

Implementación de herramientas de calidad total para incrementar el nivel de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana

Nayely Mayte, Quijano Esquivel¹; José Fernando, Arzani Castro²; Jean Carlos, Ecurra Lagos³
¹⁻³Universidad Privada del Norte, Trujillo - Perú, N00220175@upn.pe, N00197778@upn.pe, jean.escurra@upn.pe,

Resumen– El objetivo del estudio fue determinar cómo la implementación de herramientas de calidad incrementa el nivel de gestión ambiental en una empresa agroindustrial, mediante un diseño pre-experimental evaluado 150 días antes (enero) y 150 días después (setiembre) de la intervención. Previo a la implementación, se identificaron problemas clave en el sistema de riego, como la falta de capacitación del personal (27.8%), instalación inadecuada de equipos (25.9%) y condiciones climáticas desfavorables (18.5%), que generaban ineficiencia, altos costos y pérdida de agua. Durante el pretest, los datos acumulados reflejaron: 278 kg de agroquímicos utilizados (dimensión ambiental), 7.7% de participación en actividades (dimensión social), 9,880 soles en costos asociados (dimensión económica), 42 auditorías realizadas y un cumplimiento normativo promedio del 86% (dimensión institucional). La intervención, basada en el Ciclo PDCA, evidenció mejoras significativas: 261 kg de agroquímicos y 308 m³ de agua consumidos (dimensión ambiental), 20 capacitaciones con 273 participantes (dimensión social), 11,770 soles en costos totales distribuidos en 25 actividades (dimensión económica), 53 auditorías realizadas y un cumplimiento normativo promedio del 88% (dimensión institucional). En términos globales, los puntajes de gestión ambiental pasaron de 10,279 en el pretest a 12,151 en el posttest, con una mejora total de 1,872 puntos. La prueba t de Student ($p = 0.003$) confirmó diferencias significativas, concluyendo que la implementación tuvo un impacto positivo en la gestión ambiental de la empresa.

Palabras clave– Herramientas de calidad, gestión ambiental, empresa agroindustrial.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector agroindustrial desempeña un papel crucial en la economía global, pero también enfrenta importantes detalles en relación con la gestión ambiental. El uso de recursos naturales, la producción de residuos y la generación de contaminantes son elementos inherentes a las operaciones agroindustriales que pueden causar impactos negativos en el medio ambiente y el sector agroindustrial se enfrenta a problemas en términos de gestión ambiental, debido a la necesidad de reducir el impacto negativo de sus operaciones en el entorno natural [1] [2].

A nivel global, la integración de la gestión ambiental y la calidad total es esencial para enfrentar la explotación de recursos y la presión por sostenibilidad. Herramientas como el análisis de causa raíz y el ciclo PDCA son pilares para optimizar procesos y reducir impactos ambientales [3]. A pesar de los avances, muchas industrias, especialmente en economías emergentes, enfrentan desafíos para equilibrar

crecimiento económico y sostenibilidad [4]. La implementación efectiva del TQM mejora el desarrollo sostenible corporativo mediante prácticas responsables e innovaciones verdes, aunque la falta de integración sigue siendo un desafío global [5] [6].

En Latinoamérica, la adopción de herramientas de calidad total para mejorar la gestión ambiental ha sido progresiva, especialmente en países como Brasil, México y Chile, donde la industria extractiva ha tenido un impacto ambiental considerable [7]. Aunque la región ha avanzado hacia políticas sostenibles, impulsadas por acuerdos ambientales globales y presiones internacionales, muchas empresas enfrentan desafíos como la falta de capacitación y recursos financieros limitados [8][9]. A pesar de estas barreras, las iniciativas de responsabilidad social corporativa han demostrado que las prácticas sostenibles mejoran la competitividad empresarial a largo plazo [10].

En Perú, la implementación de herramientas de calidad total en el sector agroindustrial ha tomado relevancia para mitigar los efectos ambientales de las prácticas agrícolas [11] [12]. Conocido por su dependencia en la producción de recursos naturales como espárragos, el país ha comenzado a adoptar herramientas como el análisis de causa raíz y el ciclo PDCA para resolver problemas ambientales [13]. A pesar de la presión internacional por productos sostenibles, las PYMES agroindustriales enfrentan desafíos como la falta de recursos y conocimiento técnico, limitando la implementación de prácticas de calidad total. Sin embargo, la adopción de estas herramientas puede mejorar significativamente la sostenibilidad y competitividad de las empresas peruanas en mercados internacionales [14].

La empresa Corporación del Sur S.A., dedicada al cultivo de espárragos, ha identificado áreas para mejorar la sostenibilidad a través de la implementación de herramientas de calidad total. Los procesos actuales no están optimizados, lo que genera desperdicios y baja eficiencia. La adopción de herramientas como el análisis de causa raíz y el control estadístico de procesos permitiría abordar problemas ambientales y cumplir con regulaciones ambientales más efectivamente. Esto ayudaría a evitar multas y sanciones, demostrando un compromiso sólido con la responsabilidad ambiental.

Dado este panorama, la implementación de herramientas de calidad total puede contribuir significativamente a mejorar la gestión ambiental en una empresa agroindustrial. La calidad

total es un enfoque de gestión que busca promover la mejora continua, la excelencia operativa y la satisfacción del cliente [15]. Aplicar este enfoque en el entorno de la gestión ambiental implica adoptar procesos sistematizados y estrategias específicas para reducir el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles [16].

Finalmente, se debe considerar la importancia de mejorar la imagen corporativa. Los consumidores y los stakeholders están cada vez más comprometidos con la sostenibilidad y valoran las prácticas empresariales responsables con el medio ambiente. Al implementar herramientas de calidad total en la gestión ambiental, se demostraría el compromiso real con la sostenibilidad y permitiría diferenciarla de la competencia. Esto permitiría atraer a consumidores conscientes y comprometidos con el medio ambiente, generando un impacto positivo tanto en la reputación como en las ganancias.

