



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Implementación de un plan integral de mejora para el control de plagas
gorgojos y polillas en la industria arroceras**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autor

Bach. Walter Damian Santamaria

Asesor

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-4185-8922

Lambayeque – Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Implementación de un plan integral de mejora para el control de plagas
gorgojos y polillas en la industria arrocerá

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar
Presidente

Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz
Secretario

M. Sc. Julio Humberti Tirado Vazquez Vocal

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
Asesor



273



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2026

Siendo las 11:00 am del miércoles 27 de mayo del 2026, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional Titulado: **Implementación de un plan integral de mejora para el control de plagas gorgojos y polillas en la industria arrocera**; designados por *Res. N°309-2025-D-FIQIA de fecha 16 de julio del 2025* y aprobado con *Res. N°562-2025-D-FIQIA de fecha 13 de noviembre del 2025*, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional antes mencionado, conformados por los siguientes docentes:

- Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar - Presidente
- Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz- Secretario
- M.Sc. Julio Humberto Tirado Vázquez- Vocal.

El Trabajo de Suficiencia Profesional fue asesorado por el Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe, nombrado por *Res. N°282-2025-D-FIQIA de fecha 10 de julio del 2025*. El acto de sustentación es autorizado mediante *Res. N°164-2026-D-FIQIA de fecha 19 de mayo del 2026*.

El Trabajo de Suficiencia Profesional fue presentado y sustentado por el Bachiller: **Walter Damian Santamaria, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias**; y tuvo una duración de 60 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 12 (Distinto.....) en la escala vigesimal, mención BUENO.....

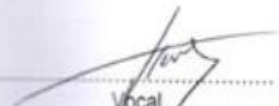
Por lo que queda APTO para obtener el Título Profesional de **INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

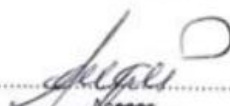
Siendo las 12.00 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas


.....
Presidente
Dra. Tarcila Amelia Cabrera Salazar


.....
Secretario
Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz


.....
Vocal
M.Sc. Julio Humberto Tirado Vázquez


.....
Asesor
Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe usuario revisor de Tesis ☐
Trabajo de Suficiencia Profesional y/o ☒ Trabajo Académico ☐
Titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MEJORA PARA EL
CONTROL DE PLAGAS GORGOJOS Y POLILLAS EN LA INDUSTRIA ARROCERA"

Cuyo autor (es) son: WALTER DAMIAN SANTAMARIA; con DNI N° 77085510 y
.....; con DNI N°; declaro que la evaluación
realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud
.....⁴ ..%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que
se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias
detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y
que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el
uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva
del proceso.

Lambayeque, ...⁵ de AGOSTO del 202⁵....

..... 

Nombres y Apellidos Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

DNI.. 16704678

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

Resumen de Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MEJORA PARA

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

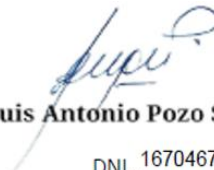
PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
3	CAM INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del DAP de la Planta Industrial de Fabricación de Condimentos, Bebidas no Alcohólicas, Néctares, Conservas Enlatadas, entre Otros-IGA0015833", R.D. N° 133-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2022 Publicación	<1 %
4	www.mexicocalidadsuprema.com Fuente de Internet	<1 %
5	coin.fao.org Fuente de Internet	<1 %
6	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
9	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %


Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

DNI. 16704678

11 es.slideshare.net <1 %
Fuente de Internet

12 vinv.ucr.ac.cr <1 %
Fuente de Internet

13 Guayacán Conde, Juan Sebastián. "Desarrollo de un Modelo de Satisfacción del Cliente Basado en Herramientas de Diseño de Producto y Marketing Emocional", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) <1 %
Publicación

14 ri.ues.edu.sv <1 %
Fuente de Internet

Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

DNI.. 16704678

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Walter Damian Santamaria
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MEJORA PARA
Nombre del archivo: ESTRUCTURA_DE_INFORME_FINAL_2025_WDS.docx
Tamaño del archivo: 5.48M
Total de páginas: 54
Total de palabras: 9,120
Total de caracteres: 53,558
Fecha de entrega: 05-ago-2025 09:10p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2725866800



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

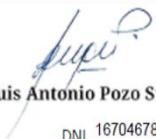
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

**"IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MEJORA
PARA EL CONTROL DE PLAGAS GORROJOS Y POLILLAS EN
LA INDUSTRIA ARROCERA"**

Autor: Bach. Walter Damian Santamaria

Asesor: Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

Lambayeque - 2024


Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
DNI. 16704678

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Suficiencia Profesional, en primer lugar, a Dios, por guiar mi camino, darme fortaleza y permitirme alcanzar esta importante meta.

