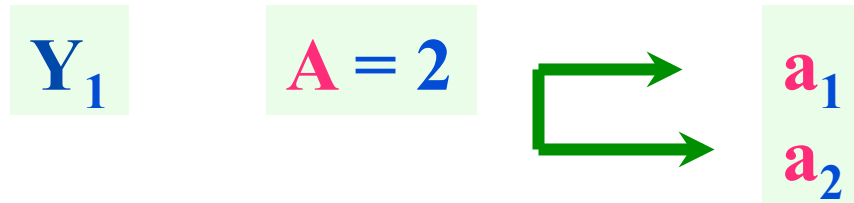


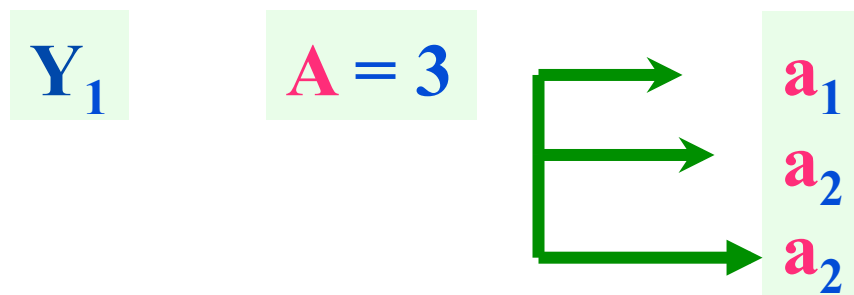
TEMA 6

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



Diseño Unifactorial Univariado



Diseño Unifactorial Univariado

Hipótesis específicas de la investigación

♣ Cuando la variable independiente tiene **MÁS** de 2 condiciones, hay que analizar **entre qué medias** se producen las diferencias y en qué sentido

♣ La hipótesis de la investigación tiene que determinar el orden que seguirán las medias

Investigación sobre frustración-agresión

Ver texto: página 127

Se replica la investigación añadiendo una condición de **CONTROL**

(A) Frustración

a_1 *Control* Recorrido 1º:
Ratón + Comida

a_2 *Baja* Ratón + Comida
↑
← Entrenamiento previo
↓

a_3 *Alta* Ratón

HIPÓTESIS

Orden de las
condiciones:

(A) Frustración GRADO DE
AGRESIÓN

a_1 *Control*

2º

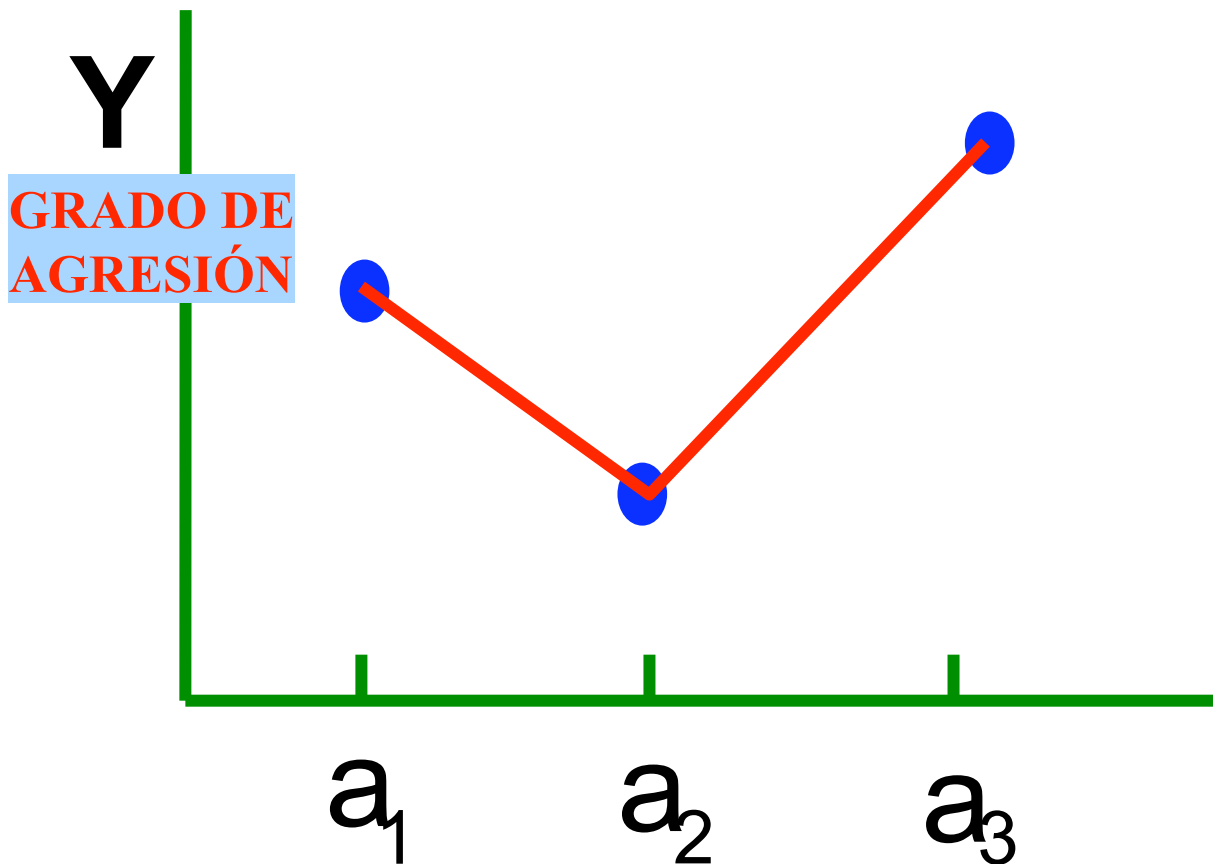
a_2 *Baja*

3º

a_3 *Alta*

1º

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA HIPÓTESIS



Control Baja Alta

(A) Frustración

Datos, medias y efectos estimados

Tabla *Matriz de resultados*

(A) Frustración (Y) Agresión	\bar{Y}	$\hat{\alpha}$
a_1 <i>Control</i> 12, 8, 10	10	0
a_2 <i>Baja</i> 5, 7, 6	6	-4
a_3 <i>Alta</i> 14, 13, 15	14	4
	10	Σ 0

Grados de libertad

$$\text{totales} \equiv gl_T = N - 1 = 9 - 1 = 8$$

$$\text{entre grupos } gl_A = a - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{intra grupos } gl_{\text{Error}} = N - a = 9 - 3 = 6$$

Ecuación estructural

<i>a</i>	Y	\bar{Y}	y	A	\hat{Y}	E
1	12	10	2	0	10	2
1	8	10	-2	0	10	-2
1	10	10	0	0	10	0
2	5	10	-5	-4	6	-1
2	7	10	-3	-4	6	1
2	6	10	-4	-4	6	0
3	14	10	4	4	14	0
3	13	10	3	4	14	-1
3	15	10	5	4	14	1
SC			108	96		12
gl	9	1	8	2	3	6
MC			13.500	48.000		2.000
			TOTAL	ENTRE		ERROR

Análisis de la varianza

Página 221

Tabla

ANOVA entre los tres niveles de A en la variable Agresión

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}_A^2$
<i>Entre</i>	96	2	48.000	24.000	<0.050	0.889
<i>Error</i>	12	6	2.000			
<i>Total</i>	108	8				

$$F_{\text{tablas}}(2, 6, 0.050) = 5.143$$

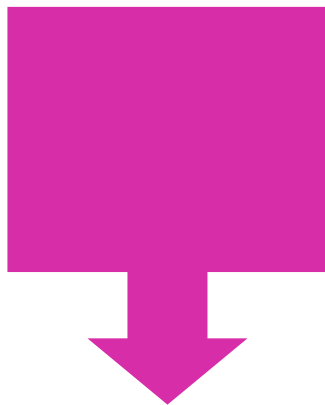
¿Qué diferencia de medias es estadísticamente significativa?



