

Lección 27: Exclusión de la Casualidad

Trabajo en clase

Ejercicios 1–4: Realización de una Prueba de Aleatorización

Los siguientes son los pasos generales para llevar a cabo una prueba de aleatorización para analizar los resultados de un experimento. Los pasos también se presentan en el contexto del ejemplo de "tomate" de las lecciones anteriores.

Paso 1-Desarrollar las afirmaciones competentes: Sin Diferencia contra Diferencia

Una afirmación corresponde a ninguna diferencia entre los dos grupos en el experimento. Esta afirmación se llama la *hipótesis nula*.

- Para el ejemplo del tomate, la hipótesis nula es que el tratamiento de nutrientes no es eficaz en el aumento de peso del tomate. Esto es equivalente a decir que la media del peso de los tomates tratados puede ser la misma que la media del peso de los tomates (de control) no tratados.

La afirmación competente corresponde a una diferencia entre los dos grupos. Esta afirmación podría tomar la forma de un enunciado de "diferente de", "mayor que" o "menor que". Esta afirmación se llama la *hipótesis alternativa*.

- Para el ejemplo del tomate, la hipótesis alternativa es, que el tratamiento de nutrientes es eficaz en el aumento de peso del tomate. Esto es equivalente a decir que el promedio del peso de los tomates tratados es *mayor que* el promedio del peso de los tomates (de control) no tratados.
1. Anteriormente, la estadística de interés que utilizaste fue la diferencia entre la media del peso de los 5 tomates en el Grupo A y la media del peso de los 5 tomates en el Grupo B. Esa diferencia se llama "Dif". $\text{"Dif"} = \bar{x}_A - \bar{x}_B$. Si los tomates del tratamiento están representados por el Grupo A y los tomates de control están representados por el Grupo B, ¿qué tipo de valores estadísticamente significativos de "Dif" apoyarían la afirmación de que el peso promedio de los tomates tratados es *mayor que* el peso promedio de los tomates no tratados (control): los valores negativos de "Dif", los valores positivos de "Dif", o ambos? Explícalo.

Paso 2-Toma las medidas de cada grupo, y calcula el valor de la estadística de "Dif" del experimento.

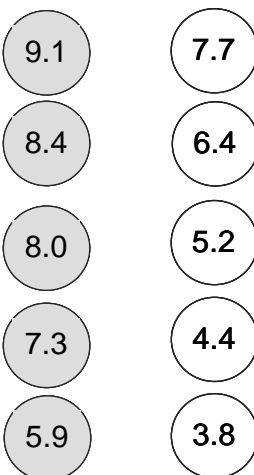
Para el ejemplo del tomate, primero mide los pesos de los 5 tomates del grupo del tratamiento (Grupo A); a continuación, mide los pesos de los 5 tomates del grupo de control (Grupo B); finalmente, calcula a "Dif" = $\bar{x}_A - \bar{x}_B$, lo cual serviría como resultado de tu experimento.

2. Supongamos que lo siguiente representa los dos grupos de los tomates de la experiencia real. Calcula el valor de "Dif" = $\bar{x}_A - \bar{x}_B$. Esto servirá como el resultado de tu experimento.

Estos son los mismos 10 tomates usados en las lecciones anteriores; la identificación de cuales de los tomates son los del "tratamiento" contra los de "control" se revela ahora.

TRATAMIENTO CONTROL

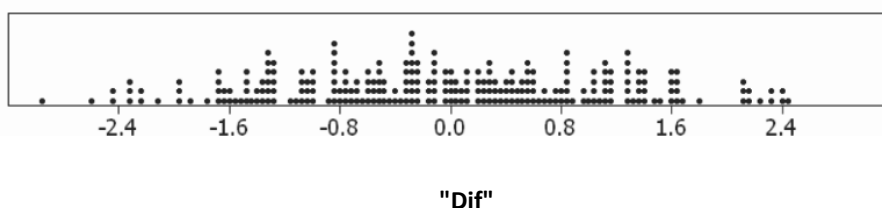
Grupo A Grupo B



Una vez más, estos tomates representan el **resultado real** de tu experimento. Ahora crearás la distribución de aleatorización al realizar asignaciones aleatorias repetidas de estos 10 tomates en 2 grupos y al registrar la diferencia observada de las medias de cada asignación aleatoria. Esto desarrolla una distribución de aleatorización de los muchos posibles valores de diferencia que podrían ocurrir bajo el supuesto de que no hay diferencia entre las medias de los pesos de los tomates que reciben el tratamiento y los tomates que no reciben el tratamiento.

Paso 3-Asigna aleatoriamente las observaciones en dos grupos, y calcula la diferencia entre las medias de los grupos. Repite esto varias veces, registra cada diferencia. Esto creará la distribución de aleatorización para la estadística de "Dif".

