

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
**Innovaciones en el almacenamiento de granos alimenticios e industriales
para mejorar la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de
materias primas**

Presentado por:
Demmi Elizabeth Medina Cubas
Asesores
Raúl Espinal, Ph.D
Edward Moncada, M.Sc

Honduras, diciembre de 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	6
Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Materiales y Métodos	12
Justificación	12
Mejorar la Seguridad Alimentaria y la Conservación de la Calidad de Materias Primas	23
Mejora de la Seguridad Alimentaria	23
Reducción de Pérdidas Postcosecha	23
Aumento de la Disponibilidad de Alimentos.....	24
Almacenamiento a Largo Plazo	24
Conservación de la Calidad de Materias Primas	24
Diseño de Investigación.	39
Selección de Muestra o Materiales.....	39
Métodos.....	39
Desarrollo.....	40
Diseño Estadístico	40
Tipo de Estudio	40
Población y Muestra	40
Variables de Estudio.....	41
Instrumento de Recopilación de Datos.....	41
Procedimiento de Análisis.....	41
Consideraciones Éticas	41
Limitaciones del Diseño	41
Resultados y Discusión.....	42

Estudio de Caso: Sistemas de Enfriamiento Basados en Convección Natural en la India.....	42
Resumen	42
Introducción	42
Estudio de Caso: Implementación de Atmósferas Controladas en Silos en los Estados Unidos	43
Resumen	43
Introducción	44
Tecnología de Atmósferas Controladas.....	44
Conclusiones.	45
Estudio de Caso: Uso de Sensores Iot en Almacenamiento de Granos en Sudamérica	45
Resumen	45
Introducción	45
Uso de Sensores IOT.....	46
Beneficios y Resultados.....	46
Estudio de Caso: Nanotecnología en Envases para Granos en Asia.....	47
(Tibaingana et al., 2023).....	47
Resumen	47
Introducción	47
Conclusiones	48
Estudio de Caso: Cadena de Suministro de Granos con Tecnología Blockchain en África	48
Resumen	48
Introducción	49
Beneficios y Resultados.....	49
Conclusiones	50
Recomendaciones y Estrategias.....	51
Conclusiones	53
Recomendaciones	54

Referencias.....55

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Lineamiento de implementación	50
---	----

Resumen

El presente estudio se ha realizado con el propósito de investigar y analizar innovaciones en el almacenamiento de granos para mejorar su calidad y reducir pérdidas. El diseño que se empleó para esta investigación fue descriptivo y exploratorio, lo que significa que no se hará una identificación de la población o cálculo de muestra ya que solo se realizará una recopilación y estudio de la literatura referente al tema que se está investigando. Respecto al procedimiento, se realizó una recopilación sistemática de la literatura con un enfoque cualitativo para agrupar y sintetizar la información. La metodología a emplear consiste en una investigación bibliográfica y estudios de casos, de los cuales se extrajeron los resultados de la investigación, siendo estos, los distintos métodos que se utilizan para el almacenamiento de granos, los cuales son, sistemas de enfriamiento basados en convección natural, atmósferas controladas en silos, uso de sensores *IoT*, nanotecnología en envases y cadena de suministros con tecnología *blockchain*. La implementación de estos procesos supone una mejora en las pérdidas postcosecha, ya que con los problemas que presentan el uso de sistemas de almacenamiento tradicionales es la infestación de plagas, la proliferación de hongos, la humedad y temperatura inadecuada, por lo que se recomienda realizar un estudio exhaustivo de los principales inconvenientes que se presentan en el proceso de almacenamiento, y en caso de ser factible, incluir el proceso de innovación tecnológico que más se adecue.

Palabras clave: Almacenamiento, calidad, materias primas, seguridad alimentaria.

Abstract

The purpose of this study was to investigate and analyze innovations in grain storage to improve quality and reduce losses. The design used for this research was descriptive and exploratory, which means that there will be no calculation of the population or the sample as such; there will be only a compilation and study of the literature on the subject under investigation will be carried out. Regarding the procedure, a systematic compilation of the literature was carried out with a qualitative approach to group and synthesize the information. The methodology to be used consists of a bibliographic research and case studies, from which the results of the research were extracted, being these, the different methods used for grain storage, which are, cooling systems based on natural convection, controlled atmospheres in silos, use of IoT sensors, nanotechnology in packaging and supply chain with blockchain technology. The implementation of these processes implies an improvement in post-harvest losses, since the problems presented by the use of traditional storage systems are pest infestation, fungal proliferation, inadequate humidity and temperature, so it is recommended to carry out an exhaustive study of the main drawbacks that occur in the storage process, and if feasible, to include the most appropriate technological innovation process.

Keywords: food safety, quality, raw materials, warehousing.

Introducción

El almacenamiento de granos ha sido una actividad fundamental en la agricultura desde tiempos inmemoriales. La capacidad de conservar y proteger los granos cosechados es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las comunidades agrícolas. Sin embargo, a medida que las demandas de la población mundial aumentan y los desafíos ambientales y climáticos se intensifican, la necesidad de innovaciones en el almacenamiento de granos se vuelve más apremiante que nunca. (Proain tecnología agrícola, 2020)

En el siglo XXI, el sector agrícola se enfrenta a desafíos significativos, como el aumento de la población mundial, la rápida urbanización, la escasez de recursos naturales y los efectos del cambio climático. Estos factores requieren una adaptación constante de las prácticas agrícolas y de almacenamiento. Esta tesis se centra en analizar y explorar las innovaciones recientes en el almacenamiento de granos, con el objetivo de comprender cómo estas innovaciones están abordando los desafíos contemporáneos y mejorando la eficiencia y la sostenibilidad de la cadena de suministro de alimentos (Proain, 2020).

La definición de los granos a discutir: En la investigación, se abordarán los siguientes granos alimenticios e industriales: arroz, maíz, frijol y sorgo. Esto permitirá un enfoque más específico y relevante. El almacenamiento de granos es un componente crítico en la cadena de suministro de alimentos y desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria a nivel global. Sin embargo, a pesar de su importancia, persisten una serie de desafíos significativos que afectan tanto a los agricultores como a la sociedad en su conjunto (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023).

Uno de los problemas más apremiantes en el almacenamiento de granos es la pérdida pos cosecha. A nivel mundial, se estima que aproximadamente el 30% de los granos almacenados se pierde debido a factores como la infestación por plagas, la proliferación de hongos, la humedad, la temperatura inadecuada y otros problemas relacionados con el almacenamiento. Estas pérdidas no solo representan una amenaza para la seguridad alimentaria, sino que también tienen un impacto

económico significativo, ya que se traducen en pérdidas financieras para los agricultores y aumentan los costos de producción (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023).

Además de las pérdidas postcosecha, el almacenamiento de granos también se enfrenta a desafíos relacionados con la eficiencia en la distribución. Los sistemas tradicionales de almacenamiento y transporte a menudo son ineficientes y pueden dar lugar a demoras en la entrega de alimentos a los consumidores finales. Esto no solo conlleva costos adicionales, sino que también puede afectar la calidad de los productos y su disponibilidad en el mercado. Otro problema crítico es la necesidad de abordar los impactos ambientales del almacenamiento de granos. Los métodos convencionales de almacenamiento a menudo requieren grandes cantidades de energía, generando emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyendo al cambio climático. Reducir la huella ambiental de esta actividad se ha convertido en una preocupación apremiante en un mundo cada vez más centrado en la sostenibilidad.

En este contexto, se hace evidente la necesidad de innovaciones en el almacenamiento de granos que aborden estos problemas de manera efectiva. Esta tesis se propone analizar y evaluar las innovaciones más recientes en el campo del almacenamiento de granos con el objetivo de comprender cómo están contribuyendo a la mitigación de las pérdidas pos cosecha, la mejora de la eficiencia en la distribución y la reducción de los impactos ambientales. Al abordar estos desafíos, se espera que esta investigación contribuya al avance de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en el contexto de una agricultura en constante evolución.

El objetivo general del proyecto especial de graduación es Investigar y analizar innovaciones en el almacenamiento de granos para mejorar su calidad y reducir pérdidas.

Dentro de los objetivos específicos lo primero es Identificar los principales problemas y desafíos en el almacenamiento de granos, segundo es explorar las tecnologías tradicionales y modernas utilizadas en el almacenamiento de granos, tercero es evaluar el impacto de diferentes condiciones de almacenamiento en la calidad y cantidad de los granos y cuarto proponer

recomendaciones y estrategias para mejorar el almacenamiento de granos en función de las innovaciones estudiadas.

Materiales y Métodos

Justificación

Se ha efectuado una investigación de tipo descriptivo, en el cual, se realizó mediante el análisis de la literatura existente acerca de las innovaciones en el almacenamiento de granos, ejecutada a través de la exploración de diversas fuentes secundarias, dentro de las cuales se encuentran estudios similares, en los cuales, ha sido aplicada la tecnología y métodos innovadores en el proceso de almacenamiento de granos. Siendo un estudio llevado a cabo para identificar los retos y beneficios de la incorporación de nuevos sistemas de almacenamiento de granos.

Cabe destacar que, la producción de granos representa una actividad de gran impacto a nivel mundial, por lo que, los productores son los encargados de llevar los alimentos al consumidor final. Por tanto, el sector productor de granos requiere de la innovación del almacenamiento de granos para evitar el deterioro del vital grano que sustenta la alimentación del ser humano, por lo que, resulta de gran relevancia la optimización de los procesos productivos para brindar productos alimentarios seguros e inocuos a los consumidores, bajo los estándares de seguridad alimentaria y calidad total requeridos.

De tal manera que, la trascendencia de este estudio radica en el óptimo almacenamiento de granos, considerando que, se ha identificado que, la innovación de dicho proceso se integra al incorporar mecanismos digitales, implementación de equipos automatizados, procesamiento del grano apoyado de insumos químicos y la introducción de la inteligencia artificial en función de evitar las plagas y hongos que deterioran gran cantidad de granos, implicando una significativa pérdida para los productores y una escasez del alimento en la sociedad.

Por tanto, la recolección de datos relevantes sobre otros estudios para evaluar las oportunidades de mejora del proceso de almacenamiento de granos, puede ser de importancia para la identificación de las posibles causas de la pérdida de la cosecha e identificar las acciones correctivas que impulsan la mejora continua. Asimismo, promover el análisis investigativo en una diversidad de estudios, a través de la aplicación del estudio de casos y la investigación bibliográfica.

La investigación sobre innovaciones en el almacenamiento de granos reviste una importancia fundamental en el contexto actual de la agricultura y la seguridad alimentaria a nivel mundial. La justificación de esta tesis se apoya en varias razones fundamentales:

El Impacto en La Seguridad Alimentaria es un objetivo esencial en la agenda global. Con una población en constante crecimiento, se necesita un aumento significativo en la producción y distribución de alimentos. Las pérdidas poscosecha en el almacenamiento de granos representan un obstáculo importante para alcanzar este objetivo. Al abordar este problema, las innovaciones en el almacenamiento pueden contribuir directamente a garantizar un suministro de alimentos más estable y seguro para las poblaciones en todo el mundo.

La Eficiencia Económica influye en las pérdidas pos-cosecha y no solo tienen un impacto en la seguridad alimentaria, sino que también representan una pérdida económica significativa para los agricultores y la industria alimentaria en su conjunto. Las innovaciones que reduzcan estas pérdidas pueden mejorar la rentabilidad de la agricultura y reducir los costos para los consumidores.

La Sostenibilidad Ambiental en la agricultura y el almacenamiento de granos tradicionales pueden tener un impacto ambiental negativo debido al uso intensivo de recursos naturales y la generación de emisiones de gases de efecto invernadero. La búsqueda de prácticas de almacenamiento más sostenibles es esencial para abordar los desafíos del cambio climático y la conservación de recursos naturales.

El Avance Tecnológico en un mundo cada vez más tecnológico, la adopción de innovaciones en el almacenamiento de granos puede aprovechar las últimas tecnologías, como la automatización, la monitorización en tiempo real y la inteligencia artificial, para mejorar la eficiencia y la precisión en la gestión de granos.