Varios estudios previos destacan cómo la implementación de herramientas de calidad puede mejorar la gestión ambiental en diferentes empresas. Alzate et al. (2019) [17] investigaron la creación de un modelo para la integración de un sistema de gestión de calidad y ambiental en una empresa siderúrgica. Su objetivo es asegurar el cumplimiento de las normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, enfocándose en la eficiencia y eficacia del sistema integrado. Utilizando un diseño descriptivo cuantitativo, se realizaron evaluaciones mediante observaciones y análisis documental, proporcionando lineamientos aplicables a cualquier organización interesada en sistemas integrados de gestión.

Vásquez et al. (2017) [18] estudiaron el “Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA”. La investigación descriptiva se centró en evaluar los logros alcanzados por la Unidad de Gestión Energética y Ambiental mediante un diseño cualitativo. Se utilizaron fichas de análisis documental para recopilar datos, destacando una reducción del consumo energético en un 30% en 2016 y un aumento del 86% en la producción en comparación con 2009. Este avance significó una disminución del índice de consumo energético de 1,43 a 1,36 GJ/kg, validando la efectividad de las medidas adoptadas para una gestión eficiente de recursos energéticos y sentando un precedente para futuras iniciativas sostenibles.

Pachamora (2021) [19] investigó la Gestión Ambiental en el proceso productivo adecuado a la norma ISO 14000 y su impacto en la rentabilidad. Utilizando una guía de entrevista y ficha de observación, se evaluó el proceso en la empresa Cementos Puma S.A.C., destacando deficiencias en la ausencia de protocolos para identificar impactos ambientales. El estudio reveló impactos significativos como la explotación excesiva de recursos naturales, contaminación y emisión de contaminantes atmosféricos, lo que subraya la necesidad de implementar un sistema de Gestión Ambiental conforme a la ISO 14000. Esta adopción no solo contribuye al desarrollo sostenible, sino también a la reducción de costos mediante un uso eficiente de los recursos.

Rodríguez et al. (2023) [20] llevaron a cabo un estudio aplicado en Trupal S.A., utilizando un diseño pre-experimental para evaluar el impacto de las herramientas de Gestión de la Calidad en la reducción de sobrecostos y aumento de la

producción. Mediante la ficha de observación y otras herramientas como el Control Estadístico de la Calidad y el costeo de pérdidas, se identificaron causas como falta de capacitación, planificación deficiente y mantenimiento insuficiente de maquinaria. Tras implementar mejoras mediante técnicas como QFD, AMFE y DMAIC Seis Sigma, lograron reducir los sobrecostos en S/ 82,317.00 soles, demostrando la eficacia de estas herramientas para optimizar procesos y costos en el entorno empresarial.

Panibra (2023) [21] investigó el impacto del plan de gestión de calidad en el aumento de la productividad en una empresa de confecciones en Trujillo. Utilizando un enfoque aplicado con diseño preexperimental, se emplearon técnicas como entrevistas, encuestas y análisis documental. Mediante herramientas como diagramas de Ishikawa y Pareto, se identificaron causas fundamentales y se implementaron estrategias como Poka-Yoke, logrando reducir mermas en un 95%, eliminando productos devueltos y disminuyendo reprocesos y materia prima defectuosa. Estos resultados reflejan una notable mejora en eficiencia operativa y satisfacción del cliente.

Dado este contexto en la actualidad, El problema de investigación se formula de la siguiente manera: ¿La implementación de herramientas de calidad total podrían incrementar el nivel de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana?, teniendo como problemas específicos: (1) ¿Cuál es el diagnóstico preliminar de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana?, (2) ¿Cuáles son los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana antes de la implementación de herramientas de calidad total?, (3) ¿Es posible diseñar herramientas de calidad total para incrementar la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana?, y (4) ¿Cuáles son los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana posterior a la implementación de herramientas de calidad total?.

Para dar solución a los problemas anteriormente propuestos, se plantean los siguientes objetivos de investigación:

En cuanto al objetivo general, se plantea el siguiente: Determinar de qué manera la implementación de herramientas de calidad total incrementa la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana. En cuanto a los objetivos específicos, se plantearon los siguientes: (a) Diagnosticar la situación preliminar de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana, (b) Medir los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana antes de la implementación de herramientas de calidad total, (c) Diseñar las herramientas de calidad total para incrementar la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana, y (d) Medir los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana posterior a la implementación de herramientas de calidad total.

La hipótesis general se formula de la siguiente manera: La implementación de herramientas de calidad total incrementa el nivel de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana.

La implementación de herramientas de calidad total en la gestión ambiental de empresas agroindustriales se fundamenta en principios internacionales de mejora continua, participación y satisfacción del cliente. Estas herramientas, como el ciclo PDCA y el enfoque Lean, facilitan la eficiencia en el uso de recursos y el cumplimiento regulatorio, proporcionando un marco para la mejora continua en el rendimiento ambiental. Al integrar estas prácticas, se logra una reducción de impactos negativos y promueve la adopción de sostenibilidad en la producción y operaciones.

II. HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD

Alzate, Ramírez y Bedoya (2019) [17], indicaron que las herramientas de calidad total son técnicas y enfoques utilizados en la gestión de la calidad para mejorar los procesos y resultados en una organización. Estas herramientas son ampliamente aplicadas en diferentes sectores y se utilizan para identificar problemas, analizar causas raíz, mejorar la toma de decisiones y controlar la calidad.

Análisis de causa raíz: Pyzdek y Keller (2014) [22] indicaron que esta herramienta ayuda a identificar las causas fundamentales de los problemas ambientales y a tomar medidas correctivas para prevenir su recurrencia, además indicó que esta herramienta ayuda a identificar y visualizar las causas raíz de un problema o efecto no deseado relacionado con la gestión ambiental. Indicadores: número de problemas ambientales identificados y resueltos, tiempo promedio para identificar y resolver problemas ambientales, porcentaje de problemas ambientales recurrentes, costo total asociado a los problemas ambientales.

