

DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS

CÓDIGO: 761067M

Johan Steven Aparicio

Escuela de Estadística
Facultad de Ingeniería
johan.aparicio@correounivalle.edu.co

Universidad del Valle

Abril, 2022



Tabla de Contenido

- 1 Ronald Fisher
- 2 Introducción
 - ¿Qué es un experimento?
 - Diseño y Análisis de Experimentos
 - Objetivos de la Experimentación
- 3 Definición de términos
- 4 Principios básicos
- 5 Factores de éxito
- 6 Tarea

Entre 1843 y 1856 *Lawes and Gilbert* establecieron nueve experimentos a largo plazo, de los cuales fue abandonado solo uno, en 1878. Algunas condiciones de los experimentos se cambiaron durante los primeros años y mas tarde hubo otros cambios producto de los resultados obtenidos.

Entre 1843 y 1856 *Lawes and Gilbert* establecieron nueve experimentos a largo plazo, de los cuales fue abandonado solo uno, en 1878. Algunas condiciones de los experimentos se cambiaron durante los primeros años y mas tarde hubo otros cambios producto de los resultados obtenidos.

En 1900, los ocho experimentos continuaron mas o menos como habían sido planeados. Estos experimentos se llamaron “*Los Experimentos Clásicos de Rothamsted*”.





En Octubre de 1919, Ronald Aylmer Fisher fue contratado en la Estación Experimental de Rothamsted (Inglaterra) de seis meses a un año para realizar un análisis exhaustivo a los datos de investigaciones agrícolas que los investigadores habían recolectado.

En Octubre de 1919, Ronald Aylmer Fisher fue contratado en la Estación Experimental de Rothamsted (Inglaterra) de seis meses a un año para realizar un análisis exhaustivo a los datos de investigaciones agrícolas que los investigadores habían recolectado.

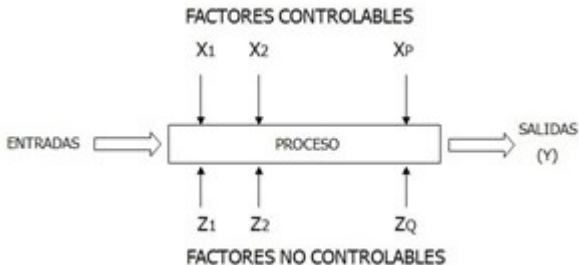
De 1919 a 1925 estudió y analizó los experimentos relativos al trigo que se habían realizado desde 1843. En este período Fisher desarrolló el Análisis de Varianza y unió sus ideas básicas sobre el diseño de experimentos.

En 1926 publicó el artículo “*The Arrangement of Field Experiments*”, en el cual da un resumen completo sobre las ideas fundamentales del diseño y análisis de experimentos.



¿Qué es un experimento?

Un experimento es una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada (X) de un proceso o sistema para observar e identificar los cambios que pudieran darse en la respuesta de salida (Y) (Montgomery, 2004).



El término “Diseño de Experimentos” se utiliza para planear un conjunto de pruebas experimentales, de tal manera que los datos generados puedan analizarse estadísticamente para obtener conclusiones objetivas y validas sobre un determinado problema.

El término “Diseño de Experimentos” se utiliza para planear un conjunto de pruebas experimentales, de tal manera que los datos generados puedan analizarse estadísticamente para obtener conclusiones objetivas y validas sobre un determinado problema.

El propósito del diseño experimental es facilitar métodos que permitan obtener la mayor cantidad de información valida acerca de la investigación, teniendo en cuenta el factor costo y el uso adecuado del material disponible mediante métodos que permitan disminuir el error experimental.

1. Tipicar el efecto de variables controlables sobre la respuesta del sistema

1. Tipicar el efecto de variables controlables sobre la respuesta del sistema

Ejemplo

A que temperatura debe trabajar la máquina de precocido de una avena, para que finalmente el porcentaje de humedad sea tolerable.

2. Optimizar el uso de Recursos

2. Optimizar el uso de Recursos

Ejemplos

- Qué cantidad de fertilizante se debe aplicar en la cosecha de una variedad de caña de azúcar.

2. Optimizar el uso de Recursos

Ejemplos

- Qué cantidad de fertilizante se debe aplicar en la cosecha de una variedad de caña de azúcar.
- Qué porcentaje de algodón es adecuado para la fabricación de una tela.

3. Valorar Alternativas

3. Valorar Alternativas

Ejemplos

- Se tienen 3 ubicaciones posibles para una bodega de almacenamiento de papa, cuál de las tres es más conveniente, de tal manera que la perdida por deshidratación de la papa sea la menor.

