**Taller de diseño completamente aleatorizado**

Una compañía farmacéutica desea evaluar el efecto que tiene la cantidad de almidón en la dureza de las tabletas. Se decidió producir lotes con una cantidad determinada de almidón, y que las cantidades de almidón a aprobar fueran 2%, 5% y 10%. La variable de respuesta sería el promedio de la dureza de 20 tabletas de cada lote. Se hicieron 4 réplicas por tratamiento y se obtuvieron los siguientes resultados: % de

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % de almidón | Dureza | | | |
| 2 | 4.3 | 5.2 | 4.8 | 4.5 |
| 5 | 6.5 | 7.3 | 6.9 | 6.1 |
| 10 | 9.0 | 7.8 | 8.5 | 8.1 |

1. Interprete el problema a través de un diagrama de proceso.
2. Realice un análisis exploratorio de los datos.
3. ¿Hay evidencia suficiente de que el almidón influye en la dureza en las tabletas?  
   Realice el ANOVA.
4. Realice los análisis complementarios necesarios.
5. Si se desea maximizar la dureza de las tabletas, ¿qué recomendaría al fabricante?
6. Verifique los supuestos.

**Solución**

datos1 <- read.table(file="https://tinyurl.com/y6vq9sep", header=T, sep="\t", dec=".")

almidon.f <- factor(datos1$almidon)

medias <- tapply(datos1$dureza, almidon.f, mean)

require(car)

Boxplot(datos1$dureza ~ almidon.f, xlab="% de Almidón",

ylab="Dureza",

las=1, col="brown1")

points(medias, col="black", pch=16)

lines(medias, col="black", pch=16)

abline(h=mean(datos1$dureza), col="black", lty=2)

require(car)

par(mfrow=c(1,3))

qqPlot(datos1$dureza, xlab="Cuantiles teóricos", ylab="Cuantiles muestrales", main="Gráfico cuantil-cuantil")

hist(datos1$dureza, xlab="Dureza", ylab="Frecuencia", main="Histograma")

boxplot(datos1$dureza, xlab="Dureza", main="Boxplot")

Modelo<- lm(datos1$dureza ~ almidon.f)

summary(Modelo)

anova(Modelo)

Modelo1<-aov(datos1$dureza ~ almidon.f)

summary(Modelo1)

##Comparación de Dureza y % almidón

#Boxplot comparativo entre Dureza y % almidón

par(mfrow=c(1,2))

Boxplot(datos1$dureza ~ almidon.f, xlab="% de Almidón",

ylab="Dureza", main="Valores reales",

col="brown1", las=2)

abline(h=mean(datos1$dureza), col=1, lty=1)

##Comparación de Dureza promedio y % almidón

#Boxplot comparativo Dureza promedio y % almidón

Boxplot(Modelo$fit ~ almidon.f, xlab="% de Almidón",

ylab="Dureza promedio",

main="Valores ajustados", las=2)

abline(h=mean(datos1$dureza), col=4, lty=1)

require(car)

par(mfrow=c(1,3))

residuales <- rstandard(Modelo)

qqPlot(residuales, xlab="Cuantiles teóricos", ylab="Cuantiles muestrales", main="Gráfico cuantil-cuantil")

hist(residuales, xlab="Residuales", ylab="Frecuencia", main="Histograma")

Boxplot(residuales, ylab="Residuales", main="Boxplot")

require(nortest)

shapiro.test(residuales)

ad.test(residuales)

valores\_ajustados<-fitted(Modelo)

par(mfrow=c(1,2))

plot(valores\_ajustados, residuales, xlab="Valores ajustados", ylab="Residuales")

abline(h=0, col = "gray60")

plot(as.numeric(almidon.f), residuales, xlab="% Almidón", ylab="Residuales")

abline(h=0, col = "gray60")

require(car)

leveneTest(datos1$dureza ~almidon.f)

bartlett.test(datos1$dureza ~almidon.f)

require(lmtest)

bptest(datos1$dureza ~almidon.f)

plot(residuales, pch=16, ylab="Residuales", xlab="Orden", main="Gráfico de Orden vs Residuales")

abline(h=0)

require(agricolae)

LSD.test(Modelo, "almidon.f", console=TRUE, group=FALSE)

TukeyHSD(Modelo1, which = "almidon.f")

plot(TukeyHSD(Modelo1, which = "almidon.f"))