\bar{y} Grupo 10 6 14
 a_1 a_2 a_3

10	a_1 <i>Control</i>	0		
6	a_2 <i>Baja</i>	¿ 4 ?	0	
14	a_3 <i>Alta</i>	¿ 4 ?	¿ 8 ?	0

Prueba de la hipótesis para comparar las medias de las condiciones experimentales



Formulación de hipótesis nulas específicas

TASA DE ERROR DE TIPO I

TASA DE ERROR DE TIPO I POR EXPERIMENTO (PE)

$$\alpha_{PE} = 1 - (1 - \alpha_{PC})^C$$

TASA DE ERROR DE TIPO I

TASA DE ERROR DE TIPO I POR EXPERIMENTO (PE)

Ejemplo: **4 comparaciones**

Si todas las hipótesis nulas fueran **ciertas** y

$\alpha_{PC} = 0.05$ entonces la probabilidad de cometer al menos un Error de Tipo I es:

$$\alpha_{PE} = 1 - (1 - 0.05)^4 = 0.1855$$

EL CONTROL DE LA TASA DE ERROR TIPO I



Consecuencia: se reduce el α_{PC}
para poder controlar el α_{PE}

La prueba se hace **más conservadora**

El procedimiento más adecuado será:

Controle correctamente la
tasa de Error de Tipo I

Cuando la potencia estadística es máxima
(menor Error Tipo II)

TIPOS DE PROCEDIMENTOS

♣ Hay que considerar el número de comparaciones (**C**) que la hipótesis plantea:

exhaustivas (*a posteriori*)

o **planificadas** (*a priori*)

♣ Si las hipótesis experimentales son **simples** (*entre pares de medias*)
o **complejas** (*con promedio de medias*)

COMPARACIÓN SIMPLE

**Plantea exclusivamente
diferencias
entre pares de medias**

COMPARACIÓN COMPLEJA

**Plantea alguna diferencia que
implica la media de
varias medias con otra
o con la media de otras medias**

CONTRASTE EXHAUSTIVO

(a posteriori)

Si la hipótesis plantea hacer todas las comparaciones **dos a dos**, el número total de comparaciones es igual a:

$$C = \frac{m(m - 1)}{2}$$

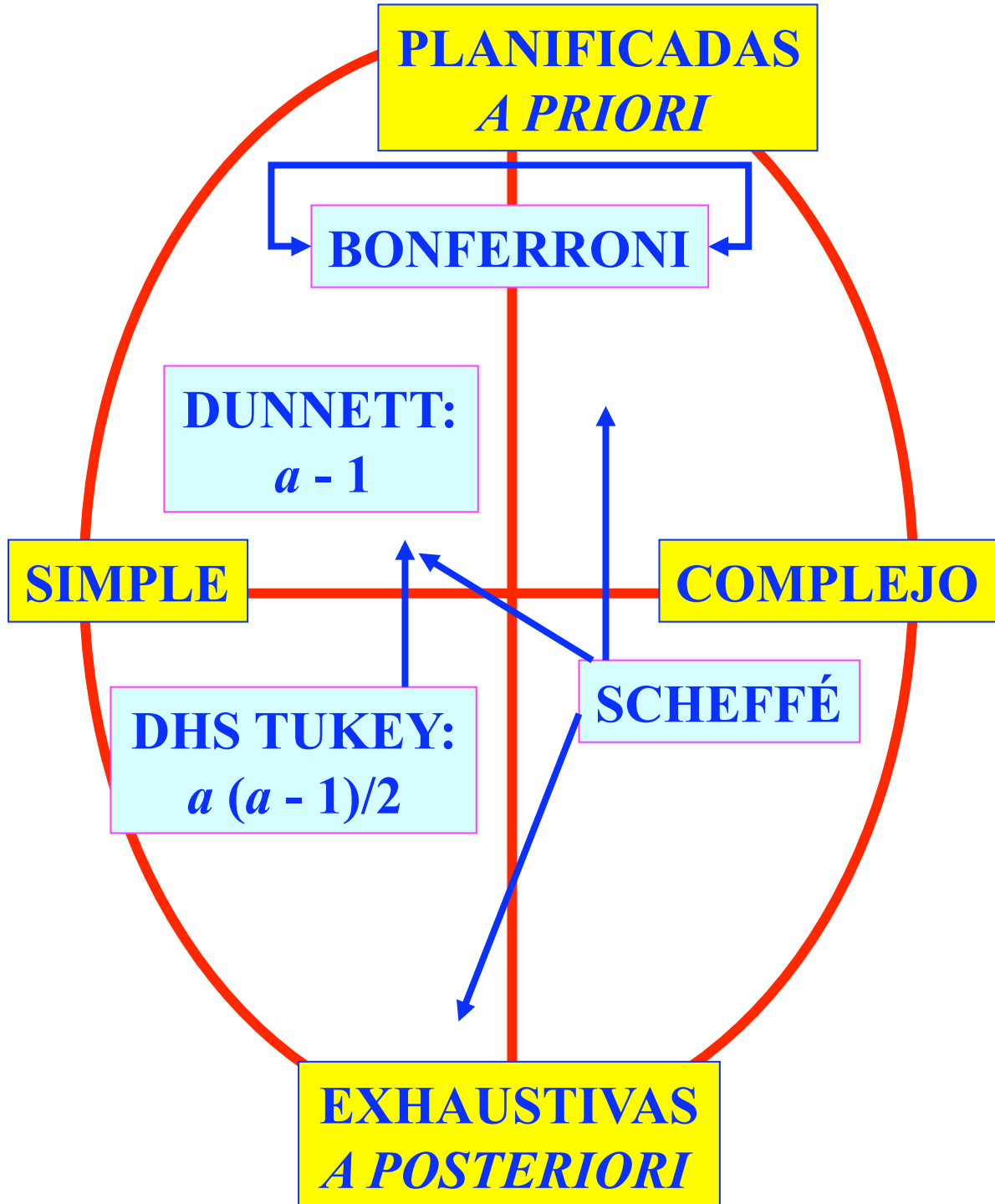
m = Número de medias a comparar

CONTRASTE PLANIFICADO

(a priori)

Si el número de comparaciones que la hipótesis plantea es más reducido, el contraste se denomina **contraste planificado**

Contraste de medias



Procedimiento DHS de Tukey



Es el más potente:
cuando se realizan **todas las comparaciones**
posibles *dos a dos* y además son **simples**

Rango Crítico

$$\left| \bar{Y}_g - \bar{Y}_h \right| \geq \frac{q(\alpha, a, gl_{Error})}{\sqrt{2}} \sqrt{MC_{Error} \sum_{j=1}^a \frac{C_j^2}{n_j}}$$

Procedimiento DHS de Tukey

En el ejemplo

Rango Crítico

$$\left| \bar{Y}_g - \bar{Y}_h \right| \geq \frac{q(0.005, 3, 6)}{\sqrt{2}} \sqrt{2 \left(\frac{1^2}{3} + \frac{-1^2}{3} + \frac{0^2}{3} \right)}$$

