



## Gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales: Revisión sistemática

### ARTÍCULO DE REVISIÓN



Escanea en tu dispositivo móvil  
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.286>

Machinery and equipment maintenance management in different agroindustrial sectors: Systematic review

*Gestão da manutenção de máquinas e equipamentos em diferentes sectores agro-industriais: uma revisão sistemática*

Jaime Eduardo Vasquez Caceres

[jvasquez@lamolina.edu.pe](mailto:jvasquez@lamolina.edu.pe)

Jose Antonio Orellana Pardave

[aorellana@lamolina.edu.pe](mailto:aorellana@lamolina.edu.pe)

Alfredo Carlos Rebaza Pino

[arebaza@lamolina.edu.pe](mailto:arebaza@lamolina.edu.pe)

Luis Alberto Altamirano Chunga

[laltamirano@lamolina.edu.pe](mailto:laltamirano@lamolina.edu.pe)

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú

Artículo recibido 20 de marzo 2024 / Arbitrado 12 de abril 2024 / Publicado 2 de mayo 2024

### RESUMEN

La importancia del mantenimiento en el sector agroindustrial requiere un plan estratégico para garantizar el rendimiento óptimo de la maquinaria. Esta investigación tiene como objetivo analizar la producción científica sobre la gestión eficiente del mantenimiento de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales. Se utilizó el método PRISMA para reducir el sesgo, realizando una búsqueda exhaustiva en Scopus y Google Scholar que arrojó 535 artículos. Después de un proceso de filtrado, se seleccionaron 14 estudios que aportaron información sobre cálculos económicos, modelos de registro, categorización de riesgos y medición de tiempos de falla. Los hallazgos resaltan estrategias clave como la gestión por procesos, el mantenimiento predictivo, la modelización Markov, la externalización de trabajos complejos, la medición de capacidad eléctrica, la capacitación de operarios y la gestión de recursos técnicos. Estas prácticas innovadoras, que incluyen la digitalización y el uso de tecnologías avanzadas, permiten optimizar la operatividad, reducir costos y aumentar la productividad en entornos agroindustriales, anticipando y previniendo fallas, mejorando la eficiencia operativa y mitigando riesgos laborales.

**Palabras clave:** Agroindustria; Gestión; Mantenimiento; Maquinaria; Productividad

### ABSTRACT

The importance of maintenance in the agro-industrial sector requires a strategic plan to ensure optimal machinery performance. This research aims to analyze the scientific production on the efficient management of machinery and equipment maintenance in different agro-industrial sectors. The PRISMA method was used to reduce bias, conducting a comprehensive search in Scopus and Google Scholar that yielded 535 articles. After a filtering process, 14 studies were selected that provided information on economic calculations, registration models, risk categorization, and failure time measurement. The findings highlight key strategies such as process management, predictive maintenance, Markov modeling, outsourcing of complex tasks, measurement of electrical capacity, operator training, and technical resource management. These innovative practices, which include digitalization and the use of advanced technologies, allow for optimizing operability, reducing costs, and increasing productivity in agro-industrial environments, anticipating and preventing failures, improving operational efficiency, and mitigating occupational risks.

**Key words:** Agribusiness; Management; Maintenance; Machinery; Productivity

### RESUMO

A importância da manutenção no setor agroindustrial requer um plano estratégico para garantir o desempenho ideal da maquinaria. Esta pesquisa tem como objetivo analisar a produção científica sobre a gestão eficiente da manutenção de máquinas e equipamentos em diferentes setores agroindustriais. O método PRISMA foi utilizado para reduzir o viés, realizando uma pesquisa abrangente no Scopus e no Google Scholar que resultou em 535 artigos. Após um processo de filtragem, foram selecionados 14 estudos que forneceram informações sobre cálculos econômicos, modelos de registro, categorização de riscos e medição do tempo de falha. Os resultados destacam estratégias-chave, como gestão de processos, manutenção preditiva, modelagem de Markov, terceirização de tarefas complexas, medição da capacidade elétrica, treinamento de operadores e gestão de recursos técnicos. Essas práticas inovadoras, que incluem a digitalização e o uso de tecnologias avançadas, permitem otimizar a operacionalidade, reduzir custos e aumentar a produtividade em ambientes agroindustriais, antecipando e prevenindo falhas, melhorando a eficiência operacional e mitigando os riscos ocupacionais.

**Palavras-chave:** Agronegócio; Gerenciamento; Manutenção; Maquinário; Produtividade

## INTRODUCCIÓN

La gestión de mantenimiento de maquinaria y equipos en el sector agroindustrial se refiere al conjunto de acciones y procesos destinados a administrar y garantizar el correcto funcionamiento, la disponibilidad y la vida útil de las máquinas, equipos e instrumentos utilizados en la producción agrícola y ganadera. Esta gestión implica llevar a cabo mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para prevenir fallas, identificar posibles problemas, y reparar equipos de manera planificada. Además, se enfoca en optimizar la eficiencia operativa de las instalaciones, reducir costos de explotación, mejorar la calidad y cantidad de la producción, y garantizar la seguridad de los trabajadores. La gestión de mantenimiento en el sector agroindustrial es esencial para evitar averías, paradas no programadas, accidentes industriales, y maximizar la productividad y rentabilidad de las operaciones agrícolas y ganaderas.

