

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN ESTADÍSTICA**



**TRABAJO INDIVIDUAL 1**

**DISEÑO DE EXPERIMENTOS**

**AUTOR:**

KEVIN HEBERTH HAQUEHUA APAZA

**DOCENTE:**

MTRO. ARTURO ZUÑIGA BLANCO

**CUSCO - PERÚ**

**2025**

## **ACTIVIDAD 1**

### **INDICACIONES**

- El trabajo es académico, ser cuidadoso de la forma en como justificas, redacción y coherencia.
- Tener cuidado con la ortografía.
- Citar y referenciar en APA 7ma edición.
- La fecha de entrega es hasta el jueves 11 hasta las 23:59 hrs, no se aceptaran trabajos después.

Revisar 5 artículos científicos en donde se use diseños experimentales, el área es libre.

Responder a las siguientes interrogantes:

1. Título de la investigación
2. Link de la investigación
3. Objetivo de la investigación
4. Material experimental
5. Unidad experimental
6. ¿En el desarrollo de la investigación, cumple con los principios básicos de un diseño de experimento? (Indique cuales)
7. ¿La unidad experimental y unidad de análisis coinciden? Justifique
8. Diseño experimental
9. ¿Existe control local? Justifique
10. El diseño es balanceado o desbalanceado (justifique)

11. Utiliza algún método de comparación múltiple (Cual)
12. ¿La investigación verifica el cumplimiento de supuestos?: (Si es afirmativa tu respuesta, indique cuales)

## 1.1 SOLUCIÓN

Para realizar la resolución de esta actividad se está usando el editor de texto  $\text{\LaTeX}$  en el cual se hizo las debidas configuraciones en el preámbulo para obtener resultados en formato APA, se presentarán los 5 artículos encontrados, con su respectivo título del artículo, resumen y respuesta a las preguntas planteadas.

### ***1.1.1 Block design allowed for control of the Hawthorne effect in a randomized controlled trial of test ordering***

El estudio presentado por Verstappen et al. (2004) evalúa el valor de los diseños de bloques incompletos balanceados en la investigación sobre mejora de la calidad y su capacidad para controlar el efecto Hawthorne. Se aleatorizó a equipos médicos generales en tres grupos y se les realizó una intervención sobre la solicitud de pruebas para dos grupos de problemas clínicos (pruebas A y pruebas B). En los dos ensayos con diseño de bloques, se intentó controlar el efecto Hawthorne comparando la intervención completa en ambos grupos en las pruebas A (grupo I) o grupo B (grupo II); los grupos actuaron como controles ciegos entre sí. En el ensayo clásico, se comparó la intervención completa en las pruebas B (grupo II) con un grupo control sin intervención en las pruebas B (grupo III). Los ensayos con diseño de bloques mostraron cambios estadísticamente significativos en el número de pruebas A solicitadas ( $p = 0,013$ ), pero no en el número de pruebas B solicitadas ( $p = 0,29$ ). En el diseño clásico, la intervención completa alcanzó un cambio marginalmente significativo en las pruebas B ( $p = 0,068$ ). El efecto Hawthorne fue el mismo en ambos grupos del diseño de bloques. En el diseño clásico, el efecto podría atribuirse en cierta medida al efecto Hawthorne. El diseño de bloques permitió controlar dicho efecto. Concluyendo que el uso adecuado de diseño de bloques puede ampliar el conocimiento sobre los efectos no específicos en la investigación sobre mejora de la calidad.

En lo cual la resolución de las preguntas planteadas sería:

1. **Título de la investigación:** Block design allowed for control of the Hawthorne effect in a randomized controlled trial of test ordering
2. **Link de la investigación:** [https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356\(04\)00137-4/fulltext](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(04)00137-4/fulltext)
3. **Objetivo de la investigación:** Evaluar el valor de los diseños de bloques incompletos balanceados para controlar el efecto Hawthorne
4. **Material experimental:** Region de un centro de diagnóstico
5. **Unidad experimental:** Médicos de cabecera
6. **¿En el desarrollo de la investigación, cumple con los principios básicos de un diseño de experimento? (Indique cuales):** Si, con respecto a la repetición se tuvo a médicos que realizaron las pruebas (PRUEBA A que consiste en pruebas para problemas cardiovasculares, abdominales superiores e inferiores), B para problemas pulmonares y CONTROL), aleatorizados ya que no supieron a que prueba correspondía y se les dieron al azar y control del error ya que se uso el análisis de covarianza.
7. **¿La unidad experimental y unidad de análisis coinciden? Justifique:** Si, ya que los grupos de médicos de cabecera vieron si había diferencias en las intervenciones realizadas con respecto al efecto Hwathorne.
8. **Diseño experimental:** Diseño bloque incompleto al azar
9. **¿Existe control local? Justifique:** Si existe el grupo control, que consiste en aquel que tuvo una intervención mínima.
10. **El diseño es balanceado o desbalanceado (justifique):** Desbalanceado, ya que las asignaciones fueron desiguales en los diferentes grupos.
11. **Utiliza algún método de comparación múltiple (Cual):** Analisis de covarianza para evaluar el poder y efecto.

