

Apellidos _____
 Nombre: _____ Grupo: _____ DNI _____

1. En un estudio sobre la biología de la muerte celular¹, se llevó a cabo un experimento con ratas para comprobar el efecto neuroprotector de varias dosis de troglitazone («dose» baja = 1.3, media = 4.5 y alta = 13.5) en dos formas de iones («ion» 0 = negativo y 1 = positivo). En cada caso, se midió el porcentaje de células muertas relativas a la cantidad de glutamato «glut» (valores mayores de glutamato indican mayor muerte celular).

Realizado un análisis de la varianza con SPSS se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla ANOVA

Variable dependiente: glut

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
dosis	48765,567	2	24382,784	74,589	,000
ion	2021,803	1	2021,803	6,185	,023
dose * ion	583,708	2	291,854	,893	,427
Error	5884,142	18	326,897		
Total	57255,210	23			

a R cuadrado = ,897 (R cuadrado corregida = ,869)

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: glut

dose	ion	Media	Desv. Típ.	N
dosis baja	0	115,6275	29,44958	4
	1	106,0050	13,36462	4
	Total	110,8163	21,78747	8
dosis media	0	48,2450	14,50785	4
	1	34,9400	7,07903	4
	Total	41,5925	12,73812	8
dosis alta	0	17,7800	18,73075	4
	1	-14,3625	17,43727	4
	Total	1,7088	23,99696	8
Total	0	60,5508	47,04220	12
	1	42,1942	52,99293	12
	Total	51,3725	49,89346	24

a) Definir los siguientes elementos:

Variable respuesta: Y_{ij} = el porcentaje de células muertas relativas a la cantidad de glutamato con la dosis i y la forma de ión j.

Factor 1: **dosis de troglitazone** n° de niveles: **Tres (3)**

Factor 2: **ion** n° de niveles: **Dos (2)**

¿Cuántas réplicas se han hecho para cada combinación de niveles de los factores?: **Cuatro (4)**

¹ Source: Uryo S, Harada J, Hisamoto M, and Oda T. (2002) Troglitazone inhibits both post glutamate neurotoxicity and loptassium induced apoptosis in cerebellar granule neurons. *Brain Research*, 924: 229-236.

Modelo teórico: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + U$. La variable U es $N(0,\sigma)$. Análisis de la varianza con dos factores e interacción.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: glut

Bonferroni

(I) dose	(J) dose	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
dosis baja	dosis media	69,2238(*)	9,04014	,000	45,3655	93,0820
	dosis alta	109,1075(*)	9,04014	,000	85,2493	132,9657
dosis media	dosis baja	-69,2238(*)	9,04014	,000	-93,0820	-45,3655
	dosis alta	39,8838(*)	9,04014	,001	16,0255	63,7420
dosis alta	dosis baja	-109,1075(*)	9,04014	,000	-132,9657	-85,2493
	dosis media	-39,8838(*)	9,04014	,001	-63,7420	-16,0255

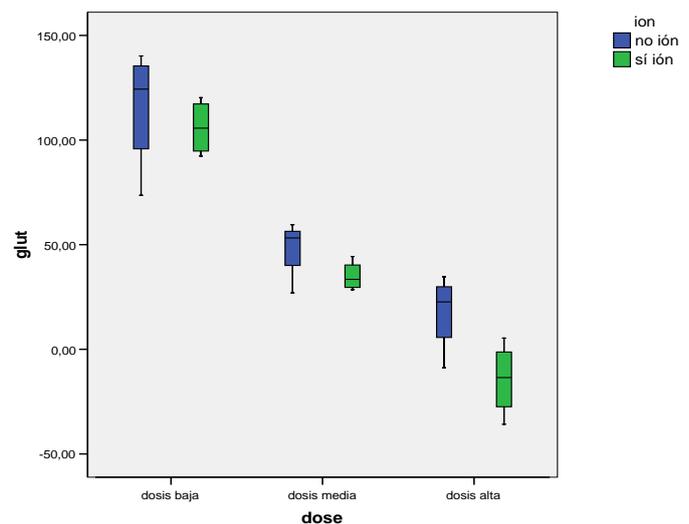
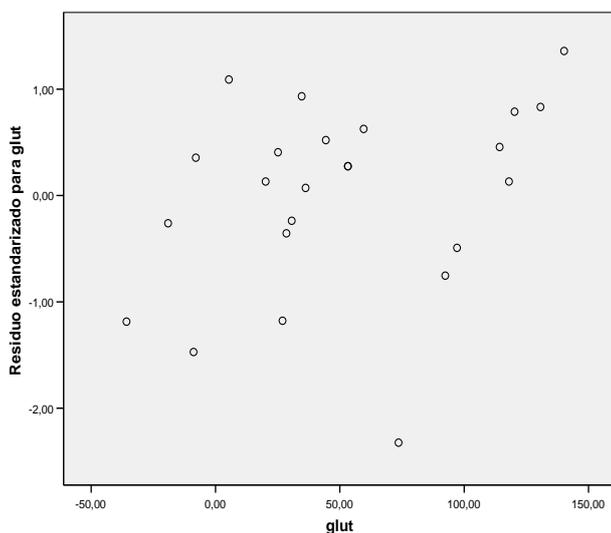
Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

