Diseño con mediciones repetidas con dos factores

**Supuesto de normalidad**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia de 0.05, no se rechaza la , entonces los errores tienen distribución normal.

**Supuesto de homogeneidad**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia del 0.05 no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se cumple el supuesto de homogeneidad.

**ANVA**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia del 0.05 se rechaza la hipótesis nula, las variables densidad, humedad y día resultan ser significativos para el modelo.

**PRUEBA DE TUKEY**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia de 0.05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, existe diferencias significativas entre los días 3 y 1.

**PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significancia de 0.05 se rechaza la ,por lo tanto, con al menos uno de los días se tiene un rendimiento distinto a los demás.

**PRUEBA DE BONFERRONI**

Planteamiento de hipótesis

Conclusión:

Con un nivel de significación del 0.05 se rechaza la hipótesis nula en el caso (3-1), entonces existe diferencia significativa entre el rendimiento y densidad promedio en los días (3 y 1)

Diseño con mediciones repetidas con dos factores

datos<-read.delim('clipboard')  
datos

## densidad humedad unidad dia rendimiento  
## 1 1.1 0.10 1 1 2.70  
## 2 1.1 0.10 2 1 2.90  
## 3 1.1 0.20 3 1 5.20  
## 4 1.1 0.20 4 1 3.60  
## 5 1.1 0.24 5 1 4.00  
## 6 1.1 0.24 6 1 4.10  
## 7 1.1 0.10 1 2 0.34  
## 8 1.1 0.10 2 2 1.57  
## 9 1.1 0.20 3 2 5.04  
## 10 1.1 0.20 4 2 3.92  
## 11 1.1 0.24 5 2 3.47  
## 12 1.1 0.24 6 2 3.47  
## 13 1.1 0.10 1 3 0.11  
## 14 1.1 0.10 2 3 1.25  
## 15 1.1 0.20 3 3 3.70  
## 16 1.1 0.20 4 3 2.69  
## 17 1.1 0.24 5 3 3.47  
## 18 1.1 0.24 6 3 2.46  
## 19 1.4 0.10 7 1 2.60  
## 20 1.4 0.10 8 1 2.20  
## 21 1.4 0.20 9 1 4.30  
## 22 1.4 0.20 10 1 3.90  
## 23 1.4 0.24 11 1 1.90  
## 24 1.4 0.24 12 1 3.00  
## 25 1.4 0.10 7 2 1.20  
## 26 1.4 0.10 8 2 0.78  
## 27 1.4 0.20 9 2 3.36  
## 28 1.4 0.20 10 2 2.91  
## 29 1.4 0.24 11 2 3.02  
## 30 1.4 0.24 12 2 3.81  
## 31 1.4 0.10 7 3 0.90  
## 32 1.4 0.10 8 3 0.34  
## 33 1.4 0.20 9 3 3.02  
## 34 1.4 0.20 10 3 2.35  
## 35 1.4 0.24 11 3 2.58  
## 36 1.4 0.24 12 3 2.69  
## 37 1.6 0.10 13 1 2.00  
## 38 1.6 0.10 14 1 3.00  
## 39 1.6 0.20 15 1 3.80  
## 40 1.6 0.20 16 1 2.60  
## 41 1.6 0.24 17 1 1.30  
## 42 1.6 0.24 18 1 0.50  
## 43 1.6 0.10 13 2 0.67  
## 44 1.6 0.10 14 2 0.78  
## 45 1.6 0.20 15 2 2.80  
## 46 1.6 0.20 16 2 3.14  
## 47 1.6 0.24 17 2 2.69  
## 48 1.6 0.24 18 2 0.34  
## 49 1.6 0.10 13 3 0.22  
## 50 1.6 0.10 14 3 0.22  
## 51 1.6 0.20 15 3 2.08  
## 52 1.6 0.20 16 3 2.46  
## 53 1.6 0.24 17 3 2.46  
## 54 1.6 0.24 18 3 0.00

str(datos)

## 'data.frame': 54 obs. of 5 variables:  
## $ densidad : num 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 1.1 ...  
## $ humedad : num 0.1 0.1 0.2 0.2 0.24 0.24 0.1 0.1 0.2 0.2 ...  
## $ unidad : int 1 2 3 4 5 6 1 2 3 4 ...  
## $ dia : int 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 ...  
## $ rendimiento: num 2.7 2.9 5.2 3.6 4 4.1 0.34 1.57 5.04 3.92 ...

densidad<-as.factor(datos$densidad)  
dia<-as.factor(datos$dia)  
humedad<-as.factor(datos$humedad)  
unidad<-as.factor(datos$unidad)  
rendimiento<-datos$rendimiento  
mod<-lm(rendimiento~densidad+humedad+dia)  
  
ri<-rstandard(mod)  
shapiro.test(ri)

