

## Metodología de Investigación Enfermera

# Contraste de Hipótesis

# Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas:

# Prueba U de Mann-Whitney

## Autores

Romero Saldaña, Manuel  
Enfermero Especialista en Enfermería del Trabajo  
Excmo Ayuntamiento de Córdoba

Cuando se quiere contrastar la diferencia que pudiera existir entre dos o más grupos, lo ideal, es recurrir a pruebas de significación estadística paramétricas, puesto que éstas son capaces de hallar más diferencias entre los grupos a comparar. Sin embargo, a veces esta primera elección no es posible, y tenemos que echar mano de pruebas de contraste no paramétricas.

En ocasiones, los datos obtenidos en una investigación no cumplen los criterios de pertenencia a una distribución normal, o se trata de variables cualitativas ordinales con poco tamaño muestral. En estos supuestos, se deben emplear pruebas de significación estadística no paramétricas o también conocidas de libre distribución. Si el objetivo es comparar medias o medianas independientes, las pruebas de significación estadística a utilizar son:

**o Prueba “U” de Mann-Whitney:** Empleada para la comparación de dos muestras independientes, ya sea con variables cuantitativas o cualitativas ordinales (de rango). Sería la prueba equivalente a la prueba paramétrica T de Student.

**o Prueba de Kruskal-Wallis:** Empleada para la comparación de tres o más muestras independientes, ya sea con variables cuantitativas o cualitativas ordinales (de rango). Sería la prueba equivalente a la prueba paramétrica ANOVA.

Para determinar si se debe aplicar una prueba paramétrica o no paramétrica, lo primero, es conocer qué tipo de variable se está comparando (cuantitativa o cualitativa); y en segundo lugar, si se trata de una variable cuantitativa,

habrá que comprobar si los datos obtenidos en el estudio siguen una distribución normal.

Para facilitarnos el tratamiento estadístico, se aconseja utilizar cualquier paquete informático específico. En este caso, se recomienda el empleo del programa estadístico G-STAT 2.0.1, de uso gratuito e instalación libre. Se puede descargar a través de la página [www.e-biometria.com/](http://www.e-biometria.com/)

A continuación se exponen dos ejemplos en los que se intenta contrastar si existen diferencias en la comparación de dos grupos independientes, utilizando la prueba U de Mann-Whitney.

**Ejemplo 1. Una enfermera del trabajo realiza un estudio de investigación para conocer la satisfacción laboral en su empresa, y precisa conocer si las puntuaciones obtenidas de satisfacción en dos departamentos, Hacienda y Contabilidad, difieren significativamente.**

El departamento de Hacienda está formado por 9 trabajadores, mientras que en Contabilidad trabajan 6 personas. A cada trabajador se le ha pasado un cuestionario sobre satisfacción laboral de varias preguntas con alternativa de respuesta según escala likert. Cada trabajador obtiene una puntuación final de 0 a 5 puntos, que indica su satisfacción global.