A mi madre, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional, que han sido el pilar de mi crecimiento personal y profesional.

A mis hermanas, con el deseo de que este logro las inspire a seguir adelante, luchar por sus sueños y nunca dejar de creer en sus capacidades.

Finalmente, a mis docentes y familiares, quienes con sus enseñanzas, consejos, confianza y palabras de aliento me motivaron a perseverar y superar cada desafío hasta culminar esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a Dios, a mi familia en especial a mi Madre (María D.) y a todas las personas que me brindaron su apoyo y motivación durante este proceso.

Asimismo, agradezco a mis docentes, asesores y a la empresa donde desarrollé mi experiencia profesional, por sus enseñanzas, orientación y la oportunidad de fortalecer mis conocimientos.

Su valioso aporte hizo posible la culminación de este Trabajo de Suficiencia Profesional.

INDICE

DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
INDICE	10
INDICE DE TABLA.....	13
INDICE DE FIGURA.....	14
INDICE DE ANEXOS	15
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I. Aspectos Generales del Tema Elegido.....	19
1.1 Nombre y Razón social de la Organización.....	19
1.2 Reseña histórica de la organización.....	19
1.3 Crecimiento y Expansión.....	20
1.4 Visión.....	21
1.5 Misión.....	21
1.6 Organigrama de la Empresa.....	22
1.7 Principales productos o servicios.....	22
1.8 Descripción del área donde me desempeño	23
1.9 Área de Control de Calidad Molinera.....	23

1.10	Área de Saneamiento	24
1.11	Descripción de mi rol como responsable del área de saneamiento.....	24
1.11.1.	Funciones.....	24
1.12	Definición de términos.....	27
CAPITULO II. Fundamentación Sobre el Tema Elegido		29
2.1.	Producto o proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional.....	29
2.2.	Teoría y la práctica en el desempeño profesional.	31
CAPITULO III. Aportes y Desarrollo de Experiencias.		33
3.1.	Aplicación Profesional de Conocimientos Técnicos en el Mejoramiento de Procesos en Planta Molinera.....	33
3.2.	Evaluación de Ambientes: plantas de proceso, almacenes de materia prima, semiterminado y producto terminado	33
3.3.	Implementación de Manejo Integrado de Plagas en plantas de proceso y almacenes.....	39
3.4.	Evaluación del flujo de procesos	42
3.4.1.	Recepción y Almacenamiento arroz cascara en Silos.....	42
3.4.2.	Pilado y Almacenamiento de arroz pilado	42
3.4.3.	Almacén de sanitización de arroz pilado	43
3.5.	Inspección IHS vehículos de carga P.T.....	44
3.6.	Evaluación al tratamiento o fumigación de granos en cascara y pilado.	45

3.6.1.	Condiciones de los Materiales Utilizados en la Fumigación	46
3.6.2.	Deficiencias Operativas en Fumigación con Fosfina.....	46
3.6.2.1.	Fosfuro de aluminio en el control de plagas	50
CONCLUSIONES.		56
RECOMENDACIONES.....		57
REFERENCIAS		58
ANEXOS		60

INDICE DE TABLA

Table 1.....	34
Resultados de evaluación de presencia de plagas con lámparas UV (fluorescentes de 18W con lámina adhesiva)	34
Tabla 2.....	35
Matriz de evaluación de zonas críticas	35
Tabla 3.....	45
Comparativa de Condiciones: Antes vs. Después – Patio de Maniobras.....	45
Tabla 4:.....	48
Indicadores Comparativos: Antes vs. Después de la Mejora del Proceso de Fumigación con Fosfina.....	48
Fuente: Elaboración propia.....	49
Tabla 5.....	49
Resumen de Parámetros Técnicos de Fumigación con Fosfina	49
Fuente: Elaboración propia.....	50
Tabla 6:.....	51
Composición química del Phosfin	51