12. **¿La investigación verifica el cumplimiento de supuestos?: (Si es afirmativa tu respuesta, indique cuales):** No hubo un apartado dedicado al cumplimiento de supuestos, en si se limitó a la presentación de resultados.

### ***1.1.2 Mejor rendimiento y rentabilidad de maíz en el trópico húmedo mediante camas permanentes, residuos de cultivos y rotación de frijoles***

El estudio presentado por Guera et al. (2025) evalúa las prácticas agrícolas sustentables en las zonas agrícolas de Oaxaca. La región de Papaloapan se caracteriza por tener suelos degradados, situación que es agravada por las pendientes pronunciadas, las altas precipitaciones y la predominancia de suelos luvisólicos, susceptibles a erosionarse en la superficie y compactarse en el subsuelo (piso de arado). Una alternativa para reducir la degradación podría ser la agricultura de conservación, pero su exitosa implementación y adopción masiva requiere de estudios que adapten sus componentes (mínimo movimiento del suelo, cobertura permanente del suelo y diversificación de cultivos) a las condiciones locales. Su objetivo es evaluar los efectos combinados de los componentes de la agricultura de conservación en el rendimiento y rentabilidad del maíz (*Zea mays L.*) utilizando y diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) para evaluar ocho tratamientos resultantes de la combinación de prácticas de labranza (labranza convencional, cero labranza y camas permanentes), manejo de rastrojos, rotaciones de cultivos (*Mucuna pruriens* y *Phaseolus vulgaris L.*), diferentes fórmulas de fertilización y mejoradores de suelo obteniendo que el maíz rotado con frijol en camas permanentes con retención de rastrojo presentó en promedio un rendimiento de  $5.2 \text{ Mg ha}^{-1}$ , una utilidad neta de  $\$16,517,00 \text{ MXN ha}^{-1}$  y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1.69, presentando así mejor desempeño que el tratamiento testigo (labranza convencional sin rotación de cultivos, el cual presentó un rendimiento promedio de  $5.1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ,  $\$7,721,00 \text{ MXN ha}^{-1}$  de utilidad neta y 1.53 de relación Beneficio/Costo). Incluso sin rotación de cultivos, los sistemas con camas permanentes con rastrojo mostraron rendimientos de maíz superiores a los de cero labranza y similares a los de labranza convencionales. El maíz sembrado en primavera-verano y rotado con frijol en otoño-invierno en camas permanentes con rastrojo presenta un rendimiento similar al del sistema convencional y una mayor utilidad neta. Concluyendo que la agricultura de conser-

vacación, en su variante de camas permanentes, con retención de rastrojo y rotación maíz-frijol es una opción viable para la producción agrícola sustentable en el trópico húmedo como en el Papaloapan.

En lo cual la resolución de las preguntas planteadas sería:

1. **Título de la investigación:** Mejor rendimiento y rentabilidad de maíz en el trópico húmedo mediante camas permanentes, residuos de cultivos y rotación con frijoles
2. **Link de la investigación:** <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/5756/2494>
3. **Objetivo de la investigación:** Evaluar los efectos combinados de tres prácticas de labranza
4. **Material experimental:** Terreno de  $2,764.8\ m^2$  del predio “La Sabana”, ubicado a  $17^{\circ}, 25'31,05''N$ ,  $95^{\circ}, 23'52,76''O$  y una altitud de 123 msnm en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca
5. **Unidad experimental:** Rendimientos de granos de maíz y frijoles ( $Mg\ ha^{-1}$ ) y las utilidades netas ( $\$MXNha^{-1}$ )
6. **¿En el desarrollo de la investigación, cumple con los principios básicos de un diseño de experimento? (Indique cuales):** Si, con respecto a la repetición se aplico el tratamiento a cada bloque, aleatorizados ya que fueron aleatorios los terrenos o parcelas para la aplicación del estudio y control del error ya que se utilizaron métricas para comparar los modelos.
7. **¿La unidad experimental y unidad de análisis coinciden? Justifique:** Si, debido a que se evalúan los rendimientos de maíz y frijoles, así como las utilidades netas Beneficio/Costo con la unidad aplicada de estudio.
8. **Diseño experimental:** Diseño bloque completo al azar con dos repeticiones
9. **¿Existe control local? Justifique:** Si existe el grupo control, lo denominaron como el tratamiento 1 en el que es la labranza convencional (LC) de la región.