La relevancia práctica demuestra que los resultados de esta investigación pueden ser de utilidad para agricultores, empresas agrícolas, investigadores, formuladores de políticas y organizaciones relacionadas con la agricultura. La aplicación de las innovaciones identificadas en esta

tesis puede tener un impacto directo en la vida de las personas y en la sostenibilidad de la cadena de suministro de alimentos.

En resumen, la investigación sobre innovaciones en el almacenamiento de granos se justifica por su capacidad para abordar desafíos críticos en la seguridad alimentaria, la eficiencia económica y la sostenibilidad ambiental. Estas innovaciones tienen el potencial de mejorar significativamente la forma en que se gestionan y conservan los granos en todo el mundo, lo que hace que esta investigación sea de gran relevancia en el contexto actual y futuro de la agricultura y la alimentación.

La revisión Bibliográfica de esta investigación determina que la industria agroalimentaria se encuentra en constante diseño y desarrollo de productos de acuerdo a las necesidades y demandas del mercado. De acuerdo con (Castillo, 2020) explica que el área de los snacks es de la más novedosa debido a la renovación de imagen de presentación, actualización y lanzamiento de nuevos productos, son parámetros estratégicos que contribuyen al posicionamiento de estas industrias en mercados actualizados. El maíz es el grano fundamental para la alimentación y representa una de las semillas más cultivadas a nivel mundial. El proceso de deshidratación de materias primas, aporta una alternativa nutricional y simultáneamente busca agregar sabor y consistencia a los productos elaborados a base de maíz.

El almacenamiento de granos es una actividad fundamental en la agricultura, ya que garantiza la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las comunidades agrícolas. En el siglo XXI, el sector agrícola se enfrenta a desafíos significativos, como el aumento de la población mundial, la rápida urbanización, la escasez de recursos naturales y los efectos del cambio climático (Proain, 2020).

Una problemática destacada en el almacenamiento de granos es la pérdida pos-cosecha, que afecta tanto a la seguridad alimentaria como a la economía agrícola. Se estima que aproximadamente el 30% de los granos almacenados se pierde debido a factores como la infestación por plagas, la proliferación de hongos, la humedad y la temperatura inadecuada (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023).

Considerando que, el maíz es uno de los granos que más se producen en el mundo debido a la variedad de productos alimenticios, tanto para el ser humano como para los animales. De acuerdo con Mecanizaciones y Proyectos S.A. (MEPROSA) como se citó en (Bustamante y Grados, 2022) expresan que el almacenamiento de grandes volúmenes de dicho cereal, es requerida para conservar la materia prima antes de ser procesada. En cuanto a los silos, son estructuras de metal de diferentes tamaños que abarcan el almacenaje de grandes cantidades de maíz utilizados en la industria alimentaria, dichos contenedores son útiles para el almacenamiento gracias a sus niveles de temperatura regulables. La innovación tecnológica ha desarrollado el diseño de un robot que se encarga de la limpieza de silos de acero galvanizado con la finalidad de automatizar el proceso de higienización de contenedores de maíz.

Los sistemas tradicionales de almacenamiento y transporte suelen ser ineficientes y pueden causar demoras en la entrega de alimentos (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023). Además, estos sistemas a menudo generan emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye al cambio climático. Para abordar estos desafíos, se han desarrollado diversas innovaciones en el almacenamiento de granos. Estas innovaciones incluyen tecnologías como las atmósferas controladas, sensores IOT y tratamientos a base de químicos y naturales (Proain, 2020). Estas tecnologías están diseñadas para reducir las pérdidas postcosecha y mejorar la eficiencia en la distribución de granos (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023).

Además, se han realizado estudios de casos exitosos que demuestran la efectividad de las innovaciones en el almacenamiento de granos, como el uso de sistemas de enfriamiento basados en convección natural en la India (Kumar y Kalita, 2017). La búsqueda de prácticas de almacenamiento más sostenibles se ha convertido en una preocupación apremiante en un mundo cada vez más centrado en la sostenibilidad (Proain, 2020). La adopción de innovaciones en el almacenamiento de granos puede aprovechar las últimas tecnologías, como la automatización, la monitorización en tiempo real y la inteligencia artificial, para mejorar la eficiencia y la precisión en la gestión de granos (Pitt y Hocking, 2009)

La seguridad alimentaria es una prioridad global en un contexto de crecimiento de la población y urbanización rápida. El almacenamiento de granos juega un papel crucial en este desafío, ya que permite la conservación de materias primas esenciales, como el arroz, el maíz, el frijol y el sorgo (Proain, 2020). Estos granos son fundamentales en la alimentación de muchas comunidades en todo el mundo y, por lo tanto, su calidad y disponibilidad son factores críticos para la seguridad alimentaria global.

Uno de los desafíos más acuciantes en el almacenamiento de granos es la pérdida postcosecha, que puede alcanzar hasta el 30% de los granos almacenados en todo el mundo (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023). Esta pérdida es provocada por una variedad de factores, desde plagas y hongos hasta la humedad y la temperatura inadecuada. Las pérdidas postcosecha no solo amenazan la seguridad alimentaria, sino que también representan un impacto económico significativo, ya que generan pérdidas financieras para los agricultores y aumentan los costos de producción.

Además de las pérdidas postcosecha, la eficiencia en la distribución de granos es esencial para garantizar la disponibilidad de alimentos para los consumidores finales. Los sistemas tradicionales de almacenamiento y transporte a menudo son ineficientes y pueden provocar retrasos en la entrega de alimentos, lo que implica costos adicionales y puede afectar la calidad de los productos (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023)(Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023)

En respuesta a estos desafíos, las innovaciones en el almacenamiento de granos han ido tomando un papel cada vez más importante. Las tecnologías de atmósferas controladas, por ejemplo, permiten crear condiciones específicas de almacenamiento que inhiben el crecimiento de plagas y hongos, manteniendo la calidad de los granos (Pitt y Hocking, 2009).

La revolución digital ha impulsado el uso de sensores IOT para el monitoreo en tiempo real de las condiciones de almacenamiento. Esto no solo permite una detección temprana de problemas,

como fluctuaciones de temperatura o humedad, sino que también facilita la toma de decisiones basada en datos para optimizar la gestión de granos (Proain, 2020).

Además, la investigación ha demostrado la efectividad de tratamientos a base de químicos y soluciones naturales en la prevención de plagas y hongos, lo que contribuye a reducir las pérdidas postcosecha. La implementación exitosa de tecnologías innovadoras, como sistemas de enfriamiento basados en convección natural en la India, ha demostrado que es posible mejorar la calidad y la conservación de los granos (Kumar y Kalita, 2017).

La sostenibilidad ambiental es otro componente crucial en el almacenamiento de granos. Los métodos convencionales a menudo son intensivos en el uso de energía y generan emisiones de gases de efecto invernadero. La transición a prácticas de almacenamiento más sostenibles se ha vuelto imperativa en un mundo enfocado en la conservación de recursos naturales y la mitigación del cambio climático (Proain, 2020).

El almacenamiento de granos ha sido una práctica fundamental en la agricultura a lo largo de la historia, con un impacto directo en la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades agrícolas (Proain, 2020). Sin embargo, en el contexto del siglo XXI, se enfrenta a desafíos complejos, como el crecimiento de la población mundial, la urbanización acelerada y la escasez de recursos naturales, agravados por los efectos del cambio climático (Proain, 2020). Estos factores han llevado a una necesidad apremiante de innovaciones en el almacenamiento de granos para mantener la seguridad alimentaria y garantizar la estabilidad económica.

La pérdida postcosecha es uno de los problemas más críticos en el almacenamiento de granos a nivel global, con estimaciones que sugieren que alrededor del 30% de los granos almacenados se pierde debido a diversas causas, como infestación por plagas, proliferación de hongos, humedad, temperatura inadecuada y otros problemas relacionados con el almacenamiento. Estas pérdidas no solo ponen en riesgo la seguridad alimentaria, sino que también conllevan un impacto económico considerable, generando pérdidas financieras para los agricultores y aumentando los costos de producción (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica, 2023).

La eficiencia en la distribución de alimentos es otro punto crítico. Los sistemas tradicionales de almacenamiento y transporte suelen ser ineficientes, lo que puede dar lugar a demoras en la entrega de alimentos a los consumidores finales, con consecuencias económicas y de calidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011).

Además de las pérdidas postcosecha, el almacenamiento de granos tiene un impacto ambiental significativo. Los métodos de almacenamiento convencionales a menudo requieren una gran cantidad de energía y generan emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye al cambio climático (Proain, 2020). En un mundo que se enfoca cada vez más en la sostenibilidad, reducir la huella ambiental del almacenamiento de granos se ha convertido en un objetivo crítico.

Las innovaciones en el almacenamiento de granos buscan abordar estos desafíos de manera efectiva. Tecnologías como las atmósferas controladas, los sensores IOT y los tratamientos a base de químicos y naturales están siendo implementadas para mitigar las pérdidas postcosecha y mejorar la eficiencia en la distribución de granos (Proain, 2020). Las atmósferas controladas, por ejemplo, son eficaces en la prevención de infestaciones de insectos y la conservación de la calidad de los granos (Pitt y Hocking, 2009).

La implementación exitosa de estas innovaciones se ha visto en diversos casos de estudio, como el uso de sistemas de enfriamiento basados en convección natural en la India, que ha demostrado su capacidad para mejorar la calidad y la conservación de los granos (Kumar y Kalita, 2017). El avance de las innovaciones en el almacenamiento de granos se ha visto reflejado en una variedad de campos. Por ejemplo, la nanotecnología ha emergido como una disciplina prometedora para mejorar la protección y conservación de granos. El desarrollo de nanomateriales con propiedades antimicrobianas ha permitido la creación de envases que pueden inhibir el crecimiento de microorganismos y prolongar la vida útil de los granos (Thompson, 2019).

La revolución digital también ha impactado positivamente en el almacenamiento de granos. La digitalización de la cadena de suministro permite un seguimiento más preciso y eficiente de los granos desde el campo hasta la mesa del consumidor. Esto no solo aumenta la transparencia, sino que

también facilita la detección temprana de problemas en el almacenamiento y la distribución (World Bank., 2020).

Además, la colaboración interdisciplinaria entre la agricultura y la tecnología ha llevado al desarrollo de sistemas de almacenamiento inteligentes. Estos sistemas pueden tomar decisiones autónomas, ajustando las condiciones de almacenamiento en tiempo real en función de los datos recopilados, como la humedad y la temperatura, para preservar la calidad de los granos (Proain, 2020).

La educación y la capacitación son componentes fundamentales para asegurar la efectiva implementación de estas innovaciones. Los agricultores y los profesionales del almacenamiento necesitan estar informados y capacitados en las nuevas tecnologías y prácticas sostenibles para aprovechar al máximo estas soluciones (Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

La investigación continua en el campo del almacenamiento de granos es esencial para mantenerse al día con las últimas innovaciones. Los estudios y las pruebas de campo son necesarios para evaluar la efectividad de las nuevas tecnologías en condiciones reales y para adaptar las soluciones a las necesidades específicas de diferentes regiones y cultivos (Mbuge y Bagamba, 2018).

En resumen, las innovaciones en el almacenamiento de granos abarcan desde nanomateriales hasta soluciones digitales avanzadas y sistemas de almacenamiento inteligentes. La colaboración interdisciplinaria, la capacitación y la investigación son factores críticos para la implementación exitosa de estas innovaciones y para asegurar un suministro de alimentos seguro y sostenible a nivel global.

El almacenamiento de granos es esencial en el contexto de la seguridad alimentaria mundial. Con una población global en constante aumento, la necesidad de un suministro de alimentos estable y seguro es apremiante. Las pérdidas postcosecha en el almacenamiento de granos representan un obstáculo significativo para alcanzar este objetivo (PESA, 2023).