INDICE DE FIGURA

Figura 1	19
Ubicación	19
Figura 2	22
Organigrama de la empresa Agroindustrial Molinos tropical sac.....	22
Figura 3.	51
Método de acción del Gas Fosfina.....	51
Figura 4.	52
Proceso de Hidrolisis del Phosfin	52

INDICE DE ANEXOS

Anexo A.....60

Anexo B 60

Anexo C 61

Anexo D.....61

Anexo E 62

Anexo F.....62

Anexo G 63

Anexo H.....63

RESUMEN

La industria arrocera presenta problemas recurrentes de infestación por plagas, principalmente gorgojos y polillas, como consecuencia de deficiencias en los sistemas de almacenamiento de materia prima, producto terminado y envases. Asimismo, se han identificado fallas en los procesos de fumigación de granos y sanitización de ambientes como almacenes, silos y salas de producción. La aplicación incorrecta de métodos y frecuencias de control ha favorecido la proliferación de plagas, situación que se ve agravada por la limpieza insuficiente de silos y áreas de pilado, el manejo inadecuado de productos químicos y un bajo nivel de cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (BPM) y los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES); comprometiendo la inocuidad del arroz, generando pérdidas económicas considerables, afectando la reputación de la marca, siendo así un riesgo significativo para la seguridad alimentaria. ante esta problemática, se destaca la importancia del perfil profesional del ingeniero en industrias alimentarias, cuya formación profesional permite diagnosticar, diseñar e implementar estrategias integrales de control de plagas. la aplicación de conocimientos especializados en control integrado de plagas, gestión de riesgos, selección y uso adecuado de productos químicos, así como en la planificación de programas de saneamiento y cumplimiento normativo, resulta esencial para mitigar los riesgos asociados. la participación del ingeniero en industrias alimentarias contribuye al fortalecimiento de los sistemas de inocuidad, la reducción de mermas, la mejora en los estándares de calidad del producto final y el cumplimiento de exigencias regulatorias, posicionando a la industria dentro de un modelo de producción seguro, eficiente y sostenible. la implementación permitirá en este caso puntual mantener la calidad e inocuidad de los productos, evitando la contaminación polillas y gorgojos.

Palabras clave: Control integrado de plagas, industria arrocera, gorgojos, polillas, inocuidad alimentaria.

ABSTRACT

The rice industry faces recurring pest infestation issues—primarily involving weevils and moths—stemming from deficiencies in storage systems for raw materials, finished products, and packaging. Failures have also been identified in grain fumigation processes and the sanitization of environments such as warehouses, silos, and production areas. Incorrect application of control methods and schedules has fostered pest proliferation; this situation is exacerbated by insufficient cleaning of silos and milling areas, improper chemical handling, and low levels of compliance with Good Manufacturing Practices (GMP) and Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP). These factors compromise rice safety, cause significant economic losses, damage brand reputation, and pose a significant risk to food safety. Given these challenges, the professional role of the food industry engineer is crucial, as their training enables them to diagnose, design, and implement comprehensive pest control strategies. Applying specialized knowledge in Integrated Pest Management (IPM), risk management, proper chemical selection and use, and the planning of sanitation programs and regulatory compliance is essential to mitigating associated risks. The involvement of food industry engineers strengthens safety systems, reduces product loss, improves final product quality standards, and ensures regulatory compliance, thereby positioning the industry within a safe, efficient, and sustainable production model. In this specific case, implementation will ensure product quality and safety while preventing contamination by moths and weevils.

Keywords: Integrated pest management, rice industry, weevils, moths, food safety.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia laboral tiene como objetivo presentar los resultados alcanzados durante la ejecución del proyecto “Implementación de un Plan Integral de Mejora para el Control de Plagas Gorgojos y Polillas en la Industria Arroceras”, desarrollado en el marco de mis funciones en el área de calidad e inocuidad. La industria arroceras enfrenta problemas recurrentes de infestación por plagas como gorgojos y polillas, que afectan la inocuidad del producto, generan pérdidas económicas considerables y comprometen la imagen de la empresa. Estas infestaciones están asociadas a deficiencias en almacenamiento, fumigación y saneamiento, así como al limitado cumplimiento de las BPM y POES.