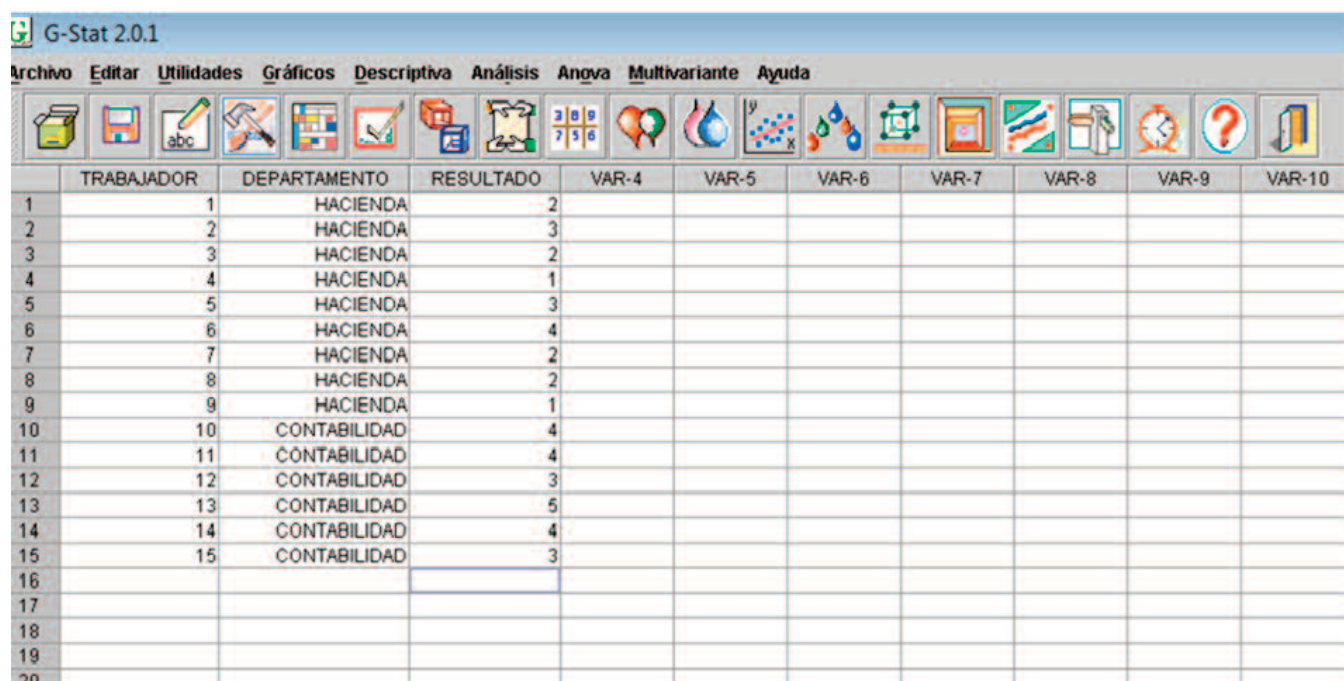
Al tratarse de una variable cualitativa ordinal, no sería correcto calcular la media aritmética, sino la mediana. Por tanto, la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) que se plantea en este estudio sería la de igualdad de medianas de satisfacción global para los dos departamentos; y la Hipótesis Alternativa

(Ha) indicaría que las medianas de satisfacción son distintas. La siguiente tabla recoge los resultados para los trabajadores de cada departamento.

***Tabla 1. Resumen de resultados por departamento y trabajador***

Departamento	Trabajador	Puntuación Global
Hacienda	1	2
	2	3
	3	2
	4	1
	5	3
	6	4
	7	2
	8	2
	9	1
Contabilidad	1	4
	2	4
	3	3
	4	5
	5	4
	6	3

A continuación, introduciremos los datos en el programa GSTAT.

