```
#####
# Ejemplo 2.9 #
#####
# Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos pareados #
wilcox.test(antes, despues, paired = T)
```

2.8. Ejercicios

1. Cierta metal se produce, por lo común, mediante un proceso estándar. Se desarrolla un nuevo proceso en el que se añade una aleación a la producción de metal. Los fabricantes se encuentran interesados en estimar la verdadera diferencia entre las tensiones de la ruptura de los metales producidos por los dos procesos. Para cada metal se seleccionan 12 especímenes y cada uno de estos se somete a tensión hasta que se rompa. La siguiente tabla muestra las tensiones de ruptura de los especímenes en kilogramos por centímetro cuadrado:

Proceso estándar	Proceso nuevo
428	462
419	448
458	435
439	465
441	429
456	472
463	453
429	459
438	427
445	468
441	452
463	447

Si se supone que el muestreo se lleva a cabo sobre dos distribuciones normales e independientes, pruebe la hipótesis de igualdad de medias y obtenga un intervalo de confianza 95% para la diferencia de medias poblacionales de los procesos. Con base en los resultados, ¿se estaría inclinado a concluir que existe una diferencia real entre media del proceso estándar y el nuevo?

2. Realice el ejercicio 1 sin suponer normalidad.
3. Se realizó un estudio para determinar el grado en el cual el alcohol entorpece la habilidad de pensamiento para realizar determinada tarea. Se seleccionaron aleatoriamente diez personas de distintas características y se les pidió que participaran en el experimento. Después de

proporcionarles la información pertinente, cada persona llevó a cabo la tarea sin nada de alcohol en su organismo. La tarea volvió a realizarse después de que cada persona había consumido una cantidad suficiente de alcohol para tener un contenido en su organismo del 0.1 %. Suponga que los tiempos antes y después (en minutos) de los diez participantes son los siguientes:

Participante	Antes	Después
1	28	39
2	22	45
3	55	67
4	45	61
5	32	46
6	35	58
7	40	51
8	25	34
9	37	48
10	20	30

¿Puede concluirse a un nivel de significación del 5 % que el tiempo promedio antes es menor que el tiempo promedio después por más de 10 minutos?

4. Dos universidades financiadas por el Gobierno tienen métodos distintos para inscribir sus alumnos a principio de cada semestre. Las dos desean comparar el tiempo promedio que les toma a los estudiantes completar el trámite de inscripción. En cada universidad se anotaron los tiempos de inscripción para 100 alumnos seleccionados aleatoriamente. Las medias y las desviaciones estándares muestrales son las siguientes:

$$\bar{x}_1 = 50.2, \bar{x}_2 = 52.9, s_1 = 4.8 \text{ y } s_2 = 5.4$$

- a. Si se supone que el muestreo se realizó sobre dos poblaciones distribuidas normales e independientes, obtenga la prueba estadística. ¿Se estaría inclinado a concluir que existe una diferencia real entre los tiempos medios para cada universidad?
- b. Basados en el supuesto hecho en a., construya los intervalos de confianza estimados del 95 % para la diferencia entre las medias del tiempo de inscripción para las dos universidades. ¿Se estaría inclinado a concluir que existe una diferencia real entre los tiempos medios para cada universidad?

5. Se investiga el diámetro de las varillas de acero fabricadas en dos diferentes máquinas de extrusión. Para ello, se toman dos muestras aleatorias de tamaños $n_1 = 15$ y $n_2 = 18$; las medias y las varianzas muestrales son $\bar{x}_1 = 8.73$, $s_1^2 = 0.35$, $\bar{x}_2 = 8.68$, $s_2^2 = 0.40$, respectivamente. Pruebe la hipótesis de que el diámetro promedio de las varillas es igual y construya un intervalo de confianza bilateral del 95 % para la diferencia en el diámetro promedio de la varilla.
6. Los niños con neurosis y con ligero retraso que asisten a una clínica de evaluación de desarrollo en un hospital se dividieron en dos grupos con base en la presencia o ausencia de un probable factor etiológico que produce el retraso mental. Se midió la concentración de plomo en la sangre de cada niño, obteniéndose los siguientes resultados:

Factor ausente	25.5	23.2	27.6	24.3	26.1	25.0
Factor presente	21.2	19.8	20.3	21.0	19.6	

¿Indican los datos alguna diferencia en la magnitud de variabilidad de la concentración de plomo en la sangre para los dos tipos de niños? Utilice un nivel de significación del 10 % para dar soporte estadístico a su conclusión.

