

## 11A. RELACIÓN ENTRE RESPUESTA CUANTITATIVA Y PREDICTORA POLITÓMICA: COMPARACION DE VARIAS MEDIAS.

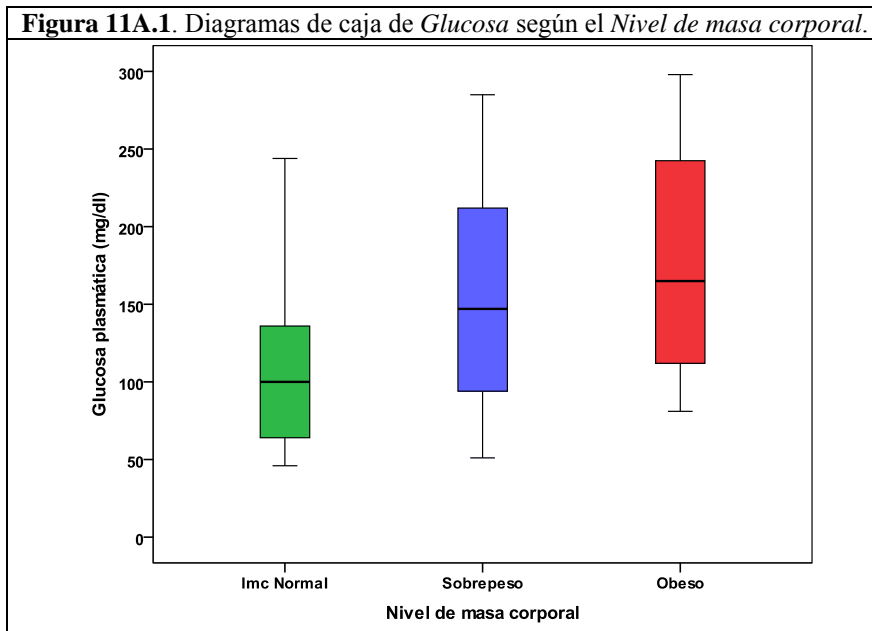
El análisis de la relación entre una variable respuesta cuantitativa como *Glucosa* y una predictora categórica con más de dos categorías (politómica) como *Nivel de masa corporal Normal/Sobrepeso/Obesidad* (relación entre varios –tres en este caso– grupos cuantitativos independientes), consiste en la *comparación de tres medias*: las medias de *Glucosa* en los que tienen *Imc Normal* (107,7 mg/dl), *Sobrepeso* (154,2 mg/dl) y *Obesidad* (174,8 mg/dl).

- Si las medias son similares, las variables no están relacionadas o son estadísticamente independientes: la *Glucosa* no depende del nivel de masa corporal.
- Si las medias son diferentes, las variables están relacionadas o son estadísticamente dependientes: la *Glucosa* depende del nivel de masa corporal.

La comparación de las tres medias (Tabla 11A.1) y la inspección de los diagramas de caja mostrados en la Figura 11A.1 sugieren que sí son diferentes. Pero para obtener una conclusión más o menos fiable se debe aplicar una prueba estadística.

**Tabla 11A.1.** Comparación de medias *Nivel de masa corporal – Glucosa*.

Media de <i>Glucosa</i> en <i>Imc Normal</i>	107,7 mg/dl
Media de <i>Glucosa</i> en <i>Sobrepeso</i>	154,2 mg/dl
Media de <i>Glucosa</i> en <i>Obesidad</i>	174,8 mg/dl



La comparación estadística se realiza como se muestra en la Figura 11A.2. El resultado de las pruebas estadísticas necesarias para este análisis se muestra en Tabla 11A.2, Tabla 11A.3 y Figura 11A.3.

**Figura 11A.2.** Comparación de respuesta cuantitativa y predictora politómica: *Glucosa – ObesidadOr*.

### Normalidad

(de *Glucosa* en cada grupo de *ObesidadOr*)

Pruebas: Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks

Gráficos: de Normalidad, de Caja, Histograma.