Ante esta situación, se elaboró un plan integral con enfoque preventivo y correctivo, orientado a optimizar los procesos críticos. Las acciones incluyeron el diagnóstico del nivel de infestación, el rediseño de zonas para evitar contaminación cruzada, la implementación de un nuevo programa técnico de fumigación con productos regulados, y el fortalecimiento de las rutinas de limpieza en planta y almacenes. También se promovió la capacitación del personal en buenas prácticas, enfocadas en la prevención y el control de plagas, mejorando así la cultura organizacional en torno a la inocuidad.

La ejecución del plan permitió reducir en más del 70% la presencia de plagas, mejorar los resultados de auditorías y asegurar la calidad del arroz. Esto redujo pérdidas económicas y fortaleció el cumplimiento de estándares sanitarios, destacando el rol del ingeniero en industrias alimentarias como pieza clave en la gestión de riesgos y mejora continua del proceso productivo.

CAPITULO I. Aspectos Generales del Tema Elegido.

1.1 Nombre y Razón social de la Organización

Razón Social: AGROINDUSTRIAL MOLINOS TROPICAL SAC

RUC: 20609515164

La empresa Agroindustrial Molinos tropical sac se encuentra ubicada av. panamericana norte km. 778.5. Lambayeque

Figura 1

Ubicación



Fuente: *Elaboracion propia*

1.2 Reseña histórica de la organización

Agroindustrial Molinos tropical sac es una empresa peruana con más de 20 años de experiencia en el procesamiento y comercialización de arroz. Fundada en 1994 en Jaén

(Cajamarca), comenzó sus operaciones con una capacidad modesta de 1 tonelada por hora. Desde entonces, ha experimentado un crecimiento sostenido, ampliando significativamente su capacidad operativa y consolidando su presencia en toda la cadena productiva del arroz.

(Gonzales, 2019) Indica que Agroindustrial Molinos tropical sac. “es una empresa agroindustrial peruana ubicada la provincia de Lambayeque, especializada en el procesamiento y comercialización de arroz pilado. Desde sus inicios, ha formado parte del Grupo Agroindustrial TOPAL, con una marcada orientación hacia la industrialización del arroz, la eficiencia operativa y el desarrollo de productos de alta calidad para el consumo nacional y regional”

1.3 Crecimiento y Expansión

Ha desarrollado un crecimiento sostenido y estratégico que la ha consolidado como una de las principales empresas procesadoras de arroz en el Perú.

Uno de los logros más destacados ha sido el incremento progresivo de su capacidad de producción, que pasó de 1 tonelada por hora en sus inicios a una capacidad actual de 20 toneladas por hora en su planta de Chiclayo.

En cuanto a su expansión comercial, la empresa ha logrado posicionarse exitosamente en más de 1,140 puntos de venta a nivel nacional, lo cual evidencia su fuerte presencia en el mercado y la confianza ganada entre los consumidores.

En el ámbito de la modernización tecnológica, Agroindustrial Molinos tropical sac. ha implementado un proceso industrial altamente automatizado que incluye maquinaria avanzada para limpieza, descascarado, pulido, clasificación por color y tamaño, así como sistemas de envasado. Este nivel de innovación le permite ofrecer un producto de alta calidad, estandarizado y con excelentes propiedades culinarias.

Asimismo, ha desarrollado líneas de producto diferenciadas según la procedencia del arroz (Costa o Selva), adaptándose a las preferencias del consumidor en términos de sabor, textura y rendimiento.

Otro pilar importante en su estrategia de crecimiento ha sido el asesoramiento técnico a los productores de arroz, estableciendo relaciones colaborativas y fortaleciendo su cadena de valor desde el cultivo hasta el consumidor final.

Todos estos avances reflejan una empresa con visión a largo plazo, comprometida con la mejora continua, la innovación y la sostenibilidad de su modelo de negocio.