##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: ri  
## W = 0.97113, p-value = 0.2161

by(datos$rendimiento,datos$dia,shapiro.test)

## datos$dia: 1  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.98427, p-value = 0.9832  
##   
## ------------------------------------------------------------   
## datos$dia: 2  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.91565, p-value = 0.1083  
##   
## ------------------------------------------------------------   
## datos$dia: 3  
##   
## Shapiro-Wilk normality test  
##   
## data: dd[x, ]  
## W = 0.88789, p-value = 0.03551

library(car)

## Warning: package 'car' was built under R version 4.0.5

## Loading required package: carData

ncvTest(mod)

## Non-constant Variance Score Test   
## Variance formula: ~ fitted.values   
## Chisquare = 0.6688094, Df = 1, p = 0.41347

anva<-anova(mod)  
anva

## Analysis of Variance Table  
##   
## Response: rendimiento  
## Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)   
## densidad 2 14.807 7.4035 11.4217 9.065e-05 \*\*\*  
## humedad 2 38.532 19.2660 29.7223 4.538e-09 \*\*\*  
## dia 2 11.788 5.8939 9.0927 0.000459 \*\*\*  
## Residuals 47 30.465 0.6482   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

rm.aov<-Anova(mod)  
summary(mod)

##   
## Call:  
## lm(formula = rendimiento ~ densidad + humedad + dia)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.9063 -0.4577 0.1315 0.4195 1.7870   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 2.4869 0.2899 8.579 3.53e-11 \*\*\*  
## densidad1.4 -0.5072 0.2684 -1.890 0.0649 .   
## densidad1.6 -1.2739 0.2684 -4.747 1.97e-05 \*\*\*  
## humedad0.2 2.0606 0.2684 7.678 7.73e-10 \*\*\*  
## humedad0.24 1.1933 0.2684 4.447 5.31e-05 \*\*\*  
## dia2 -0.5717 0.2684 -2.130 0.0384 \*   
## dia3 -1.1444 0.2684 -4.264 9.59e-05 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.8051 on 47 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.6813, Adjusted R-squared: 0.6406   
## F-statistic: 16.75 on 6 and 47 DF, p-value: 3.217e-10

rm.aov<-Anova(mod)  
summary(mod)

##   
## Call:  
## lm(formula = rendimiento ~ densidad + humedad + dia)  
##   
## Residuals:  
## Min 1Q Median 3Q Max   
## -1.9063 -0.4577 0.1315 0.4195 1.7870   
##   
## Coefficients:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## (Intercept) 2.4869 0.2899 8.579 3.53e-11 \*\*\*  
## densidad1.4 -0.5072 0.2684 -1.890 0.0649 .   
## densidad1.6 -1.2739 0.2684 -4.747 1.97e-05 \*\*\*  
## humedad0.2 2.0606 0.2684 7.678 7.73e-10 \*\*\*  
## humedad0.24 1.1933 0.2684 4.447 5.31e-05 \*\*\*  
## dia2 -0.5717 0.2684 -2.130 0.0384 \*   
## dia3 -1.1444 0.2684 -4.264 9.59e-05 \*\*\*  
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##   
## Residual standard error: 0.8051 on 47 degrees of freedom  
## Multiple R-squared: 0.6813, Adjusted R-squared: 0.6406   
## F-statistic: 16.75 on 6 and 47 DF, p-value: 3.217e-10

mod1 <- aov(rendimiento~densidad+humedad+dia)  
library(multcomp)

## Warning: package 'multcomp' was built under R version 4.0.5

## Loading required package: mvtnorm

## Loading required package: survival

## Loading required package: TH.data

## Loading required package: MASS

##   
## Attaching package: 'TH.data'

## The following object is masked from 'package:MASS':  
##   
## geyser

pk<-glht(mod1,linfct=mcp(dia ="Tukey"))  
summary(pk)

##   
## Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses  
##   
## Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts  
##   
##   
## Fit: aov(formula = rendimiento ~ densidad + humedad + dia)  
##   
## Linear Hypotheses:  
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
## 2 - 1 == 0 -0.5717 0.2684 -2.130 0.094606 .   
## 3 - 1 == 0 -1.1444 0.2684 -4.264 0.000285 \*\*\*  
## 3 - 2 == 0 -0.5728 0.2684 -2.134 0.093771 .   
## ---  
## Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
## (Adjusted p values reported -- single-step method)

kruskal.test(rendimiento~dia)

##   
## Kruskal-Wallis rank sum test  
##   
## data: rendimiento by dia  
## Kruskal-Wallis chi-squared = 7.3029, df = 2, p-value = 0.02595

pairwise.t.test( rendimiento, dia,   
 p.adj = "bonferroni")

##   
## Pairwise comparisons using t tests with pooled SD   
##   
## data: rendimiento and dia   
##   
## 1 2   
## 2 0.56 -   
## 3 0.03 0.56  
##   
## P value adjustment method: bonferroni