Mapa de flujo de valor: Rother y Shook (1999) [23] indicaron que esta herramienta se utiliza para mapear visualmente los flujos y procesos dentro de una empresa, permitiendo identificar oportunidades de mejora y reducir el tiempo y los recursos utilizados en las operaciones agroindustriales. Breyfogle (2013) [24] indicó que esta herramienta ayuda a visualizar y comprender los procesos ambientales, identificando posibles puntos de mejora y optimización [25]. Indicadores: tiempo promedio de ciclo para los procesos ambientales, tiempo de espera entre etapas del proceso ambiental, número de actividades que no agregan valor en el proceso ambiental, porcentaje de cumplimiento de los tiempos de entrega en el proceso ambiental.

Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar): Deming (1986) [26] indicó que esta herramienta se utiliza para implementar mejoras continuas en la gestión ambiental mediante la planificación, ejecución, verificación y ajuste de procesos y prácticas agroindustriales. Indicadores: Número de acciones de mejora implementadas en el período, porcentaje de cumplimiento de los objetivos establecidos, tiempo promedio para completar un ciclo PDCA, número de problemas recurrentes después de la implementación de acciones correctivas.

Diagrama de Pareto: Pyzdek y Keller (2014) [22] indicaron que esta herramienta permite identificar y priorizar los problemas ambientales más significativos, para enfocar los

esfuerzos de mejora en las áreas de mayor impacto. Indicadores: Porcentaje de contribución de cada causa a los problemas ambientales, número de problemas ambientales clasificados por categoría, porcentaje de impacto ambiental relacionado con cada causa, porcentaje de recursos dedicados a resolver los problemas prioritarios identificados.

A. Gestión ambiental

La gestión ambiental es un enfoque holístico y multidisciplinario que se centra en identificar, evaluar y minimizar los impactos ambientales de las actividades humanas. Según Tietenberg y Lewis (2016) [27], este enfoque está orientado a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, la prevención y mitigación de la contaminación, y la promoción de la sustentabilidad ambiental, social y económica. Barrow (2016) [28] lo define como el proceso de planificación, implementación y seguimiento de prácticas y políticas destinadas a proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales. Harrison y Hester (2013) [11] lo describen como el conjunto de acciones y estrategias enfocadas en la protección, conservación y mejora del medio ambiente. Por su parte, Herzig (2012) [29] lo definen como la integración de consideraciones ambientales en los procesos de toma de decisiones y acciones empresariales, con el objetivo de minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos [30].

B. Importancia de la gestión ambiental

Goetsch y Davis (2021) [31], indicaron que la gestión ambiental es fundamental para garantizar la sostenibilidad de las actividades humanas y la preservación del entorno natural para las generaciones futuras. Su importancia radica en la necesidad de proteger los recursos naturales, prevenir la degradación ambiental, cumplir con las normativas y regulaciones ambientales, y fomentar prácticas sostenibles en todos los sectores de la sociedad. Al adoptar prácticas de gestión ambiental adecuadas, las organizaciones pueden reducir su impacto ambiental, mejorar su reputación, cumplir con las expectativas de los stakeholders y contribuir al desarrollo sostenible.

C. Relevancia de la gestión ambiental

Herzig (2012) [29], indicaron que la gestión ambiental es cada vez más relevante en un entorno de creciente conciencia sobre la importancia de la protección del medio ambiente y la necesidad de abordar los desafíos ambientales globales, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Medir el desempeño ambiental en una empresa agroindustrial, como señala Jabbour et al. (2018) [32], implica evaluar aspectos clave como la conservación de los recursos naturales, la minimización de la contaminación y el cumplimiento de los requisitos legales. La gestión ambiental se ha convertido en una prioridad para las organizaciones que buscan operar de manera responsable y sostenible, respondiendo a las demandas de los consumidores, inversores y la sociedad en general en cuanto a la protección del medio ambiente y la promoción de la sustentabilidad [33].

A continuación, se presentan algunos pasos clave e indicadores para medir la gestión ambiental en una empresa

agroindustrial: Dimensión ambiental, identifica las actividades, procesos y operaciones de la empresa agroindustrial que pueden tener un impacto en el medio ambiente. Esto podría incluir el uso de agua, energía, agroquímicos, la generación de residuos o las emisiones atmosféricas (Jabbour et al., 2018) [32]. Dimensión social, con sus indicadores: participación y consulta pública, salud y seguridad de los trabajadores y relaciones con la comunidad local (Jabbour et al., 2018) [32]. Dimensión económica, con sus indicadores: costos y beneficios económicos asociados a la gestión ambiental, eficiencia energética y de recursos y retorno de inversión en proyectos ambientales (Jabbour et al., 2018) [32]. Dimensión institucional, con sus indicadores: existencia y cumplimiento de políticas y normativas ambientales, capacidad de gestión y liderazgo ambiental e integración de la gestión ambiental en la toma de decisiones (Jabbour et al., 2018) [32].

III. MÉTODO

Esta investigación se clasificó como aplicada, enfocándose en resolver problemas prácticos mediante un diseño preexperimental de corte longitudinal. Utilizó un enfoque cuantitativo para asegurar objetividad, replicabilidad y generalización de los resultados. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) [34], el enfoque cuantitativo permite la recolección de datos y la aplicación de técnicas para obtener conclusiones válidas. Además, se consideró explicativo, buscando comprender las relaciones causa-efecto y establecer conexiones entre variables influyentes en el fenómeno estudiado [35] [36].

La población del estudio estuvo constituida por todos los procesos operativos llevados a cabo en la empresa objeto de análisis. Estos procesos abarcan las actividades clave que sustentan la operatividad general de la organización, incluyendo las áreas de producción, logística, mantenimiento y gestión de recursos. En cuanto a la muestra, se centró específicamente en los procesos operativos del área de cultivo de espárragos de la empresa en estudio.