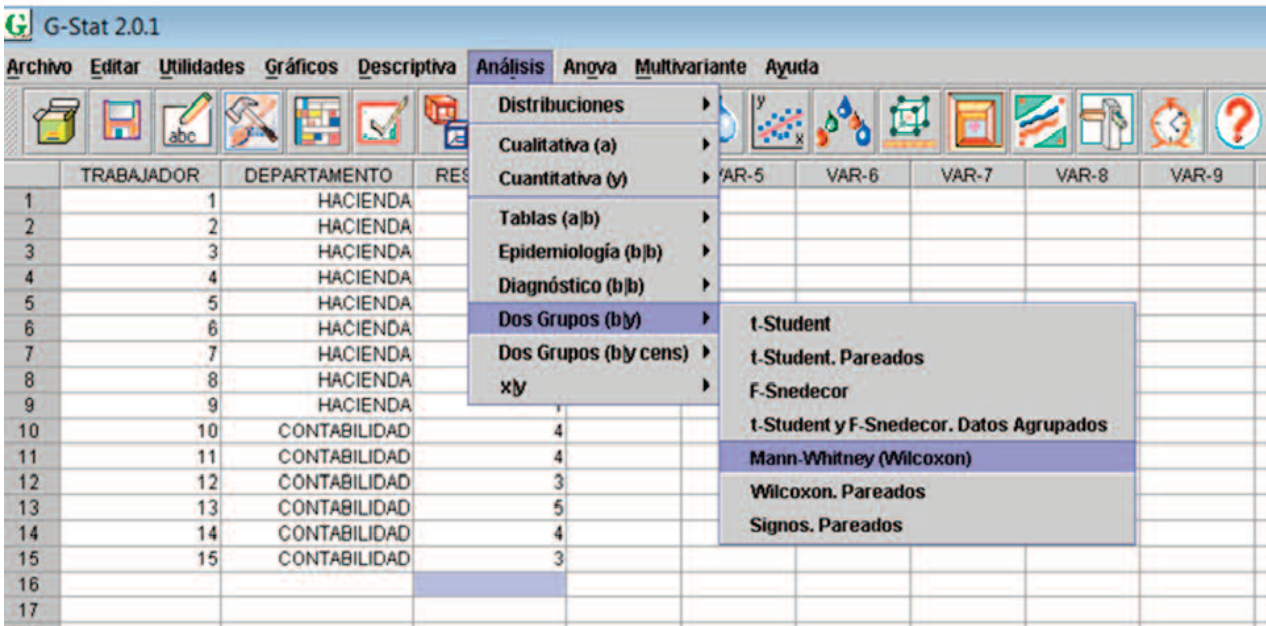


The screenshot shows the G-Stat 2.0.1 software interface. The menu bar includes Archivo, Editar, Utilidades, Gráficos, Descriptiva, Análisis, Anova, Multivariante, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and analysis. The main window displays a data entry table with the following columns: TRABAJADOR, DEPARTAMENTO, RESULTADO, VAR-4, VAR-5, VAR-6, VAR-7, VAR-8, VAR-9, and VAR-10. The data is entered as follows:

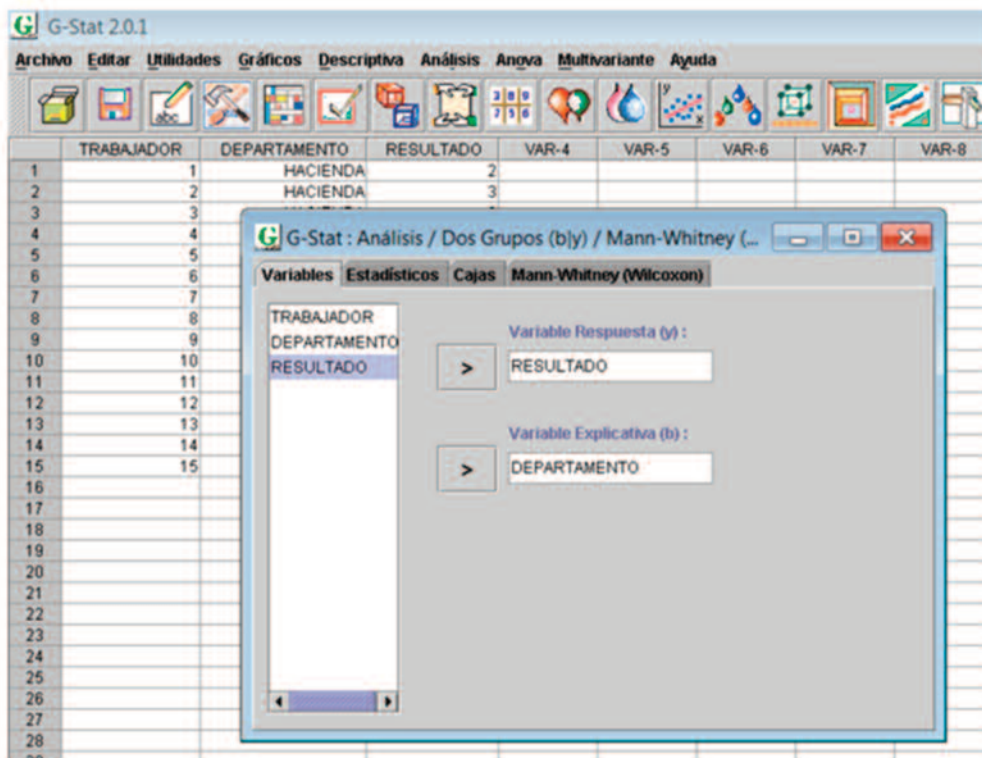
	TRABAJADOR	DEPARTAMENTO	RESULTADO	VAR-4	VAR-5	VAR-6	VAR-7	VAR-8	VAR-9	VAR-10
1	1	HACIENDA	2							
2	2	HACIENDA	3							
3	3	HACIENDA	2							
4	4	HACIENDA	1							
5	5	HACIENDA	3							
6	6	HACIENDA	4							
7	7	HACIENDA	2							
8	8	HACIENDA	2							
9	9	HACIENDA	1							
10	10	CONTABILIDAD	4							
11	11	CONTABILIDAD	4							
12	12	CONTABILIDAD	3							
13	13	CONTABILIDAD	5							
14	14	CONTABILIDAD	4							
15	15	CONTABILIDAD	3							
16										
17										
18										
19										
20										