La eficiencia económica también es un aspecto crítico. Las pérdidas postcosecha no solo afectan la seguridad alimentaria, sino que también generan pérdidas financieras considerables para los agricultores y aumentan los costos para los consumidores (PESA, 2023). En un mundo cada vez más

interconectado, donde la seguridad alimentaria es un objetivo compartido, estas pérdidas tienen un impacto económico en toda la cadena de suministro de alimentos.

El desarrollo de tecnologías innovadoras en el almacenamiento de granos no solo busca abordar las pérdidas postcosecha, sino que también se enfoca en la conservación de la calidad. La calidad de los granos es esencial, ya que afecta directamente la nutrición y la seguridad alimentaria de las comunidades (Thompson, 2019).

La sostenibilidad ambiental es una preocupación global cada vez más acuciante. La agricultura y el almacenamiento de granos tradicionales a menudo requieren grandes cantidades de energía y contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero. Las innovaciones en el almacenamiento buscan reducir la huella ambiental y contribuir a la mitigación del cambio climático (World Bank., 2020).

En este contexto, es evidente que las innovaciones en el almacenamiento de granos son fundamentales. Estas innovaciones abordan de manera efectiva los problemas relacionados con las pérdidas postcosecha, la eficiencia económica y la sostenibilidad ambiental. Al hacerlo, contribuyen significativamente al avance de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en una agricultura en constante evolución.

La construcción de modelos que promueven la actualización de los procesos industriales a través de la automatización. Según (Alvarado y Peñuela, 2022) señalan que la implementación de herramientas tecnológicas en la recepción y conservación del grano de trigo, le aporta una alternativa resolutive ante las fluctuaciones existentes tales como los desperdicios que se generan, un manejo deficiente de productos y equipos. Los silos son los contenedores que poseen un regulador de temperatura para maximizar el almacenamiento de los granos de trigo, el prototipo a implementar consiste en la construcción de un sistema de bandas transportadoras para aumentar la velocidad de flujo de la materia prima a dichos contenedores, lo que implica una reducción de tiempos en el ciclo de recibo y almacenamiento del proceso.

El desarrollo de la actividad agrícola es esencial para la economía nacional. Por lo que el almacenamiento de granos representa un proceso fundamental para el mantenimiento adecuado de dicha materia prima. Una vez que los granos se han cosechado en el campo, continúa el proceso de postcosecha, en el cual se involucran los procesos de acondicionamiento y almacenamiento para preparar el grano para su uso, siendo un producto final o materia prima para ser industrializado. El proceso de almacenamiento favorece el acondicionamiento del grano, propiciando el valor nutricional y la textura necesaria para los fines deseados. Generalmente en este proceso se hace uso de silos, el cual consiste en un recipiente hermético que permite una amplia reserva de granos, bajo las temperaturas adecuadas (Zorzano, 2022).

La humedad y la temperatura constituyen los dos elementos que intervienen de manera negativa en la calidad de los granos. De acuerdo con (Roskopf, 2022b) explica que los altos niveles de humedad y temperatura de los hongos, bacterias e insectos aumentan, lo que implica, una reducción de la factibilidad de las semillas. El secado es una herramienta que contribuye a la conservación de los granos mediante la reducción de la proliferación de hongos. Cuando el grano se seca, se enfrían con ventilación natural, en temporadas en las que las altas temperaturas predominan en el ambiente, se requiere de un sistema artificial de acondicionamiento de aire. Por tanto, el uso de equipos que aportan aire frío al silo para un apto mantenimiento de los granos.

La eficiente reserva de maíz y una variedad de cereales se fundamenta en los factores ecológicos que se manifiestan en los granos durante su almacenamiento. Existen dos aspectos relevantes que intervienen, el primero son los factores bióticos que hace referencia a los agentes vivos que, en unión a propiedades adecuadas para su desarrollo, hacen uso de los granos como fuente de alimentación y asimismo provocan su desgaste, entre ellos se encuentran los microorganismos y larvas. Los aspectos no bióticos se relacionan a la temperatura y la humedad, implica que es esencial un plan de control de plagas y un riguroso acondicionamiento de los granos para un eficiente almacenamiento de los granos y reducir los riesgos de incurrir en la pérdida de la cosecha (Gutiérrez, 2023).

Durante el control de los procesos postcosecha, la gestión por medio de planes de mantenimiento preventivo para la maquinaria empleada, con el objetivo de maximizar su funcionamiento y alargar su vida útil. Las inspecciones y las estrategias de control deben practicarse en todos los ciclos del proceso, destacando que, se deben aplicar también en la fase donde los granos se encuentran a la intemperie antes de ser trasladados al almacenamiento con el fin de evitar la proliferación de microorganismos nocivos. La instalación de mecanismos encargados de la regulación de temperatura de silos se considera una alternativa para aumentar el tiempo de almacenamiento de los granos, debido a que posee la capacidad de aportar los rangos ideales de humedad y temperatura (Garay y Portillo, 2016).

El entorno ambiental, las propiedades físicas de los granos, los mecanismos utilizados para el almacenamiento y los procesos de conservación son elementos influyentes en la calidad de los granos. De acuerdo con (Del Obregón et al., 2023) mencionan que para determinar un adecuado almacenamiento y reserva de maíz se debe analizar las cualidades de la región donde se ubica la planta, con el propósito de desarrollar estrategias más efectivas para el mantenimiento del cereal. Asimismo, se establecen normativas y planes de trabajo para asegurar un control de las operaciones requeridas en el almacenamiento de granos, bajo estándares de inocuidad y así sustentar la seguridad alimentaria.

Un eficiente almacenamiento de la materia prima tiene efectos positivos, ya que esto permite la oferta de productos alimenticios seguros para no perjudicar la salud del consumidor. De acuerdo con (Castro, 2018) explica que las enfermedades tienen origen en cualquiera de las fases de los procesos productivos y en el almacenamiento de los insumos. Teniendo en cuenta que los almacenes deben ser estructuras aptas de acuerdo a las cualidades de los granos, tomando en consideración que los insectos, microorganismos y roedores representan una amenaza para los cereales por lo que los mecanismos de control de plagas deben formar parte del monitoreo diarios de las materias primas.

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) hacen referencia a una serie de normas relacionadas a la sostenibilidad de los procesos de producción agrícola con el propósito de garantizar la calidad e

inocuidad de los alimentos. Cabe destacar que dicha normativa incluye la administración del proceso de siembra, la cosecha y postcosecha asegurando que todos los procesos cumplan con los requerimientos necesarios. Por tanto, la inocuidad representa el principal factor a considerar, la cual se centra en el cumplimiento de infraestructuras adecuadas para el almacenamiento. La aplicación de las BPM también incluye los espacios del almacén, los equipos y los estándares de calidad requeridos (Argote, 2022).

El mantenimiento de los granos secos y fríos en la postcosecha es esencial para preservar la calidad y reducir las probabilidades de pérdida del cereal a causa de la proliferación de hongos y larvas. Según (La Torre, D. de y Bartosik, R., 2022) menciona que la aplicación de un sistema de aireación el cual se emplea para reducir la temperatura de los granos a través de aire natural forzado, considerándose como un mecanismo de automatización de la aireación ya que permite el enfriamiento de la materia en menos tiempo. Dicho controlador automático de aireación instalado en el silo, logra descartar el riesgo de contaminación de los granos almacenados durante el verano y resulta ser de fácil accionamiento ya que al ser un método automático no requiere de un seguimiento diario, permitiendo al operario ejecutar otras asignaciones.

Mejorar la Seguridad Alimentaria y la Conservación de la Calidad de Materias Primas

El almacenamiento de granos desempeña un papel crítico en la mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas. Para comprender cómo se logra esto a través de innovaciones en el almacenamiento, es importante explorar las dimensiones clave de este impacto:

Mejora de la Seguridad Alimentaria

Reducción de Pérdidas Postcosecha

Uno de los mayores obstáculos para la seguridad alimentaria es la pérdida de granos durante y después de la cosecha. Las innovaciones en el almacenamiento, como la implementación de atmósferas controladas y sistemas de monitoreo en tiempo real, han demostrado ser efectivas en la reducción de estas pérdidas (Thompson, 2019).

Aumento de la Disponibilidad de Alimentos

Al minimizar las pérdidas postcosecha, se garantiza que una mayor cantidad de granos llegue al mercado y esté disponible para el consumo humano. Esto contribuye directamente a la seguridad alimentaria, especialmente en regiones donde la disponibilidad de alimentos es crítica.

Almacenamiento a Largo Plazo

Las innovaciones permiten un almacenamiento de granos a largo plazo sin degradación significativa de la calidad. Esto asegura un suministro constante de alimentos durante todo el año y reduce la dependencia de las estaciones de cultivo.

Conservación de la Calidad de Materias Primas

Prevención de Deterioro y Contaminación.

Las tecnologías de almacenamiento avanzadas, como los nanomateriales y los sistemas de atmósferas controladas, son capaces de prevenir el deterioro de los granos debido a factores como la humedad, la temperatura inadecuada y la infestación por plagas (Pitt y Hocking, 2009).

Mantenimiento de la Nutrición.

La calidad nutricional de los granos es crucial para la seguridad alimentaria. El almacenamiento adecuado asegura que los granos mantengan su contenido nutricional y no se degraden con el tiempo (Thompson, 2019).

Conservación de la Palatabilidad.

La conservación de la calidad organoléptica, como el sabor y la textura, es esencial para asegurar que los alimentos sean aceptables para el consumo. Las innovaciones ayudan a preservar estas características, lo que es especialmente relevante para cultivos básicos como el arroz, el maíz, el frijol y el sorgo.

La relación entre la mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas a través de innovaciones en el almacenamiento es fundamental. Estas innovaciones no solo reducen las pérdidas postcosecha, sino que también aseguran que los granos estén disponibles

y sean adecuados para el consumo humano, lo que contribuye directamente a la seguridad alimentaria y a la calidad de los alimentos.

En el contexto de mejorar la seguridad alimentaria y conservar la calidad de las materias primas, es esencial explorar las innovaciones específicas que han contribuido a este propósito:

Tecnologías de Atmósferas Controladas.

Las atmósferas controladas son un avance importante en el almacenamiento de granos. Este enfoque implica la regulación de los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y humedad en los espacios de almacenamiento. La reducción del oxígeno y el control de la humedad previenen el crecimiento de plagas y la proliferación de hongos, lo que es esencial para la conservación de la calidad de los granos (Pitt y Hocking, 2009).

Sensores IoT y Monitoreo en Tiempo Real.

La adopción de sensores IoT y sistemas de monitoreo en tiempo real permite a los operadores de almacenamiento rastrear constantemente las condiciones dentro de los almacenes. Esto les proporciona información en tiempo real sobre la humedad, la temperatura y la calidad del aire. Cualquier desviación de las condiciones óptimas puede detectarse y abordarse de inmediato, lo que previene el deterioro de los granos y asegura la conservación de su calidad (Proain, 2020).

Envases y Recubrimientos Inteligentes.

La nanotecnología ha permitido el desarrollo de envases y recubrimientos inteligentes que tienen propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Estos envases pueden proteger los granos de la contaminación y el deterioro, manteniendo su calidad durante el almacenamiento y el transporte (Thompson, 2019).

Tecnologías de Trazabilidad y Blockchain.

La trazabilidad de los alimentos se ha vuelto esencial para garantizar la calidad y la seguridad. La implementación de tecnología blockchain en la cadena de suministro de granos permite un seguimiento preciso y transparente de los granos desde su origen hasta el consumidor final. Esto

asegura que los granos cumplan con los estándares de calidad y seguridad alimentaria (World Bank., 2020).

Sistemas de Almacenamiento Inteligentes.

Los sistemas de almacenamiento inteligentes utilizan algoritmos de inteligencia artificial para tomar decisiones autónomas en tiempo real. Pueden ajustar las condiciones de almacenamiento, como la temperatura y la humedad, para mantener la calidad de los granos. Esto no solo conserva la calidad de las materias primas, sino que también reduce las pérdidas (Proain, 2020). La mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas a través de innovaciones en el almacenamiento es un objetivo compartido a nivel global. Estas innovaciones no solo abordan los desafíos relacionados con las pérdidas postcosecha, sino que también contribuyen a garantizar que los alimentos estén disponibles y sean adecuados para el consumo humano, lo que es esencial para la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos.