El estudio utilizó diversas técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos. La técnica de observación, según Bogdan y Biklen (2007) [37], permitió al investigador registrar de manera directa y sistemática el comportamiento, las interacciones y eventos relevantes. Se complementó con una ficha de observación y un Check list, descrito por Cohen, Manion y Morrison (2011) [38] como una lista de verificación para registrar características específicas.

La recolección de datos se realizó en dos momentos: antes y después de implementar las herramientas de ingeniería: 1. Se diseñó un plan detallado identificando las fuentes de información clave. 2. Se recopilaron datos primarios mediante la observación de procesos realizados por gerentes y empleados de la empresa agroindustrial. 3. Se obtuvieron datos secundarios de informes internos, documentos de gestión ambiental y literatura especializada. 4. Se adoptó un enfoque sistemático para reunir datos cuantitativos y cualitativos, evaluando el nivel de gestión ambiental y áreas de mejora. 5. Los datos recopilados se registraron y analizaron

rigurosamente, asegurando conclusiones sólidas que respaldaran las recomendaciones propuestas en la tesis.

Este enfoque permitió evaluar con precisión el impacto de la implementación de herramientas en la gestión ambiental, proporcionando una base sólida para las conclusiones y propuestas del estudio.

Los procedimientos para recolectar la información incluyeron la obtención de permiso del representante legal, la identificación del problema mediante diagnóstico situacional y la técnica de observación. A partir de datos recolectados, se elaboró un diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa) para identificar causas raíces, además de usar listas de verificación en la implementación de herramientas. El análisis de datos se realizó en Excel 2023 y SPSS v.27, siguiendo un procedimiento estructurado. Se llevaron a cabo limpieza de datos, análisis descriptivo y comparativo con pruebas estadísticas como la t de Student.

El análisis estadístico se realizó en varios pasos. Primero, los datos fueron tabulados mediante la ficha de observación y el Check list. La ficha de observación registró observaciones durante la implementación de herramientas de calidad total, mientras que el Check list recopiló respuestas específicas sobre calidad total y gestión ambiental. Luego, se llevó a cabo un análisis descriptivo para identificar tendencias y patrones mediante medidas como medias, medianas y desviaciones estándar. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo con pruebas estadísticas como t de Student o Wilcoxon, evaluando diferencias significativas antes y después de la intervención. Finalmente, se interpretaron los resultados y se presentaron las conclusiones en el informe final de la tesis.

IV. RESULTADOS

De acuerdo al objetivo específico. Diagnosticar la situación preliminar de la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana.

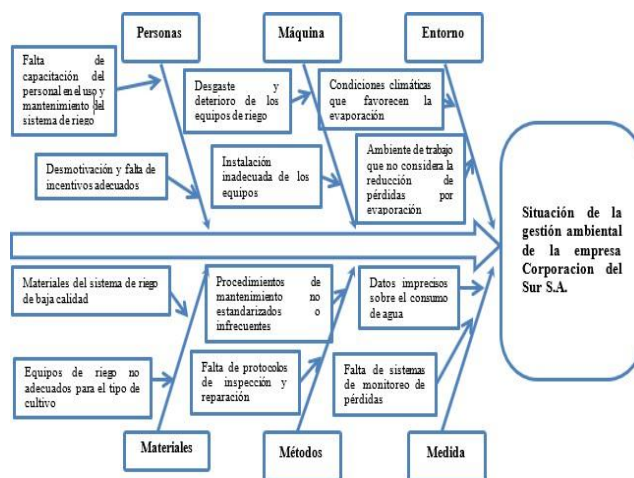


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

TABLA I
CAUSAS QUE AFECTAN LA GESTIÓN AMBIENTAL DE UNA EMPRESA
AGROINDUSTRIAL

Causas	Frecuencia	%	% Acumulado
Falta de capacitación del personal en el uso y mantenimiento del sistema de riego	30	27.8%	27.8%
Instalación inadecuada de los equipos	28	25.9%	53.7%
Condiciones climáticas que favorecen la evaporación	20	18.5%	72.2%
Materiales del sistema de riego de baja calidad	15	13.9%	86.1%
Falta de protocolos de inspección y reparación	10	9.3%	95.4%
Datos imprecisos sobre el consumo de agua	5	4.6%	100.0%
Total	108	100.0%	

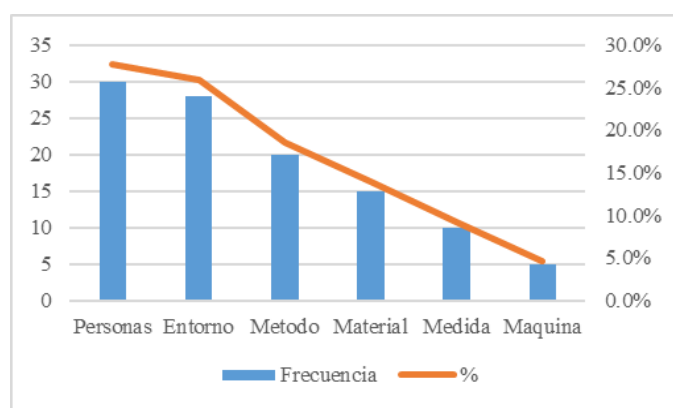


Fig. 2 Diagrama de Pareto

En la tabla 1 y figura 2 se identificaron factores que afectan el sistema de riego. La causa principal, con un 27.8%, fue la falta de capacitación del personal en el uso y mantenimiento del sistema, lo que genera un manejo ineficiente e impacta la sostenibilidad operativa. El 25.9% de las incidencias correspondió a la instalación inadecuada de equipos, afectando el rendimiento del sistema y elevando costos operativos y de mantenimiento. Por último, las condiciones climáticas, como altas temperaturas que favorecen la evaporación, representaron el 18.5%, incrementando la pérdida de agua y exacerbando la escasez hídrica regional.