En este sentido, en el sector agroindustrial, existe un problema creciente acerca del mantenimiento de los equipos de producción. El coste de las pérdidas de funcionamiento operativo, la adquisición de repuestos y la inactividad son aspectos delicados que una empresa agroindustrial no puede pasar por alto. Los cálculos económicos deben ser eficientes para que la producción no se vea perjudicada bajo ningún concepto (1). En países desarrollados, la agroindustria, alineada con otras ramas, justifica la inversión en maquinaria moderna para reducir

la dependencia de mano de obra, mientras que, en naciones en desarrollo, se busca replicar ingeniosamente equipos utilizados en países tecnológicamente avanzados (2).

En países como la Federación de Rusia la situación económica de los complejos agroindustriales depende de factores macroeconómicos, siendo el Estado el principal involucrado en tal proceso; no obstante, la planificación es producto de la jefatura del complejo, la cual es menester efectuar eficientemente (3). En este sentido, el ámbito de la gestión de mantenimiento, el cumplimiento de un plan se centra en optimizar los tiempos de operación, reduciendo paradas imprevistas, a través del personal capacitado y el control del plan, así como el aprovisionamiento de insumos para aumentar la confiabilidad (4).

Por otra parte, las empresas agroindustriales desempeñan un papel estratégico fundamental en las complejas cadenas de producción, involucrándose en todas las etapas desde el suministro de insumos hasta la transformación industrial de los productos agrícolas y ganaderos (5). En este sentido, se enfrentan a diversos desafíos tanto en la eficiencia de la producción como en la adopción de tecnologías innovadoras, lo que a su vez genera complicaciones en el mantenimiento de la maquinaria y equipos utilizados en sus operaciones diarias. La necesidad de mantener en óptimas condiciones las máquinas agrícolas y equipos industriales se vuelve crucial para garantizar la continuidad de las operaciones,

maximizar la productividad y asegurar la calidad de los productos finales. La constante evolución tecnológica y la exigencia de procesos eficientes plantean retos adicionales en la gestión del mantenimiento, requiriendo estrategias proactivas y una planificación cuidadosa para minimizar tiempos de inactividad y optimizar el rendimiento de los activos (6).

Los obstáculos tecnológicos representan un desafío importante en el sector agroindustrial, donde los procesos de reparación se vuelven una obligación constante dentro de la cadena de producción. Estas brechas en la eficiencia operativa pueden generar problemas significativos a lo largo de toda la cadena agroindustrial (7). Para hacer frente a estos retos, es fundamental la incorporación de herramientas y tecnologías que faciliten el mantenimiento del complejo operativo. Esto implica no solo la transformación de los recursos naturales durante la manufactura, sino también la optimización de los procesos de distribución de los productos finales (8). En este contexto, una gestión eficiente del mantenimiento y reparación de equipos e instalaciones puede generar un aumento sustancial en la productividad general del sector, lo que a su vez se traduce en un incremento económico y una mejora en la competitividad de las empresas agroindustriales. Estos esfuerzos por superar los obstáculos tecnológicos y optimizar los procesos de mantenimiento son cruciales para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo del sector agroindustrial. Al invertir en soluciones

innovadoras y en la capacitación del personal, las empresas pueden mejorar la eficiencia, reducir los costos y fortalecer su posición en un mercado cada vez más exigente (9).

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es analizar la producción científica sobre la gestión de mantenimiento eficiente de maquinaria y equipos en diferentes sectores agroindustriales.

## **METODOLOGÍA**

La presente constituye una investigación secundaria, y se desarrolló a partir de una revisión sistemática, bajo un enfoque de tipo cualitativo. Para lo cual se utilizó la declaración PRISMA, lo que permite reducir el sesgo de la investigación. El período de búsqueda se definió entre año 2019 al 2023.

En este sentido se partió de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los aspectos determinantes de la gestión de mantenimiento integral en maquinaria y equipos del sector agroindustrial? Lo cual permitió establecer los elementos básicos para la consecución de la investigación.

En cuanto a los criterios de elegibilidad para la inclusión y exclusión y agrupación de los estudios para las síntesis: en tal sentido, la búsqueda de artículos científicos se realizó sin restricciones de idioma y país; es pertinente incorporar criterios de inclusión y exclusión de las mismas. Estos incluyen desde fechas, títulos, hasta el idioma en el cual se presentan los textos; de esta forma, se pueden

analizar de forma efectiva si los estudios cumplen los criterios y pasar a la etapa de análisis. Es así que, en el presente estudio, en la descripción de los resultados se debe establecer si los diferentes

estudios incluidos son semejantes, a manera de contraste y verificación se elaboraron los siguientes criterios mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Criterios de selección.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que fueron publicados entre 2019 y 2023	Artículos que fueron publicados antes de 2019
Artículos que contienen los procesos de mantenimiento de equipos agroindustriales	Artículos que no posean una metodología bien estructurada
Artículos en inglés y español	Artículos en diferentes idiomas (portugués, chino, árabe, etc.)
Artículos que presenten modelos de reparación de las máquinas agroindustriales	Artículos que no presenten la temática de sector agroindustrial, así como el mantenimiento de los equipos y el buen funcionamiento del complejo agroindustrial
Artículos que presenten el proceso de producción y sus defectos	Artículos que no posean instrumentos para medir y predecir las fallas de las máquinas

**Fuente:** Fue utilizada las bases de datos de Scopus y Scielo y Google Académico.

Estrategia de búsqueda: la estrategia de búsqueda consistió en la utilización de operadores booleanos (AND, OR) para combinar los términos

de búsqueda. En particular se emplearon las siguientes fórmulas de búsquedas Tabla 2.

