USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

8. Métodos no paramétricos – análisis de datos ordenados

Introducción

En los métodos no paramétricos no es necesario conocer el comportamiento de la población para probar una hipótesis, las variables pueden ser del tipo ordinal. Una variable de tipo ordinal es la que pre-supone de antemano un orden lógico aunque no sea numérico.

Métodos no paramétricos

Los métodos no paramétricos, también son conocidos como pruebas libres de distribución. Los que serán estudiados a continuación son:

- Prueba de los signos
- Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon para muestras dependientes
- Pruebas de rangos con signo de Wilcoxon para muestras independientes

Distribución binomial

Para probar una hipótesis utilizando la prueba de los signos se recurre a la distribución binomial como estadístico de prueba.

Una distribución binomial es una distribución de probabilidad discreta en la que solamente hay dos resultados:

- Éxito
- Fracaso

Sus principales características son:

a. El evento éxito y el evento fracaso son mutuamente excluyentes.
b. La variable aleatoria que se asocia al evento es el resultado de conteos.
c. La probabilidad de éxito es la misma de una evento a otro.
d. Cada evento es independiente de cualquier otro evento.

La suma de los eventos de una distribución binomial siempre es igual a 1.

Las soluciones pueden ser por probabilidades en igualdad o por desigualdad; es decir, se puede pretender la $P(x=3)$ o la $P(x<3)$. En el caso de $x=3$, se busca el valor específico en la tabla; pero, en el caso de $P(x<3)$ se buscan los valores para $x=2$, $x=1$ y $x=0$.

Búsqueda en tabla de una distribución binomial

La distribución toma en cuenta el tamaño de la muestra y los eventos asociados. Los parámetros a buscar son:

1. El tamaño de la muestra
2. La probabilidad asociada
3. La cantidad de eventos relacionados

Ejemplo 8.1

1. Se tiene una muestra de tamaño 3, determinar la probabilidad de que se obtengan 2 eventos con un intervalo de confianza del 95%.

Desarrollo

Apéndice B

B.9: Distribución de probabilidad binomial

$n = 1$

Probabilidad

x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.95
0	0.950	0.900	0.800	0.700	0.600	0.500	0.400	0.300	0.200	0.100	0.050
1	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950

$n = 2$

Probabilidad

x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.95
0	0.903	0.810	0.640	0.490	0.360	0.250	0.160	0.090	0.040	0.010	0.003
1	0.095	0.180	0.320	0.420	0.480	0.500	0.480	0.420	0.320	0.180	0.095
2	0.003	0.010	0.040	0.090	0.160	0.250	0.360	0.490	0.640	0.810	0.903

$n = 3$

Probabilidad

x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.95
0	0.857	0.729	0.512	0.343	0.216	0.125	0.064	0.027	0.008	0.001	0.000
1	0.135	0.243	0.384	0.441	0.432	0.375	0.288	0.189	0.096	0.027	0.007
2	0.007	0.027	0.096	0.189	0.288	0.375	0.432	0.441	0.384	0.243	0.135
3	0.000	0.001	0.008	0.027	0.064	0.125	0.216	0.343	0.512	0.729	0.857

La probabilidad es 0.135

Prueba de los Signos

En la prueba de los signos se utilizan variables del tipo nominal en la que se clasifican en base a tres estados: positivo (+), negativo (-) y el neutro (0).

Es muy utilizada para eventos en donde se analiza un "antes" y un "después". Su aplicación está bien orientada para los estudios sobre el comportamiento del consumidor.

Ejemplo 8.2

1. En una fábrica de helados se quiere lanzar un combinado de pistacho y fresa; se hará una prueba en un supermercado y cada cliente que pruebe el producto se le hará una pregunta sobre el gusto que le merece (3 opciones). Lo que interesa saber es a cuántos si les gustó la prueba. Preparar la clasificación idónea para este tipo de encuesta.

Desarrollo

CLIENTE	*CLASIFICACIÓN*
Me gustó	**+**
No me gustó	**-**
Sin opinión	**0**

2. Una dietista quiere ver si disminuirá el nivel de colesterol de una persona si la dieta se complementa con cierto mineral. Ella selecciona una muestra de 20 obreros mayores de 40 años de edad y mide su nivel de colesterol. Después que los 20 sujetos toman el

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

mineral durante 6 semanas, se vuelve a medir su nivel de colesterol; si disminuyó, se registra un signo “+”. Si aumentó, se registra un signo “-”. Si no hay cambio, se registra cero (y esa persona sale del estudio). Clasificar cómo se haría la clasificación de los signos.

Desarrollo

PACIENTE	CLASIFICACIÓN
Aumentó el colesterol	-
Disminuyó el colestero	+
No hubo cambio	0

En los casos que se utiliza suma de signos, es importante tener bien determinado el tamaño de la muestra, ya que únicamente deben contar los signos positivos y los negativos, los valores neutros o ceros no se incluyen. Para determinar el tamaño de la muestra, se eliminan los valores que son nuestros.

Ejemplo 8.3

1. Una impulsadora ofrece prueba de un nuevo producto en un supermercado y al final del día se definirá el tamaño de la muestra. Los datos obtenidos son:

CLIENTE	RESPUESTA
Juan Pérez	Le gustó
Rosario García	No le gustó
Francisco Espinoza	Le gustó
Roberto Machado	No le gustó
Marichka Thompson	Sin opinión
Gabriel Rivera	Le gustó
José Martínez	Sin opinión
Juan Alegría	Le gustó
Maria Cervantes	Le gustó
Rebeca Gonzáles	Le gustó
Jesús Díaz	No le gustó
Maritza Bulnes	Le gustó

Desarrollo

En primer lugar, a cada cliente se le clasificará su tipo de respuesta, de tal manera que lo positivo es la respuesta “le gustó” y lo negativo es “no le gustó”.

#	CLIENTE	RESPUESTA	CLASIFICACIÓN
1	Juan Pérez	Le gustó	+
2	Rosario García	No le gustó	-
3	Francisco Espinoza	Le gustó	+
4	Roberto Machado	No le gustó	-
5	Marichka Thompson	Sin opinión	0
6	Gabriel Rivera	Le gustó	+
7	José Martínez	Sin opinión	0
8	Juan Alegría	Le gustó	+
9	Maria Cervantes	Le gustó	+
10	Rebeca Gonzáles	Le gustó	+
11	Jesús Díaz	No le gustó	-
12	Maritza Bulnes	Le gustó	+

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

De los 12 consultados, dos de ellos no vertieron ninguna opinión sobre la prueba del producto. El tamaño de la muestra de 10 observaciones válidas.

2. La empresa de investigación de mercados Delta, desea medir la efectividad de una promoción durante el campeonato "La Independencia". Un mes antes del campeonato, selecciona 10 tiendas de Sportime y registra las ventas. Durante el campeonato, vuelve a registrar las ventas de las 10 tiendas de Sportime. Los resultados de las ventas son:

Tienda	Antes del campeonato	Después del campeonato
1	42	40
2	57	60
3	38	38
4	49	47
5	63	65
6	36	39
7	48	49
8	58	50
9	47	47
10	51	52

Desarrollo

Definir el signo positivo si las ventas antes del campeonato fueron mayores que después del campeonato, negativo en caso contrario y cero en caso de ser iguales.

Tienda	Antes del campeonato	Después del campeonato	SIGNO
1	42	40	+
2	57	60	-
3	38	38	0
4	49	47	+
5	63	65	-
6	36	39	-
7	48	49	-
8	58	50	+
9	47	47	0
10	51	52	-

Las ventas fueron positivas en 3 tiendas, en 6 fueron negativas y en 2 se vendió lo mismo.