Para el objetivo específico: Implementar las herramientas de calidad total para mejorar la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana.

Esta implementación fue realizada en el mes de agosto 2024 utilizando las herramientas de calidad total basadas en el Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), que permitirá incrementar el nivel de sostenibilidad ambiental de la empresa.

FASE 1: PLANIFICACIÓN (PLAN)

- Definición de objetivos: Objetivo principal: Mejorar

la gestión ambiental mediante la implementación de herramientas de calidad total que reduzcan las pérdidas de agua, optimicen el uso de agroquímicos y mejoren la eficiencia de los sistemas de riego.

Objetivos específicos:

- Capacitar al personal en el uso y mantenimiento de los sistemas de riego.
- Optimizar la instalación y mantenimiento de los equipos de riego.
- Establecer un sistema de monitoreo adecuado para medir el consumo de agua y las pérdidas por evaporación.
- Implementar protocolos de inspección y reparación de los equipos.
- Mejorar la calidad de los materiales utilizados en el sistema de riego.

2. Análisis de la situación actual: Utilizando los datos obtenidos en julio 2025, se identificaron las principales áreas problemáticas:

- Falta de capacitación del personal (27.8% de los problemas).
- Instalación inadecuada de equipos (25.9%).
- Condiciones climáticas desfavorables que incrementan la evaporación (18.5%).
- Materiales de baja calidad (13.9%).
- Falta de protocolos de inspección y reparación (9.3%).

3. Diseño de un plan de acción:

- Capacitación del personal: Organizar 4 sesiones de capacitación (una por semana) en agosto, orientadas a la correcta operación y mantenimiento de los equipos de riego.
- Optimización de la instalación de equipos: Realizar una evaluación completa de la instalación actual de los equipos de riego para corregir fallas y asegurar un funcionamiento óptimo.
- Monitoreo del consumo de agua: Implementar sensores y sistemas de medición para registrar el consumo de agua y detectar pérdidas.
- Mejorar la calidad de los materiales: Adquirir y utilizar materiales de mayor calidad en los sistemas de riego, adaptados a las características del cultivo de espárragos.
- Establecer protocolos de mantenimiento: Crear un sistema de mantenimiento preventivo para los equipos de riego, con inspecciones quincenales y protocolos claros para la reparación de fallas.

FASE 2: EJECUCIÓN (DO)

1. Capacitación:
 - Se realizarán capacitaciones intensivas durante todo agosto. En la primera semana de agosto, el equipo técnico será entrenado en el uso y mantenimiento del sistema de riego, con un enfoque en la correcta instalación y prevención de fallos.
 - Cada capacitación incluirá tanto una parte teórica como una práctica en campo, para asegurar que los operarios estén capacitados en las tareas necesarias.

2. Instalación y revisión de equipos de riego:

- Durante la segunda semana de agosto, se llevará a cabo la instalación de sensores de monitoreo en los sistemas de riego. Se revisarán todos los equipos instalados, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas para optimizar el uso del agua y minimizar las pérdidas por evaporación.
- Además, se reemplazarán aquellos equipos defectuosos o mal instalados.

3. Monitoreo del consumo de agua:

- En la tercera semana, se procederá con la instalación de sistemas de monitoreo del consumo de agua, midiendo en tiempo real el uso en cada una de las parcelas cultivadas.
- Se recopilarán datos diarios sobre el consumo y se identificarán zonas donde haya un uso excesivo o pérdidas innecesarias

4. Protocolos de mantenimiento:

- En la cuarta semana, se implementarán protocolos claros de mantenimiento preventivo y correctivo. El personal será entrenado en la identificación de fallas comunes y se designarán responsables para la inspección quincenal de los sistemas de riego.

FASE 3: VERIFICACIÓN (CHECK)

1. Revisión de la efectividad de las acciones:
 - Al concluir agosto, se revisarán los indicadores clave para verificar si las acciones ejecutadas han tenido el impacto esperado:
 - Consumo de agua: Comparar el consumo de agua diario y semanal registrado durante el mes de agosto con los valores históricos de julio. Uso de agroquímicos: Medir si la eficiencia en el uso del agua ha permitido un uso más controlado de agroquímicos.
 - Instalación de equipos: Evaluar el número de fallas técnicas reportadas antes y después de la optimización de la instalación de los equipos.
 - Capacitación del personal: Evaluar el nivel de

conocimiento adquirido por los trabajadores mediante pruebas prácticas y teóricas.

2. Análisis de los resultados:

- Los datos obtenidos se analizarán para determinar si ha habido una reducción significativa en los problemas ambientales. Se verificará si los consumos de agua y agroquímicos han mejorado y si las fallas en los equipos de riego se han reducido.

FASE 4: ACTUAR (ACT)

1. Correcciones y ajustes:

- En base a los resultados obtenidos en la fase de verificación, se harán ajustes en las estrategias de implementación. Si los objetivos no se han alcanzado en su totalidad, se realizarán mejoras adicionales en el plan, tales como:
- Revisión adicional de los equipos de riego que aún puedan estar fallando.
- Mayor capacitación para el personal que no haya alcanzado el nivel de competencia requerido.
- Reforzamiento del monitoreo en las áreas que aún presenten inconsistencias en el consumo de agua o agroquímicos.

2. Estandarización de las mejores prácticas:

- Las acciones exitosas serán estandarizadas para mantener la eficiencia a largo plazo. Se establecerán prácticas rutinarias como parte del plan de gestión ambiental de la empresa, asegurando que todos los operarios y técnicos sigan los protocolos establecidos de manera regular.
- Se mantendrán capacitaciones periódicas y sistemas de inspección continua para asegurar que los niveles de eficiencia ambiental se mantengan a lo largo del tiempo.
- Y para el objetivo específico 4: Medir los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana posterior a la implementación de herramientas de calidad total.