7. Los siguientes datos fueron tomados de Winer (1991), de un pequeño experimento.

Tratamiento 1		Tratamiento 2	
Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
3	10	7	14
6	18	9	22
5	22	5	19
8	20	10	24
4	16	10	26
7	19	9	18

¿Los dos tratamientos presentan los mismos promedios? Pruebe la hipótesis de interés asumiendo normalidad en los datos.

8. Las siguientes observaciones son los resultados de una prueba realizada a 19 pacientes con cáncer, 13 de los cuales murieron dos años después y los restantes sobrevivieron. Se desea probar si hay una relación entre las pruebas para pacientes que sobrevivieron y los que fallecieron al medir el nivel de proteínas en la sangre, realice la prueba pertinente para responder esta inquietud.

Tipo de paciente	Nivel de proteínas en la sangre												
Fallecieron	16	30	0	2	14	35	6	9	1	34	1	4	7
Sobrevivieron	23	0.8	0.1	0.1	0.2	0.1							

9. Un profesor quería probar si sus estudiantes tendían a tener mejores calificaciones en sus pruebas dependiendo de la jornada de aplicación de la misma (mañana o tarde). De un grupo de 19 estudiantes con talentos similares, él seleccionó aleatoriamente algunos para realizarles la prueba en la mañana y otros para realizarla en la tarde. Las calificaciones por grupos fueron:

Mañana	89.8	87.3	90.2	87.6	98.1	87.3	91.2	91.8	88.9	
Tarde	86.4	90.3	86.4	99.2	93.1	94.0	89.2	88.7	90.1	83.9

- Realice la prueba de Mann-Whitney para juzgar la existencia de diferencias en las calificaciones según la jornada.
 - Cambie la calificación 83.9 en el segundo grupo por 11 y realice de nuevo la prueba correspondiente. ¿Este cambio altera el estadístico de prueba o la conclusión?
 - Compare los resultados obtenidos en los ítems a. y b. con los obtenidos al realizar una prueba haciendo uso del estadístico t tanto para los datos originales como para los datos con el cambio considerado. ¿Este cambio altera las conclusiones obtenidas a través del uso de este estadístico?
 - Realice un gráfico para comparar los datos originales con los datos que tienen el cambio y concluya.
10. En un estudio sobre el lagarto *Sceloporus occidentalis* se estudió cual era el impacto ecológico de la infección por el parásito de malaria *Plasmodium*, en lagartos que no estaban en cautividad. Para ello, se investigó la respuesta de 14 lagartos infectados y 14 no infectados a una prueba de resistencia. Los resultados vienen dados por la distancia (en metros) que cada animal recorría en dos minutos.

Infectados	16.4	29.4	37.1	23.0	24.1	24.5	37.1
	16.4	29.1	36.7	28.7	30.2	21.8	20.3
No infectados	22.2	34.8	42.1	32.9	26.4	30.6	45.5
	32.9	37.5	18.4	27.5	45.5	34.0	24.5

- Si se supone que el muestreo se lleva a cabo sobre dos distribuciones normales, pruebe la hipótesis de igualdad de medias al nivel significación del 5%.

- b. Obtenga e interprete un intervalo de confianza 95 % para la diferencia de medias poblacionales de los procesos del ítem a).
- c. Si se supone que el muestreo se lleva a cabo sobre dos distribuciones no normales. pruebe la hipótesis de igualdad al nivel significación del 5 %.
11. En un estudio sobre el efecto de la cafeína en el metabolismo muscular, se tomaron 18 hombres voluntarios, quienes se sometieron a pruebas de ejercicio en la armada. Nueve de ellos fueron seleccionados aleatoriamente para tomar una cápsula que contenía cafeína pura una hora antes de la prueba; los otros recibieron una cápsula placebo. Durante cada prueba se midió la razón de cambio respiratoria (RCR), esta es la razón entre CO_2 producido y O_2 consumido, la cual es un indicador de si la energía está siendo obtenida de los carbohidratos o grasas. La pregunta de interés para el experimentador fue determinar si la cafeína afecta la RCR. Si la cafeína no tiene efecto sobre esta razón, los dos conjuntos de datos se podría considerar que provienen de la misma población. Los resultados de los ensayos fueron los siguientes:

Placebo	Cafeína
105	96
119	99
100	94
97	89
96	96
101	93
94	88
95	105
98	88

Juzgue la hipótesis de interés para el experimentador haciendo uso de pruebas paramétricas y no paramétricas pertinentes, y, luego, compare las conclusiones obtenidas por los dos métodos.