1.4 Visión

(Molinos Tropical, 2024), señala “Ser a mediano plazo la empresa líder en la comercialización, procesamiento y abastecimiento de arroz en el Perú enfocados en la calidad y necesidades del cliente garantizando un producto estándar”

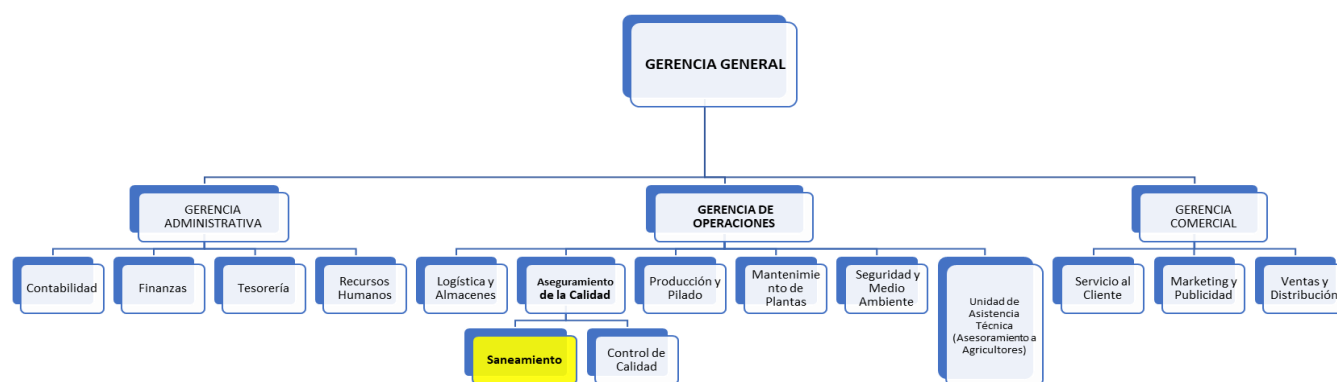
1.5 Misión

(Molinos Tropical, 2024), señala “Brindar productos de calidad, modernizando nuestra industria para obtener una máxima rentabilidad con un alto sentido de responsabilidad y compromiso con el cliente, colaboradores y la sociedad”

1.6 Organigrama de la Empresa

Figura 2

Organigrama de la empresa Agroindustrial Molinos tropical sac



Fuente: *Elaboracion propia*

1.7 Principales productos o servicios

(Salazar, 2014) indican que “Comercializa bajo marcas propias entre las principales Arroz Faraón, Tazón Norteño, mandarín, así como también brinda servicios de maquila a terceros, lo que amplía su cobertura en el mercado local”. Además “La empresa mantiene una fuerte relación comercial con cadenas mayoristas y minoristas, y se ha consolidado como un referente en la cadena de suministro del arroz en Lambayeque”. (Calderón, 2018)

Cuenta con un portafolio de productos amplio y diversificado, orientado al consumidor final y a sectores como catering, concesionarios, supermercados y negocios tradicionales. Sus productos se agrupan en tres líneas principales:

Línea Añejo (Marca Faraón): su línea premium, con arroz añejado entre 6 y 12 meses, ideal para zonas de altura por su excelente graneado, sabor y rendimiento.

Línea Frescos: dirigida al consumo diario, con productos de buen sabor y rendimiento para familias y negocios.

Línea de marcas maquiladas: productos desarrollados bajo marca blanca para supermercados y distribuidores.

Complementa su oferta con una línea de menestras, que incluye frijoles, lentejas, garbanzos, pallares, zarandaja, arveja verde y maíz pop corn, en presentaciones de 500 g, 5 kg y 10 kg.

Sus productos se comercializan en formatos de sacos (10, 25, 49 y 59 kg) y embolsados (500 g, 750 g, 1 kg, 3 kg y 5 kg), lo que le permite atender diversos segmentos del mercado con eficiencia y calidad.

1.8 Descripción del área donde me desempeño

La empresa Agroindustrial Molinos tropical SAC cuenta con un área de Aseguramiento de la Calidad, la cual se divide en dos subáreas especializadas:

1.9 Área de Control de Calidad Molinera

Encargada de verificar la calidad físico-sensorial del arroz, evaluando características como cocción, graneado, textura, aroma y sabor. Clasifica los productos en categorías como extra, superior, económico y popular, asegurando el cumplimiento de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana, así como los requisitos exigidos por entidades regulatorias como DIGESA y SENASA.

1.10 Área de Saneamiento

Responsable de garantizar la calidad sanitaria de todos los productos procesados, asegurando que estén libres de plagas como gorgojos y polillas, y cumplan con los principios de inocuidad alimentaria. Esta subárea implementa y supervisa todas las acciones de limpieza, desinfección, control de plagas, manejo de residuos, fumigaciones y condiciones higiénicas del personal e infraestructura. En esta área me desempeño como responsable directo.