Prueba de hipótesis con la prueba de signos

Para formular la prueba de hipótesis se requiere el uso de la probabilidad de la población mediante el símbolo de las proporciones para eventos binomiales π.

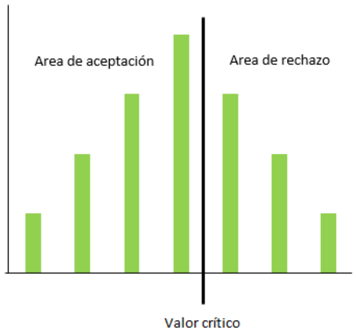
Si no se conoce la proporción de la población, se asume que es 50%. Por lo tanto, la hipótesis se pue determinar para una o dos colas:

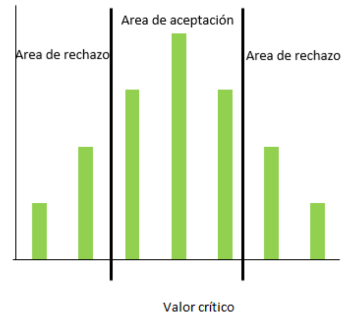
$$H_0: \pi \leq 0.50 \qquad H_0: \pi = 0.50$$
$$H_a: \pi > 0.50 \qquad H_a: \pi \neq 0.50$$

La regla de decisión, se recomienda utilizar los siguientes pasos:

- Definir el tamaño de la muestra, eliminando los ceros.
- Buscar en la tabla el tamaño resultante en la columna de éxito
- Sumar las probabilidades desde el final hasta antes del nivel de significancia.

- Revisar la columna de la izquierda para determinar el valor crítico. O los extremos en caso de dos colas. Debe estar dentro de la zona de rechazo.





Ejemplo 8.4

1. El Director de Sistemas de una empresa farmacéutica recomendó implementar un programa de capacitación para gerentes de planta. El objetivo es incrementar los conocimientos de computación de los departamentos de Nomina, Contabilidad y Producción.

Se seleccionó de forma aleatoria una muestra de 15 gerentes. Un panel de expertos determinó el nivel general de conocimientos de cada gerente respecto del uso de las bases de datos. Su competencia y comprensión se calificaron como sobresalientes, excelentes, buenas, regulares o deficientes. Tres meses después, el mismo panel de expertos en sistemas de información calificó a cada gerente una vez más y se hicieron las siguientes consideraciones:

- A los que incrementaron sus competencias se les tomó como positivo (+)
- A los que disminuyeron sus competencias se les tomó como negativo (-)
- Los que se mantuvieron sus competencias se les tomó como neutro (0).

Nombre	Antes	Despues	Signo de la diferencia
T. J. Bowers	Buena	Extraordinaria	+
Sue Jenkins	Regular	Excelente	+
James Brown	Excelente	Buena	-
Tad jackson	Deficiente	Buena	+
Andy Love	Excelente	Excelente	0
Sarah Truett	Buena	Extraordinaria	+
Antonia Aillo	Deficiente	Regular	+
Jean Unger	Excelente	Extraordinaria	+
Coy Farmer	Buena	Deficiente	-
Troy Archer	Deficiente	Buena	+
V.A. Jones	Buena	Extraordinaria	+
Juan Guillén	Regular	Excelente	+
Candy Fry	Buena	Regular	-
Arthur Seiple	Buena	Extraordinaria	+
Sandy Gumpp	Deficiente	Buena	+

Los resultados que se obtuvieron fueron los que muestran en la tabla.
¿Se puede concluir que los gerentes tienen mejores competencias después de haber tomado el curso? Con un nivel de significancia del 10%

Desarrollo

- El tamaño de la muestra es de 14 gerentes, ya que uno de ellos tuvo una calificación neutra
- PASO 1: Formular la hipótesis nula y la alternativa
  $\boldsymbol{H_0: \pi \leq 0.50}$ No hubo aumento del conocimiento
  $\boldsymbol{H_a: \pi > 0.50}$ Sí hubo aumento del conocimiento
- PASO 2: Seleccionar el nivel de significancia
  $\boldsymbol{\alpha = 0.10 \quad (1\ cola)}$
- PASO 3: Decidir el estadístico de prueba

T = Conteo de signos

- PASO 4: Formular una regla de decisión

Participación de 15 elementos, 1 es neutro, tamaño de la muestra 14, binomial para n=14.

$n = 14$

$1\ cola$

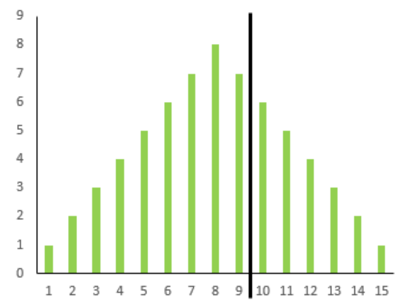
$p = 0.5$

$n = 14$

Probabilidad

x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
0	0.488	0.229	0.044	0.007	0.001	0.000
1	0.359	0.356	0.154	0.041	0.007	0.001
2	0.123	0.257	0.250	0.113	0.032	0.006
3	0.026	0.114	0.250	0.194	0.085	0.022
4	0.004	0.035	0.172	0.229	0.155	0.061
5	0.000	0.008	0.086	0.196	0.207	0.122
6	0.000	0.001	0.032	0.126	0.207	0.183
7	0.000	0.000	0.009	0.062	0.157	0.209
8	0.000	0.000	0.002	0.023	0.092	0.183
9	0.000	0.000	0.000	0.007	0.041	0.122
10	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.061
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.022
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

x	Probabilidad	Probabilidad acumulada
14	0	0
13	0.001	0.001
12	0.006	0.007
11	0.022	0.029
10	0.061	0.090
9	0.122	0.212

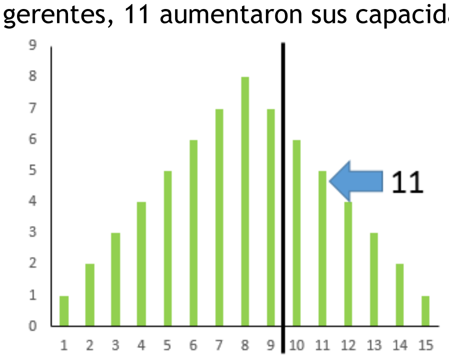


El nivel de significancia es de 0.10, por lo tanto la zona de rechazo queda para los valores mayores o iguales que 10. Hasta ese valor se acumula el 9%.

Valor crítico : T = 10

- PASO 5: Tomar una decisión

La probabilidad de éxito corresponde al positivo, contar el número de signos positivos. De los 14 gerentes, 11 aumentaron sus capacidades.



Signos positivos = 11

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

La hipótesis nula se rechaza.
Existe evidencia de que la capacitación sí aumentó las capacidades de los gerentes.

2. En una investigación de mercado se quiere evaluar la preferencia de los consumidores entre el café normal y el descafeinado. La preferencia sobre el café descafeinado se codifica con el signo "+" y el normal con el signo "-". En una muestra de 12 consumidores, 2 de ellos prefirieron el café descafeinado (+).

   Asumiendo que la probabilidad de la toma de café es igual para ambos tipos, determinar si hay diferencia por uno de ellos con una confiabilidad del 10%.

