PRINCIPIOS DE DISEÑOS EXPERIMENTALES

PRACTICA No.2 COMENTARIOS BONFERRONI

Refrescos

Ejercicios

1. Lectura de datos:

```
load("refrescos.Rdata")
base$carbonatacion=as.factor(base$carbonatacion)
base$presion=as.factor(base$presion)
base$rapidez=as.factor(base$rapidez)
```

2. Modelo de suma nula con interacción. La interacción es significativa:

```
options(contrasts=c("contr.sum","contr.poly"))
mod2=lm(d2~carbonatacion*presion,base)
anova(mod2)
```

```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: d2
##                        Df Sum Sq Mean Sq F value   Pr(>F)
## carbonatacion           2 150.75  75.375 27.9742    3e-06 ***
## presion                 1  37.50  37.500 13.9175 0.001531 **
## carbonatacion:presion   2  25.75  12.875  4.7784 0.021647 *
## Residuals              18  48.50   2.694
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Se pueden hacer comparaciones entre los 3 niveles de carbonatación, por separado para cada nivel de presión. También se pueden comparar los dos niveles de presión, por separado para cada nivel de carbonatación. Esto se hace así porque hay interacción.

3. Vamos a empezar comparando los dos niveles de presión, para cada nivel de carbonatación. Escribimos las hipótesis:

$$\mu_{11} - \mu_{12} = 0$$

$$\mu_{21} - \mu_{22} = 0$$

$$\mu_{31} - \mu_{32} = 0$$

Tomando el vector de promedios

$$(\mu_{11}, \mu_{12}, \mu_{21}, \mu_{22}, \mu_{31}, \mu_{32})$$

Los vectores para obtener las hipótesis son:

$$(1, -1, 0, 0, 0, 0)$$

$$(0, 0, 1, -1, 0, 0)$$

$$(0, 0, 0, 0, 1, -1)$$

Estos 3 vectores son ortogonales, por lo que no hay que hacer ninguna corrección.

La solución CORRECTA es la siguiente:

```
b=mod2$coef
b
```

```
##             (Intercept)          carbonatacion1          carbonatacion2 
##                   4.250                  -2.625                  -0.750 
##                presion1 carbonatacion1:presion1 carbonatacion2:presion1 
##                  -1.250                   1.375                  -0.250
```

```
contrasts(base$carbonatacion);contrasts(base$presion)
```

```
##    [,1] [,2]
## 10    1    0
## 12    0    1
## 14   -1   -1
```

```
##    [,1]
## 25    1
## 30   -1
```

```
c11=c(1,1,0,1,1,0)
c21=c(1,0,1,1,0,1)
c31=c(1,-1,-1,1,-1,-1)
c12=c(1,1,0,-1,-1,0)
c22=c(1,0,1,-1,0,-1)
c32=c(1,-1,-1,-1,1,1)

ck1=c11-c12
ck2=c22-c21
ck3=c32-c31
cont=cbind(ck1,ck2,ck3)
L=t(cont)%*%b
ee=sqrt(diag(t(cont)%*%vcov(mod2)%*%cont))
q=L/ee
p=pt(q,18,lower.tail = F)
round(p,3)
```

```
##      [,1]
## ck1 0.416
## ck2 0.009
## ck3 0.000
```

```
p<0.05
```

```
##      [,1]
## ck1 FALSE
## ck2  TRUE
## ck3  TRUE
```

Observe que los valores p se comparan contra 0.05 y no contra 0.05/3 como estaba en la solución. Esto es porque los 3 vectores son ORTOGONALES.

Para construir las cotas inferiores tampoco hay que hacer corrección por la misma razón de ORTOGONALIDAD.