Lo primero que debemos saber es que los grupos que se estudian son independientes, o sea, no están apareados (emparejados o pareados). Por otra parte, la variable resultado, o sea, la satisfacción global de cada trabajador, no es una variable cuantitativa, sino cualitativa ordinal, y además, el tamaño muestral de los dos grupos a comparar es pequeño. Por todo, ello, la prueba de significación estadística a emplear para saber si las puntuaciones obtenidas difieren entre ambos departamentos sería la prueba “U” de Mann-Whitney.

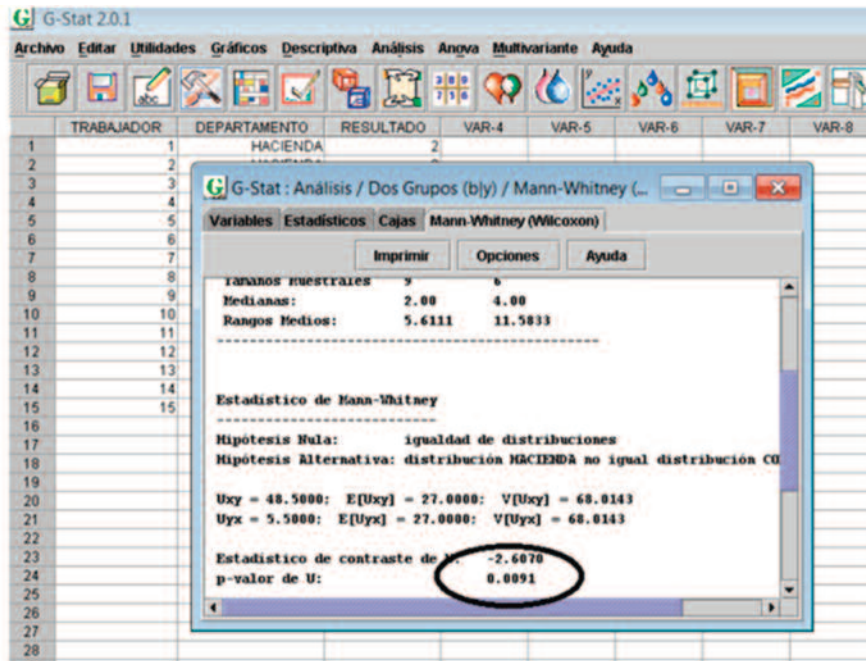
Para ello, se despliega el menú Análisis, se elige la opción Dos Grupos (b/y), y después, se selecciona Mann-Whitney (Wilcoxon).



A continuación, se introduce como variable respuesta (y) la variable resultado, y como variable explicativa (b) la variable departamento.



Por último, se acciona la pestaña de Mann-Whitney(Wilcoxon) para acceder a los resultados de la prueba, que indican que la mediana de satisfacción del departamento de Recursos Humanos ha sido de 2 y del Departamento de Contabilidad de 4. El valor de p ha sido de 0,0091.



