

# **PROPUESTA DE TALLER SOBRE INTRODUCCION AL DISEÑO EXPERIMENTAL CON AYUDA DEL PAQUETE ESTADÍSTICO STATGRAPHICS**

ALVARO BURBANO MONTENEGRO  
aeburbanom@hotmail.com  
Universidad de Nariño.

## **1-PRESENTACIÓN**

La elaboración de un taller práctico en diseño experimental tiene como objetivo introducir a profesores de secundaria y pregrado, como también a estudiantes en el campo de la investigación.

Para algunos puede resultar prematuro hablar de investigación en un nivel de escolaridad inferior al de la universidad, hay quienes pueden pensar que este tema es exclusivo de aquellos que han alcanzado maestrías y doctorados, además se aduce que los métodos estadísticos son difíciles y no están al alcance de todos. Nada más lejos de la realidad, investigadores principiantes de todos los campos de estudio llevan a cabo experimentos para descubrir algo acerca de un proceso o sistema en particular. Un docente puede estar interesado en descubrir cual de dos métodos de enseñanza tiene mejores resultados, de igual manera, en colegios que tienen énfasis en ciencias pecuarias y agrícolas encontrar si abonos orgánicos son igual o mejor de eficientes que los abonos químicos, o una o varias dieta casera comparada con una dieta comercial, en fin hay un sin número de situaciones que descubrir y en este proceso juega un papel fundamental diseño experimental.

Por otra parte la estadística se debe de estudiar desde un punto de vista práctico, lo esencial es la comprensión de los propios conceptos, tarea que se puede llevar a cabo con la ayuda de un software apropiado. En este sentido el paquete estadístico STATGRAPHICS permite ingresar los datos y una vez evaluados admite su interpretación por medio del Stat-adviser de la forma más sencilla posible, de manera que sean apropiados a usuarios neófitos en la estadística, describiendo las conclusiones en lenguaje asequible.

Debido a que el tiempo de duración del taller es muy corto, este debe de llevarse a cabo sobre temas puntuales, pero que a la vez toquen la esencia del diseño. Por lo tanto se desarrollara en la primera sección el tema correspondiente a experimentos comparativos simples, el cual consta de la prueba de hipótesis para la media, proporciones, diferencia de medias y diferencias de proporciones.

Para la segunda sección se prevé desarrollar experimentos con un solo factor: el análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple, se hará énfasis en LSD y la prueba de Tukey.

Para la tercera sección se tratará de cubrir el tema de experimentos con bloques aleatorizados.

Por supuesto, como el nombre del taller lo indica, los temas que se pretenden cubrir son apenas una parte muy pequeña de los diseños experimentales, por lo que lejos de solucionar todas las inquietudes respecto a la materia, se trata de despertar interés para posibles cursos más especializados.

## **2-MARCO TEORICO**

Uno de los objetivos primordiales de la estadística es la de hacer inferencias respecto a parámetros desconocidos de la población, todo esto basado en la información recogida mediante datos de la muestra. Estas inferencias se expresan como pruebas de hipótesis.

El procedimiento formal de la prueba de hipótesis es similar al método científico: observar, establecer una teoría y probar la teoría, establecer unas hipótesis. Para probar la teoría es necesario tomar una muestra, hacer unas observaciones y si estas se contraponen con la teoría se rechaza la hipótesis.

Una hipótesis estadística es un enunciado o afirmación, que refleja alguna conjetura acerca de la situación de un problema. Se ha establecido para este tipo de estudios dos hipótesis, las cuales son excluyentes entre si y se las denomina:

Hipótesis nula  $H_0$ : contraria a la hipótesis de investigación

Hipótesis alterna  $H_a$  o hipótesis de investigación

La estrategia implementada para juzgar cual de las dos hipótesis cuenta con la evidencia necesaria para ser declarada verdadera, en experimentos comparativos simples, donde se compara dos niveles de un factor, consiste en tomar una muestra aleatoria, calcular un estadístico de prueba, se especifica el conjunto de valores del estadístico de prueba que llevan al rechazo de la hipótesis nula, a este conjunto de valores se les denomina región de rechazo apropiado el cual se compara. Haciendo uso de los teoremas pilares de la estadística inferencial se puede usar la distribución normal para muestras que provienen de una población normal, así como para distribuciones que no son normales siempre que el tamaño de la muestra sea grande (mayor que treinta) para determinar un punto crítico.

A partir del cual se establece la zona de rechazo, si se trabaja con un nivel de significancia, el puntaje  $Z$  correspondiente delimita la zona a partir de aceptación o de rechazo de la prueba, de tal manera que si el estadístico de

prueba es mayor al punto crítico se rechaza la hipótesis nula, en caso contrario se acepta.