```
qt=qt(1-0.05,18)
lim=L[2:3]-qt*ee[2:3]
round(lim,2)
```

```
##  ck2  ck3
## 0.99 2.74
```

4. Ahora para ilustrar el caso de un factor de diseño con 3 niveles, vamos a suponer que el factor de diseño es carbonatación. Entonces queremos comparar los 3 niveles de carbonatación para cada nivel de presión. Escribimos las hipótesis en dos grupos.

Para el primer nivel de presión (25psi):

$$\mu_{11} - \mu_{21} = 0$$

$$\mu_{11} - \mu_{31} = 0$$

$$\mu_{21} - \mu_{31} = 0$$

Para el segundo nivel de presión (30psi):

$$\mu_{12} - \mu_{22} = 0$$

$$\mu_{12} - \mu_{32} = 0$$

$$\mu_{22} - \mu_{32} = 0$$

Tomando el vector de promedios

$$(\mu_{11}, \mu_{12}, \mu_{21}, \mu_{22}, \mu_{31}, \mu_{32})$$

Los vectores para obtener el primer grupo de hipótesis (25psi) son:

$$(1, 0, -1, 0, 0, 0)$$

$$(1, 0, 0, 0, -1, 0)$$

$$(0, 0, 1, 0, -1, 0)$$

Estos 3 vectores NO son ortogonales, por lo que HAY que hacer corrección.

De forma similar sucede para el segundo grupo de hipótesis (30psi):

$$(0, 1, 0, -1, 0, 0)$$

$$(0, 1, 0, 0, 0, -1)$$

$$(0, 0, 0, 1, 0, -1)$$

Estos 3 vectores TAMPOCO son ortogonales, por lo que HAY que hacer corrección.

Sin embargo, el primer grupo de vectres SI es ortogonal con respecto al segundo grupo de vectores. Por lo que cada grupo de hipótesis se puede probar de forma independiente al otro grupo. Por lo tanto se debe usar corrección de BONFERRONI tomando en cuenta que en cada caso son 3 hipótesis.

Primer grupo:

```
cp1=c21-c11
cp2=c31-c11
cp3=c31-c21
cont=cbind(cp1,cp2,cp3)
L=t(cont)%*%b
ee=sqrt(diag(t(cont)%*%vcov(mod2)%*%cont))
q=L/ee
p=pt(q,18,lower.tail = F)
round(p,3)
```

```
##      [,1]
## cp1 0.416
## cp2 0.004
## cp3 0.006
```

```
p<0.05/3
```

```
##      [,1]
## cp1 FALSE
## cp2  TRUE
## cp3  TRUE
```

Puesto que son 3 hipótesis NO indepéndientes (vectores NO ortogonales) se hace corrección de Bonferroni dividiendo $\alpha/3$.

Ahora se hacen buscan solo 2 cotas inferiores, por lo que se debe corregir con d=2.

```
qt=qt(1-0.05/2,18)
lim=L[2:3]-qt*ee[2:3]
round(lim,2)
```

```
##  cp2  cp3
## 1.06 0.81
```

Segundo grupo:

```
cr1=c22-c12
cr2=c32-c12
cr3=c32-c22
cont=cbind(cr1,cr2,cr3)
L=t(cont)%*%b
ee=sqrt(diag(t(cont)%*%vcov(mod2)%*%cont))
q=L/ee
p=pt(q,18,lower.tail = F)
round(p,3)
```

```
##      [,1]
## cr1 0.004
## cr2 0.000
## cr3 0.000
```

```
p<0.05/3
```

```
##     [,1]
## cr1 TRUE
## cr2 TRUE
## cr3 TRUE
```

Otra vez son 3 hipótesis NO indepéndientes (vectores NO ortogonales) se y hace corrección de Bonferroni dividiendo $\alpha/3$.

Ahora se hacen buscan las 3 cotas inferiores, por lo que se debe corregir con d=3.

```
qt=qt(1-0.05/3,18)
lim=L-qt*ee
round(lim,2)
```

```
##     [,1]
## cr1 0.83
## cr2 5.83
## cr3 2.33
```