Ejemplos de esta técnica fueron presentados en una lección anterior. Para el ejemplo del tomate, la distribución de aleatorización ya ha sido presentada en una lección anterior y se muestra de nuevo aquí. Los puntos se colocan en incrementos de 0.04 onzas.



Paso 4-Con referencia a la distribución de aleatorización (Paso 3) y la desigualdad en tu hipótesis alternativa (Paso 1), calcula la probabilidad de obtener un valor de "Dif" tan extremo como o más extremo que el valor de "Dif" que obtuviste en tu experimento (Paso 2).

Para el ejemplo del tomate, ya que el grupo del tratamiento es el Grupo A, el valor de "Dif" de $\bar{x}_A - \bar{x}_B$ es $\bar{x}_{Tratamiento} - \bar{x}_{Control}$. Dado que afirmación alternativa se apoya en $\bar{x}_{Tratamiento} > \bar{x}_{Control}$, estás buscando valores estadísticamente significativos de "Dif" que son positivos ya que si $\bar{x}_{Tratamiento} > \bar{x}_{Control}$, entonces $\bar{x}_{Tratamiento} - \bar{x}_{Control} > 0$.

Valores estadísticamente significativos de "Dif" que son negativos, en este caso, implicarían que el tratamiento hizo a los tomates más pequeños en promedio.

- Usando el cálculo del Ejercicio 2, determina la probabilidad de obtener un valor de "Dif" tan extremo como o más extremo que el valor de "Dif" que obtuviste en este experimento (en el paso 2).

Paso 5-Llega a una conclusión en el contexto basado en el cálculo de probabilidades (paso 4).

Si hay una **pequeña probabilidad** de obtener un valor de "Dif" tan extremo como o más extremo que el valor de "Dif" que obtuviste en tu experimento, entonces **el valor de "Dif" del experimento es inusual** y no es el comportamiento típico de la casualidad. Los resultados de tu experimento, probablemente, no ocurren por casualidad, y los resultados probablemente se produjeron a causa de una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos.

- En el experimento del tomate, si piensas que hay una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos, tienes pruebas de que el tratamiento puede ser en realidad quien esta dando tomates más pesados en promedio.

Si **no hay una pequeña probabilidad** de obtener un valor de "Dif" tan extremo como o más extremo que el valor de "Dif" que obtuviste en tu experimento, entonces **tu valor de "Dif" del experimento no es considerado como inusual** y puede ser un comportamiento típico de la casualidad. Los resultados del experimento pueden haber ocurrido por casualidad y no a causa de una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos.

- En el experimento del tomate, si no crees que hay una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos, entonces no tienes pruebas de que los resultados del tratamiento esta dando tomates más grandes en promedio.

En algunos casos, un valor de corte específico llamado *nivel significativo* podría ser empleado para ayudar a determinar qué tan pequeña debe ser esta probabilidad con el fin de considerar los resultados estadísticamente significativos.

4. Basándote en tu cálculo de probabilidad en el Ejercicio 3, ¿los datos del experimento del tomate apoyan la afirmación de que el tratamiento produce tomates más pesados en promedio? Explícalo.

Ejercicios 5–10: Desarrollo de la Distribución de Aleatorización

A pesar de que estás familiarizado con cómo se crea una distribución aleatorización en el ejemplo del tomate, la distribución de aleatorización se te proporcionó. En este ejercicio, tu desarrollarás dos distribuciones de aleatorización basadas en el mismo grupo de 10 tomates. Una distribución se desarrollará a mano y contendrá los resultados de al menos 250 asignaciones aleatorias. La segunda distribución será desarrollada utilizando la tecnología y contendrá los resultados de al menos 250 asignaciones aleatorias. Una vez que se han desarrollado las dos distribuciones, se te pedirá que compares las distribuciones

Generado Manualmente

Tu maestro te proporcionará orientación específica sobre la cantidad de asignaciones aleatorias que necesitas llevar a cabo. En última instancia, tu clase debe generar al menos 250 asignaciones aleatorias, calcular el valor de "Dif" para cada una, y registrar estos 250 o más valores de "Dif" en una clase o en un diagrama de puntos individualmente.

5. Para comenzar, escribe los pesos de los 10 tomates en 10 pedazos de papel de igual tamaño - un peso en cada hoja. Coloca las tiras en un recipiente y agita bien el recipiente. Retira 5 tiras y asigna esos 5 tomates al Grupo A. Los tomates restantes estarán en el Grupo B.

6. Calcular la media del peso para el Grupo A y la media del peso para el Grupo B. Luego, calcula la "Diff" = $\bar{x}_A - \bar{x}_B$ para esta asignación aleatoria.