1.11 Descripción de mi rol como responsable del área de saneamiento

Como Supervisor del Área de Saneamiento, tengo la responsabilidad de garantizar el saneamiento integral de las plantas junto con los almacenes. Mi labor diaria se enfoca en verificar el cumplimiento riguroso de los procedimientos establecidos, tales como las Buenas Prácticas de Manufactura, el Manejo Integrado de Plagas y los Procedimientos de Higiene y Saneamiento, con el objetivo de asegurar condiciones óptimas en cada etapa del proceso: desde el ingreso de la materia prima, pasando por el procesamiento y almacenamiento, hasta la liberación y despacho del producto terminado, preservando así su calidad e inocuidad.

1.11.1. Funciones.

- Mantener actualizado el Manual de Higiene y Saneamiento, incorporando procedimientos de limpieza y desinfección de áreas, superficies y equipos, junto con los programas de control de agua, manejo de plagas, uso de químicos peligrosos, tratamiento de residuos, higiene del personal e inspección de vehículos.
- Implementación y ejecución del programa de Manejo Integrado de Plagas, que contempla actividades como desratización, desinsectación, termonebulización, encarpados, uso de trampas, y monitoreo visual.

- Programar las fumigaciones y curaciones preventivas y correctivas en ambientes de almacenamiento, arroz cáscara en silos y pampas, así como en arroz blanco.
- Inspección y revisión de la materia prima que ingresa a las plantas de mezcla, reproceso, embolsado y pilado, verificando su estado sanitario y validando que esté libre de infestaciones.
- Evaluar el grado de infestación y disponiendo las medidas correctivas inmediatas según el tipo de plaga presente, especialmente gorgojos y polillas.
- Implementar y verificar el cumplimiento de cronogramas técnicos para la limpieza y fumigación en plantas de pilado, reproceso, embolsado, añejos, almacenes, silos, tolvas, parihuelas y áreas críticas.
- Verificar el estado sanitario de ambientes, equipos y superficies, y coordinando con los jefes de área las acciones necesarias para corregir desviaciones.
- Gestionar la Sanitización de parihuelas, controlando que estas unidades se mantengan en condiciones higiénicas antes de ser utilizadas para despachos de paletizado.
- Asegurar que los vehículos de transporte de producto terminado pasen por inspección sanitaria antes de ser autorizados para cargar producto terminado.
- Gestionar los insumos de limpieza, parihuelas e insecticidas, realizando los requerimientos con el almacén logístico y validando el uso adecuado de estos materiales conforme a los procedimientos internos.

- Gestionar la evacuación de residuos validando que se cumplan los protocolos de seguridad e inocuidad establecidos.
- Liderar la programación y ejecución de capacitaciones internas dirigidas al personal de saneamiento, abordando temas como buenas prácticas de manufactura, procedimientos estandarizados, manejo de plagas y uso correcto de químicos. Estas sesiones las desarrollo directamente o en coordinación con proveedores especializados, en el marco del plan de capacitación anual.
- Supervisar directamente la ejecución de las Actividades de limpieza realizadas por los operarios de saneamiento, la cuadrilla en cada área productiva, validando su cumplimiento al inicio de cada turno y al cierre de las actividades diarias.
- Elaborar el reporte diario de cierre de actividades, detallando las tareas ejecutadas, las pendientes y los desvíos identificados.
- Responsable del registro y control de todos los formatos vinculados al programa de saneamiento: limpieza de planta, control de plagas, inspección de vehículos, uso de químicos e insumos, control de encarpados.

Este conjunto de funciones está orientado a preservar la calidad e inocuidad del arroz desde el origen hasta el destino final, dentro de un entorno regulado, exigente y en permanente mejora.

1.12 Definición de términos.

Plaga: “Cualquier organismo vivo (animal o vegetal) que ocasiona daños económicos a poblaciones de personas, animales, vegetales a la propiedad o al medio ambiente”, definición de (Fao, 2021)

Insecto: (Fao, 2021). Define que “son animales artrópodos, cuyo cuerpo está cubierto de un tegumento denominado exoesqueleto y está dividido en tres partes distintas: cabeza, tórax y abdomen.”