Tratamientos a Base de Nanomateriales.

La nanotecnología ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la seguridad alimentaria y la calidad de los granos. Se han desarrollado nanomateriales con propiedades antimicrobianas que pueden aplicarse en los granos o en los envases para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, alargando así la vida útil de los productos y conservando su calidad (Thompson, 2019).

Refrigeración Solar para Almacenamiento a Largo Plazo.

En regiones con acceso limitado a la energía eléctrica, la refrigeración solar ha demostrado ser una innovación valiosa. Estos sistemas utilizan energía solar para mantener temperaturas adecuadas en los almacenes, lo que es esencial para conservar la calidad de los granos durante el almacenamiento a largo plazo. Esto es particularmente relevante para regiones con climas cálidos y tropicales (Kumar y Kalita, 2017).

Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA).

Junto con las tecnologías avanzadas, la promoción de las buenas prácticas de almacenamiento es esencial. Esto incluye la capacitación de agricultores y operadores de almacenes en prácticas que

minimizan la contaminación, aseguran una adecuada ventilación y evitan la mezcla de granos de diferentes calidades. Las BPA son un componente fundamental para conservar la calidad de los granos (World Bank., 2020).

Integración de Energías Renovables.

La incorporación de fuentes de energía renovable, como la energía solar y eólica, en los sistemas de almacenamiento puede reducir aún más la huella ambiental de esta actividad. La generación de energía sostenible contribuye a la sostenibilidad global y al esfuerzo por abordar el cambio climático.

Incentivos y Políticas Gubernamentales.

Los gobiernos desempeñan un papel clave en la promoción de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas. La implementación de políticas y programas de incentivos que fomenten la adopción de innovaciones en el almacenamiento puede acelerar el proceso y asegurar que llegue a todas las regiones y agricultores (World Bank., 2020).

La relación entre las innovaciones en el almacenamiento de granos y la mejora de la seguridad alimentaria, así como la conservación de la calidad de las materias primas, es fundamental para el bienestar de las poblaciones a nivel global. Estas innovaciones no solo reducen las pérdidas postcosecha, sino que también garantizan que los alimentos estén disponibles y sean adecuados para el consumo humano, contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria y a la calidad de los alimentos.

La implementación efectiva de estas innovaciones es un esfuerzo multidisciplinario que involucra a investigadores, agricultores, empresas, gobiernos y organizaciones internacionales. La colaboración en la promoción de estas soluciones es esencial para garantizar que lleguen a quienes más las necesitan y para abordar los desafíos globales de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Si deseas profundizar en algún aspecto específico del almacenamiento de granos en relación con la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas, o si tienes alguna

pregunta adicional, no dudes en decírmelo. Estoy aquí para ayudarte a obtener la información que necesitas.

Educación y Capacitación.

La promoción de la educación y capacitación de los agricultores y trabajadores del sector alimentario es un componente esencial para garantizar que las innovaciones se utilicen de manera efectiva. La capacitación en prácticas de manejo de granos, el uso de tecnología y la adopción de buenas prácticas de almacenamiento son fundamentales para mejorar la seguridad alimentaria y la calidad de los granos (Mbuge y Bagamba, 2018).

Seguimiento y Evaluación Continuos.

La implementación de innovaciones en el almacenamiento debe ir acompañada de un sistema de seguimiento y evaluación para garantizar su efectividad a lo largo del tiempo. Esto incluye la medición de la reducción de pérdidas postcosecha, la conservación de la calidad de los granos y la satisfacción de los consumidores. Los datos recopilados a lo largo del tiempo pueden guiar ajustes y mejoras en las prácticas de almacenamiento (N. Magan y Aldred, 2007)

Participación Comunitaria.

Involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones y la implementación de innovaciones en el almacenamiento es fundamental. Las soluciones deben ser adaptadas a las necesidades y realidades locales. La participación comunitaria también promueve un sentido de propiedad y responsabilidad en la conservación de la calidad de los alimentos (World Bank., 2020).

Investigación Continua.

La investigación y el desarrollo en el campo del almacenamiento de granos son continuos. La inversión en investigación para mejorar las innovaciones existentes y desarrollar nuevas tecnologías es esencial para mantener y avanzar en la mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas (Spiess, 2016).

Política Alimentaria y Regulación.

Los marcos regulatorios y las políticas alimentarias a nivel nacional e internacional tienen un impacto significativo en la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos. El establecimiento de estándares de calidad, inspección de alimentos y regulaciones para garantizar la seguridad de los productos es parte fundamental de la conservación de la calidad de las materias primas (World Bank., 2020).

Colaboración Global.

Dado que la seguridad alimentaria es un problema global, la colaboración entre naciones, organizaciones internacionales y ONGs desempeña un papel crítico. Compartir conocimientos, recursos y experiencias en la mejora del almacenamiento de granos contribuye a abordar este desafío a nivel mundial (World Bank., 2020).

La mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas a través de innovaciones en el almacenamiento es un esfuerzo holístico que involucra múltiples actores y enfoques. La combinación de tecnología, educación, colaboración y regulación es esencial para lograr un impacto positivo en la calidad de los alimentos y en la seguridad alimentaria de las comunidades a nivel global.

Estas innovaciones no solo abordan los desafíos relacionados con las pérdidas postcosecha, sino que también contribuyen a garantizar que los alimentos estén disponibles y sean adecuados para el consumo humano, lo que es fundamental para la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos.

Desarrollo de Cultivos Resistentes.

La mejora genética de cultivos para que sean resistentes a plagas y enfermedades es una estrategia clave para reducir las pérdidas postcosecha. Al cultivar variedades de granos resistentes, se disminuye la necesidad de productos químicos y se conserva la calidad de las materias primas (Thompson, 2019).

Integración de Sistemas de Almacenamiento en la Cadena de Suministro.

La seguridad alimentaria no solo depende del almacenamiento en sí, sino también de cómo se integra en la cadena de suministro. La implementación de sistemas de almacenamiento modernos, como silos y almacenes con tecnología avanzada, garantiza que los granos mantengan su calidad desde el agricultor hasta el consumidor (World Bank., 2020).

Acceso a Créditos y Financiamiento.

Para que los agricultores y operadores de almacenes puedan adoptar innovaciones en el almacenamiento, es crucial que tengan acceso a créditos y financiamiento. Esto les permite invertir en tecnologías y prácticas que mejoren la conservación de la calidad de los granos y la seguridad alimentaria (World Bank., 2020).

Diversificación de Fuentes de Alimentos.

La seguridad alimentaria se fortalece mediante la diversificación de las fuentes de alimentos. Al mejorar el almacenamiento de granos, se promueve la disponibilidad de diferentes tipos de alimentos, lo que contribuye a una dieta más equilibrada y a la prevención de la desnutrición (Proain, 2020).

Educación Nutricional.

Junto con la conservación de la calidad de los granos, la educación nutricional es esencial. Las comunidades deben comprender la importancia de una dieta equilibrada y diversificada para su salud y bienestar. La educación nutricional promueve una mejor utilización de los alimentos disponibles.

Adaptación al Cambio Climático.

Dado que el cambio climático puede tener un impacto en las condiciones de almacenamiento, es fundamental que las innovaciones en el almacenamiento estén diseñadas para adaptarse a escenarios climáticos cambiantes. Esto garantiza que la calidad de los granos se mantenga incluso en condiciones climáticas extremas (Thompson, 2019).

Comercialización y Acceso a Mercados.

El acceso a mercados es esencial para la seguridad alimentaria. Las innovaciones en el almacenamiento deben estar conectadas a sistemas de comercialización eficientes para que los agricultores puedan vender sus productos y obtener un ingreso justo (World Bank., 2020).

Colaboración entre Sectores.

La colaboración entre los sectores público y privado, junto con organizaciones de la sociedad civil, es fundamental para abordar la seguridad alimentaria y la calidad de las materias primas de manera integral. Esta colaboración puede desencadenar inversiones y esfuerzos coordinados para implementar innovaciones en el almacenamiento (World Bank., 2020).

La mejora de la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas a través de innovaciones en el almacenamiento es un desafío multifacético que requiere una combinación de tecnología, educación, políticas y colaboración. La implementación efectiva de estas estrategias es esencial para garantizar que los alimentos estén disponibles y sean adecuados para el consumo humano, contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria y a la calidad de los alimentos. La promoción de la investigación, la inversión y la colaboración global son factores clave para abordar estos desafíos a nivel mundial y mejorar la seguridad alimentaria de las comunidades. La conservación de la calidad de las materias primas es una prioridad en un mundo que enfrenta desafíos climáticos y demográficos en constante evolución.

La seguridad alimentaria se relaciona a una serie de políticas que regulan los procesos de producción de alimentos con la finalidad de ofrecer productos seguros e ino cuos a la población. Por tanto, el posicionamiento estable de productos en el mercado, su accesibilidad mediante precios justos, alimentos de alta calidad bajo estándares rigurosos de inocuidad y la capacidad adquisitiva de los consumidores representan las condiciones para determinar la seguridad alimentaria. Es tarea del Estado el constante monitoreo y control de las políticas sanitarias de los procesos de producción de las empresas alimenticias, para resguardar la seguridad de la salud de los ciudadanos (Quispe, 2022).

La implementación de la seguridad alimentaria forma parte de la administración de la producción agrícola, debido a que los productos derivados del campo son alimentos.

Según P. Alonso (2014), explica que se consideran una serie de factores indispensables para la distribución de alimentos de acuerdo a las normas de seguridad alimentaria, con el fin de no comercializar productos comestibles no seguros para la salud de la población. La Unión Europea es uno de los agentes de importación y exportación de alimentos, ha intervenido en la elaboración de políticas internacionales de seguridad alimentaria. Promoviendo el libre comercio de productos alimenticios bajo un estricto régimen de comercialización justo y ético. Por tanto, se rige bajo un reglamento que establece los requisitos generales de seguridad alimentaria los cuales se describen de la siguiente manera:

No se enviarán al mercado los alimentos que no se consideran seguros. Significa que un producto comestible no es seguro cuando es contraproducente para la salud, por lo que no es apto para el consumidor.

Al momento de determinar si un producto alimenticio no es seguro, es necesario considerar las condiciones bajo las que se fabricó dicho comestible, esto implica un análisis de cada ciclo de los procesos productivos, los métodos de distribución y la información que contiene el etiquetado de los productos.

Cuando se determina si un comestible es nocivo para la salud del consumidor, se toma en consideración los posibles efectos a corto y largo plazo que puedan tener las personas a causa de dicho alimento, tanto en niños, adultos y ancianos con el objetivo de descartar peligros para la salud de la población.

Un producto alimenticio se cataloga como inseguro para el consumidor cuando se encuentra contaminado, degradado y en mal estado.

Cuando un alimento nocivo se encuentra dentro de un lote, se supondrá que todos los demás productos comestibles están en las mismas condiciones, por ende, se debe inspeccionar a detalle toda la tanda.

Las autoridades competentes tienen el deber de administrar las restricciones y sanciones correspondientes, y en caso de ser necesario, exigir que se retire el producto del mercado.

La seguridad alimentaria constituye la oferta de productos comestibles con altos estándares de calidad y estrictas medidas de inocuidad para no afectar la salud de la población. La disponibilidad física de alimentos implica una presencia constante de productos alimenticios en el mercado, el acceso a los alimentos se basa en la posibilidad que tiene el ciudadano de adquirir los alimentos necesarios para su sustento, la ingesta de los productos comestibles le aporta los nutrientes y fuentes de energía al ser humano, la estabilidad de los suministros de la provisión que contribuye a la nutrición de la sociedad. Dichos parámetros representan los factores de la seguridad alimentaria que intervienen para que el ser humano tenga acceso a una dieta segura (Pantoja, 2022).