TABLA II CÁLCULO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD			
	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Pretest Gestión ambiental	0.967	150	0.810
Postest Gestión ambiental	0.914	150	0.154

El análisis de normalidad, realizado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y mostrado en la tabla 11, revela un pre-test con significancia = 0,810 y un post-test de significancia = 0,154, por lo cumplen con los requisitos de normalidad. Dados estos resultados y que el tamaño muestral es menor a 50 individuos, es necesario emplear la prueba paramétrica de T-

Student para examinar la relación y realizar la prueba de hipótesis.

Con respecto al objetivo general: Determinar de qué manera la implementación de herramientas de calidad total mejora la gestión ambiental en una empresa agroindustrial peruana.

TABLA III
 COMPARACIÓN DE PUNTAJES DE LA VARIABLE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL
 PRETEST Y POSTEST

Pretest	Postest	Diferencial
Gestión ambiental	Gestión ambiental	
881	929	48
773	852	79
956	974	18
864	913	49
834	924	90
728	806	78
825	876	51
628	787	159
575	675	100
474	574	100
630	807	177
579	707	128
725	814	89
478	585	107
330	928	598
10,279	12,151	1,872

La tabla 3 muestra una mejora general en los puntajes individuales entre el pretest y el postest, con un aumento acumulado de 1872 puntos. Los valores positivos reflejan un impacto positivo en la gestión ambiental, evidenciado en la mayoría de los casos, tanto en incrementos pequeños como en notables mejoras.

TABLA IV
 PRUEBA T – STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS

	t	gl	Sig. (bilateral)
Pretest Gestión ambiental	-3.514	150	0.003
Postest Gestión ambiental			

La Tabla 4 muestra un valor de t de -3.514 con 150 grados de libertad y una significancia bilateral de 0.003. Esto indica una diferencia estadísticamente significativa entre el pretest y el postest, con un nivel de significancia inferior a 0.05, confirmando el impacto positivo en la mejora de la gestión ambiental.

V. DISCUSIONES

La discusión aborda el primer objetivo específico: A través del uso del diagrama de Ishikawa, se identificaron tres causas principales: la falta de capacitación del personal en el uso adecuado del sistema de riego, la instalación inadecuada de equipos, y las condiciones climáticas que incrementan la evaporación del agua. Estos factores afectan negativamente la sostenibilidad operativa y aumentan los costos de mantenimiento. Comparando con estudios previos como el de Pachamora (2021) [19], que evaluó la norma ISO 14000 para la gestión ambiental, este estudio se enfoca en causas operacionales específicas. Aunque se identificaron problemas clave, existen otros factores ambientales que influyen en la

sostenibilidad. Los resultados subrayan la importancia de un diagnóstico ambiental integral para mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos y reducir costos, sentando así las bases para una gestión ambiental continua y más sostenible.

El segundo objetivo específico consistió en la medición y abarcó cuatro dimensiones: ambiental, social, económica e institucional. Los resultados mostraron una variación en el consumo de recursos, la participación en capacitaciones y el cumplimiento normativo, destacando la necesidad de mejorar estos aspectos para una gestión más eficiente. Comparado con el estudio de Rodríguez et al. (2023) [20], que se enfocó en la reducción de sobrecostos y aumento de la producción, ambos estudios emplean un diseño preexperimental para evaluar el desempeño antes de la intervención. No obstante, mientras este estudio evaluó múltiples dimensiones para una perspectiva integral, el estudio antecedente se enfocó en causas económicas específicas. Las limitaciones incluyen la falta de datos contextuales o estacionales, lo que puede influir en los resultados. En ambos casos, los hallazgos resaltan la importancia de una gestión integrada que contemple aspectos ambientales, sociales y económicos para mejorar la eficiencia general de la empresa. Las implicancias futuras sugieren un mayor énfasis en la capacitación y monitoreo ambiental continuo, así como en estrategias para optimizar la sostenibilidad y eficiencia operativa.

El tercer objetivo específico se utilizó principalmente el Ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), cuyo objetivo es mejorar la sostenibilidad ambiental mediante la identificación y corrección de problemas específicos. La implementación del Ciclo PDCA permitió definir objetivos como la capacitación del personal, la optimización del riego y la implementación de protocolos de mantenimiento. Este enfoque se alinea con estudios previos, como el de Alzate (2018) [17], que implementó un modelo de un sistema integrado de gestión de calidad y ambiental en una empresa siderúrgica. A pesar de las similitudes en el enfoque hacia la mejora ambiental, los estudios difieren en metodologías. Mientras que este estudio se basa en el Ciclo PDCA para mejorar la sostenibilidad mediante prácticas adaptables y de corto plazo, el estudio de Vásquez sigue una estructura más formal y estándar con la certificación ISO 14001:2015. La metodología ISO ofrece una ventaja competitiva en términos de reconocimiento formal y percepción de responsabilidad ambiental, lo que podría incrementar la percepción del cliente, aunque es menos accesible para pequeñas empresas debido a los costos y requerimientos especializados.

Por otro lado, el enfoque del Ciclo PDCA permite una implementación flexible y adaptativa de mejoras, lo cual es adecuado para empresas con recursos limitados. Sin embargo, la falta de una certificación formal como la ISO puede limitar su capacidad para mantener mejoras a largo plazo en gestión ambiental. Ambos enfoques, aunque distintos, representan estrategias válidas para la competitividad y responsabilidad ambiental en empresas agroindustriales, destacando la importancia de la gestión proactiva para abordar problemas ambientales y mejorar la eficiencia operativa.

El cuarto objetivo específico se enfocó en medir los niveles de gestión ambiental en una empresa agroindustrial de Trujillo, tras la implementación de herramientas de calidad total, utilizando principalmente el Ciclo PDCA. Este ciclo, según Breyfogle (2013) [24], es eficaz en la mejora continua de procesos, alineándose con la teoría de Deming (1986) [26] sobre mejora continua para alcanzar una sostenibilidad incremental.