Desarrollo

- El tamaño de la muestra es de 12 consumidores de café.
- PASO 1: Formular la hipótesis nula y la alternativa
  $H_0: \pi = 0.50$ No hay diferencia entre ambos sabores
  $H_a: \pi \neq 0.50$ Si hay diferencia entre ambos sabores
- PASO 2: Seleccionar el nivel de significancia
  $\alpha = 0.10$ $(2\ colas)$
- PASO 3: Decidir el estadístico de prueba
  T = Conteo de signos
- PASO 4: Formular una regla de decisión
  Participación de 12 elementos, no hay neutros, tamaño de la muestra 12, binomial para n=12
  $n = 12$
  $2\ colas$
  $p = 0.5$
  $\alpha = 0.05$

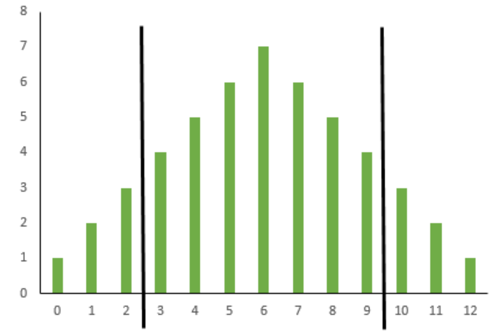
$n = 12$

Probabilidad

x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
0	0.540	0.282	0.069	0.014	0.002	0.000
1	0.341	0.377	0.206	0.071	0.017	0.003
2	0.099	0.230	0.283	0.168	0.064	0.016
3	0.017	0.085	0.236	0.240	0.142	0.054
4	0.002	0.021	0.133	0.231	0.213	0.121
5	0.000	0.004	0.053	0.158	0.227	0.193
6	0.000	0.000	0.016	0.079	0.177	0.226
7	0.000	0.000	0.003	0.029	0.101	0.193
8	0.000	0.000	0.001	0.008	0.042	0.121
9	0.000	0.000	0.000	0.001	0.012	0.054
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.016
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

x	Probabilidad	Probabilidad acumulada
12	0	0
11	0.003	0.003
10	0.016	0.019
9	0.054	0.073

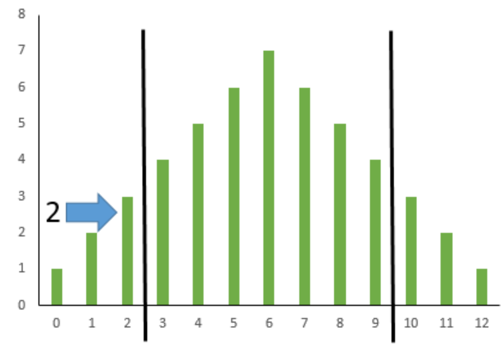
x	Probabilidad	Probabilidad acumulada
0	0	0
1	0.003	0.003
2	0.016	0.019
3	0.054	0.073



Niveles críticos
$T = 2$
$T = 10$

- PASO 5: Tomar una decisión

  Consumidores de café descafeinado : 2



Nivel crítico : T=2 ó T=10
Conteo de signos : T= 2

La hipótesis nula se rechaza
Se puede concluir que sí hay diferencia entre los que consumen café normal y los que consumen café descafeinado.

3. Una tienda departamental, quiere manejar sólo una marca de reproductores de DVD. La lista se redujo a dos marcas: Sony y Panasonic. Se reunió un panel de 16 expertos en audio y se tocó una pieza musical con componentes Sony y luego la misma pieza, con componentes Panasonic. En la tabla, "+" indica la preferencia de una persona por componentes Sony, "-" indica preferencia por Panasonic y 0 para "no hay preferencia".

Experto	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Resultado	+	-	+	-	+	+	-	0
Experto	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Resultado	-	+	-	+	+	-	+	-

Realizar una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de 0.10 para determinar si hay una diferencia en la preferencia entre las dos marcas.

Desarrollo

PASO 1: Hipótesis Nula y alternativa

$H_0: \pi = 0.50$ No hay diferencia entre ambas marcas
$H_a: \pi \neq 0.50$ Si hay diferencia entre ambas marcas

PASO 2: Nivel de significancia

$$\alpha = 0.10 \qquad (2\ colas)$$

PASO 3: Estadístico de prueba

T : Conteo de signos

PASO 4: Regla de decisión

Participación de 16 elementos; uno es neutro, tamaño de la muestra 15, binomial de n=15.

$\boldsymbol{n = 15}$

$\boldsymbol{2\ colas}$

$\boldsymbol{p = 0.5}$

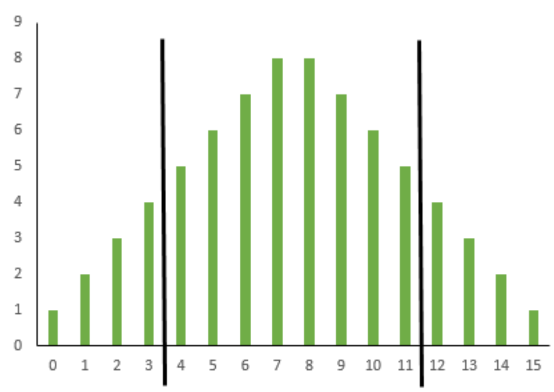
$\boldsymbol{\alpha = 0.05}$

$n = 15$

	Probabilidad					
x	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
0	0.463	0.206	0.035	0.005	0.000	0.000
1	0.366	0.343	0.132	0.031	0.005	0.000
2	0.135	0.267	0.231	0.092	0.022	0.003
3	0.031	0.129	0.250	0.170	0.063	0.014
4	0.005	0.043	0.188	0.219	0.127	0.042
5	0.001	0.010	0.103	0.206	0.186	0.092
6	0.000	0.002	0.043	0.147	0.207	0.153
7	0.000	0.000	0.014	0.081	0.177	0.196
8	0.000	0.000	0.003	0.035	0.118	0.196
9	0.000	0.000	0.001	0.012	0.061	0.153
10	0.000	0.000	0.000	0.003	0.024	0.092
11	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.042
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.014
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

$$\begin{array}{lll} n = 15 & 0.000 & \Rrightarrow 0.000 \\ n = 14 & 0.000 & \Rrightarrow 0.000 \\ n = 13 & 0.003 & \Rrightarrow 0.003 \\ n = 12 & 0.014 & \Rrightarrow 0.017 \\ n = 11 & 0.042 & \Rrightarrow 0.059 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} n = 0 & 0.000 & \Rrightarrow 0.000 \\ n = 1 & 0.000 & \Rrightarrow 0.000 \\ n = 2 & 0.003 & \Rrightarrow 0.003 \\ n = 3 & 0.014 & \Rrightarrow 0.017 \\ n = 4 & 0.042 & \Rrightarrow 0.059 \end{array}$$

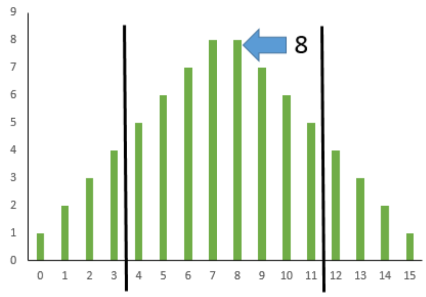


Niveles críticos: T = 3, T=12

PASO 5: Toma de decisión

Signos positivos: 8

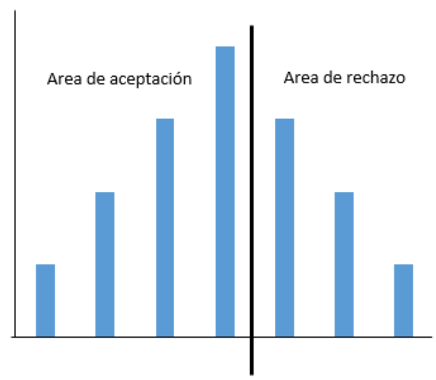
Signos negativos: 7



La hipótesis nula se acepta.
No hay suficiente evidencia que indique que a los expertos les gustó más una marca que otra.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras dependientes

En 1945, Frank Wilcoxon desarrolló una prueba no paramétrica, con base en las diferencias en muestras dependientes, que no requiere la suposición de normalidad. Esta prueba se denomina **prueba de rangos con signo de Wilcoxon**.