**Tabla 2.** Bases de datos y fórmulas de búsqueda.

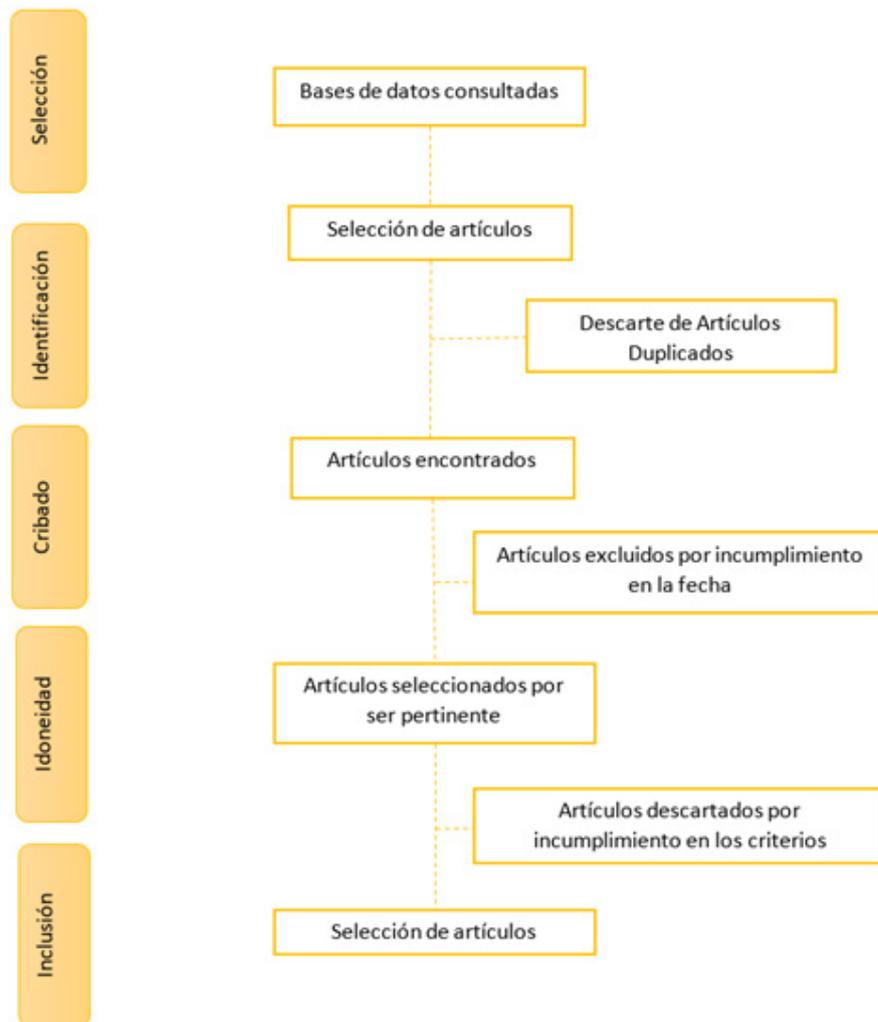
Base de datos	Fórmulas de búsquedas utilizadas
Scopus	("maintenance"[MeSH Terms] OR "maintenance"[All Fields] OR "maintenances"[All Fields]) AND ("machineries"[All Fields] OR "machinery"[All Fields]) AND "agro-industrial"[Title/Abstract] AND "english"[Language] AND "journal article"[Publication Type] AND 1990/01/01:2024/12/31[Date - Publication]
Google Académico	Mantenimiento sector-agroindustrial [Title/Abstract] AND english[LA] AND Journal Article[PT] AND 1990:2024[DP]
Scielo	"equipos"[Title/Abstract] AND "english"[Language] AND "journal article"[Publication Type] AND 1990/01/01:2024/12/31[Date - Publication]

Proceso de selección: Los artículos se recopilaron de las bases de datos, los mismos que fueron examinados por dos revisores de manera independiente; además se consultó a un tercer revisor responsable de la revisión final del artículo.

En primera instancia se procedió a la selección en base al título y el resumen (abstract) de cada documento de las bases de datos. Los resultados obtenidos fueron recopilados en una base de datos. Fue empleado el proceso evaluación de los

critérios de inclusión, el cual consiste en evaluar cada estudio según los criterios de inclusión establecidos previamente. Esto asegura que solo los estudios que cumplieron con los requisitos específicos fueron incluidos en la revisión. En los casos en los que el título y el resumen no fueron suficientes para realizar la clasificación, se

procedió a la lectura a texto completo. Una vez identificados los artículos de estudio, se realizó una lectura detallada de los documentos seleccionados como «preválidos» o «no válido». El flujograma de trabajo empleado en este proceso se muestra en la Figura 1.