3. Valorar Alternativas

Ejemplos

- Se tienen 3 ubicaciones posibles para una bodega de almacenamiento de papa, cuál de las tres es más conveniente, de tal manera que la perdida por deshidratación de la papa sea la menor.
- Se desea evaluar cinco tipos de aditivos de gasolina de tal manera que el rendimiento obtenido en diferentes tipos de vehículos sea máximo.

3. Valorar Alternativas

Ejemplos

- Se tienen 3 ubicaciones posibles para una bodega de almacenamiento de papa, cuál de las tres es más conveniente, de tal manera que la perdida por deshidratación de la papa sea la menor.
- Se desea evaluar cinco tipos de aditivos de gasolina de tal manera que el rendimiento obtenido en diferentes tipos de vehículos sea máximo.

Datos Históricos o Diseño de Experimentos???

Ejemplo

Se cree que las vacas aumentan su producción de leche al escuchar música.

Como medir la veracidad de esta suposición?

Ejemplo

Se cree que las vacas aumentan su producción de leche al escuchar música.

Como medir la veracidad de esta suposición?

- Tipo de música
- Volumen de la música
- Raza de la vaca

Variable Respuesta:

Característica medible de la cual el experimentador tiene la certeza de que le proporcionará en realidad información útil acerca del proceso bajo estudio.

- Resistencia de la tela.
- Rendimiento de la caña de azúcar.

Variable Respuesta:

Característica medible de la cual el experimentador tiene la certeza de que le proporcionará en realidad información útil acerca del proceso bajo estudio.

- Resistencia de la tela.
- Rendimiento de la caña de azúcar.

Factor:

Son las variables experimentales independientes, de las que se desea saber cómo influyen o afectan la variable respuesta. % de Algodón. Fertilizante.

Nivel:

Son los diferentes valores o atributos que se asignan (fijan) a cada uno de los factores bajo estudio (grado de intensidad del factor).

- Algodón al 25 %, 30 % y 35 %.
- Fertilizante de Cachaza, Cenichaza y Vinaza.

Nivel:

Son los diferentes valores o atributos que se asignan (fijan) a cada uno de los factores bajo estudio (grado de intensidad del factor).

- Algodón al 25 %, 30 % y 35 %.
- Fertilizante de Cachaza, Cenichaza y Vinaza.

Tratamientos:

Son los niveles o combinaciones de los niveles de todos los factores estudiados.

En el caso de un solo factor coinciden con los niveles del factor.

Tratamiento de control:

Son los diferentes valores o atributos que se asignan (fijan) a cada uno de los factores bajo estudiado (grado de intensidad del factor).

- % de Algodón convencional.
- No aplicar fertilizante.
- Placebo.

Tratamiento de control:

Son los diferentes valores o atributos que se asignan (fijan) a cada uno de los factores bajo estudio (grado de intensidad del factor).

- % de Algodón convencional.
- No aplicar fertilizante.
- Placebo.

Unidad Experimental:

Elemento expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades. La unidad experimental, una vez expuesta al tratamiento, constituye una sola medición replica del tratamiento.

Tratamiento de control:

Son los diferentes valores o atributos que se asignan (fijan) a cada uno de los factores bajo estudiado (grado de intensidad del factor).

- % de Algodón convencional.
- No aplicar fertilizante.
- Placebo.

Unidad Experimental:

Elemento expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades. La unidad experimental, una vez expuesta al tratamiento, constituye una sola medición replica del tratamiento.

La unidad de observación puede no ser equivalente a la unidad experimental. La primera puede ser una muestra de la última.

- Muestras individuales de plantas de una parcela.

Error Experimental:

Describe la variación entre las unidades experimentales tratadas de manera idéntica e independiente.

Orígenes del error experimental:

- La variación natural entre unidades experimentales.
- La variabilidad en la medición de la respuesta.
- La imposibilidad de reproducir las condiciones del tratamiento con exactitud de una unidad a otra.
- Cualquier otro factor externo que influya en las características medidas.

Error Experimental:

Ejemplo

Dos reses de la misma cría y vacada reciben la misma cantidad de alimento, pero durante el lapso de un mes una engorda 2 libras al día y la otra 2.3.

Error Experimental:

Ejemplo

Dos reses de la misma cría y vacada reciben la misma cantidad de alimento, pero durante el lapso de un mes una engorda 2 libras al día y la otra 2.3.

Variación natural entre las unidades experimentales.