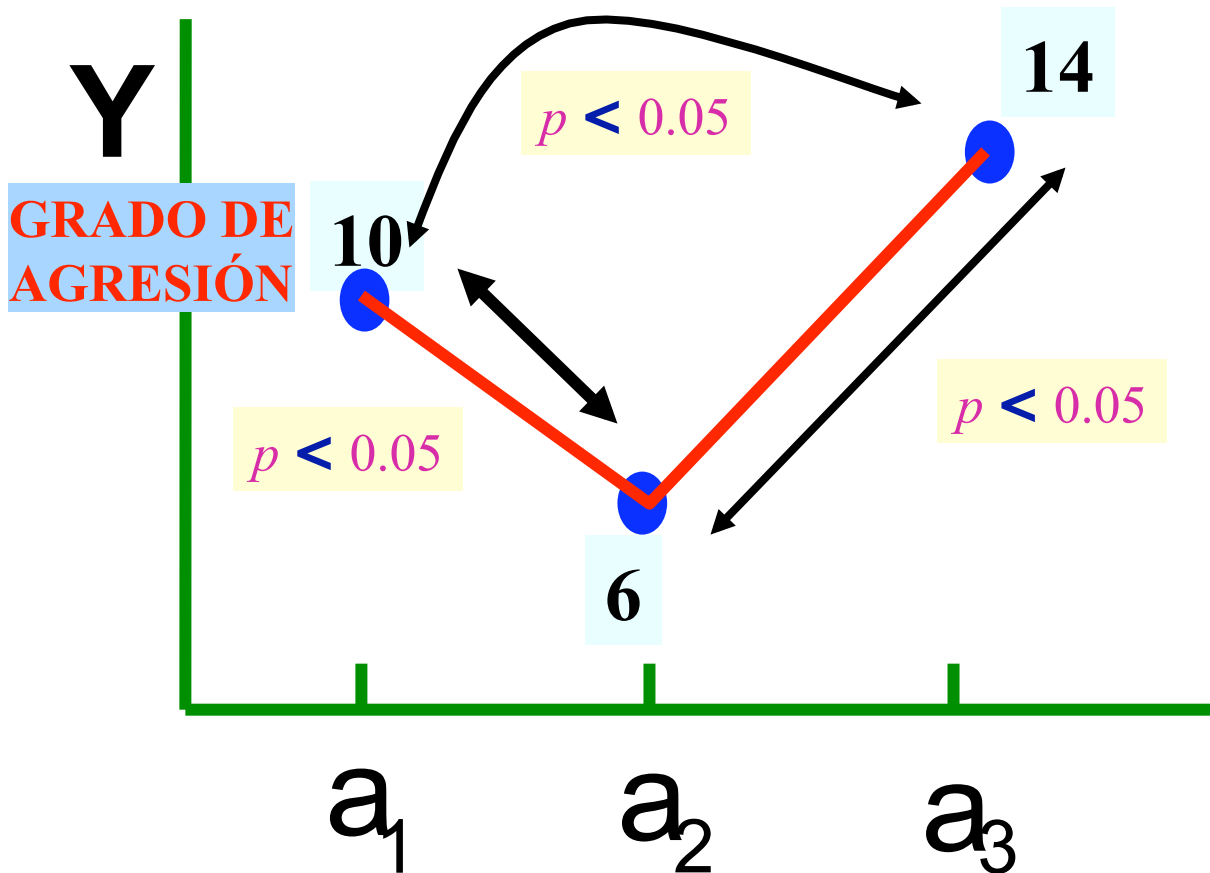


$$\frac{4.339}{\sqrt{2}} \sqrt{2 \cdot \frac{2}{3}} = 3.543$$

¿Qué diferencia de medias es estadísticamente significativa?

\bar{y}	Grupo	a_1	a_2	a_3
10	a_1 <i>Control</i>	0		
6	a_2 <i>Baja</i>	4 $p < 0.05$	0	
14	a_3 <i>Alta</i>	4 $p < 0.05$	8 $p < 0.05$	0

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS



Control Baja Alta

(A) Frustración

Procedimiento de Dunnett



Es el más potente:

Cuando se trata de comparar la media de un grupo frente al resto y además son comparaciones simples

Y $C \leq a - 1$ comparaciones

Rango Crítico

$$\left| \bar{Y}_g - \bar{Y}_h \right| \geq D_{(\alpha, a, gl_{Error})} \sqrt{MC_{Error} \sum_{j=1}^a \frac{C_j^2}{n_j}}$$

Corrección de Bonferroni



Siempre que la hipótesis formule el número de comparaciones, aunque si C es grande entonces la prueba es poco potente

Con comparaciones simples y complejas

Rango Crítico

$$\left| \bar{Y}_g - \bar{Y}_h \right| \geq F_{\text{TABLAS}}(\alpha/C, 1, gl_{\text{Error}}) \sqrt{\text{MC}_{\text{Error}} \sum_{j=1}^a \frac{C_j^2}{n_j}}$$

Procedimiento de Scheffé



Es válido en cualquier circunstancia
Con comparaciones **simples** i **complejas**
Normalmente es la prueba **menos potente**

Rango Crítico

$$\left| \bar{Y}_g - \bar{Y}_h \right| \geq$$

$$\sqrt{(a - 1) F_{\text{TABLAS}}(\alpha, a-1, gl_{\text{Error}})}$$

$$\sqrt{\text{MC}_{\text{Error}} \sum_{j=1}^a \frac{C_j^2}{n_j}}$$

Máximn nº de contrastes que deberían probarse con el procedimiento de Bonferroni

		Número de grupos							
glerror	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	2	4	8	12	17	24	31	40	
6	2	5	9	14	21	30	41	55	
7	2	5	10	16	25	37	52	71	
8	2	6	11	18	29	44	64	89	
9	2	6	12	20	33	51	75	107	
10	2	6	12	22	37	58	87	127	
12	3	7	13	25	43	70	110	166	
14	3	7	14	28	49	82	132	205	
16	3	7	15	30	54	93	153	243	
18	3	7	16	32	58	103	173	281	
20	3	7	17	33	63	112	191	316	
30	3	8	18	39	78	147	267	470	
40	3	8	20	43	87	170	320	586	
50	3	8	20	45	94	187	360	674	
60	3	8	21	47	98	199	390	743	
70	3	9	21	48	102	209	414	799	
80	3	9	21	49	105	217	433	844	
90	3	9	22	50	107	223	449	882	
100	3	9	22	50	109	228	462	913	
110	3	9	22	51	111	232	473	941	
120	3	9	22	51	112	236	483	964	