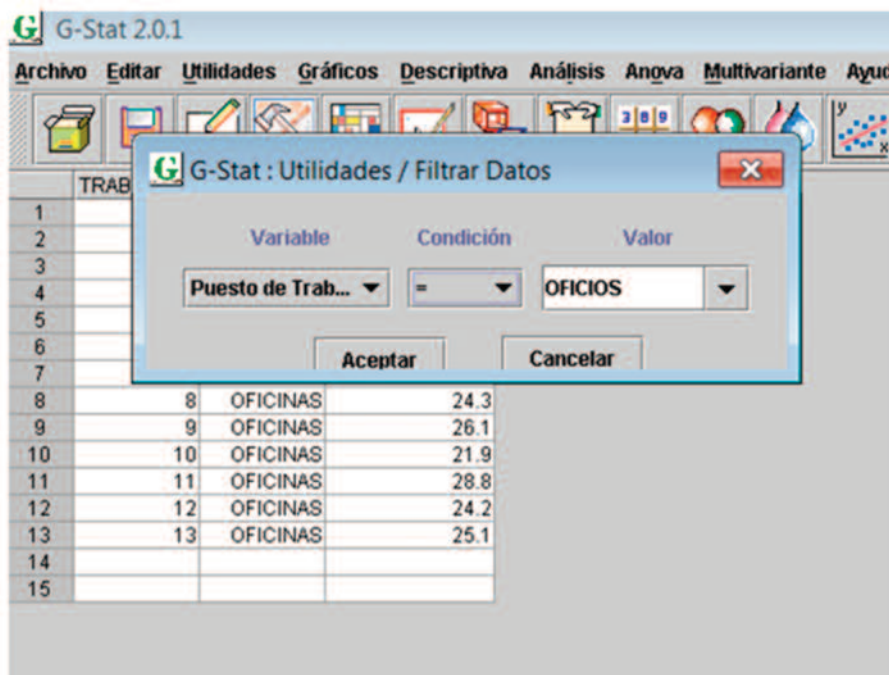
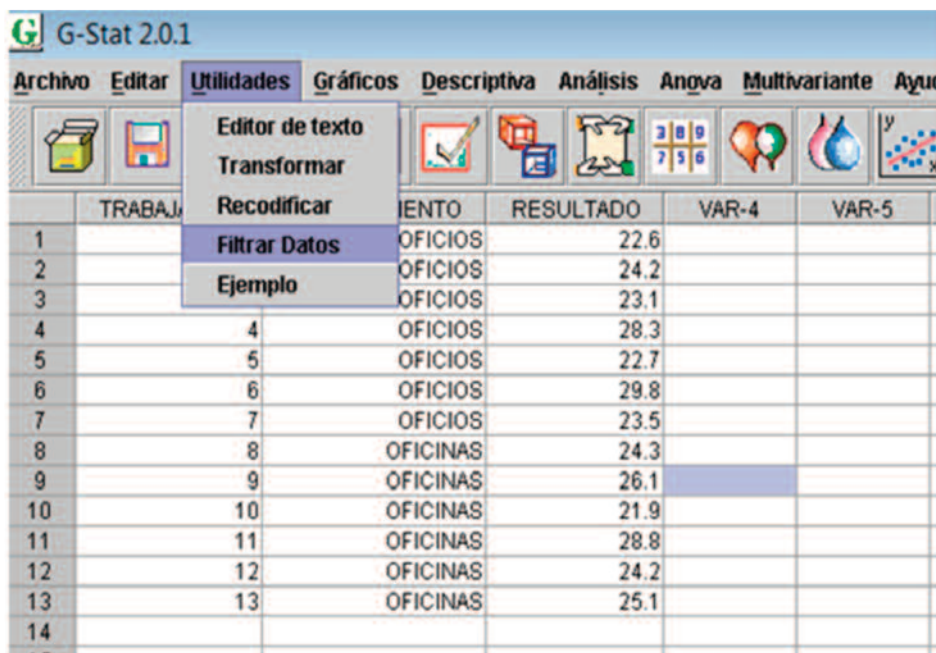
Por tanto, al ser el valor de p inferior a 0,05 se rechaza la Hipótesis Nula, y se acepta la Hipótesis Alternativa, que indica que los resultados de los grupos que se comparan son distintos. En consecuencia, podemos afirmar con un error de equivocarnos inferior al 5%, que los trabajadores pertenecientes al Departamento de Contabilidad poseen mayor satisfacción laboral que los trabajadores del Departamento de Hacienda.

**Ejemplo 2.** Una enfermera del trabajo desea conocer si el Índice de Masa Corporal (IMC) difiere entre dos grupos de trabajadores de su empresa, trabajadores de oficios y trabajadores de oficinas. El IMC se registra como variable cuantitativa en Kg/m<sup>2</sup>. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

