UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco

CENTRO UNIVERSITARIO DE TONALÁ

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DEL AGUA Y LA ENERGÍAMÓDULO DE METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Diseño factorial 2x2x2

Un diseño factorial 2x2x2 implica tres factores (variables independientes), cada uno con dos niveles (categorías o grupos). Esto genera $2^3 = 8$ combinaciones posibles de tratamientos. Cada combinación será probada con la variable dependiente (respuesta) para ver si hay efectos significativos de cada factor y de sus interacciones.

Ejercicio práctico RStudio

```
# -----------------------------------------------
# PASO 1: Instalar y cargar las librerías necesarias
# -----------------------------------------------
# readxl: Para leer archivos Excel
# car: Para realizar la prueba de Levene y análisis de regresión
# dplyr: Para manipulación de datos

install.packages("readxl")
install.packages("car")
install.packages("dplyr")
install.packages("ggplot2")

library(readxl)
library(car)
library(dplyr)
library(ggplot2)

# -----------------------------------------------
# PASO 2: Cargar la base de datos desde un archivo Excel y seleccionar una hoja
# -----------------------------------------------
# En este paso se carga la base de datos desde un archivo Excel usando read_excel.
# La hoja específica es seleccionada con el argumento "sheet".

file_path <- "ruta/del/archivo.xlsx"  # Cambia por la ruta de tu archivo
data <- read_excel(file_path, sheet = "nombre_de_la_hoja")  # Cambia "nombre_de_la_hoja"

# Ver las primeras filas de los datos para verificar su estructura
head(data)

# -----------------------------------------------
# PASO 3: Convertir las variables a factores
# -----------------------------------------------
# En un diseño factorial, los factores son variables independientes que se agrupan en niveles.
# En este caso, debes asegurarte de que las variables independientes (Factor1, Factor2, Factor3)
estén en formato de factor.

data$Factor1 <- as.factor(data$Factor1)
data$Factor2 <- as.factor(data$Factor2)
data$Factor3 <- as.factor(data$Factor3)
```

Dr. Freddy Hernán Villota González
Departamento de Sistemas de Información e Innovación
Universidad de SAIRV
Correo electrónico: freddyvillota@gmail.com
Teléfono: +52 33 3033 2478

```r
# ------------------------------------------------
# PASO 4: Crear el modelo ANOVA
# ------------------------------------------------
# Un ANOVA (Análisis de Varianza) es una técnica estadística que compara las medias entre diferentes
grupos.
# El ANOVA factorial en este caso tiene la siguiente fórmula:

# Ecuación del ANOVA factorial:
# Y = μ + α + β + γ + (αβ) + (αγ) + (βγ) + (αβγ) + ε
# Donde:
# Y = variable dependiente (respuesta)
# μ = media general
# α, β, γ = efectos principales de los factores
# αβ, αγ, βγ, αβγ = efectos de interacción entre los factores
# ε = error residual

modelo <- aov(Respuesta ~ Factor1 * Factor2 * Factor3, data = data)

# ------------------------------------------------
# PASO 5: Verificación de supuestos para ANOVA
# ------------------------------------------------
# Para que el ANOVA sea válido, se deben cumplir tres supuestos:
# 1. **Normalidad de los residuos**: Los residuos deben seguir una distribución normal.
# 2. **Homocedasticidad (igualdad de varianzas)**: Las varianzas de los grupos deben ser similares.
# 3. **Independencia de las observaciones**: Las observaciones deben ser independientes entre sí.

# PASO 5.1: Prueba de normalidad de los residuos (Shapiro-Wilk)
# La prueba de Shapiro-Wilk evalúa si los residuos siguen una distribución normal.
# Se recomienda usar esta prueba cuando el tamaño de la muestra es menor a 50.
shapiro_test <- shapiro.test(residuals(modelo))

# Para muestras mayores a 50, se puede usar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, aunque es menos
sensible a la normalidad.

# PASO 5.2: Prueba de homocedasticidad (Prueba de Levene)
# La prueba de Levene evalúa si las varianzas de los grupos son iguales. Si el valor p es mayor a
0.05,
# se puede asumir que las varianzas son iguales.
levene_test <- leveneTest(Respuesta ~ Factor1 * Factor2 * Factor3, data = data)

# PASO 5.3: Supuesto de independencia
# Para evaluar la independencia, una herramienta gráfica común es un gráfico de residuos vs. valores
ajustados.
# En este gráfico, los residuos deben estar distribuidos aleatoriamente en torno a cero, sin
patrones claros.
ggplot(data, aes(x = fitted(modelo), y = residuals(modelo))) +
  geom_point() +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype="dashed", color = "red") +
  labs(title="Gráfico de residuos vs. valores ajustados", x="Valores ajustados", y="Residuos")

# ------------------------------------------------
# PASO 6: Decisión sobre los supuestos
# ------------------------------------------------
# Evaluamos si se cumplen los supuestos del ANOVA:
print(shapiro_test)  # Si p > 0.05, los residuos son normales
print(levene_test)   # Si p > 0.05, las varianzas son homogéneas

# PASO 7: Si los supuestos se cumplen, ejecutar el ANOVA
if (shapiro_test$p.value > 0.05 && levene_test$p.value > 0.05) {
  # ANOVA
```

Dr. Freddy Hernán Villota González
Departamento de Sistemas de Información e Innovación
Universidad de SAIRV
Correo electrónico: freddyvillota@gmail.com
Teléfono: +52 33 3033 2478

```r
  anova_result <- summary(modelo)
  print("Supuestos cumplidos. Realizando ANOVA:")
  print(anova_result)
} else {
  # PASO 8: Si no se cumplen los supuestos, realizar prueba no paramétrica
  print("No se cumplen los supuestos. Realizando prueba de Kruskal-Wallis:")

  # Prueba de Kruskal-Wallis: Es la alternativa no paramétrica al ANOVA.
  # Se usa cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad.
  # La prueba compara la distribución de los rangos en diferentes grupos.

  # Kruskal-Wallis para cada factor
  kruskal_test_1 <- kruskal.test(Respuesta ~ Factor1, data = data)
  kruskal_test_2 <- kruskal.test(Respuesta ~ Factor2, data = data)
  kruskal_test_3 <- kruskal.test(Respuesta ~ Factor3, data = data)

  print(kruskal_test_1)
  print(kruskal_test_2)
  print(kruskal_test_3)
}
```

Dr. Freddy Hernán Villota González
Departamento de Sistemas de Información e Innovación
Universidad de SAIRV
Correo electrónico: freddyvillota@gmail.com
Teléfono: +52 33 3033 2478