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

Cuando la hipótesis formula el n° de comparaciones y las hipótesis concretas, el procedimiento consiste en aplicar en cada comparación el *alfa*:

α_{PE} que se desea en el experimento

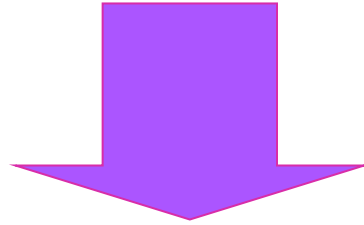
Número de comparaciones (C)

Por ejemplo:

si se formulan cuatro comparaciones, el α_{PE} final se mantendrá en 0.05 si en cada comparación individual se utiliza un error =

$$\alpha_{PC} = \frac{\alpha_{PE}}{C}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni



$$\alpha_{PC} = \frac{0.05}{4} = \underline{\underline{0.0125}}$$

Por tanto:

$$\alpha_{PE} = 1 - (1 - 0.0125)^4 = 0.049$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

Si las hipótesis del experimento son:

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

b) ¿La media del grupo control y el grupo de frustración baja es diferente de la media del grupo de frustración alta?

$$\alpha_{PC} = \frac{\alpha_{PE}}{C} = \frac{0.05}{2} = \underline{0.025}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

$$H_0 \equiv \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_0 \equiv (1) \bar{Y}_1 + (-1) \bar{Y}_2 + (0) \bar{Y}_3 = 0$$

$$\Rightarrow (1 \ -1 \ 0) \begin{pmatrix} \bar{Y}_1 \\ \bar{Y}_2 \\ \bar{Y}_3 \end{pmatrix} = 0$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

Suma de Cuadrados del Contraste (ψ):

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C}$$

$$C' \bar{Y}_A =$$

$$= (1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0)$$

10

10

10

6

6

6

14

14

14

$$= 12$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C}$$

$$C' C =$$

$$= (1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0)$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = 6$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

a) ¿Hay diferencias entre el grupo control y el grupo de frustración baja?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C} =$$

$$= \frac{(12)^2}{6} = \underline{24}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

Análisis con la Razón F

$$MC_{\psi} = \frac{SC_{\psi}}{1} = \frac{24}{1} = \underline{24}$$

$$F = \frac{MC_{\psi}}{MC_{\text{ERROR}}} = \frac{24}{2} = \underline{12}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

b) ¿La media del grupo control y el grupo de frustración baja es diferente de la media del grupo de frustración alta?

$$\begin{aligned}H_0 &\equiv 1/2(\mu_1 + \mu_2) = \mu_3 \Rightarrow \\&\Rightarrow 1/2\mu_1 + 1/2\mu_2 - \mu_3 = 0 \Rightarrow \\&\Rightarrow \mu_1 + \mu_2 - 2\mu_3 = 0\end{aligned}$$

$$H_0 \equiv (1) \bar{Y}_1 + (1) \bar{Y}_2 + (-2) \bar{Y}_3 = 0$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

b) ¿La media del grupo control y el grupo de frustración baja es diferente de la media del grupo de frustración alta?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C}$$

$$C' \bar{Y}_A =$$

$$= (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -2 \ -2 \ -2)$$

$$\begin{pmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 14 \\ 14 \\ 14 \end{pmatrix}$$

$$= -36$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

b) ¿La media del grupo control y el grupo de frustración baja es diferente de la media del grupo de frustración alta?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C}$$

$$C' C =$$

$$= (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -2 \ -2 \ -2)$$

$$\left(\begin{array}{c} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ -2 \\ -2 \\ -2 \end{array} \right)$$

$$= 18$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

b) ¿La media del grupo control y el grupo de frustración baja es diferente de la media del grupo de frustración alta?

$$SC_{\psi} = \frac{(C' \bar{Y}_A)^2}{C' C} =$$

$$= \frac{(-36)^2}{18} = \underline{72}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