La seguridad alimentaria surge desde que el ser humano tiene acceso físico y económico a los alimentos bajo índices nutricionales y medidas de inocuidad con el objetivo de satisfacer las necesidades energéticas requeridas por el organismo para su sano funcionamiento. Según (Theodor, 2014) los retos que atraviesa la seguridad alimentaria se describen de la siguiente manera:

Precios.

Desde el año 2000, han ascendido rápidamente los precios, siendo una noticia positiva para los productores y agricultores, no obstante, representa una limitante al acceso de los alimentos en la población más vulnerable, afectando a una gran fracción de ciudadanos especialmente en países en vías de desarrollo.

Recursos Naturales.

La producción de alimentos se encuentra dependientes de los recursos naturales. Siendo el agua cada vez un recurso más escaso, otro elemento importante para la producción agrícola es la tierra, debido al uso que se le da para la siembra de los alimentos, la tierra se deteriora y deja de ser fértil.

Cambio climático.

Los fenómenos meteorológicos extremos son los que perjudican en mayor escala la producción de alimentos, dañando grandes extensiones de tierra donde se encuentra sembrado el alimento.

Biocombustibles.

Debido a que ha incrementado la producción de biocombustibles en los últimos años, la producción de alimentos ha de ser afectada ya que ambos tipos de producción compiten por adquirir la disposición de los recursos necesarios los cuales son el agua, la tierra, la fuerza de trabajo y los agentes tecnológicos. Sumando a esto, el aumento de los precios, ambos factores influyen negativamente en la seguridad alimentaria.

Con respecto a la industria de alimentos, todas las organizaciones buscan la gestión y mejora continua para los procedimientos de fabricación de alimentos y bebidas. De acuerdo con (Saltos, 2020) menciona que la administración de los procesos incluye la identificación de las tareas en unión a los insumos, recursos, equipos y mano de obra interactúan entre sí para obtener el producto final. En el sector alimentos y bebidas las buenas prácticas de manufactura (BPM) son una herramienta de gestión del control de la calidad que permite la detección de anomalías tanto en la materia prima como en los ciclos de los procesos de producción. Del mismo modo, el uso de dicha normativa permite garantizar la inocuidad, siendo un requerimiento obligatorio para la seguridad alimentaria.

El almacenamiento de materias primas es un sistema riguroso en el que se debe seleccionar el método de almacenamiento de acuerdo con las propiedades de los insumos, la elección del método a utilizar para almacenar materias primas depende del peso del producto terminado. Es necesario etiquetar todos los insumos que se van a depositar al almacén, especialmente la materia peligrosa, que antes de almacenarla se debe llenar una hoja de datos de seguridad. La materia prima dentro del área se debe acomodar acorde a la aseguración de su estado, evitando que se caiga o se estropee. Del mismo modo, la implementación de un plan de inspección periódica del almacenamiento de las

materias primas con el objetivo de asegurar que los insumos se encuentren en perfecto estado para ser incorporados a los procesos productivos (Miranda, 2023).

Los Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad de acuerdo con (Díaz, 2023) se refieren a una serie de políticas en pro de la gestión efectiva de la administración de procesos industriales bajo los estándares necesarios contribuyentes a la seguridad de productos. Asimismo, engloba el cumplimiento de los parámetros legales y requerimientos enfocados a la mejora continua. En relación con la seguridad alimentaria, se considera una serie de factores determinantes que se describen de la siguiente manera:

Inocuidad Alimentaria.

Cabe destacar que un producto que no cumple con las normas de salubridad representa un elemento perjudicial para la salud del consumidor y contribuye a una malnutrición. Dicha problemática de salud es regulable y se puede evitar por medio de la implementación de procedimientos inocuos en los procesos industriales como requisito infaltable en las plantas productoras. La inocuidad alimentaria se encuentra dentro de las prioridades de salud pública, mediante las inspecciones regulatorias de los procesos en las empresas.

Buenas Prácticas de Manufactura.

Identificadas como BPM, son normas requeridas para ofrecer productos seguros y aptos para ser consumidos. Dicha normativa cumple con los estándares de prácticas salubres, medidas estrictas de higiene y la manipulación adecuada de los alimentos, aportando sistemas productivos apropiados para alcanzar la alta calidad.

Materias Primas.

En el caso que se tenga sospecha de la presencia de agentes nocivos encontrados en la materia prima, se debe retirar inmediatamente de los procesos productivos, separarse, rotularse y posteriormente desecharse correctamente. En este sentido, este aspecto es esencial para la seguridad alimentaria, mediante la gestión del almacenamiento de materias primas se logra evitar la proliferación de hongos y agentes contaminantes de los insumos, por lo tanto, el lugar de depósito de

la materia prima debe estar distanciado del sitio donde se encuentran los productos terminados para reducir probabilidades de contaminación cruzada.

Establecimientos.

El adecuado diseño de los espacios físicos representa un factor relevante para llevar a cabo la actividad productiva. Por lo que, la ubicación geográfica juega un papel importante en la construcción de las instalaciones de las plantas de producción, tomando en consideración que dicha estructura no se encuentre afectada por desastres climatológicos. Con respecto al diseño interno, los caminos de acceso de contenedores deben estar pavimentados y señalizados para promover un adecuado transporte. La estructura tanto interna como externa de la empresa debe tener el soporte suficiente en relación al tipo de productos que se fabricarán, asimismo debe estar apta para evitar el ingreso de microorganismos que generan plagas dentro de las instalaciones. Considerando que el diseño estructural debe separar cada área con el fin de reducir la contaminación cruzada.

Higiene.

El personal de producción debe respetar las estrictas normas de higiene que se llevan a cabo por medio de las buenas prácticas de manufactura, tema indispensable impartido dentro de los planes de capacitación, asimismo, es necesario que la organización cuente con un manual de BPM como pauta de las actividades productivas en todas las áreas de la empresa.

Almacenamiento y Transporte de Materias Primas y Producto Final.

El medio utilizado para el desplazamiento de los insumos y productos terminados debe estar apto para eliminar toda probabilidad de contaminación, considerando los parámetros necesarios para evitar la presencia y reproducción de plagas y del mismo modo asegurar que los materiales del empaque y embalaje no sufran alteraciones.

Control de Procesos de producción.

Es primordial que todos los reglamentos y políticas de seguridad alimentarias y buenas prácticas de manufactura se cumplan efectivamente en los procesos de producción, por ende, es imprescindible la implementación de sistemas de control en todas las áreas de la organización, con el

fin de detectar agentes contaminantes y asegurar el monitoreo diario para verificar que se está cumpliendo con los estándares de calidad.

Documentación.

Para obtener éxito con respecto a las buenas prácticas de manufactura, la documentación de dichas políticas regulatorias tiene la función de definir a detalle los procedimientos y mecanismo de control en las áreas de trabajo. Por medio de esta documentación se cuenta con la información sobre los productos fabricados bajo control que facilita la investigación efectiva de algún producto, en caso de presentarse sospechas de anormalidad.

La industria de alimentos ha crecido considerablemente en los últimos años, por lo que el incremento de la producción ha generado complejidad en los inventarios, es decir, la administración de la materia, propiciando la conservación de los estándares de calidad y la eficiencia en la fabricación de productos comestibles, por ende, los inventarios deben tener las cantidades de materia prima justa para el volumen de producción a fabricar siempre bajo las condiciones de almacenamiento requeridas para conservar las el valor nutritivo de los insumos. En este sentido, un efectivo sistema de inventario evita que la materia prima se deteriore debido a su constante monitoreo (Cardona et al., 2018).

Generalmente dentro de la administración de inventarios se aprecian tres elementos, los cuales consisten en compras erróneas, insuficiencia o exceso de existencias. Según (Gayón y Ospina, 2019) mencionan que si no se implementan operaciones correctivas y preventivas en las alteraciones existentes en inventarios se genera una pérdida de materias primas. Las principales funciones del almacén tanto para la materia prima como para el producto terminado, donde el control de inventario debe estar presente, corresponden a la recepción, el acondicionamiento adecuado para su eficiente conservación, disposición de equipos y maquinaria necesarios de acuerdo con sus características, la adecuada y cuidadosa manipulación por parte de los colaboradores, el correcto etiquetado y un control activo de existencias.

Para alcanzar la conservación de la calidad de materias primas, es indispensable la implementación de estrategias que fomenten la seguridad alimentaria a través del uso de las normas de procesos operativos estandarizados de saneamiento (POES) y la aplicación de buenas prácticas de manufactura (BPM). La normativa de las POES hace referencia a las actividades relacionadas a la limpieza y desinfección de áreas de trabajo. Por tanto, las normas POES consisten en procedimientos escritos que explican los métodos de higienización que se emplean antes, durante y después de ejecutar las fases de los procesos de fabricación alimentaria. Del mismo modo, el desarrollo de las BPM se basa en técnicas de manejo de las materias primas en los procesos productivos con el objetivo de ofrecer productos seguros y libres de contaminación (Martínez, 2020).

A nivel mundial, la seguridad alimentaria se ha visto afectada por la emergencia sanitaria llamada COVID-19, considerando que durante la pandemia las condiciones no eran favorables para la manipulación de alimentos y se escasearon algunos insumos, por lo que la industria en todos los países de mundo tomó el concepto de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) como alternativa resolutive, enfocada en la conservación del valor nutricional. Por tanto, la seguridad alimentaria busca que la industria de alimentos fabrique productos comestibles suficientes, con altos estándares de inocuidad y con un potencial valor nutritivo para enriquecer la dieta del ser humano (Yagüe, 2023).

Es importante resaltar que, la industria de alimentos se apoya de la inocuidad alimentaria, puesto que, los mecanismos de gestión de la higiene y seguridad alimentaria han demandado de la adopción de la certificación, por lo que, la norma ISO 22000 se refiere a una diversidad de políticas y requerimientos para la optimización de un sistema de control de la inocuidad de los productos alimentarios, permitiendo a la organización la capacidad de regular los riesgos vinculados a la inocuidad alimentaria con el fin de garantizar un producto alimentario inocuo y seguro para el consumo (González y García, 2022).

La calidad en los productos alimentarios implica la integración de una diversidad de requerimientos, de acuerdo con (González, 2017) tomando en consideración que, la norma ISO 22000 representa un mecanismo estándar que brinda las pautas para el óptimo cumplimiento de un eficaz

sistema de administración de la seguridad alimentaria. Existe una serie de beneficios de implementar la norma ISO 22000 al sistema de gestión de la inocuidad alimentaria tales como promover el incremento del valor agregado en la producción.

Continuando con el párrafo anterior, la adopción de la norma ISO 22000 es implementada por la industria de alimentos con el fin de optimizar la inspección de la documentación de procesos, aumentar los niveles de rendimiento productivo, impulsa la competitividad de la organización, enriquece la relación y comunicación entre la corporación y los accionistas, evalúa y regula los factores de riesgo con el objetivo de potenciar la calidad alimentaria, promueve mayor confianza del cliente final, catapulta la introducción de los productos en el mercado, logra que la organización se posicione competitivamente en el mercado de productos alimentarios a nivel nacional e internacional (González, 2017).

Diseño de Investigación.

Este estudio se basa en una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre innovaciones en el almacenamiento de granos. Se recopilaron y analizaron datos de fuentes secundarias, incluyendo artículos científicos, informes técnicos y estudios de casos.

Selección de Muestra o Materiales.

No se aplicarán procedimientos de selección de muestras o recolección de materiales, ya que la investigación se centrará en la recopilación y síntesis de información disponible en fuentes públicas y académicas.

Métodos

Investigación Bibliográfica.

Revisión de literatura científica, libros, artículos e informes relacionados con el almacenamiento de granos y sus innovaciones.

Estudio de Casos.

Análisis de casos reales donde se hayan implementado tecnologías innovadoras en el almacenamiento de granos.

Desarrollo

Problemas en el Almacenamiento de Granos.

Pérdidas por insectos, roedores, hongos y bacterias.

Deterioro de la calidad debido a la humedad y la temperatura.

Tecnologías Tradicionales y Modernas.