Para muestras pequeñas se aplica la misma metodología pero con la distribución T de student, mientras que para la varianza de una población se utiliza la distribución chi-cuadrada.

Es posible cometer errores en el juzgamiento de hipótesis: Error tipo I rechazar  $H_0$  siendo esta verdadera, la probabilidad de cometer este error es el nivel de significancia  $\alpha$ . El Error tipo II Se acepta  $H_0$  siendo esta falsa, la probabilidad de cometer este error es de  $\beta$

El tamaño de muestra usado para estas pruebas debe de ser tal que la probabilidad de cometer estos errores sea demasiada pequeña.

Muchos experimentos involucran más de dos niveles de un factor, la estrategia consiste en comparar la variabilidad que se puede presentar en las observaciones dentro de cada nivel o tratamiento, con la variabilidad entre los tratamientos.

El objetivo del diseño de experimentos es estudiar si cuando se utiliza un determinado tratamiento se produce una mejora en el proceso o no. Para ello se debe experimentar aplicando el tratamiento y no aplicándolo. 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.

Aunque los experimentos difieren unos de otros en muchos aspectos, existen diseños estándar que se utilizan con mucha frecuencia. Algunos de los más utilizados son los siguientes:

#### *Diseño completamente aleatorizado*

El experimentador asigna las unidades experimentales a los tratamientos al azar. La única restricción es el número de observaciones que se toman en cada tratamiento. De hecho, si  $n_i$  es el número de observaciones en el  $i$ -ésimo tratamiento,  $i = 1, 2, \dots, n$  entonces, los valores  $n_1, n_2, \dots, n_n$ , determinan por completo las propiedades estadísticas del diseño. La estrategia consiste en comparar las medias de las respuestas debidas a cada tratamiento las hipótesis a tener en cuenta son

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2, \dots, \mu_i$$

$$H_a : \mu_i \neq \mu_j$$

Es decir la hipótesis nula: son las medias debidas a los tratamientos iguales en cuyo caso no hay diferencias entre los tratamiento, y la hipótesis alterna existe diferencias en al menos la media debida a alguno de los tratamientos

Por medio del análisis de varianza se puede detectar si hay diferencias o no.

El modelo matemático de este diseño tiene la forma:

$$Y = \mu + \tau_i + \varepsilon$$

Siendo  $Y$  la respuesta,  $\mu$  la media global,  $\tau_i$  el efecto del tratamiento, y  $\varepsilon$  el error

*Diseño en bloques o con un factor bloque*

En este diseño el experimentador agrupa las unidades experimentales en bloques, a continuación determina la distribución de los tratamientos en cada bloque y, por último, asigna al azar las unidades experimentales a los tratamientos dentro de cada bloque. Se acude al bloque cuando hay un factor que puede afectar a la respuesta pero sobre el cual el investigador no esta interesado en investigar para el análisis estadístico se acude al análisis de varianza con dos factores de clasificación, las hipótesis son iguales al diseño completamente al azar: (Montgomery 2003)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2, \dots = \mu_i$$

$$H_a : \mu_i \neq \mu_j$$

Por supuesto se puede hacer hipótesis respecto a los bloques, pero hay que recordar que el interés de la investigación no es el factor de bloqueo.

El modelo matemático de este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon$$

Siendo  $Y$  la respuesta,  $\mu$  la media global,  $\tau_i$  el efecto del tratamiento,  $\beta_j$  efecto del bloque y  $\varepsilon$  el error

### **3 METODOLOGÍA DEL TALLER**

Se explicara como acceder a las aplicaciones del software, se entregara a cada estudiante problemas puntuales para ser desarrollados mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS plus 5.0. El desarrollo del taller será totalmente práctico y solo se hará uso del tablero cuando sea estrictamente necesario.

### **4. BIBLIOGRAFIA**

1. Badii, M.H., J. Castillo, R. Rositas & G. Ponce. 2007 Experimental designs.
2. Box, G.E.P., W.G. Hunter, y J.S. Hunter, 1999. Estadística para investigadores. Editorial Reverte,

3. GUTIERREZ H. VARA ROMÁN de la Análisis y diseño de experimentos Mc Graw Hill México 2004
4. MENDENHALL W. WACKERLY D. SCHEFFER Estadística Matemática con aplicaciones. Grupo editorial Iberoamérica segunda edición México 2000
5. MONTGOMERY D. Diseño y análisis de experimentos Editorial Limusa segunda edición México 2003
6. Morris, T.R. 1999. Experimental Design and analysis in Animal Sciences. CABI Publishing, London.
7. PEREZ C. Estadística Práctica con Statgraphisc Pretince Hall Madrid 2002
8. WINE, R.L. 1964. Statistics for Scientists and Engineers, Printice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.