Error Experimental:


Ejemplo

Una empresa dedicada a la producción de maíz desea investigar si el distanciamiento entre los cultivos afecta la producción de maíz. Para llevar a cabo este estudio, se utilizó solo una variedad de maíz donde se emplearon 4 distanciamientos (Convencional=25cm, 50cm, 75cm y 100cm) en un espacio disponible al lado de un río.

Error Experimental:

Ejemplo

Una empresa dedicada a la producción de maíz desea investigar si el distanciamiento entre los cultivos afecta la producción de maíz. Para llevar a cabo este estudio, se utilizó solo una variedad de maíz donde se emplearon 4 distanciamientos (Convencional=25cm, 50cm, 75cm y 100cm) en un espacio disponible al lado de un río.



<i>Riego Abundante</i>	Parcela 1	Parcela 2		
<i>Riego Medio</i>				
<i>Riego Bajo</i>			...	Parcela 12

Factor externo que infuye en la característica medida.

1. Replicación:

Consiste en realizar repeticiones de la variable respuesta por cada tratamiento en condiciones similares (Someter diferentes unidades experimentales a cada tratamiento). Un número adecuado de repeticiones permite obtener una estimación del error experimental.

1. Replicación:

Consiste en realizar repeticiones de la variable respuesta por cada tratamiento en condiciones similares (Someter diferentes unidades experimentales a cada tratamiento). Un número adecuado de repeticiones permite obtener una estimación del error experimental.

A pesar de que el número de repeticiones da precisión a las estimaciones, éstas no se pueden incrementar indefinidamente.

Algunas razones para hacer réplicas de un experimento son (Kuehl, 2001):

- Demuestra que se pueden reproducir los resultados, al menos bajo las condiciones experimentales actuales.
- Proporciona cierto grado de seguridad contra resultados anormales en el experimento, debidos a accidentes no previstos.
- Permite al experimentador estimar la varianza del error experimental.
- Proporciona la posibilidad de aumentar la precisión en la estimación de las medias de los tratamientos. Al incrementar las réplicas (r) disminuye $S_y^2 = S^2/r$, lo que aumenta la precisión de \bar{y} .

1. Replicación:

Ejemplo

Se desea evaluar el efecto de un pretratamiento osmótico (Deshidratación) sobre el contenido de humedad del Melón. Para ello se tiene un melón el cual es fraccionado en varias partes y a cada una de ellas se le registra el porcentaje de pérdida de humedad en diferentes instantes de tiempo. Finalmente se encuentra que efectivamente el pretratamiento disminuye el porcentaje de humedad significativamente al cabo de 15, 30 y 60 minutos.

¿Que opinión tiene acerca del experimento?

1. Replicación:

Ejemplo

Se desea evaluar el efecto de un pretratamiento osmótico (Deshidratación) sobre el contenido de humedad del Melón. Para ello se tiene un melón el cual es fraccionado en varias partes y a cada una de ellas se le registra el porcentaje de pérdida de humedad en diferentes instantes de tiempo. Finalmente se encuentra que efectivamente el pretratamiento disminuye el porcentaje de humedad significativamente al cabo de 15, 30 y 60 minutos.

¿Que opinión tiene acerca del experimento?

Un solo Melón?

1. Replicación:

Ejemplo

Se desea evaluar el efecto de un pretratamiento osmótico (Deshidratación) sobre el contenido de humedad del Melón. Para ello se tiene un melón el cual es fraccionado en varias partes y a cada una de ellas se le registra el porcentaje de pérdida de humedad en diferentes instantes de tiempo. Finalmente se encuentra que efectivamente el pretratamiento disminuye el porcentaje de humedad significativamente al cabo de 15, 30 y 60 minutos.

¿Que opinión tiene acerca del experimento?

Un solo Melón?

No hay Validez Externa

2. Aleatorización:

La aleatorización es fundamental para tener un diseño de experimentos válido. Es el procedimiento en donde cada tratamiento tiene igual probabilidad de ser asignado a cualquier unidad experimental.

2. Aleatorización:

La aleatorización es fundamental para tener un diseño de experimentos válido. Es el procedimiento en donde cada tratamiento tiene igual probabilidad de ser asignado a cualquier unidad experimental.

El supuesto de independencia entre las observaciones (o errores) usualmente se consigue mediante la aleatorización.

2. Aleatorización:

Ejemplo

Un gran número de experimentos en Inglaterra sobre el efecto de la comida suplementaria en niños de colegios de distritos pobres, fueron inválidos porque la selección de los niños fue dejada en manos de los profesores, debido a que ellos asignaron el mejor suplemento a los niños más desnutridos.