7. Registra tu valor de "Dif" y añade este valor al diagrama de puntos. Repite según sea necesario a solicitud de tu maestro hasta que hayas generado una distribución aleatoria manual de al menos 250 diferencias.

(Nota: Esta distribución es muy probable que sea ligeramente diferente de la distribución aleatoria del "tomate" dada anteriormente en esta lección.)

Generado a Computadora

En esta etapa, se te anima a utilizar una prueba aleatorizada directo en la web aplicación/calculadora para realizar los pasos anteriores. La aplicación se encuentra en <http://www.rossmanchance.com/applets/AnovaShuffle.htm>. Para complementar las instrucciones que se encuentran a continuación, una captura de la pantalla de la aplicación aparece como la última página de esta lección.

Al llegar a la aplicación, haz lo siguiente:

- Presiona el botón "Borrar" para borrar los datos en "Datos de ejemplo".
- Introduce los datos del tomate exactamente como se muestra a continuación. Cuando termines, presiona el botón "Usar datos".

Group	Ounces
Treatment	9.1
Treatment	8.4
Treatment	8
Control	7.7
Treatment	7.3
Control	6.4
Treatment	5.9
Control	5.2
Control	4.4
Control	3.8

Una vez ingresados los datos, observa que aparecen los diagramas de puntos de los dos grupos. Además, la ventana de "estadística" debajo de los datos ahora dice "diferencia en las medias", y un valor de "Dif Observado" de 2.24 se calcula con los datos del experimento (como lo calculaste en el Ejercicio 2).

Por diseño, la aplicación determinará la diferencia de las medias basándose en el primer nombre del grupo que encuentra en el conjunto de datos - específicamente, utilizará el primer nombre del grupo que encuentre como el primer valor en el cálculo de la "diferencia de las medias". En otras palabras, para calcular la diferencia de las medias como $\bar{x}_{\text{Tratamiento}} - \bar{x}_{\text{Control}}$, una observación del "tratamiento" debe aparecer antes de cualquier observación de "Control" en el conjunto de datos tal como se escribió.

- Selecciona la casilla de verificación junto a "Mostrar Opciones Aleatorias" y aparecerá una plantilla del diagrama de puntos.
- Introduce "250" en la casilla junto a "Número de Aleatorización", y presiona el botón "Barajear respuestas". Se crea una distribución de aleatorización basándose en 250 aleatorizaciones (en forma de un histograma).

Esta distribución será *ligeramente* diferente tanto de la distribución de aleatorización del "tomate" que apareció anteriormente en esta lección como de la distribución de aleatorización que se ha generado de forma manual en el Ejercicio 7.

8. Escribe algunos comentarios que comparan la distribución generada de forma manual y la distribución generada por computadora. En concreto, ¿parecen tener más o menos la misma forma, centro, y dispersión?

La aplicación también te permite calcular probabilidades. Para este caso:

- Bajo "Conteo de Muestras", selecciona "Mayor Que". Después, en la casilla junto a "Mayor Que", introduce "2.2399".

Como la aplicación calcula el valor del conteo *estrictamente* como "mayor que" y no como "mayor o igual que," con el fin de obtener la probabilidad para obtener un valor tan extremo como o más extremo que el valor del "Dif Observado" de 2.24, tienes que introducir un valor sólo ligeramente por debajo de 2.24 para asegurar que las observaciones de "Dif" de 2.24 sean incluidas en el conteo.

- Selecciona el botón "Conteo". La probabilidad de obtener un valor de "Dif" de 2.24 o mayor en esta distribución, será calculado para ti.

La aplicación muestra la distribución de aleatorización en forma de un histograma, y sombrea en rojo *todas* las clases del histograma que contienen los valores con *cualquier* diferencia que cumpla tus criterios de "Conteo de Muestras". Debido a la agrupación y categorización de las clases, algunas de las clases sombreadas en rojo (barras) también pueden contener valores de diferencia que no se ajusten a tus criterios de "Conteo de Muestras". Hemos de tener en cuenta que el valor del "Conteo" indicado en rojo debajo del histograma será exacto; el sombreado en color rojo en el histograma puede ser el valor aproximado.

9. ¿Cómo se compara la probabilidad de obtener el valor de "Dif" de 2.24 o mayor generando la distribución a computadora con la probabilidad de obtener el valor de "Dif" de 2.24 o mayor utilizando tu distribución generada de forma manual?
10. ¿Llegarías a la misma conclusión respecto al experimento utilizando la generación por computadora o la distribución generada de forma manual? Explícalo. ¿Es a la misma conclusión a la que llegaste al utilizar la distribución que se muestra anteriormente en esta lección de nuevo en el "Paso 3"?