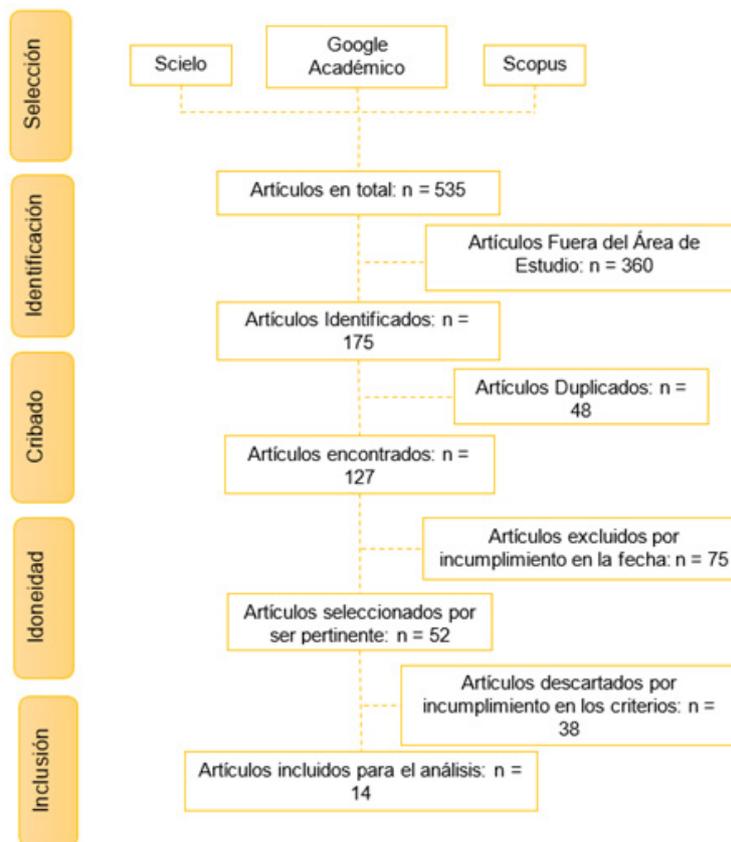
**Figura 1.** Flujograma.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Proceso de recopilación de datos: la recopilación de datos se desarrolló a través de la documentación de las decisiones, donde se documentaron todas las decisiones tomadas durante el proceso de recopilación de datos, incluyendo las razones detrás de cada decisión. Se compiló de cada artículo: base de datos de procedencia, área de estudio del artículo, fecha de publicación, autores, título de los artículos y hallazgos de los mismos y el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR).

Evaluación del riesgo de sesgo del estudio: Para evaluar el riesgo de sesgo se utilizó la escala de riesgo de sesgo de Cochrane. La cual una herramienta utilizada para evaluar la metodología y la validez de la evidencia científica en revisiones sistemáticas. Esta escala se centra en identificar posibles sesgos en los estudios incluidos en las revisiones, lo que permite analizar críticamente la calidad de la evidencia, evaluar la calidad de los estudios y la confiabilidad de los resultados obtenidos en las revisiones sistemáticas.

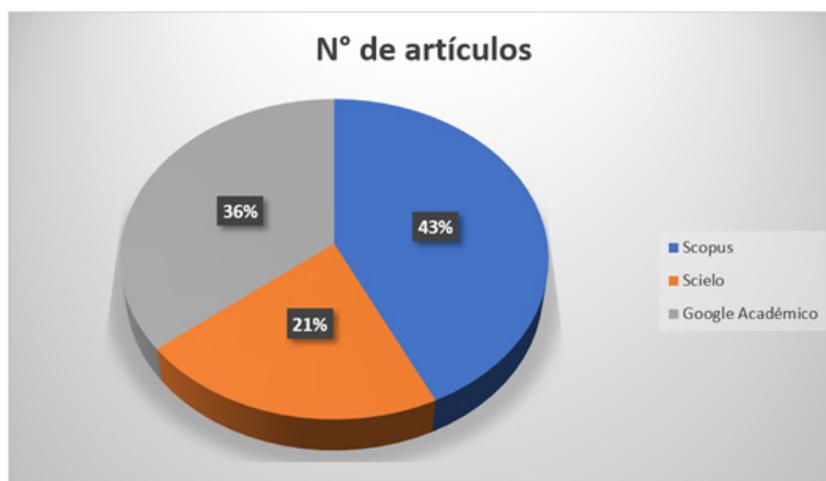
En la Figura 2, se muestra un diagrama de flujo con el proceso de selección de los artículos en el estudio. El diagrama muestra diferentes etapas, incluyendo selección, identificación, citado, idoneidad e inclusión. En cada etapa, se muestran los pasos que se llevaron a cabo y la cantidad de artículos que se encuentran en cada paso del proceso. Por ejemplo, se comienza con la selección de artículos de diferentes fuentes, un total de 535 luego se eliminan 360 por no coincidir con el área de estudio, se eliminan los 48 artículos duplicados, posteriormente se excluyen 75 por incumplimiento de la fecha de publicación y por otros criterios fueron excluidos 38, finalmente se comprobó que cumplen los criterios de inclusión 14 artículos



**Figura 2.** Flujograma de resultados.

En la representación gráfica Figura 3, se observa la distribución porcentual de los artículos encontrados en cada base de datos. Se destaca que la mayor proporción se encontró en Scopus,

representando el 43% del total, seguido por Google Académico con un 36%, y finalmente, Scielo con un 21% de los artículos identificados.



**Figura 3.** Porcentaje de artículos obtenidos de cada fuente.

En la Tabla 3, se destacan hallazgos claves en el mantenimiento de la maquinaria y equipos en el sector agroindustrial como la importancia de la gestión por procesos para la productividad, el uso del mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones, la utilidad de la modelización Markov para la disponibilidad de máquinas, la transferencia de trabajos de mantenimiento a empresas especializadas para mejorar la productividad y reducir fallas, la relevancia

del entrenamiento de operarios y estrategias como el mantenimiento predictivo y basado en riesgo, el impacto positivo de la digitalización y tecnologías como la inteligencia artificial en la detección de averías, la viabilidad de empresas externas especializadas en mantenimiento, y la necesidad de una logística y planificación efectivas en el mantenimiento de vehículos en el sector agroindustrial.