La prueba de hipótesis se realiza utilizando el estadístico del Conteo de Signos y la hipótesis con la probabilidad de que el evento sea un éxito o un fracaso (binomial).

Siempre se considera una zona de aceptación y otra de rechazo; si la hipótesis es una desigualdad, se trata de una cola y al ser igualdad siempre con dos colas.

Tratamiento de variables de dos muestras y que se levantan en dos tiempos diferentes es probado con la prueba de Rangos con signo de Wilcoxon. Una de ellas se caracteriza por tener muestras que son dependientes. La prueba por pares (o apareada), tiene dos requisitos:

Primero: Las muestras deben ser dependientes. Las muestras dependientes se caracterizan por una medición, algún tipo de intervención y luego otra medición.

Segundo: Para la prueba t por pares, la distribución de las diferencias sigue la distribución normal de probabilidad.

Procedimiento para probar una hipótesis

1. Paso 1: determinar si la hipótesis es una igualdad o una desigualdad.
2. Paso 2: El nivel de significancia se mantiene para igualdad o desigualdad
3. Paso 3: La regla de decisión se sigue conociendo como T de Wilcoxon.
4. Paso 4: Se realiza un proceso para determinar el tamaño de la muestra:
    a. Calcular la variación entre una variable y la otra.
    b. Calcular el valor absoluto de la variación.
    c. Ordenar la tabla de menor a mayor por la columna de la variación absoluta.
    d. Contar el número de elementos que son positivos en su variación absoluta para determinar el tamaño de la muestra.

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

e. Buscar el valor crítico en la tabla de Wilcoxon de acuerdo al tamaño de la muestra con el nivel de significancia correspondiente al número de colas definido.

5. Paso 5: Para la toma de decisión se completa la tabla de la siguiente manera:
   a. Asignar un orden correlativo empezando en los valores que no son ceros.
   b. Los valores de la columna "Variación absoluta" que son iguales, se calcula el promedio de los valores correspondientes en la columna "Orden" y en cada línea se coloca el promedio obtenido (si son decimales, éstos se respetan), una columna que se llamará "Rango"
   c. Se crean dos nuevas columnas con los nombres R+ y R- y se llevan con el siguiente criterio: Si la variación simple es positiva, el resultado de "Rango" se coloca en la columna R+; también, si la variación simple es negativa, el resultado de "Rango" se coloca en la comuna R-.
   d. Sumar ambas columnas para obtener los resultas que se colocarán en la tabla para comparar el resultado con el valor crítico.

Ejemplo 8.5

1. Ficker's es una cadena de restaurantes familiares ubicada sobre todo en el sureste de Estados Unidos, que ofrece un menú muy completo, pero su especialidad es el pollo. Hace poco, Bernie Frick, propietario y fundador, elaboró un nuevo sabor con especies para la salsa en la que se cocina el pollo. Antes de reemplazar el sabor actual, quiere realizar algunas pruebas para estar seguro de que a los clientes les gusta más este nuevo sabor.

   Bernie selecciona una muestra aleatoria de 15 clientes. A cada cliente de la muestra le da una pieza de pollo con el sabor actual y le pide que califique su sabor en una escala de 1 a 20. Un valor cercano a 20 indica que al participante le gustó el sabor, en tanto que una calificación cerca de 1 indica que no le gustó. Luego, a los mismos 15 participantes les da una pieza del pollo con el nuevo sabor a especies y una vez más les pide calificar su sabor en una escala de 1 a 20. Los resultados aparecen en la siguiente tabla.

Participante	Sabor a especies	Sabor actual
Arquete	14	12
Jones	8	16
Fish	6	2
Wagner	18	4
Badenhop	20	12
Hall	16	16
Fowler	14	5
Virsot	6	16
García	19	10
Sander	18	10
Miller	16	13
Peterson	18	2
Boggart	4	13
Hein	7	14
Whitten	16	4

   ¿Es razonable concluir que el sabor a especies es el preferido? Utilizar un nivel de significancia de 0.05.

Desarrollo

PASO 1: Hipótesis nula y alternativa

$$H_0: No\ hay\ diferencia\ en\ los\ sabores$$
$$H_a: Si\ han\ diferencia\ en\ los\ sabores$$

PASO 2: Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

PASO 3: Estadístico de Prueba

T de Wilcoxon

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

PASO 4: Regla de decisión

Determinar el tamaño de la muestra
Calcular la variación del consumo del pollo con sabor a especies y sabor normal. El valor positivo se muestra cuando el sabor a especies fue el preferido. Seguidamente calcular el valor absoluto de la variación, también llamada "Variación absoluta".

Participante	Sabor a especies	Sabor actual	Variación	Variación absoluta
Arquete	14	12	2	2
Jones	8	16	-8	8
Fish	6	2	4	4
Wagner	18	4	14	14
Badenhop	20	12	8	8
Hall	16	16	0	0
Fowler	14	5	9	9
Virsot	6	16	-10	10
García	19	10	9	9
Sander	18	10	8	8
Miller	16	13	3	3
Peterson	18	2	16	16
Boggart	4	13	-9	9
Hein	7	14	-7	7
Whitten	16	4	12	12

Ordenar la tabla de menor a mayor por la columna de la variación absoluta.

Participante	Sabor a especies	Sabor actual	Variación	Variación absoluta
Hall	16	16	0	0
Arquete	14	12	2	2
Miller	16	13	3	3
Fish	6	2	4	4
Hein	7	14	-7	7
Jones	8	16	-8	8
Badenhop	20	12	8	8
Sander	18	10	8	8
Fowler	14	5	9	9
García	19	10	9	9
Boggart	4	13	-9	9
Virsot	6	16	-10	10
Whitten	16	4	12	12
Wagner	18	4	14	14
Peterson	18	2	16	16

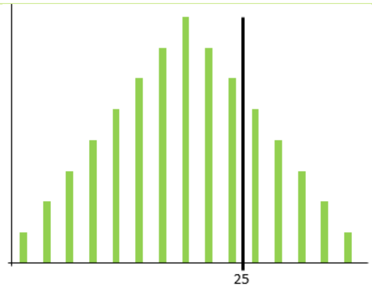
El total de participantes fueron 15 clientes; pero uno de ellos no encontró diferencia entre ambos sabores, por tanto:

$$n = 14$$
$$\alpha = 0.05$$
$$1\ cola$$

Buscar en la tabla T de Wilcoxon la opción de 1 cola para un nivel de significancia de 0.05 con la columna n=14 que determina el valor 25.

	2α						
	.15	.10	.05	.04	.03	.02	.01
	α						
n	.075	.050	.025	.020	.015	.010	.005
4	0						
5	1	0					
6	2	2	0	0			
7	4	3	2	1	0	0	
8	7	5	3	3	2	1	0
9	9	8	5	5	4	3	1
10	12	10	8	7	6	5	3
11	16	13	10	9	8	7	5
12	19	17	13	12	11	9	7
13	24	21	17	16	14	12	9
14	28	25	21	19	18	15	12
15	33	30	25	23	21	19	15

Valor Crítico: T=25



PASO 5: Toma de decisión

A cada línea cuya variación absoluta no sea 0, se le asigna un correlativo empezando en 1.

