$n_{ij} = 33$$

I) ¿Cuántos sujetos reciben la condición a1?

- A) 99.
- B) 33.
- C) 66.
- D) No se puede responder a la pregunta.

II) ¿Cuántos sujetos reciben la condición b2?

- A) 33.
- B) 99.
- C) 66.
- D) No se puede responder a la pregunta.

III) ¿Cuál es el valor de  $\beta_3$ ?

- A) 7.
- B) 32.
- C) -7.
- D) No se puede responder a la pregunta.

IV) ¿Cuál es el valor de  $\alpha_2\beta_3$ ?

- A) 1.
- B) 0.
- C) 8.
- D) No se puede responder a la pregunta.

V) ¿Cuál será la **media** de la condición a<sub>1</sub>?

- A) 18.
- B) 25.
- C) 29.
- D) No se puede responder a la pregunta.



VI) ¿Cuál será la media de la combinación de  $a_1b_2$ ?

- A) 30.
- B) 25.
- C) 42.
- D) No se puede responder a la pregunta.

VII) ¿La suma de cuadrados de  $B$ ?

- A) 198.
- B) 17556.
- C) 4884.
- D) No se puede responder a la pregunta.

VIII) ¿Hay diferencias estadísticamente significativas en el factor  $A$ ?

- A) Sí,  $F_{A(1, 197)} = 198,000$ ;  $p > 0,05$ .
- B) Sí,  $F_{A(2, 197)} = 10,936$ ;  $p < 0,05$ .
- C) No,  $F_{A(1, 192)} = 0,887$ ;  $p > 0,05$ .
- D) No se puede responder a la pregunta.

IX) ¿Confirman los análisis de la varianza que se ha producido un efecto de interacción?

- A) No,  $F_{A \times B(1, 197)} = 0,268$ ;  $p > 0,05$ .
- B) Sí,  $F_{A \times B(1, 192)} = 223,302$ ;  $p < 0,05$ .
- C) Sí,  $F_{A \times B(2, 192)} = 39,310$ ;  $p < 0,05$ .
- D) No se puede responder a la pregunta.

---

Nombre y firma del Profesor



## RÚBRICA PARA CUADRO COMPARATIVO DE LOS DISEÑOS FACTORIALES. (EP1)

ASIGNATURA: DIE-ES		FECHA:	
UNIDAD DE APRENDIZAJE: III. Diseño 2k y factoriales fraccionados.			
MATRICULA:		GRUPO:	
ALUMNO:		CUATRIMESTRE:	

Logotipo de  
la  
Universidad

Aspecto a evaluar	Competente 10	Independiente 9	Básico avanzado 8	Básico umbral 7	Insuficiente NA
Análisis 45%	Identifica claramente los tipos de diseños factoriales, mencionando las diferencias en los componentes de sus modelos matemáticos así como las aplicaciones de cada uno de ellos.	Identifica claramente los tipos de diseños factoriales, mencionando las diferencias en los componentes de sus modelos matemáticos y menciona algunas de las posibles aplicaciones.	Identifica claramente los tipos de diseños factoriales, mencionando las diferencias en los componentes de sus modelos matemáticos.	Identifica los tipos de diseños factoriales, mencionando algunas de las diferencias en los componentes de sus modelos matemáticos.	No diferencia entre los distintos tipos de diseños factoriales ni entre sus modelos matemáticos. No identifica la aplicación de los mismos.
Información acorde al contenido 30%	Toda la información presentada es clara, precisa, correcta y relevante.	La mayor parte de la información en el trabajo está presentada de manera clara, precisa y correcta.	La mayor parte de la información en el trabajo está presentada de manera clara, precisa, pero no es siempre correcta y relevante.	Existen varios errores de información, y ésta no queda siempre clara.	La información que presenta no es correcta. Hace comparaciones falsas.
Calidad gramatical 15%	La redacción es apropiada y la ortografía es correcta.	El trabajo está bien escrito, pero hay algunos errores de gramática que no dificultan la comprensión.	Demuestra cierto dominio de las reglas gramaticales, pero hay varios errores que dificultan la comprensión.	Carece del dominio de las reglas gramaticales y existen errores que impiden la comprensión del contenido.	El trabajo muestra graves faltas de ortografía y problemas de redacción.
Bibliografía 10%	Incluye tres o más referencias bibliográficas. Impresas y digitales.	Incluye dos referencias bibliográficas. Impresas y digitales.	Incluye una referencia bibliográfica. Impresas.	Incluye sólo referencias digitales.	No menciona bibliografía consultada.



**LISTA DE COTEJO PARA PROBLEMARIO DE LAS SUPERFICIES DE RESPUESTAS Y MÍNIMOS CUADRADOS (EP1)**

Logotipo de la Universidad

<b>ASIGNATURA:</b> DIE-ES		<b>FECHA:</b>	
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> IV. Ajuste de modelos de regresión y superficies de respuesta.			
<b>MATRICULA :</b>		<b>CUATRIMESTRE:</b>	
<b>ALUMNO:</b>		<b>GRUPO:</b>	

**INSTRUCCIONES**

Revisar los documentos o actividades que se solicitan y marque en los apartados "SI" cuando la evidencia a evaluar se cumple; en caso contrario marque "NO". En la columna "OBSERVACIONES" ocúpela cuando tenga que hacer comentarios referentes a lo observado.