10. **El diseño es balanceado o desbalanceado (justifique):** Balanceado, ya que las asignaciones fueron iguales en los diferentes bloques.
11. **Utiliza algún método de comparación múltiple (Cual):** Modelo lineal de efecto mixto ajustado.
12. **¿La investigación verifica el cumplimiento de supuestos?: (Si es afirmativa tu respuesta, indique cuales):** Si, ya que como indica en el artículo se utilizaron se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad, homocedasticidad e independencia de residuos usando el análisis visual de residuos, prueba de Shapiro-Wilk y prueba de Levene. No se cumplió el supuestos de normalidad por lo que se utilizó los modelos lineales mixtos, usando estimaciones Bootstrap.

### ***1.1.3 Capacidad antioxidante y aceptabilidad del helado de leche con adición de pulpa concentrada de ayrampo (*Berberis flexuosa*)***

El estudio de Cutti Cutti (2022) orientó a evaluar la influencia del jugo concentrado de ayrampo (*Berberis flexuosa*) en el helado de leche sobre su aceptabilidad general y capacidad antioxidante. Se concentró el jugo de ayrampo para mejorar su vida útil y poderlo incorporar a la formulación de helado, se determinó su capacidad antioxidante. Luego se adicionó en tres proporciones 10, 20 y 30 % de jugo concentrado con respecto al peso del helado. Luego se evaluó la aceptabilidad usando un Diseño de bloques completos al azar con 60 jueces no entrenados, con una escala hedónica de 9 puntos. Luego se seleccionó el helado con mayor aceptabilidad para que se analice su capacidad antioxidante. Se encontró que, a mayor proporción de jugo concentrado de ayrampo mayor es la aceptabilidad general del helado de leche, la proporción del 30 % la mejor. La capacidad antioxidante del helado fue mayor que el jugo concentrado, y fue de  $0.2362 \pm 0.014$  mmon Trolox/mL. Se logró obtener un helado rico en antioxidantes naturales.

En lo cual la resolución de las preguntas planteadas sería:

1. **Título de la investigación:** Capacidad antioxidante y aceptabilidad del helado de leche con adición de pulpa concentrada de ayrampo

2. **Link de la investigación:** [https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution\\_1360\\_final\\_a.pdf](https://laccei.org/LACCEI2024-CostaRica/papers/Contribution_1360_final_a.pdf)
3. **Objetivo de la investigación:** Obtener un helado rico en antioxidantes con aceptabilidad
4. **Material experimental:** 10 kg de frutos de ayrampo cosechada de la provincia de Aco-bamba - Huancavelica, leche fresca de vaca de un establo local. Estos fueron evaluados y usados utilizando reactivos para mantener los niveles iguales.
5. **Unidad experimental:** Evaluación sensorial (del 1 al 9 sobre la valoración del helado)
6. **¿En el desarrollo de la investigación, cumple con los principios básicos de un diseño de experimento? (Indique cuales):** No, debido a que en este caso se uso a los 60 expertos que evaluaran cada tipo de helado.
7. **¿La unidad experimental y unidad de análisis coinciden? Justifique:** Si, debido a que se evaluan la evaluación de los expertos y la capacidad antioxidante.
8. **Diseño experimental:** Diseño bloque completo al azar.
9. **¿Existe control local? Justifique:** No, ya que no se tomó la valoración del helado sin el concentrado de pulpa de ayrampo
10. **El diseño es balanceado o desbalanceado (justifique):** No se puede definir ya que todos los expertos realizaron la valoración para ambos grupos.
11. **Utiliza algún método de comparación múltiple (Cual):** Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis y prueba de pares con Mann - Whitney, capacidad antioxidante con la prueba t-student
12. **¿La investigación verifica el cumplimiento de supuestos?: (Si es afirmativa tu respuesta, indique cuales):** Si, ya que como indica en el artículo se utilizaron se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad y homocedasticidad para ser evaluados con estadística paramétrica, el cual no cumplió el supuesto de normalidad por lo que se optó por usar pruebas no paramétricas.



#### ***1.1.4 Mejor rendimiento y rentabilidad de maíz en el trópico húmedo mediante camas permanentes, residuos de cultivos y rotación de frijoles***