Comparación entre métodos convencionales (silos, almacenes) y tecnologías innovadoras (atmósferas controladas, sensores IoT, tratamientos a base de químicos y naturales).

Impacto de las condiciones de almacenamiento.

Efecto de la humedad y temperatura en la germinación, contenido nutricional y desarrollo de hongos.

Estudio de la influencia de la atmósfera controlada en la prevención de insectos.

Casos de estudio de éxito.

Ejemplos de empresas o regiones que han logrado reducir las pérdidas mediante la implementación de innovaciones.

Diseño Estadístico

Tipo de Estudio

Esta investigación se basa en un diseño de estudio descriptivo y exploratorio. El enfoque principal es analizar y sintetizar la información existente en la literatura relacionada con las innovaciones en el almacenamiento de granos.

Población y Muestra

La población de estudio consiste en toda la literatura científica, técnica y académica relacionada con el almacenamiento de granos y sus innovaciones. Dado que se trata de una revisión documental, no se aplicó un proceso de muestreo. Se incluyeron todas las fuentes relevantes que cumplieron con los criterios de inclusión predefinidos.

Variables de Estudio

En este estudio, las variables se refieren a los diferentes tipos de innovaciones en el almacenamiento de granos, sus aplicaciones, impactos y desafíos. No se utilizaron variables cuantitativas tradicionales, ya que la investigación se centró en la recopilación y síntesis de información cualitativa y descriptiva.

Instrumento de Recopilación de Datos

Los principales instrumentos utilizados fueron bases de datos académicas y motores de búsqueda en

línea, como PubMed, Google Scholar y Web of Science. Se emplearon términos de búsqueda específicos relacionados con el almacenamiento de granos y la innovación.

Procedimiento de Análisis

Se realizará una revisión sistemática de la literatura utilizando un enfoque cualitativo. Se identificaron y analizaron los estudios relevantes y se resumieron los hallazgos en relación con las innovaciones en el almacenamiento de granos. Se utilizó un enfoque temático para agrupar y sintetizar la información.

Consideraciones Éticas

Dado que la investigación se basó en la recopilación y síntesis de datos de fuentes públicas y académicas, no se aplicaron procedimientos éticos específicos en términos de consentimiento informado o protección de sujetos.

Limitaciones del Diseño

La principal limitación del diseño estadístico es la falta de datos primarios recopilados a través de experimentos o encuestas, lo que limita la capacidad de realizar análisis cuantitativos. Además, la calidad y la disponibilidad de la literatura revisada pueden variar.

Resultados y Discusión

Estudio de Caso: Sistemas de Enfriamiento Basados en Convección Natural en la India¹

Resumen

Este estudio analiza la implementación exitosa de sistemas de almacenamiento que utilizan la convección natural para enfriar los granos en la India. Estos sistemas permiten mantener las temperaturas adecuadas para el almacenamiento a largo plazo sin el uso de energía eléctrica. El caso destaca cómo esta tecnología ha mejorado la calidad y la conservación de los granos, reduciendo las pérdidas postcosecha.

Introducción

La India es uno de los mayores productores y consumidores de granos en el mundo, y la conservación de los granos después de la cosecha es un desafío crítico para garantizar la seguridad alimentaria. Los sistemas tradicionales de almacenamiento a menudo se enfrentan a problemas de plagas, mohos y pérdidas postcosecha debido a las condiciones ambientales.

Tecnología de Enfriamiento Basada en Convección Natural.

El estudio se centra en la implementación de sistemas de almacenamiento de granos que utilizan la convección natural para enfriar los granos. En lugar de depender de la energía eléctrica, estos sistemas aprovechan las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior del almacén para facilitar el flujo de aire, lo que ayuda a mantener las temperaturas adecuadas para el almacenamiento a largo plazo.

Resultados y Beneficios.

El estudio muestra que esta tecnología ha tenido un impacto significativo en la conservación de la calidad de los granos y en la reducción de las pérdidas postcosecha en la India. Los beneficios clave incluyen:

Reducción de Pérdidas Postcosecha.

La convección natural ayuda a mantener una temperatura uniforme y adecuada dentro del almacén, lo que reduce la proliferación de plagas y hongos, minimizando así las pérdidas de granos debido a daños y deterioro.

Ahorro de Energía.

Al no requerir electricidad, estos sistemas son más sostenibles y asequibles para los agricultores y las comunidades rurales, especialmente en áreas donde la electricidad es escasa.

Mayor Calidad de Granos.

Los granos almacenados en estas instalaciones mantienen su calidad nutricional y comercial durante períodos más largos, lo que beneficia tanto a los agricultores como a los consumidores.

Conclusiones.

El estudio destaca la importancia de tecnologías innovadoras como los sistemas de enfriamiento basados en convección natural para abordar los desafíos en el almacenamiento de granos en regiones agrícolas de la India y en otros lugares. Estas soluciones ofrecen una manera más eficiente y efectiva de preservar la calidad de los granos y mejorar la seguridad alimentaria. Este estudio de caso sirve como ejemplo de cómo la implementación de tecnologías innovadoras puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria y la conservación de los alimentos en un contexto específico, como la India.

Estudio de Caso: Implementación de Atmósferas Controladas en Silos en los Estados Unidos

Referencia: (Pitt y Hocking, 2009).

Resumen

Este estudio aborda la implementación de atmósferas controladas en silos de almacenamiento de granos en los Estados Unidos. Explora cómo el control de la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en estos silos ha demostrado ser eficaz para prevenir el crecimiento de hongos y plagas, lo que contribuye a la conservación de la calidad de los granos. (Alvarado Ruiz y Peñuela Sanabria, 2022).

Reducción de Pérdidas por Plagas y Hongos.

El control de la atmósfera en los silos reduce significativamente la proliferación de hongos y plagas, lo que disminuye las pérdidas postcosecha y mejora la calidad de los granos almacenados. (Argote Argote, 2022).

Introducción

El estudio aborda un enfoque innovador para el almacenamiento de granos en los Estados Unidos, que implica la implementación de atmósferas controladas en los silos. El control de la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en estos entornos se ha utilizado para prevenir el crecimiento de hongos y plagas, lo que contribuye significativamente a la conservación de la calidad de los granos. (Athanassiou et al., 2014).

Tecnología de Atmósferas Controladas

El enfoque principal del estudio es la modificación de la atmósfera dentro de los silos de almacenamiento de granos. Esto implica el control preciso de la concentración de oxígeno y dióxido de carbono para crear un entorno donde los microorganismos, como hongos y plagas, no puedan prosperar. La baja concentración de oxígeno y/o el aumento de dióxido de carbono tienen efectos perjudiciales en estos organismos, lo que ralentiza o previene su crecimiento. (Bustamante Mendoza y Grados Rebaza, 2022).

Resultados y Beneficios.

El estudio destaca varios beneficios clave de la implementación de atmósferas controladas en los silos de almacenamiento de granos en los Estados Unidos:

Mayor Conservación de Nutrientes.

La prevención de la contaminación por hongos y plagas garantiza que los granos conserven su valor nutricional durante un período más largo, lo que es fundamental tanto para la seguridad alimentaria como para la comercialización. (Camacho Vargas et al., 2022).

Mayor Eficiencia en el Almacenamiento.

Al reducir la necesidad de tratamientos químicos y el desperdicio de granos, la tecnología de atmósferas controladas ofrece una solución más eficiente y sostenible para el almacenamiento a largo plazo. (Cardona Tunubala et al., 2018).

Conclusiones.

El estudio subraya la importancia de la tecnología de atmósferas controladas en el contexto del almacenamiento de granos en los Estados Unidos. Esta técnica innovadora ha demostrado ser eficaz para mantener la calidad y prevenir pérdidas, lo que tiene implicaciones significativas tanto para los agricultores como para la seguridad alimentaria a nivel nacional. Este enfoque, que combina la ciencia y la tecnología para mejorar la conservación de granos, ejemplifica cómo las innovaciones en el almacenamiento de alimentos pueden desempeñar un papel crucial en la mitigación de pérdidas postcosecha y en la promoción de la seguridad alimentaria. (Castillo Girones, 2020).

Estudio de Caso: Uso de Sensores IoT en Almacenamiento de Granos en Sudamérica

(Proain tecnología agrícola, 2020). Internet of Things in Agriculture: Technology and Applications. In Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming (pp. 23-41). Springer.

Resumen

Este estudio se centra en la implementación de sensores IoT para el monitoreo en tiempo real de las condiciones de almacenamiento de granos en varias regiones de Sudamérica. Muestra cómo la tecnología IoT ha permitido una detección temprana de problemas, como fluctuaciones de temperatura y humedad, y ha mejorado la eficiencia en la gestión de granos, lo que ha contribuido a la conservación de la calidad y la seguridad alimentaria. (Castro Arteaga, 2018).

Introducción

El estudio se centra en la implementación exitosa de sensores IoT (Internet de las Cosas) para el monitoreo en tiempo real de las condiciones de almacenamiento de granos en diversas regiones de Sudamérica. La tecnología IoT se ha utilizado para detectar problemas en el almacenamiento de

granos, como fluctuaciones de temperatura y humedad, y ha mejorado la eficiencia en la gestión de granos, lo que a su vez ha contribuido a la conservación de la calidad de los granos y la seguridad alimentaria. (Zorzano Osinalde, 2022).

Uso de Sensores IOT.

El estudio describe cómo se han implementado sensores IoT en silos y almacenes de granos para realizar un seguimiento continuo de las condiciones ambientales y del estado de los granos almacenados. Estos sensores pueden medir factores críticos como la temperatura, la humedad, la concentración de gases y la presencia de plagas. Los datos recopilados se envían a sistemas de gestión que permiten el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones informadas. (Díaz Avilés, 2023)

Beneficios y Resultados.

Los beneficios clave destacados en el estudio son los siguientes:

Detección Temprana de Problemas.

Los sensores IOT permiten una detección temprana de fluctuaciones de temperatura y humedad, lo que ayuda a prevenir la proliferación de plagas y la pérdida de calidad de los granos. (Garay Leiva y Portillo Ayala, 2024).

Optimización de la Gestión.

La información en tiempo real proporcionada por los sensores permite a los operadores de los silos tomar decisiones informadas sobre la ventilación, refrigeración y otras prácticas de manejo, lo que contribuye a la eficiencia en la gestión de granos. (Yagüe Lucas, 2023).

Reducción de Pérdidas y Mejora de la Seguridad Alimentaria.

La prevención de problemas en el almacenamiento de granos resulta en una reducción significativa de las pérdidas postcosecha y garantiza la calidad de los alimentos, lo que es esencial para la seguridad alimentaria en la región. (Warth y Desforges, 1975).

Conclusiones.

El estudio subraya cómo la implementación de sensores IoT en el almacenamiento de granos en Sudamérica ha transformado la gestión de granos al proporcionar un monitoreo en tiempo real y la

capacidad de tomar medidas proactivas para mantener la calidad de los granos y reducir las pérdidas. Esta tecnología representa un enfoque innovador y efectivo para abordar los desafíos en el almacenamiento de granos y contribuye significativamente a la seguridad alimentaria en la región. Además, destaca cómo la adopción de tecnologías inteligentes puede ser fundamental en la agricultura moderna y la cadena de suministro de alimentos. (Gayon Buitrago y Ospina Rojas, 2019)

Estudio de Caso: Nanotecnología en Envases para Granos en Asia

(Tibaingana et al., 2023)

Resumen

Este estudio de caso explora cómo la nanotecnología se ha aplicado en envases para granos en países de Asia. Estos envases utilizan nanomateriales con propiedades antimicrobianas para inhibir el crecimiento de microorganismos y proteger la calidad de los granos durante el almacenamiento y el transporte. (SpringerLink, 2024).

Introducción

Este estudio de caso se centra en la aplicación exitosa de la nanotecnología en envases utilizados para el almacenamiento y transporte de granos en países de Asia. Estos envases emplean nanomateriales con propiedades antimicrobianas con el objetivo de inhibir el crecimiento de microorganismos y proteger la calidad de los granos a lo largo de su ciclo de vida. (Singh, 2014).