**Tabla 3.** Hallazgos encontrados en los artículos.

N°	Autores	Título	País	Hallazgos
1	Condo-Palomino (10) en el 2022.	Increased equipment performance in agro-industrial companies through a maintenance model based on the TPM approach.	Perú	Se desarrolla el mantenimiento productivo total (TPM) en la cual se presenta en 4 fases que explican la importancia del jefe de mantenimiento en la gestión de la maquinaria, el mantenimiento fuera del horario para no obstaculizar la producción y la constante capacitación.
2	Grigorievich (11) en el 2021.	Digitalización y uso de tecnologías de inteligencia artificial en la modernización técnica del complejo agroindustrial.	Rusia	Destaca la modernización técnica del complejo agroindustrial y del proceso de digitalización del mantenimiento de equipo. Con esto último, es posible detectar y reducir las averías. En consecuencia, se puede establecer un registro del diagnóstico de máquinas a distancia, implementando el escaneado en 3D para mayor resolución de las fallas y ser preciso en la reparación de las mismas.
3	Myalo (12) en el 2019.	Material and technical support of the enterprises of the agroindustrial complex of the Omsk region management and certification of the technical component of the production processes in crop production.	Rusia	La presencia de empresas externas encargadas del mantenimiento de los equipos es una alternativa para complejos con disponibilidad económica. Por ello, la incorporación de estos servicios supone realizar el seguimiento de la rentabilidad de la empresa para corregir errores técnicos de cada equipo.
4	Sirojiddinova (13) en el 2023.	Logistics and Maintenance Support for Vehicles in the Agro-Industrial Complex.	Uzbekistán	Destaca la demanda de recursos técnicos y la planificación en el cuerpo administrativo, señalando que deben tener la experiencia necesaria para poder gestionar adecuadamente el mantenimiento de los vehículos. Es importante la adquisición de recursos técnicos para el complejo agroindustrial. El trabajo logístico se vuelve indispensable en esta investigación.
5	Kurochkin (14) en el 2021.	Reability of techonological systems: structure and modeling.	Rusia	Explican la importancia del servicio técnico en el sector agroindustrial, siendo indispensable para garantizar un proceso productivo eficiente. Esto incrementa la fiabilidad en el funcionamiento de las máquinas; por lo cual se propone que se establezca un sistema de gestión y desarrollos metodológicos para optimizar los procesos, particularmente del uso de los tractores y maquinaria relacionada a la producción agrícola.

N°	Autores	Título	País	Hallazgos
6	Kokieva (15) en el 2021.	Research on the development of the agricultural sector of the Northern zone: repair and maintenance of machines	Rusia	Se visualizan a los cálculos económicos como indispensables para asumir costes que garanticen el adecuado funcionamiento. Así mismo, se realizan mediciones de las fallas de los equipos y el rendimiento operativo, así como considerar la buena documentación técnica para el mantenimiento y optimización del complejo agroindustrial.
7	Alcívar (16) en el 2020.	Gestión por Procesos en el área de Mantenimiento del Sector Agroindustrial Sucoalcoholero ecuatoriano	Ecuador	Este artículo se determinó que el adecuado control y gestión por procesos se considera un punto de inflexión para asegurar una excelente productividad, rentabilidad y valor en tiempo dentro del área de mantenimiento de las agroindustrias sucoalcoholeras. En este sentido se provee a las empresas del sector agroindustrial un modelo esquemático de gestión por procesos que contribuyan directamente a la mejora continua del departamento de mantenimiento y a la organización de manera general.
8	Mafla (17) en el 2022.	Mantenimiento predictivo en tractores agrícolas. Propuesta de metodología orientada al mantenimiento conectado	Ecuador	Se sugiere la aplicación del mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones, una metodología que posibilita la detección de fallos rutinarios en el sistema de combustión. En este contexto resulta esencial adquirir y mantener actualizado un historial de fallos, así como un registro detallado del mantenimiento llevado a cabo en cada equipo.
9	Afsharnia (18) en el 2020.	Availability modeling of sugarcane harvesting system by using Markov Chain	Iran	Se resalta la utilidad de la modelización Markov como un sistema para gestionar la disponibilidad de las máquinas, permitiendo la medición de su desempeño, errores y tiempo operativo.
10	Prokopov (19) en el 2023.	Increasing productivity of machine-tractor units depending on the influence of the load of the machine operator with maintenance work in the agricultural enterprises of the Omsk region	Rusia	Se propone transferir los trabajos de mantenimiento complejos a empresas de servicios especializadas y liberar al operador de la máquina de participar en operaciones de mantenimiento. Lo cual permitirá: Aumentar la productividad de las unidades de máquinas y tractores en un 14%. Mejorar la calidad del trabajo de campo al aumentar la fiabilidad del equipo. Intervalos de revisión un 40% más largos y las tasas de lesiones y discapacidades en las empresas agrícolas disminuyen.