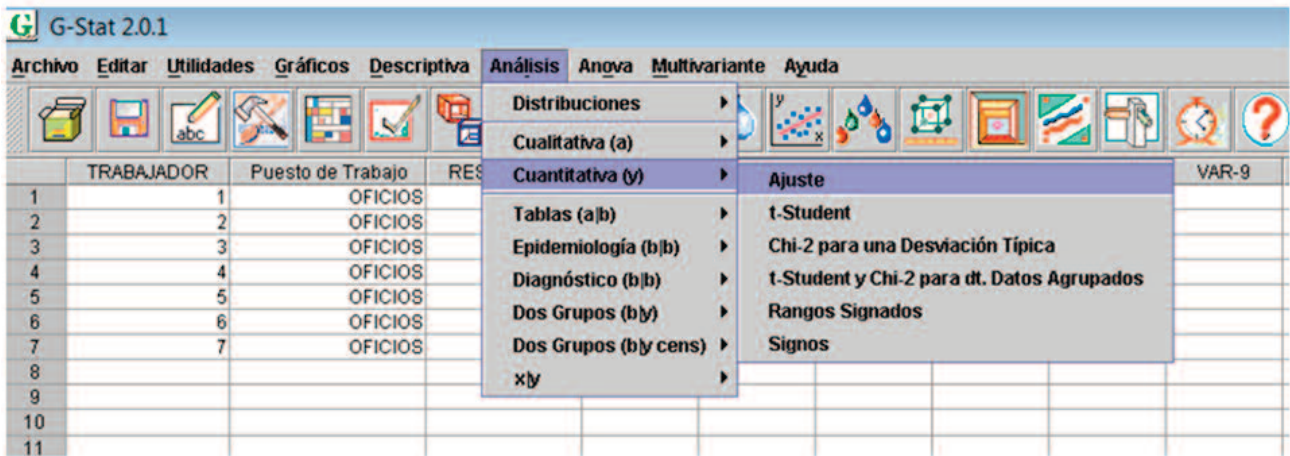
**Tabla 2. Distribución del IMC según trabajadores de oficios u oficinas. Valor de Media y Desviación Estándar (DE)**

PUESTO DE TRABAJO	Trabajador	IMC	Media (DE)
OFICIOS	1	22,6	24,9 (2,9)
	2	24,2	
	3	23,1	
	4	28,3	
	5	22,7	
	6	29,8	
OFICINAS	7	23,5	25,1 (2,3)
	1	24,3	
	2	26,1	
	3	21,9	
	4	28,8	
	5	24,2	
	6	25,1	

Una vez introducidos los datos en GSTAT, se debe comprobar la normalidad de los datos para cada grupo de trabajadores. Para ello, se abre el menú Utilidades, y se selecciona Filtra datos. Se filtra por el grupo de OFICIOS, quedándonos únicamente con los datos pertenecientes a este grupo laboral.



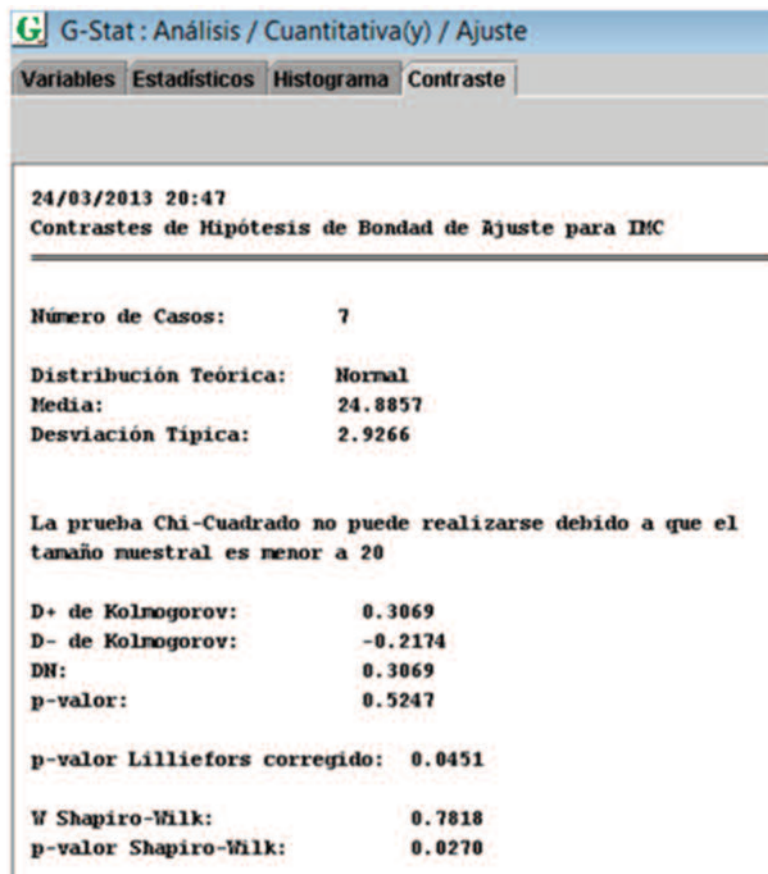
Una vez que sólo tengamos en la pantalla este grupo, se despliega Análisis, Cuantitativa(y), Ajuste.