3. Bloqueo o Control Local:

Proceso de clasificación de las unidades experimentales en grupos homogéneos, donde los tratamientos se comparan entre sí dentro de los grupos de unidades en un entorno más uniforme. Permite aumentar la precisión del experimento y reducir el error experimental.

3. Bloqueo o Control Local:


Proceso de clasificación de las unidades experimentales en grupos homogéneos, donde los tratamientos se comparan entre sí dentro de los grupos de unidades en un entorno más uniforme. Permite aumentar la precisión del experimento y reducir el error experimental.

Las unidades experimentales se bloquean en grupos de unidades similares, con base en un factor o factores que se espera o se sabe que tienen alguna relación con la variable de respuesta o con la medición que se supone responde de manera diferente a los diversos tratamientos.

3. Bloqueo o Control Local:

Ejemplo

En el ejemplo de la producción de maíz se desea evaluar si el distanciamiento entre los cultivos afecta la producción de maíz, pero se debe realizar un control local por tipo de riego.




<i>Riego Abundante</i>	Parcela 1	Parcela 2		
<i>Riego Medio</i>				
<i>Riego Bajo</i>			...	Parcela 12

3. Bloqueo o Control Local:

Ejemplo

En el ejemplo de la producción de maíz se desea evaluar si el distanciamiento entre los cultivos afecta la producción de maíz, pero se debe realizar un control local por tipo de riego.



<i>Riego Abundante</i>	Parcela 1	Parcela 2		
<i>Riego Medio</i>				
<i>Riego Bajo</i>			...	Parcela 12

Factor externo controlado que posiblemente influye en la característica medida.

Los Factores que influyen en el éxito de un experimento son:

- 1. Experticia del investigador:** Uso de conocimientos previos (adquiridos o documentados) en el diseño y análisis del experimento.
- 2. Validez Interna (control):** Grado de comparabilidad de las mediciones de diferentes unidades experimentales.
- 3. Validez Externa:** Grado en el que los descubrimientos de la experimentación pueden generalizarse a situaciones cotidianas (diferentes lugares, personas, procesos, materiales).

4. **Análisis de Datos:** Dominio de las técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para el abordaje del error experimental (Incertidumbre).

4. Análisis de Datos: Dominio de las técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para el abordaje del error experimental (Incertidumbre).

Estadísticas Descriptivas:

- Medidas de tendencia central (Media, Mediana)
- Variabilidad, dispersión, posición (Desviación, Cuartiles)
- Herramientas gráficas (BoxPlot, Histograma, Pastel, Barras)

4. Análisis de Datos: Dominio de las técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para el abordaje del error experimental (Incertidumbre).

Estadísticas Descriptivas:

- Medidas de tendencia central (Media, Mediana)
- Variabilidad, dispersión, posición (Desviación, Cuartiles)
- Herramientas gráficas (BoxPlot, Histograma, Pastel, Barras)

Inferencia Estadística:

- Intervalos de Confianza (Media, Varianza, Proporciones)
- Pruebas de Hipótesis - Valor-P (Media, Varianza, Proporciones)

4. Análisis de Datos:

Selección del modelo de análisis adecuado:

- Modelos de clasificación simple (DCA)
- Modelos de clasificación doble (Bloques)
- Modelos de clasificación triple (Cuadrado Latino)
- Diseño con estructura factorial (2 o mas factores)
- Diseños Jerárquicos (o Anidados)
- Diseño con covariable (Análisis de Covarianza)
- Análisis de Regresión
- Diseño con Factores Cuantitativos (Superficies de Respuesta)

5. Valoración práctica de los hallazgos estadísticos:

Relación costo - beneficio.

Valoración real de las asociaciones encontradas.

Significancia Estadística vs Significancia Práctica

Etapas del Diseño Experimental:

1. Identificación del problema y planteamiento de objetivos
2. Determinación de los factores, niveles y tratamientos
3. Determinación de la(s) variable(s) de respuesta
4. Elección del diseño experimental
5. Número de réplicas del experimento básico a realizar
6. Recursos y Materiales disponibles
7. Montaje y desarrollo del experimento
8. Análisis estadístico de los datos de acuerdo al diseño elegido

Realizar el Taller 1 y entregarlo la próxima clase.

Para dentro de 15 días realizar un ensayo de no más de 2 páginas, sobre el artículo de R. A. Fisher titulado “The arrangement of field experiments”.

El ensayo se puede realizar en parejas.