Participante	Sabor a especies	Sabor actual	Variación	Variación absoluta	Orden <a>
Hall	16	16	0	0	
Arquete	14	12	2	2	1
Miller	16	13	3	3	2
Fish	6	2	4	4	3
Hein	7	14	-7	7	4
Jones	8	16	-8	8	5
Badenhop	20	12	8	8	6
Sander	18	10	8	8	7
Fowler	14	5	9	9	8
García	19	10	9	9	9
Boggart	4	13	-9	9	10
Virsot	6	16	-10	10	11
Whitten	16	4	12	12	12
Wagner	18	4	14	14	13
Peterson	18	2	16	16	14

A los correlativos que tienen variación absoluta igual, se calcula el promedio de los valores correspondiente en <a> y se asigna como un valor único.

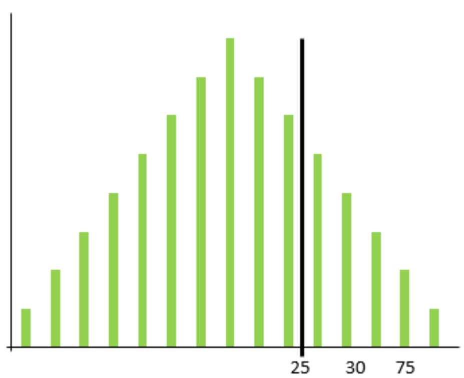
Participante	Sabor a especies	Sabor actual	Variación	Variación absoluta	Orden <a>	Rango
Hall	16	16	0	0		
Arquete	14	12	2	2	1	1
Miller	16	13	3	3	2	2
Fish	6	2	4	4	3	3
Hein	7	14	-7	7	4	4
Jones	8	16	-8	8	5	6
Badenhop	20	12	8	8	6	6
Sander	18	10	8	8	7	6
Fowler	14	5	9	9	8	9
García	19	10	9	9	9	9
Boggart	4	13	-9	9	10	9
Virsot	6	16	-10	10	11	11
Whitten	16	4	12	12	12	12
Wagner	18	4	14	14	13	13
Peterson	18	2	16	16	14	14

USAP UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

En una nueva columna, si la variación es positiva, el rango se coloca en que se agrupan los positivos y los negativos en otra; luego, sumar los resultados de ambas columnas.

Participante	Sabor a especies	Sabor actual	Variación	Variación absoluta	Orden <a>	Rango	R+	R-
Hall	16	16	0	0				
Arquete	14	12	2	2	1	1	1	
Miller	16	13	3	3	2	2	2	
Fish	6	2	4	4	3	3	3	
Hein	7	14	-7	7	4	4		4
Jones	8	16	-8	8	5	6		6
Badenhop	20	12	8	8	6	6	6	
Sander	18	10	8	8	7	6	6	
Fowler	14	5	9	9	8	9	9	
García	19	10	9	9	9	9	9	
Boggart	4	13	-9	9	10	9		9
Virsot	6	16	-10	10	11	11		11
Whitten	16	4	12	12	12	12	12	
Wagner	18	4	14	14	13	13	13	
Peterson	18	2	16	16	14	14	14	
						Σ	**75**	**30**

Valor crítico: T = 25
Rangos: T = 30, T = 75



El menor de los rangos es mayor que el valor crítico, por lo tanto:

La hipótesis nula se rechaza

La cantidad de clientes que prefirieron el pollo actual es mayor que el valor crítico, igual que los que prefirieron el pollo con especies; por lo que no hay suficiente evidencia para determinar que el pollo con especies tendrá mejor aceptación. No es posible decidir si el pollo con especies se va a vender bien.

2. El área de ensamble de Gotrac Products se rediseñó hace poco. La instalación de un nuevo sistema de iluminación y la compra de nuevas mesas de trabajo son dos características de las modificaciones. El supervisor de producción quiere saber si los cambios generaron un aumento en la productividad de los empleados. Con el fin de investigar esto, seleccionó una muestra de 11 empleados para determinar la tasa de producción antes y después de los cambios. La información de la muestra es la siguiente:

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

OPERADOR	PRODUCCIÓN ANTES	PRODUCCIÓN DESPUÉS
1	17	18
2	21	23
3	25	22
4	15	25
5	10	28
6	16	16
7	10	22
8	20	19
9	17	20
10	24	30
11	23	26

Utilice la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para determinar si en realidad los nuevos procedimientos incrementaron la producción. Utilice un nivel de significancia de 0.05 y una prueba de una cola.

Desarrollo

- PASO 1: Hipótesis nula y alternativa

  $H_0: No\ hay\ diferencia\ en\ la\ productividad$

  $H_a: Sí\ hay\ diferencia\ en\ la\ productividad$
- PASO 2: Nivel de significancia

  $\alpha = 0.05$
- PASO 3: Estadístico de Prueba

  T de Wilcoxon
- PASO 4: Regla de decisión

  Calcular la variación y la variación absoluta.

OPERADOR	PRODUCCIÓN ANTES	PRODUCCIÓN DESPUÉS	Variación	Variación absoluta
1	17	18	1	1
2	21	23	2	2
3	25	22	-3	3
4	15	25	10	10
5	10	28	18	18
6	16	16	0	0
7	10	22	12	12
8	20	19	-1	1
9	17	20	3	3
10	24	30	6	6
11	23	26	3	3

Ordenar de menor a mayor la variación absoluta.

OPERADOR	PRODUCCIÓN ANTES	PRODUCCIÓN DESPUÉS	Variación	Variación absoluta
6	16	16	0	0
1	17	18	1	1
8	20	19	-1	1
2	21	23	2	2
3	25	22	-3	3
9	17	20	3	3
11	23	26	3	3
10	24	30	6	6
4	15	25	10	10
7	10	22	12	12
5	10	28	18	18

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

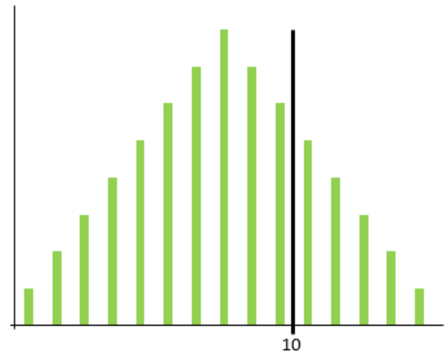
En la muestra de 11 elementos, existe un dato 0.

$\boldsymbol{\alpha = 0.05}$

$\boldsymbol{1\ cola}$

$\boldsymbol{n = 10}$

	2α						
	.15	.10	.05	.04	.03	.02	.01
	α						
n	.075	.050	.025	.020	.015	.010	.005
4	0						
5	1	0					
6	2	2	0	0			
7	4	3	2	1	0	0	
8	7	5	3	3	2	1	0
9	9	8	5	5	4	3	1
10	12	10	8	7	6	5	3
11	16	13	10	9	8	7	5
12	19	17	13	12	11	9	7
13	24	21	17	16	14	12	9
14	28	25	21	19	18	15	12
15	33	30	25	23	21	19	15



T =10

- PASO 5: Toma de decisión

Asignar correlativo al orden de los elementos de la muestra y determinar el Rango.