Se selecciona la variable IMC, y se acciona la pestaña Contraste.

En contraste, nos fijaremos en el resultado de la prueba W de Shapiro Wilk. Esta prueba, parte de la Ho de que los datos siguen una distribución normal. Frente a la misma, la Ha, indicaría que los datos no se distribuyen normalmente.

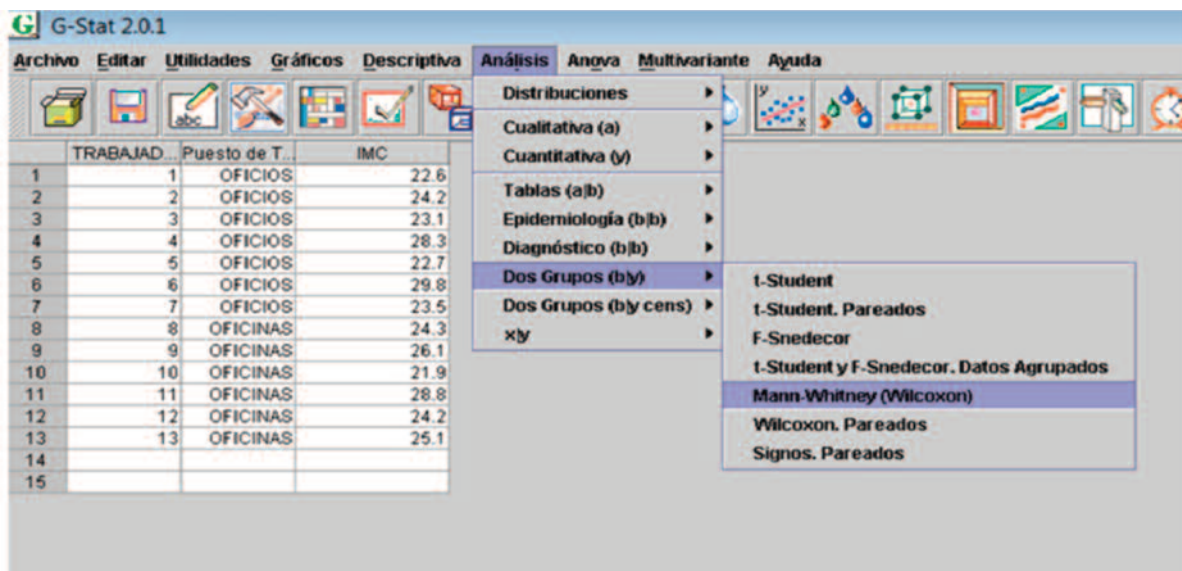
En este caso,  $p=0,027$  y por tano, es inferior a 0,05. En consecuencia, se rechaza Ho, se acepta Ha, que indicaría que los datos de IMC correspondientes al grupo de Oficios no se distribuyen normalmente. Por todo ello, se cumple el requisito para aplicar la prueba U de Mann-Whitney (datos cuantitativos y no distribuidos normalmente).