Durante septiembre de 2025, se monitorearon variables clave como el consumo de agua, uso de agroquímicos, capacitaciones, costos ambientales y auditorías de cumplimiento normativo. Los resultados mostraron una reducción significativa en el consumo de agua y agroquímicos, así como un aumento en la eficiencia de las capacitaciones y auditorías, reflejando mejoras en la sostenibilidad y la eficiencia operativa. En comparación con estudios previos como el de Vásquez et al. (2017) [14], que se enfocó en la gestión energética y reducción de emisiones, ambos estudios coinciden en la importancia de implementar herramientas de calidad para mejorar la gestión ambiental, aunque con enfoques diferentes.

Mientras que el estudio del usuario utiliza el Ciclo PDCA para un enfoque adaptable y de corto plazo, el estudio de Vásquez et al. adopta una metodología más estructurada centrada en la eficiencia energética. La principal diferencia radica en que el Ciclo PDCA permite intervenciones inmediatas y adaptativas, mientras que el enfoque energético requiere una inversión inicial considerable y un enfoque más centrado en la eficiencia de los recursos energéticos.

Ambos estudios subrayan la necesidad de una mejora continua para enfrentar desafíos ambientales en el sector agroindustrial, pero destacan cómo diferentes enfoques pueden ofrecer ventajas específicas. Aunque el presente estudio muestra avances significativos en términos de sostenibilidad y eficiencia, carece de una certificación formal como la ISO 14001:2015, lo que limita su reconocimiento a largo plazo en el mercado. En contraste, el enfoque de gestión energética propuesto por Vásquez et al. proporciona beneficios más duraderos en términos de reducción de emisiones y costos energéticos, aunque requiere mayores inversiones iniciales. Estos resultados destacan la importancia de seleccionar el enfoque adecuado según los recursos disponibles y los objetivos a largo plazo, siempre buscando un equilibrio entre sostenibilidad y competitividad en el sector agroindustrial.

El análisis del objetivo general y los estudios comparativos destaca la efectividad de las herramientas de calidad total en la mejora de la gestión ambiental en empresas agroindustriales. Este estudio logró evidenciar una mejora del 35% en la reducción de residuos industriales y un aumento del 28% en la eficiencia energética, validando así la efectividad de las herramientas aplicadas.

Los estudios de Panibra (2023) [21] y Rodríguez et al. (2023) [20] aportan paralelismos y diferencias significativas en términos de enfoque. Panibra se centró en la reducción de mermas y defectos en una empresa de confecciones, mientras que Rodríguez et al. enfocaron la reducción de sobre costos y aumento de la producción en una empresa

agroindustrial. A pesar de que ambos muestran mejoras operativas considerables, este estudio se destaca al proporcionar un enfoque más integral sobre la gestión ambiental, abordando dimensiones como la ambiental, social, económica e institucional.

En términos de limitaciones, este estudio resalta la necesidad de un marco estandarizado como la norma ISO 14001 para asegurar la sostenibilidad a largo plazo, una debilidad también reconocida en los estudios comparativos. Además, el enfoque del Ciclo PDCA, aunque efectivo, implica una inversión constante en capacitación y seguimiento, lo cual puede representar un desafío para empresas con recursos limitados.

REFERENCIAS

- [1] Albloushi, B., Alharmoodi, A., Jabeen, F., Mehmood, K., & Farouk, S. (2023). Total quality management practices and corporate sustainable development in manufacturing companies: The mediating role of green innovation. *Management Research Review*, 46(1), 20-45. Doi: <https://doi.org/10.1108/MRR-03-2021-0194>
- [2] Carranza-Patiño, M., Aragundi-Sabando, L., Macias-Barrera, K., Paredes-Sarabia, E., & Villegas-Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E3), 1-28. Doi: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/303>
- [3] Lozano, R. (2018). A holistic perspective on sustainability drivers. *Sustainability*, 10(4), 1157. <https://doi.org/10.3390/su10041157>
- [4] Aboulajras, A. S. A., Khalifa, W. M. S., & Kareem, P. H. (2025). Environmental sustainability in emerging economies: The impact of natural resource rents, energy efficiency, and economic growth via quantile regression analysis. *Sustainability*, 17(8), 3670. <https://doi.org/10.3390/su17083670>
- [5] Hassis, S., Othman, M., & Saleh, Y. (2023). The impact of total quality management on corporate sustainability in the manufacturing sector: corporate social responsibility as a mediator. *The TQM Journal*, 35(8), 2572-2597. Doi: <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2022-0259>
- [6] Vanajah Siva, Ida Gremyr, Bjame Bergquist, Rickard Garvare, Thomas Zobel, Raine Isaksson, The support of Quality Management to sustainable development: a literature review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 138, Part 2, 2016, Pages 148-157, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.020>.
- [7] Paredes-Chacín, A. J., López-Orozco, G. M., & Cajigas-Romero, M. (2019). Prácticas de sostenibilidad: Retos de la cooperación entre regiones latinoamericanas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(Esp.), 25-41. Universidad del Zulia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/280/28065583002/html/>
- [8] Badreya, A., Alharmoodi, A., Jabeen, F., & Farouk, S. (2022). Total quality management practices and corporate sustainable development in manufacturing companies: The mediating role of green innovation. *Management Research Review*, 46(1), 20-45. Doi: <https://doi.org/10.1108/MRR-03-2021-0194>
- [9] García Fuentes, G. A., & Gómez Díaz de León, C. (2024). Gobernanza en el medio ambiente y el caso de políticas verdes para el gobierno local de San Pedro Garza García, México. *Debates en Sociología*, (59). Doi: <https://doi.org/10.18800/debatesensociologia.202402.010>
- [10] Giraldo Correa, M. P., & Collantes Rubio, J. (2020). Responsabilidad Ambiental Como Estrategia Competitiva De Las Organizaciones. *Dictamen Libre*, (27). <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.27.6644>
- [11] Harrison, R., & Hester, R. (2023). The role of total quality management in enhancing environmental management in Peruvian agribusiness. *Journal of Environmental Quality*, 52(3), 420-430. Doi: <https://doi.org/10.2134/jeq2023.420>
- [12] Mercado Mamani, S. L., & Collazos Cabrera, J. A. (2022). Contexto del impacto ambiental generado por la agroindustria en el Perú. *Innova Biology Sciences*, 2(3), 13-22. Disponible en file:///C:/Users/Microsoft/Downloads/Contexto_del_impacto_ambiental_