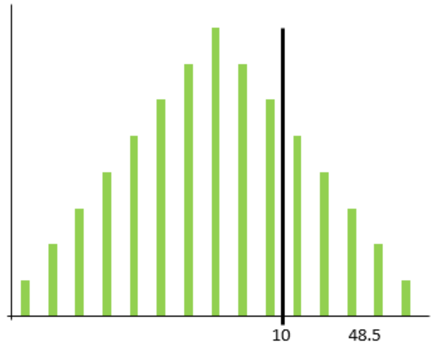
OPERADOR	*PRODUCCIÓN ANTES*	*PRODUCCIÓN DESPUÉS*	*Variación*	*Variación absoluta*	*Orden*	*Rango*
6	16	16	0	0		
1	17	18	1	1	1	1.5
8	20	19	-1	1	2	1.5
2	21	23	2	2	3	3
3	25	22	-3	3	4	5
9	17	20	3	3	5	5
11	23	26	3	3	6	5
10	24	30	6	6	7	7
4	15	25	10	10	8	8
7	10	22	12	12	9	9
5	10	28	18	18	10	10

En una nueva columna, si la variación es positiva, el rango se coloca en que se agrupan los positivos y los negativos en otra y sumar los resultados de ambas columnas.

OPERADOR	*PRODUCCIÓN ANTES*	*PRODUCCIÓN DESPUÉS*	*Variación*	*Variación absoluta*	*Orden*	*Rango*	*R+*	*R-*
6	16	16	0	0				
1	17	18	1	1	1	1.5	1.5	
8	20	19	-1	1	2	1.5		1.5
2	21	23	2	2	3	3	3	
3	25	22	-3	3	4	5		5
9	17	20	3	3	5	5	5	
11	23	26	3	3	6	5	5	
10	24	30	6	6	7	7	7	
4	15	25	10	10	8	8	8	
7	10	22	12	12	9	9	9	
5	10	28	18	18	10	10	10	
							48.5	6.5

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

T=6.5 T = 48.5



La hipótesis nula se rechaza

Los resultado se ubican a ambos lados del valor crítico y los resultados en donde hubo mayor producción son los que tiene signo +. La productividad sí se incrementó, ya que supera los 47.5 que está en la zona de rechazo.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras independientes

Una prueba diseñada en específico para determinar si dos muestras independientes provienen de poblaciones equivalentes es la prueba de Wilcoxon de la suma de rangos. Esta prueba es una alternativa para la prueba t de dos muestras descrita; la prueba t no requiere que las dos poblaciones sigan la distribución normal y tengan varianzas poblacionales iguales.

La prueba de Wilcoxon de la suma de rangos se basa en la suma de los rangos. Los datos se clasifican como si las observaciones fueran parte de una sola muestra. Si la hipótesis nula es verdadera, los rangos tendrán una distribución casi uniforme entre las dos muestras, y la suma de los rangos para las dos muestras será casi igual.

$$z = \frac{W - \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

Donde:
n_1 : Número de observaciones de la primera muestra.
n_2 : Número de observaciones de la segunda muestra.
W : Suma de los rangos de la primer población.

Ejemplo 8.6

1. **El CEO de** Airlines, hace poco observó un aumento en el número de personas que no llegan a tomar los vuelos que salen de Atlanta. Su interés principal es determinar si hay más personas que no se presentan a tomar los vuelos que salen de Atlanta en comparación con vuelos que salen de Chicago. Una muestra de nueve vuelos de Atlanta y ocho de Chicago refleja los resultados de la muestra obtenida. Con un nivel de

significancia de 0.05, ¿es posible concluir que hay más personas que no se presentan a tomar los vuelos que salen de Atlanta? Los datos de la muestra obtenida son:

Pasajeros que no se realizaron el viaje	
ATLANTA	CHICAGO
11	13
15	14
10	10
18	8
11	16
20	9
24	17
22	21
25	

Desarrollo

PASO 1: Hipótesis nula y alternativa

H_0: *La población de las personas que no se presentan es la misma o menos para Atlanta que para Chicago*

H_a: *La población de las personas que no se presentan es mayor en Atlánta que en Chicago*

PASO 2: Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

PASO 3: Estadístico de Prueba

$$z = \frac{W - \dfrac{n_1(n_1+n_2+1)}{2}}{\sqrt{\dfrac{n_1 n_2 (n_1+n_2+1)}{12}}}$$

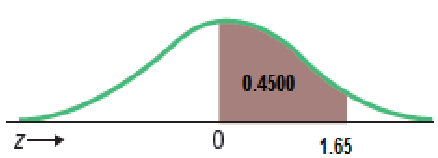
PASO 4: Regla de Decisión

$\alpha = 0.05 \quad \Rightarrow \quad p(z) = 0.50 - 0.05$

$p(z) = 0.4500$

En la distribución normal, buscar el número más cercano a 0.45 y determinar el valor de z.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	$\boxed{0.4505}$



$$z = 1.65$$

PASO 5: Toma de Decisión

Colocar los datos en una sola columna, identificando a qué ciudad corresponde cada dato; posteriormente ordenar los datos de menor a mayor.

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

CIUDAD	PASAJEROS QUE NO SE PRESENTARON
Atlanta	11
Atlanta	15
Atlanta	10
Atlanta	18
Atlanta	11
Atlanta	20
Atlanta	24
Atlanta	22
Atlanta	25
Chicago	13
Chicago	14
Chicago	10
Chicago	8
Chicago	16
Chicago	9
Chicago	17
Chicago	21

→

CIUDAD	PASAJEROS QUE NO SE PRESENTARON
Chicago	8
Chicago	9
Atlanta	10
Chicago	10
Atlanta	11
Atlanta	11
Chicago	13
Chicago	14
Atlanta	15
Chicago	16
Chicago	17
Atlanta	18
Atlanta	20
Chicago	21
Atlanta	22
Atlanta	24
Atlanta	25

Asignar a cada elemento de la muestra un número ordinal; posteriormente, a los datos de los pasajeros que no se presentaron y tienen igual frecuencia, calcular el promedio al orden y colocarlos repetidos, para generar la columna de rangos.

CIUDAD	PASAJEROS QUE NO SE PRESENTARON	ORDEN
Chicago	8	1
Chicago	9	2
Atlanta	10	3
Chicago	10	4
Atlanta	11	5
Atlanta	11	6
Chicago	13	7
Chicago	14	8
Atlanta	15	9
Chicago	16	10
Chicago	17	11
Atlanta	18	12
Atlanta	20	13
Chicago	21	14
Atlanta	22	15
Atlanta	24	16
Atlanta	25	17

→

CIUDAD	PASAJEROS QUE NO SE PRESENTARON	ORDEN	RANGO
Chicago	8	1	1
Chicago	9	2	2
Atlanta	10	3	3.5
Chicago	10	4	3.5
Atlanta	11	5	5.5
Atlanta	11	6	5.5
Chicago	13	7	7
Chicago	14	8	8
Atlanta	15	9	9
Chicago	16	10	10
Chicago	17	11	11
Atlanta	18	12	12
Atlanta	20	13	13
Chicago	21	14	14
Atlanta	22	15	15
Atlanta	24	16	16
Atlanta	25	17	17

Separar los datos para convertirlos en dos muestras y sumar ambas columnas; para obtener el rango de cada una de las ciudades.

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

CIUDAD	PASAJEROS QUE NO SE PRESENTARON	ORDEN	RANGO	Atlanta	Chicago
Chicago	8	1	1		1
Chicago	9	2	2		2
Atlanta	10	3	3.5	3.5	
Chicago	10	4	3.5		3.5
Atlanta	11	5	5.5	5.5	
Atlanta	11	6	5.5	5.5	
Chicago	13	7	7		7
Chicago	14	8	8		8
Atlanta	15	9	9	9	
Chicago	16	10	10		10
Chicago	17	11	11		11
Atlanta	18	12	12	12	
Atlanta	20	13	13	13	
Chicago	21	14	14		14
Atlanta	22	15	15	15	
Atlanta	24	16	16	16	
Atlanta	25	17	17	17	
				96.5	56.5

El total de Atlanta corresponde a la suma con mayor valor, por lo que se calculará el estadístico en base a su rango (96.5), el cual asume el valor de W.