Uso de Nanotecnología en Envases para Granos.

El estudio explora cómo se han utilizado nanomateriales en la fabricación de envases específicamente diseñados para granos. Los nanomateriales incorporados en estos envases tienen propiedades antimicrobianas, lo que significa que pueden inhibir el crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos que podrían dañar los granos almacenados. (La Torre, D. de y Bartosik, R. E., 2022).

Beneficios y Resultados.

Los beneficios clave que se destacan en el estudio son los siguientes:

Mayor Vida Útil de los Granos.

La nanotecnología en los envases ayuda a mantener la calidad de los granos al inhibir el crecimiento de microorganismos que pueden causar deterioro y pérdida de calidad durante el almacenamiento y el transporte. (Lemieux y Feng, 2021).

Reducción de Desperdicio de Alimentos.

La protección mejorada de los granos envasados con nanotecnología contribuye a la reducción del desperdicio de alimentos, lo que es esencial en una región donde la seguridad alimentaria puede ser un desafío. (Naresh Magan y Aldred, 2007).

Mejora de la Calidad y Seguridad Alimentaria.

La nanotecnología en envases garantiza que los granos lleguen al consumidor con una calidad óptima y libre de contaminantes, lo que es crucial para garantizar la seguridad alimentaria. (Semple et al., 2022).

Conclusiones

El estudio destaca cómo la implementación de la nanotecnología en envases para granos en Asia ha tenido un impacto positivo al prolongar la vida útil de los granos, reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria. Los envases mejorados con nanomateriales antimicrobianos se han convertido en una solución efectiva para abordar los desafíos relacionados con la conservación de la calidad de los granos en la región. La nanotecnología en envases es un ejemplo de innovación en la industria alimentaria que puede contribuir significativamente a la eficiencia de la cadena de suministro y al suministro de alimentos seguros y de alta calidad. (Martínez Peña, 2020)

Estudio de Caso: Cadena de Suministro de Granos con Tecnología Blockchain en África

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

Realizing the Potential of Blockchain: A Blueprint for Digital Trade. World Bank Publications.

Resumen

Este estudio destaca la implementación de tecnología blockchain en la cadena de suministro de granos en países de África. Muestra cómo la trazabilidad y la transparencia proporcionadas por la

tecnología blockchain han contribuido a la conservación de la calidad de los granos y a la seguridad alimentaria, asegurando que los granos cumplan con los estándares de calidad y seguridad. (Saltos Torres, 2020).

Introducción

Este estudio de caso se centra en la aplicación de la tecnología blockchain en la cadena de suministro de granos en países de África. La tecnología blockchain se ha utilizado para mejorar la trazabilidad, transparencia y eficiencia en la gestión de granos, lo que a su vez ha contribuido a la conservación de la calidad de los granos y a garantizar la seguridad alimentaria. (Gonzales Perez, 2017).

Implementación de Blockchain en la Cadena de Suministro de Granos.

El estudio destaca cómo se ha implementado la tecnología blockchain en diferentes etapas de la cadena de suministro de granos en África. Esto incluye la creación de registros digitales seguros y descentralizados que registran todas las transacciones y actividades relacionadas con los granos, desde la producción hasta la distribución. (González Enríquez y García Pérez, 2022).

Beneficios y Resultados

Los beneficios clave que se resaltan en el estudio incluyen:

Trazabilidad Mejorada.

La tecnología blockchain permite un seguimiento detallado de la procedencia de los granos, lo que facilita la identificación rápida de problemas o contaminantes, contribuyendo a la conservación de la calidad. (Lemieux y Feng, 2021).

Transparencia y Confianza.

La cadena de bloques proporciona un registro transparente y a prueba de manipulaciones de todas las transacciones, lo que aumenta la confianza en la calidad y la seguridad de los granos.

Cumplimiento de Estándares de Calidad y Seguridad Alimentaria.

La implementación de blockchain garantiza que los granos cumplan con los estándares de calidad y seguridad alimentaria, lo que es esencial para la seguridad alimentaria en África.

Conclusiones

El estudio concluye que la aplicación de la tecnología blockchain en la cadena de suministro de granos en África ha tenido un impacto positivo al mejorar la trazabilidad, la transparencia y el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad. Esto ha contribuido significativamente a la conservación de la calidad de los granos y a garantizar la seguridad alimentaria en una región donde estos desafíos son críticos. La tecnología blockchain se presenta como una solución innovadora para mejorar la gestión de la cadena de suministro de alimentos en entornos desafiantes, como los países africanos. (Roskopf, 2022a)

Estos estudios de casos representan ejemplos de la implementación exitosa de tecnologías innovadoras en el almacenamiento de granos en diferentes regiones del mundo. Cada caso ilustra cómo estas innovaciones abordan desafíos específicos y contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas. (Miranda Miñán, 2023).

Lineamientos de Intervención

Cuadro 1

Lineamiento de implementación

Fases del plan	Detalle
Observación	De manera inicial, se debe realizar una observación de cada una de las áreas de la empresa, así como de los procesos que se emplean. De esta manera, se obtiene un concepto general de cómo funciona la empresa, lo que está funcionando y lo que puede ser mejorado.
Identificación del problema	Luego de realizar una observación general de la empresa, se procede a identificar el problema de cada una de las áreas, las cuales pueden ser, ineficiencia de los procesos, pérdida de materia prima, pérdida de producción, entre otros.
Diagnóstico de la situación	El diagnóstico de la situación consiste en determinar qué tanto afectan los problemas antes descritos a la empresa, para luego establecer los nuevos procesos que se deben seguir para la mejora continua. Al identificar las áreas de mejora, se debe hacer un estudio profundo de las opciones de procesos que se desean implementar, ya que, no todos los procesos pueden ser adecuadas para todas las empresas, esto debido a su costo de implementación y mantenimiento.
Intervención e implementación de los procesos	Una vez identificado el problema y el cambio que se va a hacer, se procede con la implementación de los mismos. En el caso de esta investigación, sería la inclusión de las nuevas tecnologías para mejorar la seguridad alimentaria y la conservación de la calidad de las materias primas. De acuerdo con la búsqueda de literatura que se realizó, los nuevos procesos en el área del agro que se identificaron son, sistemas de enfriamiento de convección natural, el cual permite mantener la temperatura adecuada para el almacenaje a largo plazo sin la necesidad de energía eléctrica. Otra

Fases del plan	Detalle
	estrategia sería la implementación de atmósferas controladas en silos, el cual explica como la acumulación de oxígeno y dióxido de carbono previene el crecimiento de hongos y plagas, lo cual resulta de ventaja, ya que este es un método de conservación tradicional que en la actualidad es muy usado. La siguiente estrategia estudiada fue el uso de sensores del internet de las cosas (IoT) para el monitoreo en tiempo real de las condiciones de almacenaje de los granos. De igual manera, se considera el uso de la nanotecnología en envases, donde la correcta selección de los materiales para la realización de los envases, inhibe el crecimiento de microorganismos, protegiendo la calidad de los granos. Finalmente, la cadena de suministros está haciendo uso de tecnología blockchain, lo cual mejora la trazabilidad, transparencia y eficiencia en la gestión de granos.
Análisis de mejora	Una vez implementados los nuevos procesos, se debe realizar un análisis de las mejoras que este nuevo método supone, ya que se debe tener bien claro si está dando los resultados esperados. En caso que no, este debe ser reemplazado, ya sea en el corto o mediano plazo, ya que, si no da las respuestas que se esperaban, puede suponer una pérdida económica para la empresa.
Supervisión continua	Al tratarse de nuevos procesos dentro de la empresa, se debe supervisar de forma continua, justamente para asegurar su correcto funcionamiento y que esté generando beneficios para la empresa.

Recomendaciones y Estrategias

Luego de haber realizado una revisión de literatura acerca del tema que se está investigando, se identificaron ciertas áreas que pueden ser mejoradas, esto teniendo en consideración los hallazgos obtenidos de los estudios de caso.

Con la creciente y moderna modificación de la tecnología, resulta de vital importancia la inclusión de la misma en los procesos, especialmente en aquellos que llevan mucho tiempo sin actualizarse. Para mantener el abastecimiento de granos a diferentes regiones, se debe procurar su cuidado durante el almacenamiento y transporte de los mismos, ya que suele ser la parte del proceso donde más pérdidas se sufre. Por tal motivo, se deben incluir las innovaciones que se dan en el área, con el propósito de mejorar los procesos y que estos puedan ser más eficientes, brindando aún mejores resultados que cuando no se implementan modificaciones tecnológicas. (GUTIERREZ ELIAS, 2023).

De igual manera, la educación de los encargados en temas de las innovaciones involucradas es un punto fundamental, ya que estos deben conocer desde el origen del problema hasta las mejoras que su implementación supone. Por eso, se deben brindar capacitaciones a todos los empleados en

este tema, para que, al saber de un área en conflicto, estos puedan tomar acciones de corrección en el problema identificado. (Quispe Cusihuamán, 2022)

Durante se hizo la búsqueda de la literatura que le diera sustento a esta investigación, se encontró que la innovación no se da solamente en el área tecnológica, la cual supone mejoras en los productos, y procesos, con el fin de brindar un servicio de calidad al cliente, ya sea durante los procesos o como consumidor final, si no, también en los métodos de gestión y sociales, las cuales supone la introducción de nuevas tecnologías, así como la exploración de nuevos mercados geográficos, además de las mejoras en las condiciones de trabajo. (FAO, 2011)

Ahora, la innovación de los procesos no solo implica la implementación de las mismas, más bien, toda empresa responsable considera el impacto, ya sea negativo o positivo, que esto genera en el medio ambiente a nivel macro y micro, en otras palabras, qué tan sostenible es el uso de las nuevas tecnologías, la cual nace de una consciencia colectiva de proteger el medio ambiente. Hay ciertas innovaciones tecnológicas sustentables que se pueden incluir dentro del agro, por ejemplo, paneles solares, generadores eólicos y biodigestores, los cuales no solo son amigables con el medio ambiente, sino que, en el largo plazo, son un ahorro para los costos de la empresa. (Pitt y Hocking, 2022).

Conclusiones

Los principales problemas y desafíos en el almacenamiento de granos que se identificaron fueron la pérdida postcosecha ocurrida desde el campo debido a la infestación por plagas insectiles y roedores, la proliferación de hongos, la humedad y temperatura inadecuada, junto con la ineficiencia de los sistemas tradicionales, los cuales, generan gases de efecto invernadero.

Las tecnologías tradicionales que se lograron identificar fueron el uso de silos y almacenes, las cuales, aún en la actualidad, son muy utilizadas y son muy vulnerables al ataque de agentes biológicos y ambientales. Respecto a las tecnologías modernas, se encontraron atmósferas controladas, sensores del internet de las cosas (IoT) y tratamientos a base de químicos y soluciones naturales, además de la automatización, la monitorización en tiempo real e inteligencia artificial.

El impacto de diferentes condiciones de almacenamiento en la calidad y cantidad de los granos, siendo éstos susceptibles a los cambios de humedad y temperatura, pueden promover la proliferación de hongos y microorganismos que afectan la seguridad alimentaria, siendo esto lo que busca evitar la implementación de nuevas tecnologías en los diferentes procesos.

Recomendaciones

Para mejorar el almacenamiento de granos, las recomendaciones y estrategias que se encontraron fue la implementación de las innovaciones tecnológicas que se estudiaron, así como la capacitación del personal en estas mejoras de los procesos

Es recomendado a las empresas que se dedican al agro y que además se encargan de almacenar su propia producción, que hagan una revisión técnica del sistema de almacenamiento que se usa.

Se recomienda a los gobiernos locales realizar una revisión de los métodos de almacenamiento de alimentos que emplean las empresas de su localidad, ya que, del éxito de estas, depende el sustento económico de la comunidad, siendo estas generadoras de empleos e ingresos.