N°	Autores	Título	País	Hallazgos
11	Vorzhev (20) en el 2021.	Increasing the reliability of electrical equipment in the agricultural and industrial complex based on measuring the electrical capacitance of capacitors.	Rusia	En este estudio, se ha realizado la medición de la capacidad eléctrica de los equipos sin retirar un condensador de un circuito de trabajo a modo de filtro de aislamiento. Esto permite el registro y medición de la eficiencia de los equipos eléctricos en el complejo agroindustrial.
12	Vera-Zambrano (21) en el 2021.	Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial.	Ecuador	Aborda el aspecto profesional de los trabajadores, la eficiencia y buen funcionamiento de las máquinas depende de que los operarios estén bien instruidos y que las máquinas tengan un único uso. Se destaca que los equipos poco capacitados para operar no deben ser utilizados. Adicionalmente, se propone el mantenimiento predictivo, para la detección previa de fallos.
13	Alfonso (22) en el 2022.	Aplicación del mantenimiento basado en el riesgo a equipos de la empresa agroindustrial azucarera "José María Pérez Capote".	Cuba	Proponen tres fases en las cuales se ejecuta el mantenimiento basado en el riesgo (MBR). Esta permite la identificación de errores, evaluar y clasificar su categoría y magnitud de riesgo, y valorar las posibilidades económicas para la correcta intervención.
14	Baimukhamedov (23) en el 2021.	Digitalization of agricultural industrial complex, application of robotics in agriculture. E3S Web of Conferences	Kazajistán	Se plantea la adquisición de equipos robóticos que tengan impacto positivo en la producción agrícola. Esta nueva tecnología brinda operaciones que facilitan el mantenimiento con la implementación de estaciones de reparación.

En la Tabla 4, se presenta la distribución de los artículos incluidos en la revisión sistemática por año de publicación. Uno de los criterios de exclusión aplicados fue considerar únicamente trabajos publicados entre 2019 y 2023. Al analizar la tabla, se observa que el año con mayor número de publicaciones fue 2021, con un total de 6 artículos. Le sigue el año 2022 con 3 artículos publicados. En 2019

se encontró 1 artículo, mientras que en 2020 y 2023 se identificaron 2 publicaciones por año. La distribución de los artículos por base de datos muestra que Scopus concentró la mayor cantidad de publicaciones a lo largo de los años analizados, con 2 artículos en 2021, 2 en 2022 y 2 en 2023. Google Académico tuvo 2 artículos en 2021 y 1 en 2022. Por su parte, Scielo registró 1 artículo en 2019 y 2 en 2021.

**Tabla 4.** Artículos publicados por años.

Base de datos	Año de publicación				
	2019	2020	2021	2022	2023
Scielo	1		2		
Scopus			2	2	2
Google Académico		2	2	1	
<b>Total</b>			<b>14</b>		

En la Tabla 5, se muestra el análisis de sesgo realizado a los artículos incluidos en la revisión. La mayoría de los estudios (10 de 14) muestran un bajo riesgo de sesgo en la generación de la secuencia de aleatorización, lo que indica que este aspecto metodológico fue adecuadamente abordado. En cuanto al ocultamiento de la secuencia de aleatorización, la mitad de los estudios (siete de 14) presentan un alto riesgo de sesgo, lo que sugiere que hubo problemas en mantener oculta la asignación de las unidades experimentales a los diferentes grupos

de tratamiento. Por otra parte, la mayoría de los estudios (10 de 14) muestran un bajo riesgo de sesgo de realización, de detección y de desgaste, lo que indica que en general se manejaron adecuadamente las determinaciones realizadas y la obtención de los resultados. Finalmente, en cuanto al dominio de sesgo de notificación selectiva de resultados, ocho de los 14 estudios presentan un bajo riesgo, mientras que en 4 estudios el riesgo es poco claro, lo que señala que la mayoría reportó de manera completa los resultados preestablecidos.

**Tabla 5.** Escala de riesgo de sesgo Cochrane.

Artículos Incluidos en el estudio	Generación de la secuencia de aleatorización	Ocultamiento de la secuencia de aleatorización	Sesgo de realización	Sesgo de detección	Sesgo de desgaste	Sesgo de descripción selectiva de los resultados
Alcívar (16) en el 2020.	+	?	?	?	?	?
Mafla (17) en el 2022.	+	?	?	?	?	?
Afsharnia (18) en el 2020.	+	-	+	+	+	+
Prokopov (19) en el 2023.	+	-	+	+	+	+
Vorzhev (20) en el 2021.	+	-	+	+	+	?
Vera-Zambrano (21) en el 2021.	+	-	+	+	+	+
Alfonso (22) en el 2022.	+	-	+	+	+	?
Baimukhamedov (23) en el 2021.	+	?	-	+	+	+
Condo-Palomino (10) en el 2022.	+	-	?	?	+	+
Grigorievich (11) en el 2021.	+	+	+	+	+	+
Myalo (12) en el 2019.	+	+	+	?	+	+
Sirojiddinova (13) en el 2023.	+	+	?	+	+	+
Kurochkin (14) en el 2021.	+	-	+	+	+	+
Kokieva (15) en el 2021.	+	-	+	+	+	+

**Leyenda:** La evaluación se la realizó por medio de la escala propuesta por el manual de Cochrane, en la cual cada dominio de sesgo se califica como “bajo riesgo”, “alto riesgo” o “riesgo poco claro”, los cuales van a ser representados en la escala con (+) en color verde, un (-) en color rojo o un (?) en color amarillo, respectivamente.