### Igualdad de Varianzas

Prueba de Levene

Sí

No

**Análisis de la Varianza  
(ANOVA)**

**Prueba no paramétrica  
H de Kruskal-Wallis**

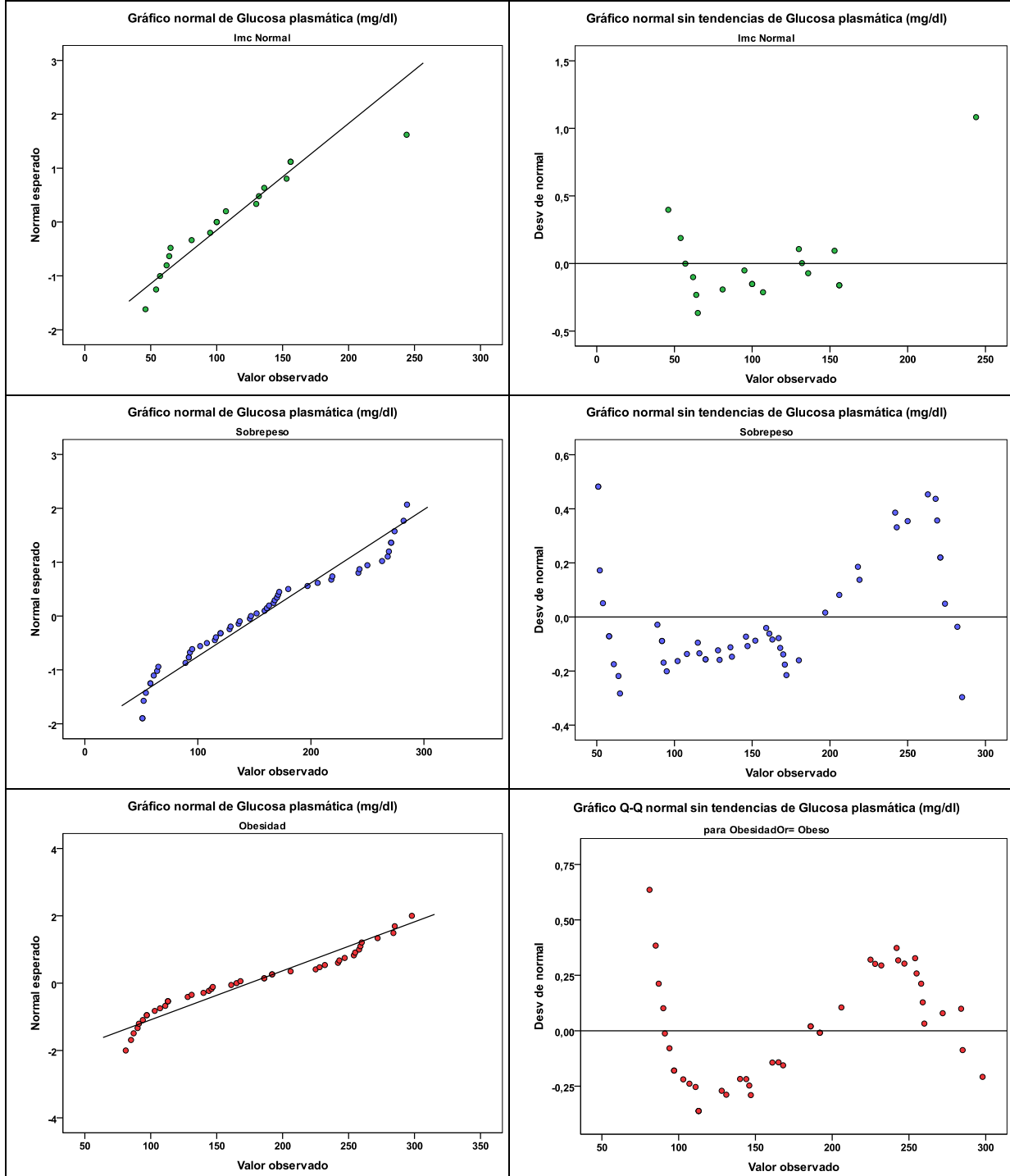
Si significativa: **Comparaciones múltiples**

▪ **Supuesto de Normalidad.**

Primero se debe evaluar si la variable cuantitativa en cada uno de los grupos de la variable categórica, (en este caso *Glucosa* en *Imc Normal*, *Sobrepeso* y *Obesidad*), sigue una ley normal. La normalidad se evalúa mediante los gráficos y las pruebas estadísticas de normalidad, tal y como se ha indicado en la Unidad 9. Las pruebas de normalidad (Tabla 11A.2) de este ejemplo indican que no se cumple la normalidad, porque la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors en *Obesidad* ( $n = 43$ ) es significativa ( $p = 0,031$ ) aunque sean no significativas las prueba de Shapiro-Wilks en *Imc Normal* ( $n = 18$ ;  $p = 0,068$ ) y la de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors en *Sobrepeso* ( $n = 51$ ;  $p = 0,200$ ).

Los gráficos de normalidad de *Glucosa*, también sugieren que no se cumple la normalidad. En los gráficos *Normal* los puntos serpentean la diagonal y en los gráficos *Normal sin tendencias* se alejan de la recta horizontal de manera asimétrica en los lados (Figuras 11A.3).

**Figura 11A.3.** Gráficos *Normal* y *Normal sin tendencias* de *Glucosa* según el *Nivel de masa corporal*.



**Tabla 11A.2.** Pruebas de Normalidad de *Glucosa* en cada categoría de *Nivel de masa corporal*.

Prueba	Estadístico	gl	p
Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors en Imc Normal	0,135	18	0,200
Shapiro-Wilks en Imc Normal	0,904	<b>18</b>	<b>0,068</b>
Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors en Sobrepeso	0,098	<b>51</b>	<b>0,200</b>
Shapiro-Wilks en Sobrepeso	0,933	51	0,006
Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors en Obesidad	0,141	<b>43</b>	<b>0,031</b>
Shapiro-Wilks en Obesidad	0,915	43	0,004

▪ **Supuesto de igualdad de varianzas.**

Se evalúa con la **prueba de igualdad de varianzas de Levene** (Tabla 11A.3) que, como todas las pruebas que comparan varianzas, utiliza la distribución de probabilidad F de Snedecor. Aquí es no significativa ( $p = 0,063$ ), por lo que las varianzas no son estadísticamente diferentes y se puede asumir el supuesto de igualdad de varianzas.