Análisis con la Razón F

$$MC_{\psi} = \frac{SC_{\psi}}{1} = \frac{72}{1} = \underline{72}$$

$$F = \frac{MC_{\psi}}{MC_{\text{ERROR}}} = \frac{72}{2} = \underline{36}$$

Corrección o Desigualdad de Bonferroni

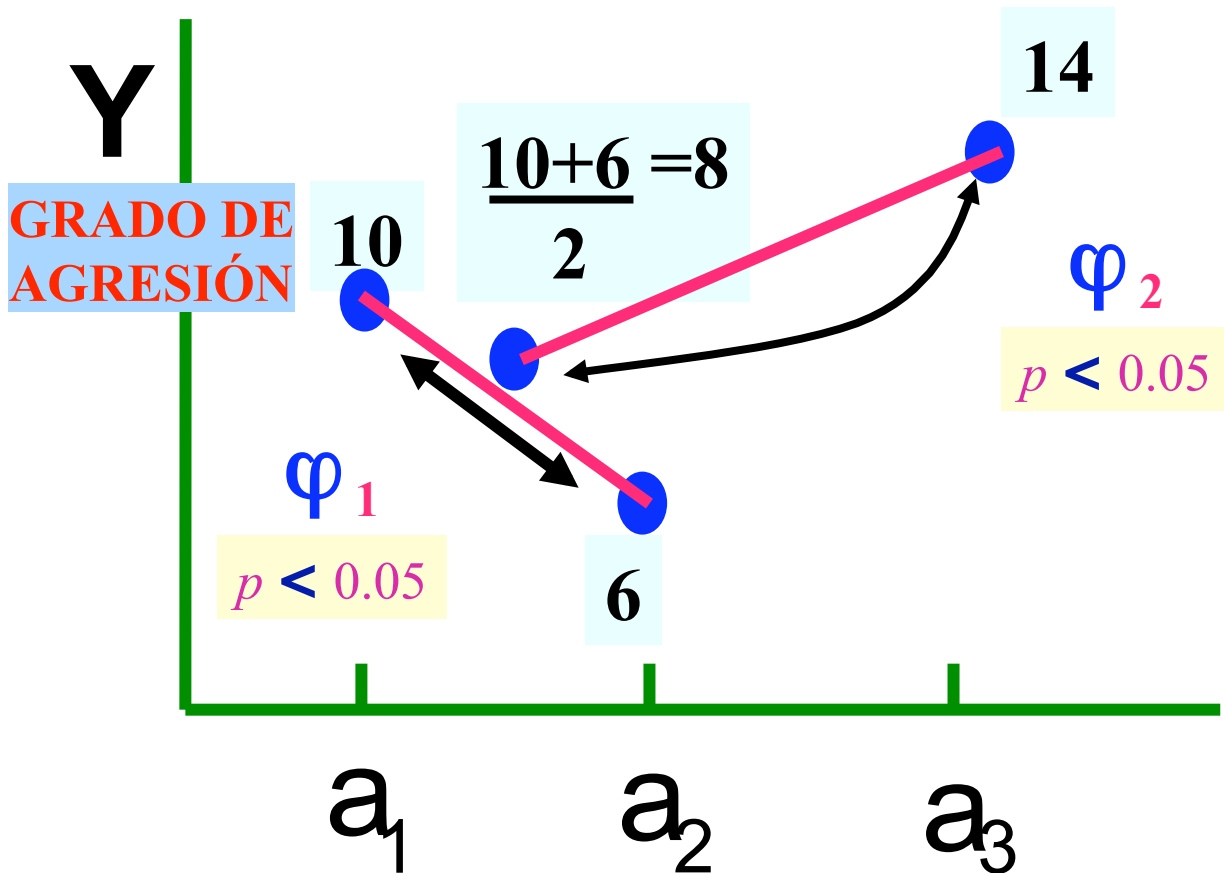
Tabla 18

Prueba de la hipótesis del conjunto de contrastes

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}_A^2$
Ψ_1	24	1	24.000	12.000	< 0.025	0.222
Ψ_2	72	1	72.000	36.000	< 0.025	0.667
Error	12	6	2.000			
<i>Total</i>	108	8				0.889

$$F_{(0.025, 1, 6)} = 8.813$$

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS



Control Baja Alta

(A) Frustración