## DISCUSIÓN

Los trabajos identificados presentan una gran variedad de hallazgos significativos en el ámbito de la gestión y control del mantenimiento en el sector agroindustrial. Destacan la importancia de la gestión por procesos para mejorar la productividad y rentabilidad en las agroindustrias, como señalan Alcívar (16) en el 2020. Por otro lado, Mafla (17) en el 2022 proponen el uso del mantenimiento predictivo basado en análisis de vibraciones para detectar fallos en tractores agrícolas. Afsharnia (18) en el 2020 resaltan la utilidad de la modelización Markov en la gestión de la disponibilidad de las máquinas. Prokopov (19) en el 2023 sugieren la externalización de trabajos de mantenimiento complejos para mejorar la productividad y reducir lesiones en las empresas agrícolas. Además, autores como Vorzhev (20) en el 2021 exploran la medición de la capacidad eléctrica de equipos para aumentar la fiabilidad. Estos estudios subrayan la importancia de la capacitación de operarios, la implementación de tecnologías predictivas y la gestión eficiente de recursos para optimizar el mantenimiento y la operatividad en el sector agroindustrial.

Por otra parte, diversos autores (11,17,20) abordan aspectos claves del mantenimiento predictivo y monitoreo en la detección temprana de fallas en equipos industriales. Estos autores proponen el uso del análisis de vibraciones como una herramienta efectiva para anticipar problemas. Además, resaltan la importancia de evaluar la capacidad eléctrica de los equipos como indicador

de eficiencia operativa. Otro punto relevante es la incorporación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial para mejorar la detección y reducción de averías. La digitalización de los procesos de mantenimiento y la implementación de diagnósticos remotos son prácticas que emergen como estrategias innovadoras en la gestión de activos industriales. Estas prácticas no solo permiten prevenir fallas, sino también optimizar la operatividad de los equipos, reducir costos y aumentar la productividad en entornos industriales.

En cuanto a la disponibilidad y confiabilidad de los equipos industriales es un aspecto fundamental en la gestión de activos. Autores como Afsharnia (18) en el 2020 resaltan la utilidad de la modelización Markov como una herramienta efectiva para gestionar la disponibilidad de las máquinas y medir su desempeño a lo largo del tiempo. Mediante este enfoque, los gerentes de mantenimiento pueden anticipar y planificar las actividades necesarias para mantener la operatividad de los equipos. Por otro lado, Prokopov (19) en el 2023 proponen transferir trabajos de mantenimiento complejos a empresas especializadas. Esta estrategia, según los autores, permite aumentar la productividad, mejorar la calidad del trabajo y reducir los riesgos de lesiones en el personal. Complementariamente, Kurochkin (14) en el 2021 explican la importancia del servicio técnico y la gestión adecuada para optimizar el uso de tractores y maquinaria agrícola, lo cual se

traduce en una mayor eficiencia y vida útil de estos activos. Estas estrategias contribuyen a la optimización de los recursos, la reducción de costos y el aumento de la productividad en entornos industriales y agrícolas.

En relación con la gestión efectiva de la logística y recursos técnicos es crucial para el mantenimiento de vehículos y equipos industriales. Sirojiddinova (13) en el 2023 destacan la importancia de la planificación y la gestión de recursos técnicos para garantizar la disponibilidad y eficiencia de los vehículos. Esto implica la identificación de las necesidades específicas de cada equipo y la asignación de los recursos necesarios para su mantenimiento y reparación. Por otro lado, Kokieva (15) en el 2021 enfatizan la necesidad de realizar cálculos económicos precisos para asumir costos que garanticen el adecuado funcionamiento de los equipos. Esto incluye la evaluación de los costos de mantenimiento, reparación y reemplazo de los componentes, así como la consideración de los costos indirectos como la pérdida de productividad y la reducción de la vida útil de los equipos.

Por último y no menos importante, la capacitación y operación adecuada de equipos es un aspecto crucial en la gestión eficiente del mantenimiento de maquinaria y equipos en el sector agroindustrial. Este aspecto ha sido señalado por Vera-Zambrano (21) en el 2021 lo que subrayan la relevancia de la capacitación de los operarios y la dedicación exclusiva al uso de

las máquinas. Este enfoque resalta la importancia de contar con personal debidamente formado y especializado en el manejo de los equipos, lo cual no solo garantiza su correcto funcionamiento, sino que también contribuye a la seguridad en el entorno laboral. La formación continua del personal en las operaciones y mantenimiento de los equipos es fundamental para maximizar su rendimiento y prolongar su vida útil. Además, la exclusividad en el uso de las máquinas por parte de operarios capacitados ayuda a prevenir errores, reducir tiempos de inactividad y optimizar la productividad en las operaciones industriales. Esta práctica no solo beneficia la operatividad de las máquinas, sino que también promueve un ambiente laboral más seguro y productivo.

## CONCLUSIÓN

Los estudios identificados resaltan la importancia de la gestión eficiente del mantenimiento de la maquinaria en el sector agroindustrial. La gestión por procesos, el mantenimiento predictivo, la modelización Markov, la externalización de trabajos complejos, la medición de la capacidad eléctrica, la capacitación de operarios y la gestión de recursos técnicos son estrategias clave para optimizar la operatividad de los equipos, reducir costos y aumentar la productividad en entornos de la agroindustria. Estas prácticas innovadoras, que incluyen la digitalización de procesos y la implementación de tecnologías avanzadas como

la inteligencia artificial, permiten anticipar y prevenir fallas, mejorar la eficiencia operativa y reducir riesgos laborales.