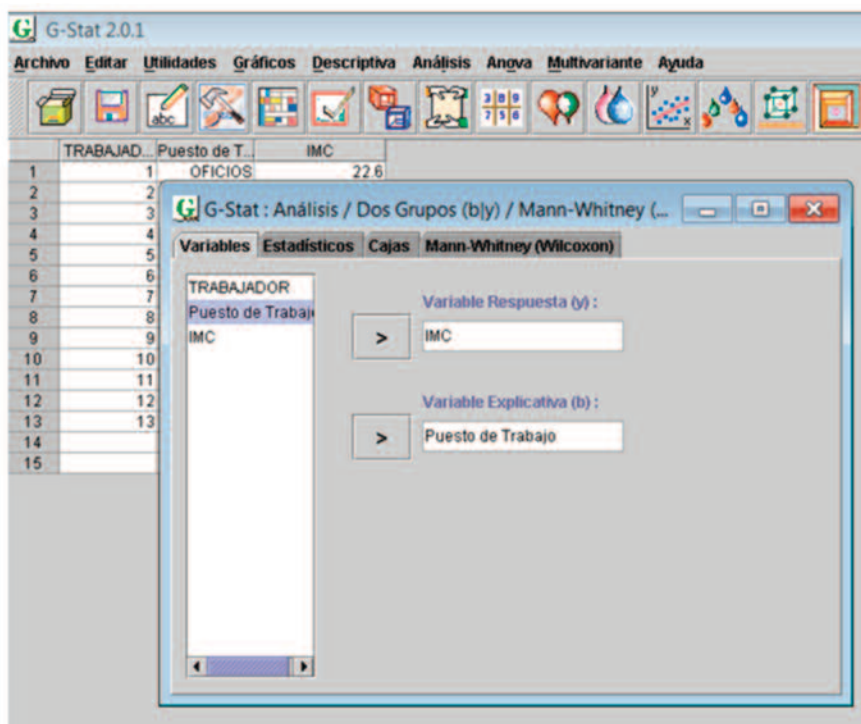
No es necesario que se compruebe cómo se distribuyen los datos en el grupo de Oficinas, puesto que si ya uno de los grupos a comparar no sigue una distribución normal, se debe aplicar una prueba de contraste no paramétrica.

A continuación, para volver a trabajar con los datos de los dos grupo, se selecciona Utilidades, y después Eliminar Filtro.

Con todos los datos, se selecciona Análisis, Dos Grupos (b/y), Mann-Whitney(Wilcoxon)



Se introduce como variable respuesta(y) el IMC y como variable explicativa(b) el Puesto de Trabajo. Lo siguiente, será seleccionar la pestaña Mann-Whitney(Wilcoxon), para ver los resultados.



**Mann-Whitney (Wilcoxon) de IMC por Puesto de Trabajo**

Variable Respuesta: **IMC**  
 Variable Explicativa: **Puesto de Trabajo**

Grupo	OFICIOS	OFICINA
Tamaños Muestrales	7	6
Medianas:	23.50	24.70
Rangos Medios:	6.3571	7.7500

**Estadístico de Mann-Whitney**

Hipótesis Nula: **igualdad de distribuciones**  
 Hipótesis Alternativa: **distribución OFICIOS no igual distribución OFICINAS**

$U_{xy} = 25.5000$ ;  $E[U_{xy}] = 21.0000$ ;  $V[U_{xy}] = 48.8654$   
 $U_{yx} = 16.5000$ ;  $E[U_{yx}] = 21.0000$ ;  $V[U_{yx}] = 48.8654$

Estadístico de contraste de U: **-0.6437**  
 p-valor de U: **0.5197**

**Estadístico W de Wilcoxon**

Hipótesis Nula: **igualdad de distribuciones**  
 Hipótesis Alternativa: **distribución OFICIOS no igual distribución OFICINAS**

$W_1 = 44.5000$ ;  $E[W_1] = 49.0000$ ;  $V[W_1] = 48.8654$   
 $W_2 = 46.5000$ ;  $E[W_2] = 42.0000$ ;  $V[W_2] = 48.8654$

Estadístico de contraste de W: **-0.6437**  
 p-valor de W: **0.5197**

Se debe prestar atención al estadístico de contraste U, correspondiente a la prueba de Mann-Whitney. El valor de  $p=0,5197$  y es superior 0,05.

En consecuencia, se acepta  $H_0$  y se concluye indicando que no se puede afirmar que los IMC de los grupos sean distintos.

4. Juez Martel, P. Herramientas estadísticas para la investigación en Medicina y Economía de la salud. Ed. Centro de estudios Ramón Areces. S.A. Madrid. 2000

5. Mora, M<sup>a</sup> A. Estadística para Enfermería. Ed. Pirámide. Madrid.1984

**Bibliografía**

1. Carrasco J.L. El método estadístico en la investigación médica. Ed. Ciencia 3. Madrid. 1989
2. G-STAT. Manual de ayuda. 2012
3. Polit D.F., Hungler B.P. Investigación científica en ciencias de la salud. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 1997.