b) Indicar las conclusiones que se obtienen del contraste de Bonferroni.

Solamente se hacen comparaciones para la variable «dose» ya que la variable «ion» tiene solamente dos niveles.

El contraste de Bonferroni indica que hay diferencias significativas (al nivel de significación global $\alpha=0,05$) para la respuesta media entre las dosis baja y media, entre la dosis baja y alta y entre la dosis media y alta.



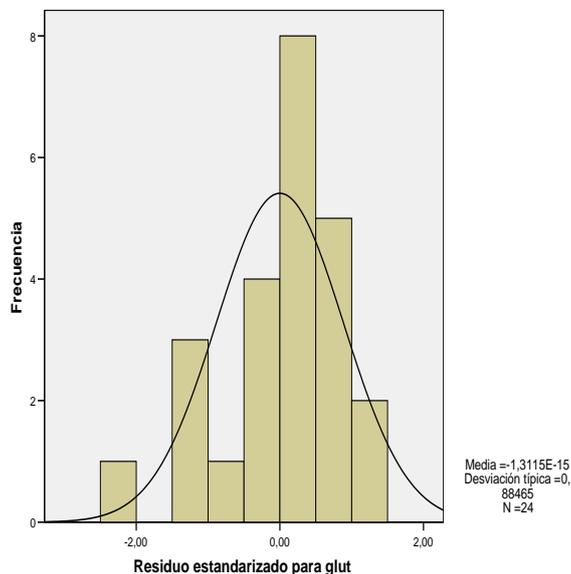
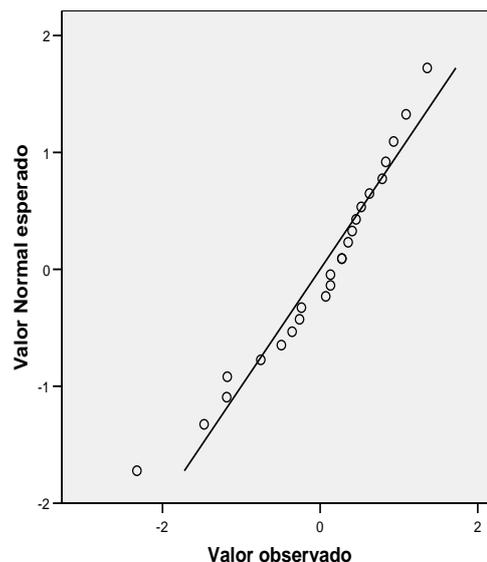


Gráfico Q-Q Normal de Residuo estandarizado para glut



c) Especificar y comentar los requisitos del modelo.

Normalidad : U sigue una distribución $N(0,\sigma)$. El gráfico de los residuos muestra un posible dato anómalo (por debajo de -2). Esto se detecta también en el histograma y el gráfico Q-Q.

Homocedasticidad : la varianza es igual en cada uno de los 6 casos (3 dosis x 2 formas de ión). $Var(U) = \sigma^2$. Los datos descriptivos hacen discutible el cumplimiento de este requisito ya que las desviaciones típicas muestrales presentan diferencias grandes.

Independencia: las observaciones se han realizado de manera independiente (el resultado de cada rata no influye en los de las demás). Se supone que las ratas han sido elegidas independientemente unas de otras.

Linealidad: los residuos se distribuyen homogéneamente alrededor del cero. $E(U)=0$. Salvo el mencionado dato posiblemente anómalo, los residuos se distribuyen sin forma alrededor del 0.

d) Suponiendo que se cumplen los requisitos del modelo, indicar, especificando la H_0 en cada caso, las conclusiones que se obtienen de la tabla ANOVA.

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$ (el factor dosis no influye en la respuesta media).

Se rechaza (el p-valor es menor que 0.0005), Hay evidencia muy significativa de que la dosis influye en la media de la muerte celular.