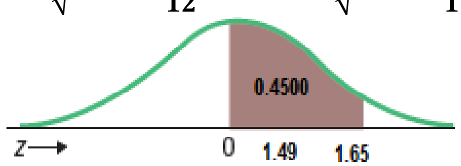
La muestra número uno corresponde a Atlanta y la muestra número dos a Chicago.

$\mathbf{W = 96.5}$

$\mathbf{n_1 = 9}$

$\mathbf{n_2 = 8}$

$$z = \frac{W - \frac{n_1(n_1+n_2+1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2(n_1+n_2+1)}{12}}} = \frac{96.5 - \frac{9(9+8+1)}{2}}{\sqrt{\frac{(9)(8)(9+8+1)}{12}}} = \frac{96.5 - 9(9)}{\sqrt{\frac{72(18)}{12}}} = \frac{15.5}{10.39} = 1.49$$



La hipótesis nula se acepta.
No hay suficiente evidencia para demostrar que la cantidad de personas que pierden sus vuelos en Atlanta sean diferente de los de Chicago.

2. El director de investigación de la fábrica de pelotas Top Flite quiere saber si hay diferencia en la distancia que recorren dos nuevos modelos de pelotas de golf. Se lanzaron 8 pelotas del modelo XL-550 y 8 del modelo DL-300 con un dispositivo automático. Las distancias (en yardas) son las siguientes: Con un nivel de significancia de 0.05

   ¿Hay alguna diferencia entre las dos distribuciones?

Distancia recorrida por las pelotas (yardas)	
XL-550	DL-300
232	262
263	242
279	256
271	260
265	258
257	243
280	239
280	265

Desarrollo

PASO 1: Hipótesis nula y alternativa

$H_0: La\ distancia\ que\ recorren\ ambos\ modelos\ es\ la\ misma$

$H_a: La\ distancia\ que\ recorren\ ambos\ modelos\ es\ diferente$

PASO 2: Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

PASO 3: Estadístico de Prueba

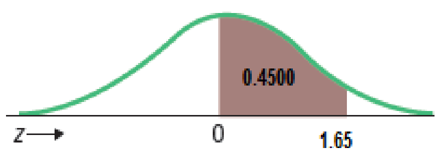
$$z = \frac{W - \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

PASO 4: Regla de Decisión

$\boldsymbol{\alpha = 0.05 \quad \Rightarrow \quad p(0.50 - 0.05) = p(0.4500)}$

En la distribución normal, buscar el número más cercano a 0.45 y determinar el valor de z.

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	$\boxed{0.4505}$



$$z = 1.65$$

PASO 5: Toma de Decisión

Colocar los datos en una sola columna, identificando a qué modelo corresponde cada dato; posteriormente ordenar los datos de menor a mayor.

MODELO	DISTANCIA RECORRIDA
XL-550	232
XL-550	263
XL-550	279
XL-550	271
XL-550	265
XL-550	257
XL-550	280
XL-550	280
DL-300	262
DL-300	242
DL-300	256
DL-300	260
DL-300	258
DL-300	243
DL-300	239
DL-300	265

→

MODELO	DISTANCIA RECORRIDA
XL-550	232
DL-300	239
DL-300	242
DL-300	243
DL-300	256
XL-550	257
DL-300	258
DL-300	260
DL-300	262
XL-550	263
XL-550	265
DL-300	265
XL-550	271
XL-550	279
XL-550	280
XL-550	280

USAP UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

Asignar a cada elemento de la muestra un número ordinal; posteriormente, a las distancias recorridas por las pelotas que tienen igual frecuencia, calcular el promedio a la columna "orden" y colocarlos repetidos, para generar la columna de rangos.

MODELO	DISTANCIA RECORRIDA	ORDEN
XL-550	232	1
DL-300	239	2
DL-300	242	3
DL-300	243	4
DL-300	256	5
XL-550	257	6
DL-300	258	7
DL-300	260	8
DL-300	262	9
XL-550	263	10
XL-550	265	11
DL-300	265	12
XL-550	271	13
XL-550	279	14
XL-550	280	15
XL-550	280	16

→

MODELO	DISTANCIA RECORRIDA	ORDEN	RANGO
XL-550	232	1	1
DL-300	239	2	2
DL-300	242	3	3
DL-300	243	4	4
DL-300	256	5	5
XL-550	257	6	6
DL-300	258	7	7
DL-300	260	8	8
DL-300	262	9	9
XL-550	263	10	10
XL-550	265	11	11.5
DL-300	265	12	11.5
XL-550	271	13	13
XL-550	279	14	14
XL-550	280	15	15.5
XL-550	280	16	15.5

Separar los datos para convertirlos en dos muestras y sumar ambas columnas; para obtener el rango de cada uno de los modelos.

MODELO	DISTANCIA RECORRIDA	ORDEN	RANGO	XL-550	DL-300
XL-550	232	1	1	1	
DL-300	239	2	2		2
DL-300	242	3	3		3
DL-300	243	4	4		4
DL-300	256	5	5		5
XL-550	257	6	6	6	
DL-300	258	7	7		7
DL-300	260	8	8		8
DL-300	262	9	9		9
XL-550	263	10	10	10	
XL-550	265	11	11.5	11.5	
DL-300	265	12	11.5		11.5
XL-550	271	13	13	13	
XL-550	279	14	14	14	
XL-550	280	15	15.5	15.5	
XL-550	280	16	15.5	15.5	
				86.50	49.50

El total del modelo XL-550 corresponde a la suma con mayor valor, por lo que se calculará el estadístico en base a su rango (86.5), el cual asume el valor de W.

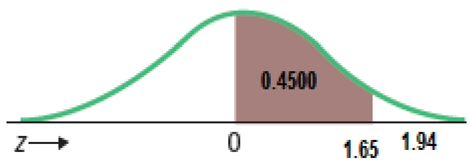
La muestra número uno corresponde al modelo XL-550 y la muestra número dos Al modelo DL-300.

$\mathbf{W = 86.5}$

$\mathbf{n_1 = 8}$

$\mathbf{n_2 = 8}$

$$z = \frac{W - \frac{n_1(n_1+n_2+1)}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2(n_1+n_2+1)}{12}}} = \frac{86.5 - \frac{8(8+8+1)}{2}}{\sqrt{\frac{(8)(8)(8+8+1)}{12}}} = \frac{86.5-68}{\sqrt{\frac{72(18)}{12}}} = \frac{18.5}{9.52} = 1.94$$



La hipótesis nula se rechaza
Existe evidencia que indica que la distancia que recorre una pelota es diferente entre los modelos XL-550 y DL-300.

Ejercicio

1. Calorías Watchers tiene desayunos, comidas y cenas bajas en calorías. Si usted se une al club, recibe dos alimentos empacados al día. Calorías Watchers afirma que usted puede comer todo lo que quiera en su tercera comida y aun así perderá al menos cinco libras el primer mes. Los miembros del club se pesan antes de comenzar el programa y de nuevo al finalizar el primer mes. Las experiencias de una muestra aleatoria de 11 miembros son:
Lo que interesa saber es si los miembros perdieron peso como resultado del programa de Calorías Watchers. ¿Cuál es el resultado de la hipótesis nula? Utilizar un nivel de significancia de 0.05.