Resumen de la Lección

Los siguientes son los pasos generales para llevar a cabo una prueba de aleatorización para analizar los resultados de un experimento.

Paso 1-Desarrollar las afirmaciones competentes: Sin Diferencia contra Diferencia

Desarrolla la *hipótesis nula*: Esta afirmación es que no hay diferencia entre los dos grupos del experimento.

Desarrollar la *hipótesis alternativa*: La afirmación competente es que hay una diferencia entre los dos grupos. Esta diferencia podría tomar la forma del enunciado de "diferente de," "mayor que" o "menor que," dependiendo del propósito del experimento y la afirmación que está siendo evaluada.

Paso 2-Toma las medidas de cada grupo, y calcula el valor de la estadística de "dif" del experimento.

Este es el valor de "Dif" observado en el experimento.

Paso 3-Asigna aleatoriamente las observaciones en dos grupos, y calcula la diferencia entre las medias de los grupos. Repite esto varias veces, registra cada diferencia.

Esto creará la *distribución de aleatorización* para la estadística de "Dif" bajo la suposición de que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

Paso 4-Con referencia a la distribución de aleatorización (del Paso 3) y la desigualdad en tu hipótesis alternativa (del Paso 1), calcula la probabilidad de obtener un valor de "Dif" tan extremo como o más extremo que el valor de "Dif" que obtuviste en tu experimento (del Paso 2).

Paso 5-Llega a una conclusión en el contexto basado en el cálculo de probabilidades (del paso 4).

Probabilidad Pequeña: Si el valor de "Dif" del experimento es inusual y no es el comportamiento típico de la casualidad, tus resultados del experimento probablemente no ocurrieron por casualidad. Los resultados probablemente se produjeron debido a una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos.

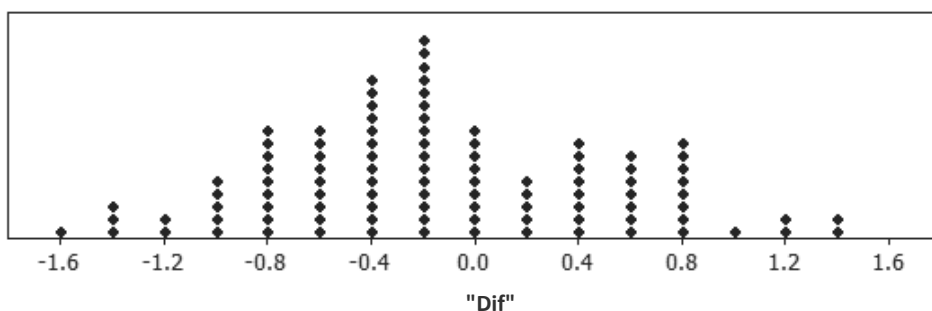
Sin una Pequeña Probabilidad: Si el valor de "Dif" del experimento NO se considera inusual y podría ser el comportamiento típico de la casualidad, los resultados de tu experimento pueden haber sucedido por casualidad y NO por una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos.

Nota: El uso de la tecnología es fuertemente recomendada para ayudar en los pasos 2-4.

Conjunto de Problemas

1. Utilizando las 20 observaciones que aparecen en el “Boleto de Salida”, Pregunta 2 para los resultados en los “cambios en el dolor” de 20 personas, usa la aplicación “Anova Shuffle” para desarrollar una distribución de aleatorización del valor de “Dif” ($\bar{x}_A - \bar{x}_B$) basado en 100 asignaciones aleatorias de estas 20 observaciones en dos grupos de 10. Introduzca los datos tal y como se muestran en la Pregunta 2. Describe las similitudes y diferencias entre esta nueva distribución de aleatorización y la distribución que se muestra en “Boleto de Salida”, Pregunta 3.

Grupo	Cambio en el Resultado
A	0
A	0
A	-1
A	-1
A	-2
A	-2
A	-3
A	-3
A	-3
A	-4
B	0
B	0
B	0
B	0
B	0
B	0
B	-1
B	-1
B	-1
B	-2



2. En una lección anterior, se presentaron los tiempos de combustión de 6 velas. Se cree que las velas del Grupo A se quemarán por más tiempo en promedio que las velas del Grupo B. Los datos del experimento (ahora se muestra con identificadores de grupo) se proporcionan a continuación.

Grupo Tiempo de Combustión

A	18
A	12
B	9
A	6
B	3
B	0

Realiza una Prueba de Aleatorización de esta Afirmación. Llevar a cabo todos los 5 pasos, y utiliza la aplicación "Anova Shuffle" para llevar a cabo los pasos 2 a 4. Introduce los datos tal y como se presentan anteriormente, y en el paso 3, desarrolla la distribución de aleatorización basada en 200 asignaciones aleatorias.