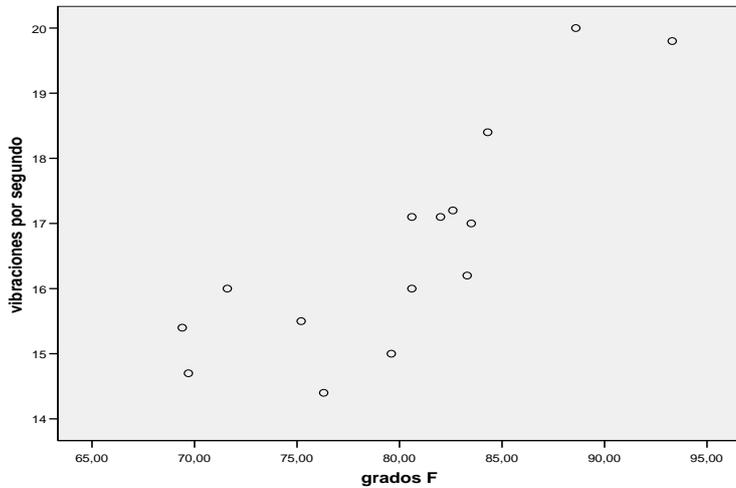
$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$ (el factor ión no influye en la respuesta media).

Con $\alpha = 0.05$ se rechaza H_0 (el p-valor es 0.023), Hay evidencia significativa de que, en media, la forma de ión influye en la muerte celular. Nota: con $\alpha = 0.01$ no podríamos rechazar.

$H_0 : \gamma_{ij} = 0$ para todas las parejas ij (no hay interacción entre la dosis y el ión).

No se rechaza (el p-valor es 0.427). No hay evidencia de que exista interacción.

2. En un estudio² sobre el sonido de los grillos en relación con la temperatura ambiente, se midió a 15 temperaturas diferentes (en grados Fahrenheit) la frecuencia (en vibraciones por segundo) de los chirridos producidos por los grillos al frotar sus alas. Se supone que dicha frecuencia aumenta con la temperatura. A continuación se presentan los resultados SPSS obtenidos en un modelo de regresión lineal:



R	R cuadrado
0,835	0,697

Modelo		Coeficientes no estandarizados		t	Sig.
		B	Error típ.		
1	(Constante)	-,309	3,109	-,099	,922
	grados F	,212	,039	5,475	,000

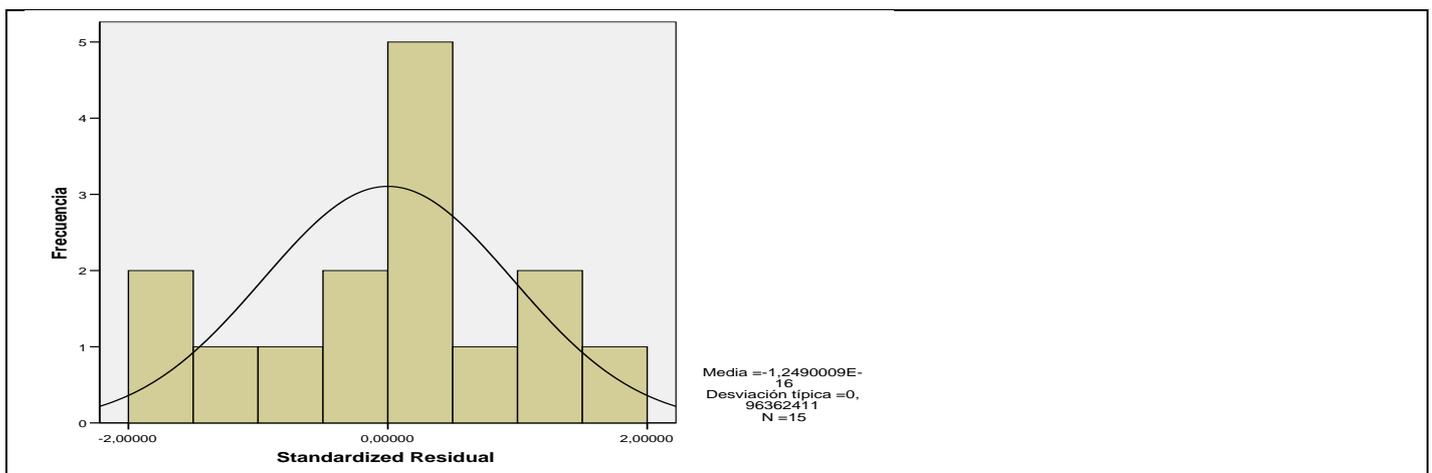
a Variable dependiente: vibraciones por segundo

ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	28,287	1	28,287	29,970	,000(a)
	Residual	12,270	13	,944		
	Total	40,557	14			

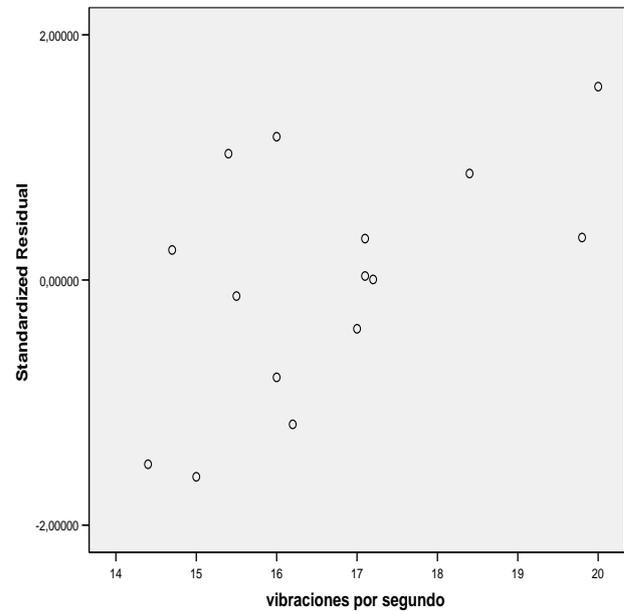
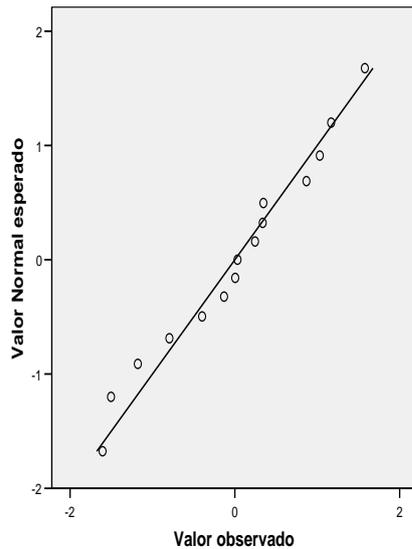
a Variables predictoras: (Constante), grados F

b Variable dependiente: vibraciones por segundo



² Fuente: Pierce, George W. 1948. *The Song of Insects*.

Gráfico Q-Q Normal de Standardized Residual



a) Describir el modelo teórico utilizado

Regresión lineal simple. Variable explicativa (X): temperatura en grados F. Variable respuesta (Y): n° de vibraciones por segundo.

Modelo: $(Y|X=x)=\beta_0+\beta_1 x+U$. La variable U es $N(0,\sigma)$.

b)

- Escribir la ecuación de la recta de regresión estimada.
- ¿Qué porcentaje en la variación de la frecuencia de los chirridos estimamos que se debe a la existencia de variaciones en la temperatura?
- Dar un intervalo de confianza del 95% para la pendiente de la recta de regresión (β_1).

$$Y = -0.309 + 0.212 X$$

R cuadrado = 0.697: el modelo explica aproximadamente el 70% de la variabilidad.

$$IC95\%(\beta_1) = [0.212 \pm t_{13;0.025} \cdot \text{Error tip.}] = [0.212 \pm 2.16 \cdot 0.039] = [0.128, 0.296].$$

c) ¿Qué conclusiones pueden extraerse de la tabla ANOVA?

El coeficiente de la regresión (β_1) es significativamente distinto de cero a cualquier nivel de significación «razonable».

El número medio de vibraciones por segundo crece linealmente con la temperatura.

d) ¿Qué efecto tendrá sobre la frecuencia de chirridos un aumento de 5 grados Fahrenheit?

Aumentaría la frecuencia, en media, en $0,212 \cdot 5 = 1,1$ vibraciones por segundo.

e) Indicar los requisitos previos necesarios para que el análisis realizado sea correcto y si los gráficos presentan alguna evidencia en su contra.

La variable Y, fijado cualquier valor de la X, tiene distribución normal con varianza constante.

El valor medio de la variable Y, fijada X, es de la forma $\beta_0 + \beta_1 X$.

No parecen observarse grandes desviaciones de la normal tanto el histograma como en el diagrama Q-Q. Sin embargo la homocedasticidad es dudosa ya que para la parte alta de los valores de Y solamente se observan residuos positivos. Esto puede ser debido a una falta de linealidad en la relación entre X e Y.

Las observaciones deben ser independientes.