Valor del reactivo	Característica a cumplir (Reactivo)	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
5%	Cumple con la portada, buena presentación, orden y limpieza.			
15%	Identificación de datos útiles para el proceso de solución.			
20%	Aplicación adecuada de fórmulas y tablas.			
20%	Secuencia lógica de la solución.			
20%	Resultados correctos.			
20%	Interpretación de los resultados.			

Nombre y firma del Profesor

## GLOSARIO

**Análisis de varianza:** Es una prueba que nos permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales.

**Aleatorización:** Consiste en la asignación al azar de los tratamientos en estudio a las unidades experimentales con el propósito de asegurar que un determinado tratamiento no presente sesgo. Por otro lado la aleatorización hace válidos los procesos de inferencia y las pruebas estadísticas.

**Aleatoriedad:** Es el orden en que se ejecutan las condiciones experimentales en el experimento. Bajo la aleatoriedad todos los tratamientos tiene la misma oportunidad de ser seleccionados. Es usada con el propósito de cancelar efectos de variables que no se están controlando (como efectos del ambiente en el que se realiza el experimento). La aleatoriedad cancela el efecto de factores que quizá no conocemos que están allí, incluso estos pueden estar cambiando sus niveles a medida que corremos el experimento. Cuando se conoce la fuente de variabilidad y se puede controlar, se usa una técnica llamada bloqueo.

**Bloqueo:** Es una técnica utilizada con el fin de aumentar la precisión del experimento. Se usa cuando se conoce la fuente de variabilidad y se puede controlar. Al controlarla se reduce la variabilidad introducida por esta fuente y se evita que esta influya en la respuesta cuando no se está interesado en el efecto de la misma. Un bloque es una porción del material experimental que debe ser más homogénea que el conjunto completo del material.

**Control Local (Control del error Experimental):** Consiste en tomar medidas dentro del diseño experimental para hacerlo más eficiente, de tal manera que pueda permitir la reducción del error experimental y así hacerla más sensible a cualquier prueba de significación.

**Covariable.** Si el factor nuisance es una propiedad cuantitativa de las unidades experimentales que puede ser medida antes de realizar el experimento (el tamaño de un fichero informático, la presión sanguínea de un paciente en un experimento médico o la acidez de una parcela de tierra en un experimento agrícola). El factor se denomina covariable y juega un papel importante en el análisis estadístico.

**Ensayo:** Procedimiento realizado para obtener una observación.

**Diseño del Experimento:** Se refiere al proceso de planear el experimento que se desea. Es la adquisición de los datos apropiadamente para analizarlos de manera estadística. Cuando se tiene un proceso para análisis, es importante definirlo correctamente y proceder a buscar el mejor diseño de experimentos, de manera que se le pueda sacar el mejor provecho a los datos colectados por medio del análisis estadístico. Las bases de un diseño de experimentos son: replicación, aleatoriedad y bloqueo.

**Factor bloque:** En algunos casos el factor nuisance puede ser fijado en distintos niveles, de modo que es posible controlar su efecto a esos niveles. Entonces la forma de actuar es mantener constante el nivel del factor para un grupo de unidades experimentales, se cambia a otro nivel para otro grupo y así sucesivamente. Estos factores se denominan *factores de bloqueo (factores-bloque)* y las unidades experimentales evaluadas en un mismo nivel del bloqueo se dice que pertenecen al mismo bloque. Incluso cuando el factor nuisance no es medible, a veces es posible agrupar las unidades experimentales en bloques de unidades similares: parcelas de tierra contiguas o períodos de tiempo próximos probablemente conduzcan a unidades experimentales más parecidas que parcelas o períodos distantes.

**Factores:** Los factores son las variables de interés para las cuales se quiere estudiar el impacto que tienen las mismas en la respuesta. Las variables temperatura y presión utilizadas para el ejemplo descrito en la definición de réplica, son los factores de interés en la experimentación. Estos se puede clasificar como variables controlables: que pueden a su vez clasificarse en variables cualitativas (tipo de material sujeto) y cuantitativas (temperatura y presión). Las variables no controlables afectan el experimento y en ocasiones no son tenidas en cuenta; estas son medibles mas no están bajo el control del experimentador (humedad, la cual se mide mas no se controla). Los factores también pueden ser clasificados de manera fija o aleatoria. Se clasifican de manera fija cuando los niveles del factor (en el caso de factor temperatura antes mencionado, sus niveles son 2: 100 °C y 200 °C) son los únicos niveles de interés; es decir que el rango experimental se abarca por completo con esos niveles. Los factores se clasifican de manera aleatoria, cuando los niveles del factor son una muestra que salen de una población mayor y se desea hacer inferencia en la población a partir de los niveles seleccionados.