**CONFLICTO DE INTERESES.** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez A, Souza J, Machado D. Property rights and reputation in the dairy agro-industrial system. *RAUSP Manag J.* 2021; 56(4):425–43. <https://goo.su/hkAjl>
2. Valenzuela A. Tecnología y Agroindustria. *Tecnol y Agroindustria Trilogía.* 2021; 35(44):122–8. <https://goo.su/Q5f3q>
3. Kicha M, Saraev N, Tsechoev V, Pratsko G. Decriminalization of the agro-industrial complex as the most important factor in ensuring food security. *E3S Web Conf.* 2021; 273:08075. <https://goo.su/gU4kHYA>
4. Alvarado-Betancourt E, Sabando-Piguabe L. Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. Caso de estudio: Planta de tratamiento de agua empresa DIALILIFE. *Rev Científica INGENIAR.* 2021; 4(8):46–77. <https://goo.su/0I40iq>
5. Oliveira O, Elenor A. Agricultural cooperative system: Management challenges and feasible solutions. *Rev Adm UFSM.* 2022; 15(3):411–33. <https://goo.su/z6v63>
6. Montero W, Pineda B, León G, Durán A. Las habilidades sociocientíficas y el trabajo de laboratorio en la especialidad de agroindustria en un colegio técnico de Costa Rica. *Innovaciones Educ.* 2022; 24(37):53–66. <https://goo.su/pM5I6U>
7. Vilela N. Revisión sistemática de literatura científica del comercio electrónico y la cadena de valor en el sector agrícola. *Rev Avante.* 2023; 5(1):44–60. <https://goo.su/6IEW0uc>
8. Suarez-Guzman L, Escobar-Marulanda N, Zarthasossa J. A prospective study to the year 2032 of the plantain value chain, an approach towards academic programs in the agro-industrial sector. *Inf tecnológica.* 2020; 31(6):95–104. <https://goo.su/Rq03mU>
9. Chasipanta J, Corrales I. Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná. *Rev Científica Multidiscip G-ner@ndo.* 2023; 4(2):848–869. <https://goo.su/W9v4UCN>
10. Condo-Palomino R, Cruz-Barreto L, Quiroz-Flores J. Increased equipment performance in agro-industrial companies through a maintenance model based on the TPM approach. In: *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions;* 2022. p. 1–9. <https://goo.su/gFdoHE>
11. Grigorievich I. Digitalization and use of artificial intelligence technologies in technical modernization of the agro-industrial complex. *E3S Web Conf.* 2021; 291:1–6. <https://goo.su/LEy81mD>
12. Myalo O, Prokopov S, Myalo V, Soyunov A, Demchuk E. Material and technical support of the enterprises of the agro-industrial complex of the Omsk region management and certification of the technical component of the production processes in crop production. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.* 2019; 582(1):1–9. <https://goo.su/BZFGqu9>
13. Sirojiddinova I, Yulchibayev O. Logistics and Maintenance Support for Vehicles in the Agro-Industrial Complex. *Am J Eng Mech Archit.* 2023; 1(9):114–20. <https://goo.su/Ng2r7>
14. Kurochkin V, Nikitchenko S, Nesmiyan A, Nazarenk S. Reliability of technological systems: structure and modeling. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2021; 659(1):1–9. <https://goo.su/UrJpbe3>
15. Kokieva G, Druzyanova V, Grigoriev S. Research on the development of the agricultural sector of the Northern zone: repair and maintenance of machines. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2022; 996(1):1–6. <https://goo.su/AE6G>

- 16.** Alcívar F, Torres E, Gallegos A. Gestión por procesos en el área de mantenimiento del sector agroindustrial sucroalcoholero ecuatoriano. *Obs la Econ Latinoam.* 2020; 18(7):1–12. <https://goo.su/ibe4qVx>
- 17.** Mafla C, Castejon C, Rubio H. Mantenimiento predictivo en tractores agrícolas. Propuesta de metodología orientada al mantenimiento conectado. *Rev Iberoam Ing Mecánica.* 2022; 26(1):63–76. <https://goo.su/uRvhLR>
- 18.** Afsharnia F, Marzban A, Asoodar M, Abdeshahi A. Availability Modeling of Sugarcane Harvesting System by Using Markov Chain. *J Biosyst Eng.* 2020; 45(3):145–54. <https://goo.su/E8AE4Y>
- 19.** Prokopov S, Myalo O, Myalo V, Maltseva E, Demchuk E. Increasing productivity of machine-tractor units depending on the influence of the load of the machine operator with maintenance work in the agricultural enterprises of the Omsk region. *E3S Web Conf.* 2023; 392:1–8. <https://goo.su/N6udEfh>
- 20.** Vorzhev V, Rudenko N, Malko P, Dergousov V. Increasing the reliability of electrical equipment in the agricultural and industrial complex based on measuring the electrical capacitance of capacitors. *E3S Web Conf.* 2021 Jun 22; 273:1–9. <https://goo.su/xZNC>
- 21.** Vera-Zambrano R, Torres-Rodríguez R. Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial. *Rev Científica INGENIAR Ing Tecnol e Investig.* 2021 Jul; 4(8):96–113. <https://goo.su/swbwu8>
- 22.** Alfonso A, González R, Borroto Y. Aplicación del mantenimiento basado en el riesgo a equipos de la empresa agroindustrial azucarera “José María Pérez Capote.” *Rev Cent Azúcar.* 2022; 49(2):112–21. <https://goo.su/2vSBYKK>
- 23.** Baimukhamedov M, Baimukhamedova A, Baimukhamedova G, Aimurzinov M. Digitalization of agricultural industrial complex, application of robotics in agriculture. *E3S Web Conf.* 2021; 282:1–6. <https://goo.su/SEHLP>