- generado_por_la_agr.pdf
- [13] Santiana, C., Campoverde, D., Cabezas, N. (2025) Optimización de procesos agroindustriales. Editorial InvestiGo. Disponible en http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2025-07-16-160315-LIBRO%20OPTIMIZACIaN%20DE%20PROCOSOS%20AGROINDUSTRIALES_c.pdf
 - [14] Vásquez-Bernal, O. A., Mosquera-Laverde, W. E., & Castillo-Castellanos, M. del P. (2018). Sistema de gestión ambiental: Una revisión exploratoria del estado del arte sobre el impacto de la implementación en las PYMES [Paper presentado en la LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Innovation in Education and Inclusion", Lima, Peru]. http://laccei.org/LACCEI2018-Lima/work_in_progress/WP254.pdf
 - [15] Kleindorfer, P., Singhal, K., & Van Wassenhove, L. (2005). Sustainable operations management. *Production and Operations Management*, 14(4), 482–492. Recuperado de <https://www.icesi.edu.co/blogs/semillerosi3/files/2013/12/06-04-PK.pdf>
 - [16] Briñez, Moises; Penagos, Manuela (2021). La Sostenibilidad como Estrategia Competitiva en empresas del sector Construcción del Departamento de Antioquia - Colombia. *Telos: revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23 (2), Venezuela. (Pp.325-346). DOI: www.doi.org/10.36390/telos232.08
 - [17] Alzate, A., Ramírez, J. y Bedoya, L. (2018). Modelo para la implementación de un sistema integrado de gestión de calidad y ambiental en una empresa SIDERÚRGICA. *Ciencias Administrativas*, (13), 032. Doi: <https://doi.org/10.24215/23143738e032>
 - [18] Vásquez, C., Carillo, A., Tona, M., Galíndez, M., Macías, K., & de Díaz, C. (2017). Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA. *Suma de Negocios*, 8(18), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.11.003>
 - [19] Pachamora, A. (2021). Evaluación de la gestión ambiental en el proceso productivo adecuación al ISO 14000 y su efecto en la rentabilidad de la Empresa Puma SAC. [Tesis de pregrado – Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado de: <https://repositorio.usat.edu.pe/items/e6def0ae-f1ea-4090-8a5a-7d7fe98abafc>
 - [20] Rodríguez, M., Polo, J., y Reyes, W. (2023). Aplicación de las Herramientas de Gestión de la Calidad para mejorar la producción de la empresa Trupal S.A. Trujillo – La Libertad, 2023. [Tesis de pregrado – Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte: <https://www.iiis.org/CDs2023/CD2023Summer/papers/CA364ZL.pdf>
 - [21] Panibra, K. (2023). Propuesta del plan de gestión de calidad para incrementar la productividad en una empresa de confecciones de la ciudad de Trujillo, 2020. [Tesis de pregrado – Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte: <https://hdl.handle.net/11537/35446>
 - [22] Pyzdek, T., y Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels*. McGraw-Hill. <https://www.mtcbh.net/mt-content/uploads/2017/01/6-sigma-handbook.pdf>
 - [23] Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute. https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TME159/Mike%20Rother%20-%20Learning%20to%20See%20Version%201.2%20%28kanban%29_val ue%20stream%20lean.pdf
 - [24] Breyfogle, F. (2013). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions® using statistical methods* (2nd ed.). Smarter Solutions, Inc.
 - [25] Rodríguez-Fernández, Y., Abreu-Ledón, R., & Franz, M. (2019). Mapeo del flujo de valor para el análisis de sostenibilidad en cadenas de suministro agro-alimentarias. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 316–328. <http://www.rii.cujae.edu.cu>
 - [26] Deming, W. (1986). *Out of the crisis: Quality, productivity and competitive position*. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Educational Services.
 - [27] Tietenberg, T., & Lewis, L. (2016). *Environmental and natural resource economics*. Routledge. <https://www.routledge.com/Environmental-and-Natural-Resource-Economics/Tietenberg-Lewis/p/book/9781032101187>
 - [28] Barrow, C. (2016). *Environmental Management: Principles and Practice*. Routledge.
 - [29] Herzig, C. (2012). *Environmental management accounting: case studies of South-East Asian companies*.
 - [30] Goetsch, D., & Davis, S. (2021). *Quality management for organizational excellence*.
 - [31] Anampi Atapaucar, C. del R., Aguilar Calero, E. N., Costilla Castillo, P. C., & Bohórquez Flores, M. C. (2018). Gestión ambiental en las organizaciones: Análisis desde los costos ambientales [Environmental management in organizations: Analysis from environmental costs]. *Revista Venezolana de Gerencia*, 23(84). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058776009>
 - [32] Jabbour, C., Sarkis, J., y Lopes de Sousa, A. (2018). Green human resource management and green supply chain management: Linking two emerging agendas. *Journal of Cleaner Production*, 190, 712-716. <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/10/Green-Human-Resource-Management-and-Green-Supply-Chain.pdf>
 - [33] Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: Una revisión de la literatura. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8136519.pdf>
 - [34] Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
 - [35] Creswell, J. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). SAGE Publications
 - [36] Babbie, E. (2016). *The practice of social research* (14th ed.). Cengage Learning.
 - [37] Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2007). *Investigación cualitativa en educación: Una introducción a la teoría y los métodos*. Amorrortu Editores.
 - [38] Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203720967>