**Fuente de variación:** Cualquier factor planificado o no que pueda contribuir a explicar la variabilidad en la respuesta

**Factor bloque:** En algunos casos el factor nuisance puede ser fijado en distintos niveles, de modo que es posible controlar su efecto a esos niveles. Entonces la forma de actuar es mantener constante el nivel del factor para un grupo de unidades experimentales, se cambia a otro nivel para otro grupo y así sucesivamente. Estos factores se denominan *factores de bloqueo (factores-bloque)* y las unidades experimentales evaluadas en un mismo nivel del bloqueo se dice que pertenecen al mismo bloque. Incluso cuando el factor nuisance no es medible, a veces es posible agrupar las unidades experimentales en bloques de unidades similares: parcelas de tierra contiguas o períodos de tiempo próximos probablemente conduzcan a unidades experimentales más parecidas que parcelas o períodos distantes.

**Factores “nuisance”:** son aquellas fuentes que no son de interés directo pero que se contemplan en el diseño para reducir la variabilidad no planificada.

**Grados de libertad:** Estos se refieren al número de términos independientes en un test particular. Teniendo  $n$  como el número de términos, los grados de libertad se calculan mediante  $n-1$ .

**Niveles:** Es el número de alternativas o ajustes para cada factor. La figura mostrada en la definición de replicación, ilustra los niveles para cada factor. En el caso de ese ejemplo en particular se tienen dos niveles para cada uno de los factores.

**Replicación o Repetición:** Es el número de ocasiones que se efectúa una misma condición experimental en la prueba o experimento que se está haciendo.

**Observación:** Resultado de medir cada una de las variables de respuesta, bajo las acción de uno de los tratamientos.

**Réplica:** Repetición del ensayo sobre una nueva unidad experimental que recibe el mismo tratamiento que la anterior.

**Ruido.** Si el experimentador está interesado en la variabilidad de la respuesta cuando se modifican las condiciones experimentales, entonces los factores nuisance son incluidos deliberadamente en el experimento y no se aísla su efecto por medio de bloques. Se habla entonces de *factores ruido*.

**Repetición:** Viene a ser la reproducción o réplica del experimento básico (asignación de un tratamiento a una unidad experimental). Las principales razones por las cuales es deseable la repetición son: Primero por que proporciona una estimación del error experimental, siendo tal estimación confiable a medida que aumenta el número de repeticiones, y segundo permite estimaciones más precisas del tratamiento en estudio.

**Unidad experimental:** Objeto (persona o cosa) sobre la cual se va a realizar la medición de las variables de respuesta, después de aplicar un tratamiento dado.

**Variables de salida:** Son las variables respuesta del experimento. La respuesta puede ser univariada (una sola salida de interés) o multivariada (múltiples salidas de interés). Estas pueden clasificarse en variables cualitativas y cuantitativas. Se clasifican como cualitativas cuando por ejemplo: se refiere a características, donde la respuesta es un sí o un no (cuando se desea saber si un producto es aceptable o no de acuerdo a características observadas, o cuando se tienen en cuenta las características de una persona para tomar una decisión). Se clasifican como cuantitativas cuando se mide algo numérico como la viscosidad, el lead time de los procesos, el tiempo, el peso etc.

**Variabilidad residual:** Variabilidad debida a factores aleatorios o no planificados en el experimento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Básica:**

Título: Diseño y Análisis de experimentos  
Autor: Douglas C. Montgomery  
Año 2007  
Editorial o referencia: Limusa Wiley  
Lugar y Año de la edición: 2002  
ISBN o registro: 9789681861568


Título: Diseño de Experimentos principios estadísticos de diseño y análisis de investigación  
Autor: Robert O. Kuehl  
Año 2009  
Editorial o referencia: Thomsom Learning  
Lugar y Año de la edición: México 2009.  
ISBN o registro: 9789706860484

Título: Análisis y Diseños de experimentos  
Autor: Humberto Gutiérrez Pulido  
Año 2007, 2da. Edición  
Editorial o referencia: McGraw-hill  
Lugar y Año de la edición: México 2007.  
ISBN o registro: 9701065263

### **Complementaria:**

Título: Estadística para Investigadores: diseño, investigación y descubrimiento.  
Autor: George E. Box  
Año: 2008  
Editorial o referencia: Editorial Reverte  
Lugar y año de la edición: Madrid  
ISBN o registro: 9788429150445

Título: Estadística para Ingenieros y científicos.  
Autor: Navidi, William.  
Año: 2006  
Editorial o referencia: McGraw Hill  
Lugar y año de la edición: México, 2006.  
ISBN o registro: 9701056299



Título: Probabilidad y Estadística para Ingeniería y ciencias  
Autor: Walpole, Ronald, Myers, Raymond H., Myers, Sharon L.  
Año: 2007.  
Editorial o referencia: Pearson Educación  
Lugar y año de la edición: México, 2007.  
ISBN o registro: 9702609364

ORIGINAL