Nombre	***Cambio de peso***
Foster	Bajó
Taoka	Bajó
Lange	Subió
Rousos	Bajó
Sthepens	Sin Cambio
Cantrel	Bajó
Hercher	Bajó
Camder	Sin Cambio
Hinckle	Bajó
Hinckley	Bajó
Justin	Bajó

2. Muchos corredores de bolsa nuevos, se resisten a dar presentaciones a los banqueros y otros grupos. Al detectar esta falta de autoestima, la gerencia organizó un seminario de motivación para una muestra de corredores de bolsa nuevos y contrató a Career Boosters para un curso de tres semanas. Antes de la primera sesión, Career Boosters midió el nivel de autoestima de cada participante, y lo midió de nuevo después del seminario de tres semanas. Los niveles de autoestima antes y después para los 14 participantes en el curso aparecen en la siguiente tabla. La autoestima se clasificó como negativa, baja, alta o muy alta.

Corredor de Bolsa	Antes del seminario	Después del seminario	Corredor de Bolsa	Antes del seminario	Después del seminario
J. M. Martin	Negativa	Baja	F.M. Orphey	Baja	Muy alta
T.D. Jagger	Negativa	Negativa	C.C. Ford	Baja	Alta
A.D. Hammer	Baja	Alta	A.R. Utz	Negativa	Baja
T. A. Jones	MuyAlta	Baja	M.R. Murphy	Baja	Alta
B. G. Dingh	Baja	Alta	P.A. López	Negativa	Baja
D. A. Skeen	Baja	Alta	B. K. Pierre	Baja	Alta
C.B. Simmer	Negativa	Alta	N. S. Walker	Baja	Muy alta

USAP
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

El propósito del estudio es determinar si Career Boosters fue eficaz para aumentar la autoestima de los corredores de bolsa nuevos. Es decir, ¿el nivel de autoestima fue más alto después del seminario que antes? Utilice un nivel de significancia de 0.05.

3. La Toyota Motor estudia el efecto de la gasolina normal en comparación con la de alto octanaje sobre el ahorro de combustible de su nuevo motor V6 de alto desempeño de 3.5 litros. Se selecciona a diez ejecutivos y se les pide que registren el número de millas recorridas por galón de gasolina. Los resultados son:

	Millas por galón			Millas por galón	
Ejecutivo	**Regular**	**Alto octanaje**	**Ejecutivo**	**Regular**	**Alto octanaje**
Bowers	25	28	Rau	38	40
Demars	33	31	Greolke	29	29
Grasser	31	35	Burns	42	37
DeToto	45	44	Snow	41	44
Kleg	42	47	Lawless	30	44

Con un nivel de significancia de 0.05, ¿hay alguna diferencia en el número de millas recorridas por galón entre la gasolina normal y la de alto octanaje?

4. Se sugirió que la producción diaria de una parte de sub-ensamblaje aumentaría si se instalara una mejor iluminación, se tocara música de fondo y se ofreciera café y rosquillas gratis durante el día. La gerencia acordó probar el esquema durante cierto tiempo. El número de sub-ensamblajes producidos en un día por una muestra de empleados es el siguiente.

Empleado	Registro de producción anterior	Producción después de los cambios	Empleado	Registro de producción anterior	Producción después de los cambios
JD	23	33	WWJ	21	25
SB	26	26	OP	25	22
MD	24	30	CD	21	23
RCF	17	25	PA	16	17
MF	20	19	RRT	20	15
UHH	24	22	AT	17	9
IB	30	29	QQ	23	30

Aplique la prueba de rangos con signo de Wilcoxon y determine si los cambios sugeridos son aceptables.

5. La Tucson State University ofrece dos programas de maestría en administración de empresas. En el primer programa, los estudiantes se reúnen dos noches por semana en el campus principal, en el centro de Tucson. En el segundo programa, los estudiantes sólo se comunican por internet con el profesor. El director de la maestría de Tucson quiere comparar el número de horas que estudiaron la semana pasada los dos grupos de estudiantes. Una muestra de 10 estudiantes en el campus y otra de 12 estudiantes por internet reveló la siguiente información.

Campus	28, 16, 42, 29, 31, 22, 50, 42, 23, 25
Por internet	26, 42, 65, 38, 29, 32, 59, 42, 27, 41, 46, 18

Con un nivel de significancia de 0.05, ¿es posible concluir que los estudiantes por internet estudian más?

6. En fechas recientes, con los bajos niveles de las tasas hipotecarias, las instituciones financieras han tenido que ofrecer mayores beneficios a los clientes. Una innovación de Coastal National Bank and Trust es la presentación de solicitudes por internet. En la siguiente tabla aparece el tiempo, en minutos, necesario para completar el proceso de solicitud de clientes que piden un préstamo hipotecario de tasa fija a 15 años y 30 años.

Tasa fija a 15 años	41, 36, 42, 39, 36, 48, 49, 38
Tasa fija a 30 años	21, 27, 36, 20, 19, 21, 39, 24, 22

Con un nivel de significancia de 0.05, ¿es posible concluir que el proceso tarda menos para los clientes que solicitan un préstamo hipotecario a tasa fija a 30 años? No suponga que la distribución del tiempo sigue una distribución normal para algún grupo.

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

ANEXOS

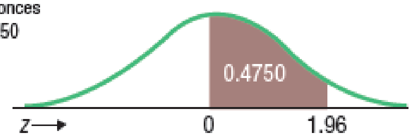
B.7: Valores *T* de Wilcoxon

	2α						
	.15	.10	.05	.04	.03	.02	.01
	α						
n	.075	.050	.025	.020	.015	.010	.005
4	0						
5	1	0					
6	2	2	0	0			
7	4	3	2	1	0	0	
8	7	5	3	3	2	1	0
9	9	8	5	5	4	3	1
10	12	10	8	7	6	5	3
11	16	13	10	9	8	7	5
12	19	17	13	12	11	9	7
13	24	21	17	16	14	12	9
14	28	25	21	19	18	15	12
15	33	30	25	23	21	19	15
16	39	35	29	28	26	23	19
17	45	41	34	33	30	27	23
18	51	47	40	38	35	32	27
19	58	53	46	43	41	37	32
20	65	60	52	50	47	43	37
21	73	67	58	56	53	49	42
22	81	75	65	63	59	55	48
23	89	83	73	70	66	62	54
24	98	91	81	78	74	69	61
25	108	100	89	86	82	76	68
26	118	110	98	94	90	84	75
27	128	119	107	103	99	92	83
28	138	130	116	112	108	101	91
29	150	140	126	122	117	110	100
30	161	151	137	132	127	120	109
31	173	163	147	143	137	130	118
32	186	175	159	154	148	140	128
33	199	187	170	165	159	151	138
34	212	200	182	177	171	162	148
35	226	213	195	189	182	173	159
40	302	286	264	257	249	238	220
50	487	466	434	425	413	397	373
60	718	690	648	636	620	600	567
70	995	960	907	891	872	846	805
80	1,318	1,276	1,211	1,192	1,168	1,136	1,086
90	1,688	1,638	1,560	1,537	1,509	1,471	1,410
100	2,105	2,045	1,955	1,928	1,894	1,850	1,779

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO SULA

B.1 Áreas bajo la curva normal

Ejemplo:
Si $z = 1.96$, entonces
$P(0 \text{ a } z) = 0.4750$



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

BIBLIOGRAFÍA

- Lind, D.A., Marchal, W.G., Wathen, S.A. (15). (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. México: McGraw-Hill

- David M. Levine, Timothy C. Krehbiel, Mark L. Berenson. 2006. *Estadística para Administración*. (4° edición). Naucalpan de Juárez, México.: Pearson Prentice Hall