Es recomendado a las Secretarías de Estado, como ser la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASA), a efectuar revisiones periódicas en las plantas de almacenamiento, procesamiento y empaque con el fin de asegurar la seguridad alimentaria, ya sea a nivel nacional o internacional, en caso de que esta se exporte.

Se recomienda a la gerencia de estas empresas hacer un estudio de las innovaciones tecnológicas que se están realizando en su mismo campo, para poder implementarlas dentro de sus negocios, teniendo en consideración que estas mejoren la efectividad de los procesos, así como la sustentabilidad del mismo. (P. C. Alonso, 2014)

Referencias

- Alonso, P. (2014). La seguridad alimentaria y el comercio de productos agrícolas de la Unión Europea. *Revista De Derecho De La Unión Europea*(26), 191–224. <https://revistas.uned.es/index.php/REDUE/article/view/12613>
- Alonso, P. C. (2014). La seguridad alimentaria y el comercio de productos agrícolas de la Unión Europea(26), 191–224. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4598563>
- Alvarado Ruiz, G. J. y Peñuela Sanabria, W. D. (2022). *Diseño y construcción de un prototipo automatizado recibo-almacenamiento de trigo en grano* [Tesis Pregrado, Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB; Facultad Ingeniería; Pregrado Ingeniería Mecatrónica, Bucaramanga Bogota]. [repository.unab.edu.co. https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/18460](https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/18460)
- Argote, M. (2022). *Evaluación y seguimiento de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), por los productores de café del Grupo Asociativo Alto de los Ídolos, Municipio de Isnos, vereda Bellavista*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49606>
- Argote Argote, M. (2022). *Evaluación y seguimiento de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), por los productores de café del grupo asociativo alto de los Ídolos, Municipio de Isnos Vereda Bellavista* [Tesis pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia]. [repository.unad.edu.co. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49606](https://repository.unad.edu.co/handle/10596/49606)
- Athanassiou, C. G., Rani, P. U. y Kavallieratos, N. G. (2014). The Use of Plant Extracts for Stored Product Protection. En D. Singh (Ed.), *Advances in Plant Biopesticides* (978-81-322-2006-0, pp. 131–147). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2006-0_8
- Bustamante Mendoza, D. R. y Grados Rebaza, H. W. (2022). *Diseño mecánico de un robot escalador para la limpieza de silos de acero galvanizado corrugado de almacenamiento de granos de maíz de 30 metros de altura y 20 metros de diámetro para la empresa CHIMU S.A* [tesis postgrado, Universidad César Vallejo; PE, Trujillo,Peru]. [repositorio.ucv.edu.pe. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113482](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113482)
- Camacho Vargas, C. A., Cuyabazo Burbano, L. Y. y Sánchez Castillo, V. (2022). Diagnosis of the peasant family farming system and its contribution to the food security of a peasant family in the San Antonio de Atenas village, Florencia, Caquetá. *Salud, Ciencia Y Tecnología - Serie De Conferencias, 1*, 41. <https://doi.org/10.56294/sctconf202241>
- Cardona, J., Orejuela, J. y Rojas, C. (2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. *Revista EIA Escuela De Ingeniería De Antioquia, 15*(30), 195–208.
- Cardona Tunubala, J. L., Orejuela Cabrera, J. P. y Rojas Trejos, C. A. (2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. *Revista EIA, 15*(30), 195–208. <https://doi.org/10.24050/reia.v15i30.1066>
- Castillo, S. (2020). *Snack de granos de maíz dulce: del desarrollo a la producción*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Castillo Girones, S. (2020). *Snack de Granos de Maiz Dulce: del Desarrollo a la Produccion*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia,España. [https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151186/Castillo%20-](https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151186/Castillo%20)

%20Snack%20de%20granos%20de%20ma%C3%ADz%20dulce%3A%20del%20desarrollo%20a%20la%20producci%C3%B3n.pdf

- Castro Arteaga, W. A. (2018). *Propuesta de mejora continua en el almacenamiento de los productos alimenticios de la Municipalidad Provincial de Sullana* [Tesis maestría, Universidad Nacional de Piura, peru]. [alicia.concytec.gob.pe. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_19ec90315f1eeebd118e099872ec6442](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_19ec90315f1eeebd118e099872ec6442)
- Del Obregón, N. C., Gómez Gutiérrez, O. J. y Blandón Díaz, J. U. (2023). Tecnologías y prácticas alternativas para la conservación de maíz: resultado del manejo módulo poscosecha. *Revista Ciencia Y Tecnología El Higo*, 13(2), 109–124. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i2.17382>
- Díaz Avilés, I. E. (2023). *Importancia de la inocuidad alimentaria y las BPM en la industria de procesamiento de alimentos* [Tesis maestría]. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25280>
- Garay Leiva, E. E. y Portillo Ayala, M. S. (2024). *Diseño de un sistema para la automatización en planta de almacenamiento de granos básicos para los sistemas de pesaje, almacenamiento y control de inventarios en ex-IRA San Martín* [Tesis postgrado, Universidad Dr. José Matías Delgado, Antiguo Cuscatlan, La Libertad, El Salvador]. [webquery.ujmd.edu.sv. https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/opac3/verdetalle.php?idobra=40014&searchType=desc_ppales_anadoc,desc_post_anadoc,desc_prop_anadoc&cc=2&searchText=ELECTRONICA&sortBy=default&sfrase=default](https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/opac3/verdetalle.php?idobra=40014&searchType=desc_ppales_anadoc,desc_post_anadoc,desc_prop_anadoc&cc=2&searchText=ELECTRONICA&sortBy=default&sfrase=default)
- Gayon Buitrago, J. A. y Ospina Rojas, L. S. (2019). *Desarrollo de un Sistema de Gestión de Inventarios para el Control de Materias Primas Y Productos Terminados Dentro de la Empresa Calzado Fidenci y Compañía LTDA* [Tesis postgrado, Universidad Libre, Bogotá D.C.]. [www.studocu.com. https://www.studocu.com/co/document/corporacion-universitaria-minuto-de-dios/salud-ocupacional/desarrollo-de-un-sistema-de-gestion-de-inventarios-para-el-control-de-materias-primas-y-productos/22311940](https://www.studocu.com/co/document/corporacion-universitaria-minuto-de-dios/salud-ocupacional/desarrollo-de-un-sistema-de-gestion-de-inventarios-para-el-control-de-materias-primas-y-productos/22311940)
- Gonzales Perez, A. G. (2017). *Diseño de un sistema de gestión de inocuidad alimentaria en base a la NTP-ISO 22000:2006 para Agroindustrias del Valle S.A.C* [Tesis postgrado, Universidad Nacional de San Martín. Fondo Editorial; PE, Tarapoto, Peru]. [tesis.unsm.edu.pe. https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2534](https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2534)
- González Enríquez, L. R. y García Pérez, E. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de alimentos. *Conciencia Tecnológica*(63). <https://www.redalyc.org/journal/944/94472192002/html/>
- Gutierrez Elías, V. H. (2023). *Evaluación del efecto de dos insecticidas sobre el control de Gorgojo del maíz (Sitophilus Zea mays)* [Tesis postgrado, Tecnológico Nacional de México, Jalisco, Mexico]. [rinacional.tecnm.mx. https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5771](https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5771)
- Kumar, P. y Kalita, P. (2017). Grain storage systems in India: Current status, recent developments, and future needs. *Food and Energy Security*, 6(1), 1–18. <https://www.mdpi.com/2304-8158/6/1/8>
- La Torre, D. de y Bartosik, R. E. (2022). *Automatización de aireación de granos para silos de productores y pequeños acopios*. Asociación Latinoamericana de Agricultura de Precisión. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/12699>
- Lemieux, V. L. y Feng, C. (2021). Conclusion: Theorizing from Multidisciplinary Perspectives on the Design of Blockchain and Distributed Ledger Systems (Part 2). En *Building Decentralized Trust*

- (978-3-030-54413-3, pp. 129–163). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54414-0_7
- Magan, N [Naresh] y Aldred, D [David] (2007). Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.034>
- Martínez Peña, A. Á. (2020). *Estudio de los sistemas de calidad (POES Y BPM) en el comedor politécnico de la ESPOCH, 2019* [Investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador]. dspace.esPOCH.edu.ec. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14181>
- Miranda Miñán, L. A. (2023). *propuesta de mejora en el almacenamiento de materias primas en el área de producción de varillas microaleadas figuradas de la empresa Novacero S.A.* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/70855>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011). Conceptos Básicos | Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Ed.). (2017). *Reflexiones sobre el sistema alimentario y perspectivas para alcanzar su sostenibilidad en América Latina y el Caribe* | FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1027422/>
- Pantoja, E. (2022). *Aporte de la agricultura familiar a la seguridad alimentaria de las familias campesinas del Distrito de Independencia.* Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Pitt, J. I. y Hocking, A. D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2>
- Pitt, J. I. y Hocking, A. D. (2022). *Fungi and Food Spoilage*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85640-3>
- Proain. (2020). *Importancia del almacenaje de granos básicos.* <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-del-almacenaje-de-granos-basicos>
- Proain tecnología agrícola. (2020). *Importancia del Almacenaje de Granos Básicos.* <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-del-almacenaje-de-granos-basicos?srsltid=AfmBOoq8SmKbZGkMbqzSFaTuZOzit3RfomZlivQDKKrMJCoKQf1ZFj pz>
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria-PESA-Centroamérica. (2023). *Seguridad alimentaria y nutricional. Conceptos Básicos.* <https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf>
- Quispe Cusihamán, L. (2022). *Medidas de control de calidad e inocuidad alimentaria y su incidencia en el derecho fundamental a la salud de los consumidores en el mercado de abasto zonal Tica Tica de la provincia de Cusco en tiempo de pandemia periodo 2020-2021* [Tesis, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Peru]. alicia.concytec.gob.pe. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UACI_d1944f83f964186b0a78dce42bcd0f93/Details
- Roskopf, R. D. (2022). *Refrigeración artificial de granos en poscosecha* (Ediciones INTA núm. 978-987-679-333-9). Ediciones INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/13360>

- Saltos Torres, V. V. (2020). *Análisis y propuesta de mejoramiento de procesos en la empresa "Restaurante la Cañita"* [Tesis Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, Quito, Ecuador]. [repositorio.uasb.edu.ec](https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7205).
- Semple, K. E., Zhou, C., Rojas, O. J., Nkeuwa, W. N. y Dai, C. (2022). Moulded pulp fibers for disposable food packaging: A state-of-the-art review. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100908. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100908>
- Singh, D. (Ed.). (2014). *Advances in Plant Biopesticides*. Springer India. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2006-0>
- Spiess, W. (2016). *Stored Product Protection*. Springer.
- SpringerLink. (2024, 28 de noviembre). *Recent Advances in Stored Product Protection*. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56125-6>
- Theodor, F. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana De Ciencia Agrícola*, 48(4), 319–322. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193033033001>
- Thompson, D. (2019). *Food packaging: an integrated approach*. CRC Press.
- Tibaingana, A., Makombe, G. y Kele, T. (2023). Smallholder Maize Farmers Need Better Storage for Food Security: An Exploratory Study over the Storage Types Used in Uganda. En Í. Kahramanoğlu (Ed.), *New Advances in Postharvest Technology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109172>
- Warth, J. y Desforges, J. F. (1975). Determinants of intracellular pH in the erythrocyte. *British Journal of Haematology*, 29(3), 369–372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.1975.tb01833.x>
- World Bank. (2020). *Realizing the Potential of Blockchain: A Blueprint for Digital Trade*. World Bank Publications.
- Yagüe Lucas, M. C. (2023). *La Seguridad Alimentaria y Nutricional: Factores y Metodologías* [Tesis pregrado, E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM)]. [oa.upm.es](https://oa.upm.es/72857/).
- Zorzano Osinalde, C. (2022). *Práctica profesional supervisada en el establecimiento agropecuario Lonco-Hue Cosecha y almacenamiento de trigo candeal* [tesis postgrado, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, República de Argentina]. [repositoriodigital.uns.edu.ar](https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6256).