El estudio presentado por Guera et al. (2025) evalúa las prácticas agrícolas sustentables en las zonas agrícolas de Oaxaca. La región de Papaloapan se caracteriza por tener suelos degradados, situación que es agravada por las pendientes pronunciadas, las altas precipitaciones y la predominancia de suelos luvisólicos, susceptibles a erosionarse en la superficie y compactarse en el subsuelo (piso de arado). Una alternativa para reducir la degradación podría ser la agricultura de conservación, pero su exitosa implementación y adopción masiva requiere de estudios que adapten sus componentes (mínimo movimiento del suelo, cobertura permanente del suelo y diversificación de cultivos) a las condiciones locales. Su objetivo es evaluar los efectos combinados de los componentes de la agricultura de conservación en el rendimiento y rentabilidad del maíz (*Zea mays L.*) utilizando y diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA) para evaluar ocho tratamientos resultantes de la combinación de prácticas de labranza (labranza convencional, cero labranza y camas permanentes), manejo de rastrojos, rotaciones de cultivos (*Mucuna pruriens* y *Phaseolus vulgaris L.*), diferentes fórmulas de fertilización y mejoradores de suelo obteniendo que el maíz rotado con frijol en camas permanentes con retención de rastrojo presentó en promedio un rendimiento de  $5.2 \text{ Mg ha}^{-1}$ , una utilidad neta de \$16,517,00MXN  $\text{ha}^{-1}$  y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1.69, presentando así mejor desempeño que el tratamiento testigo (labranza convencional sin rotación de cultivos, el cual presentó un rendimiento promedio de  $5.1 \text{ Mg ha}^{-1}$ , \$7,721,00MXN  $\text{ha}^{-1}$  de utilidad neta y 1.53 de relación Beneficio/Costo). Incluso sin rotación de cultivos, los sistemas con camas permanentes con rastrojo mostraron rendimientos de maíz superiores a los de cero labranza y similares a los de labranza convencionales. El maíz sembrado en primavera-verano y rotado con frijol en otoño-invierno en camas permanentes con rastrojo presenta un rendimiento similar al del sistema convencional y una mayor utilidad neta. Concluyendo que la agricultura de conservación, en su variante de camas permanentes, con retención de rastrojo y rotación maíz-frijol es una opción viable para la producción agrícola sustentable en el trópico húmedo como en el Papaloapan.

En lo cual la resolución de las preguntas planteadas sería:

1. **Título de la investigación:** Mejor rendimiento y rentabilidad de maíz en el trópico húmedo mediante camas permanentes, residuos de cultivos y rotación con frijoles
2. **Link de la investigación:** <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/5756/2494>
3. **Objetivo de la investigación:** Evaluar los efectos combinados de tres prácticas de labranza
4. **Material experimental:** Terreno de  $2,764.8\ m^2$  del predio “La Sabana”, ubicado a  $17^{\circ}, 25'31,05''N$ ,  $95^{\circ}, 23'52,76''O$  y una altitud de 123 msnm en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca
5. **Unidad experimental:** Rendimientos de granos de maíz y frijos ( $Mg\ ha^{-1}$ ) y las utilidades netas ( $\$MXNha^{-1}$ )
6. **¿En el desarrollo de la investigación, cumple con los principios básicos de un diseño de experimento? (Indique cuales):** Si, con respecto a la repetición se aplicó el tratamiento a cada bloque, aleatorizados ya que fueron aleatorios los terrenos o parcelas para la aplicación del estudio y control del error ya que se utilizaron métricas para comparar los modelos.
7. **¿La unidad experimental y unidad de análisis coinciden? Justifique:** Si, debido a que se evalúan los rendimientos de maíz y frijoles, así como las utilidades netas Beneficio/Costo con la unidad aplicada de estudio.
8. **Diseño experimental:** Diseño bloque completo al azar con dos repeticiones
9. **¿Existe control local? Justifique:** Si existe el grupo control, lo denominaron como el tratamiento 1 en el que es la labranza convencional (LC) de la región.
10. **El diseño es balanceado o desbalanceado (justifique):** Balanceado, ya que las asignaciones fueron iguales en los diferentes bloques.

11. **Utiliza algún método de comparación múltiple (Cual):** Modelo lineal de efecto mixto ajustado.
12. **¿La investigación verifica el cumplimiento de supuestos?: (Si es afirmativa tu respuesta, indique cuales):** Si, ya que como indica en el artículo se utilizaron se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad, homocedasticidad e independencia de residuos usando el análisis visual de residuos, prueba de Shapiro-Wilk y prueba de Levene. No se cumplió el supuestos de normalidad por lo que se utilizó los modelos lineales mixtos, usando estimaciones Bootstrap.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Cutti Cutti, B. (2022). Influencia del jugo concentrado de ayrampo (*berberis flexuosa*) en el helado de leche sobre su aceptabilidad general y capacidad antioxidante.
- Guera, O. G. M., Villa Alcántara, J., Nuñez, O., Verhulst, N., y Fonteyne, S. (2025). Mejor rendimiento y rentabilidad de maíz en el trópico húmedo mediante camas permanentes, residuos de cultivos y rotación con frijoles.
- Verstappen, W. H., van der Weijden, T., ter Riet, G., Grimshaw, J., Winkens, R., y Grol, R. P. (2004). Block design allowed for control of the Hawthorne effect in a randomized controlled trial of test ordering. *Journal of Clinical Epidemiology*, 57(11):1119–1123.