▪ **Prueba del Análisis de la Varianza (ANOVA).**

Si se cumplen los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, la comparación estadística se realiza con prueba del Análisis de la Varianza o **ANOVA** (ANalysis Of VAriance), cuyo resultado es una  $p = 0,003$  (Tabla 11A.3). En una generalización de la t de Student para la comparación de dos a varias medias. El ANOVA es una prueba robusta que soporta bien la no igualdad de varianzas.

**Videotutorial 11A1ANOVA1.avi**

Con el archivo *Factores.sav* se muestra como se evalúa la relación entre la exposición categórica politómica *ObesidadOr* (*Normal/Sobrepeso/Obesidad*) y la respuesta cuantitativa *Glucosa*. Primero se analiza la normalidad de *Glucosa* en cada categoría de *ObesidadOr* con los **gráficos y pruebas de normalidad** del cuadro *Explorar*. En caso de cumplirse la normalidad en los tres grupos, se utiliza la **prueba del ANOVA** para grupos independientes del cuadro *ANOVA de un factor*. Se debe evaluar la igualdad u homogeneidad de varianzas con la **prueba de Levene** que ofrece el cuadro. En caso de cumplirse la igualdad de varianzas se puede utilizar el ANOVA para la comparación de tres medias de grupos independientes.

**Tabla 11A.3.** Pruebas estadísticas utilizadas en la comparación *Nivel de masa corporal – Glucosa*.

Prueba	Estadístico	gl	p
Igualdad de varianzas de Levene	F = 2,838	2;109	<b>0,063</b>
ANOVA	F = 6,100	2;109	0,003
H de Kruskal-Wallis	$\chi^2 = 10,99$	2	<b>0,004</b>
de tendencia lineal del ANOVA	F = 11,184		0,001
de Jonckheere-Terpstra	JT = 2,98		<b>0,003</b>

▪ **Prueba H de Kruskal-Wallis.**

Si no se cumple la normalidad o la igualdad de varianzas se debe utilizar la prueba no paramétrica **H de Kruskal-Wallis**, que aquí también es significativa ( $p = 0,004$ ) (Tabla 11A.3) y es una generalización de la prueba U de Mann-Whitney de dos a varios grupos independientes.

**Pruebas de tendencia**

Cuando la variable exposición tiene categorías ordenadas, como sucede en este caso con la variable ordinal *Nivel de masa corporal Normal/Sobrepeso/Obesidad*, puede ser interesante evaluar si el cambio en las categorías de *Nivel de masa corporal* está asociado a un cambio de *Glucosa*, es decir si hay tendencia creciente (al aumentar el *Nivel de masa corporal*, aumenta la *Glucosa*) o decreciente (al aumentar el *Nivel de masa corporal* disminuye la *Glucosa*). Es decir comprobar la siguiente hipótesis:  $M_{\text{IMC NORMAL}} < M_{\text{SOBREPESO}} < M_{\text{OBESIDAD}}$ . Viendo las tres medias, los tres diagramas de caja, parece que a medida que crece el *Nivel de masa corporal* hay una tendencia creciente en los valores de *Glucosa*. Esta tendencia creciente puede tener varios componentes: lineal, cuadrático, cúbico, etc.

▪ **Prueba de tendencia lineal paramétrica del ANOVA.**

Valora la tendencia lineal. Aquí resulta estadísticamente significativo ( $F=11,184$ ;  $p=0,001$ ) (Tabla 11A.3). Esto significa que existe relación lineal positiva entre el *Nivel de masa corporal* y la *Glucosa*. También se puede comprobar si hay tendencia cuadrática, cúbica, etc. con las correspondientes pruebas de tendencia cuadrática, cúbica, etc. del ANOVA.

▪ **Prueba de tendencia no paramétrica de Jonckheere-Terpstra.**

En este caso sale significativas ( $p = 0,003$ ) confirmando tendencia, que además es creciente (indicado por el signo positivo de estadístico JT) de *Glucosa* según *Nivel de masa corporal*. En el diagrama de caja de la

Figura 11A.1 puede apreciarse esta tendencia creciente. Siempre que exista tendencia, la prueba de Jonckheere-Terpstra es más potente (menor nivel de significación) que la de Kruskal-Wallis.

**Videotutorial 11A2KruskalWallis1.avi**

Con el archivo *Factores.sav* se muestra como se evalúa la relación entre la exposición ordinal *ObesidadOr* y la respuesta cuantitativa *Glucosa* con las pruebas no paramétricas de homogeneidad **H de Kruskal-Wallis** y de **tendencia de Jonckheere-Terpstra** con el cuadro *Prueba para varios grupos independientes*. También se muestra como se obtiene la prueba de **tendencia lineal del ANOVA** con el cuadro *ANOVA de un factor*.