Arroz: Son granos enteros o quebrados de la especie *Oryza sativa* L. Según, (Inacal, 2021)

Arroz con cáscara: “es el arroz que ha mantenido su cáscara después de la trilla”. Según, (Inacal, 2021)

Arroz elaborado: (arroz blanco) es el arroz descascarado del que se han eliminado, total o parcialmente, por elaboración, el salvado y el germen. Así lo define (Inacal, 2023)

Control de plagas: (Inacal, 2024) Nos dice que son estrategias, métodos o técnicas que comprenden la aplicación de plaguicidas para la eliminación y control de una especie blanco dentro del MIP,

Gorgojo: Es un tipo de escarabajo pequeño, generalmente de forma ovalada y con una cabeza alargada que se extiende hacia adelante formando un rostro o "hocico" distintivo. Son plagas comunes de granos almacenados, y pueden infestar una variedad de productos agrícolas. (Fao, 2021)

Las polillas: Son lepidópteros cuyas larvas son el principal agente de daño. Estas se alimentan del grano y producen telarañas que lo aglomeran, lo que reduce su calidad y favorece el crecimiento de hongos y bacterias (ROGG, 2020)

Fumigación: es un tratamiento fitosanitario que implica la aplicación de un agente químico (fumigante) que alcanza el producto básico principalmente en estado gaseoso, según indica (Fao, 2021)

Aspersión: se define como esparcir utilizando generalmente bombas de mochila o rociadores de mano, soluciones líquidas en gotas. También se le conoce como rociado. Según. (Inacal, 2024)

Manejo Integrado de Plagas (MIP): es una estrategia moderna y sostenible para controlar las plagas en la agricultura. Busca gestionar las poblaciones de plagas de manera efectiva, combinando diversas tácticas de control compatibles y coordinadas. Su objetivo principal es maximizar el uso de los mecanismos naturales de regulación del ambiente, reduciendo así la dependencia de los productos químicos (Fao, 2021)

Saneamiento: En la industria alimentaria abarca todas las medidas para asegurar la inocuidad de los alimentos. Incluye la limpieza y desinfección de superficies y equipos, el control de plagas y la gestión de residuos, buscando prevenir la contaminación y garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo (Fao, 2023)

Inocuidad: (Codex Alimentarius, 2023), su definición sería, “Garantiza que un producto no causará daño al consumidor. Esto significa que el alimento es apto para el consumo y está libre de peligros, asegurando su seguridad desde la producción hasta el consumo”.

CAPITULO II. Fundamentación Sobre el Tema Elegido

2.1. Producto o proceso que es objeto del trabajo de suficiencia profesional.

Como Supervisor de Saneamiento en Agroindustrial Molinos Tropical S.A.C., participé activamente en las etapas estratégicas del proceso agroindustrial de arroz y menestras, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado. Mi función está orientada a garantizar condiciones sanitarias óptimas en todas las áreas operativas, cumpliendo con estándares de inocuidad alimentaria, BPM y HACCP.

Mi trabajo inicia en la recepción, donde verifico el estado sanitario de la materia prima, asegurando que esté libre de plagas o contaminantes, así como también, la sanitización de los silos para su almacenamiento. Durante el procesamiento, superviso la limpieza y desinfección de las áreas de pilado, mezcla, reproceso, embolsado y añejado, incluyendo equipos, utensilios y superficies. Finalmente, en el almacenamiento y distribución, me encargo de asegurar que el producto terminado se conserve bajo condiciones higiénicas y que las unidades de transporte estén en condiciones sanitarias adecuadas para su uso.

Dentro de mis principales responsabilidades, gestiono el Programa General de Higiene y Saneamiento (PGH), donde elaboro y actualizo los procedimientos técnicos de limpieza, y coordino su ejecución con las diferentes áreas. Asimismo, lidero el Programa de Control Integrado de Plagas (CIP), programando fumigaciones, evaluando niveles de infestación y supervisando la correcta aplicación de productos líquidos para el control de larvas e insectos adultos en los ambientes y gaseosos como el PHOSFIN en granos, para el control de la plaga en todos sus estadios (huevo, larva, pupa, adulto).

También organizo el manejo de residuos sólidos y descartes, asegurando su disposición adecuada según normas de salubridad. Verifico las condiciones sanitarias de los almacenes y unidades de transporte, validando su limpieza y desinfección conforme a los protocolos establecidos.

Para cumplir con estas funciones, manejo insumos especializados como desinfectantes, rodenticidas, insecticidas, detergentes industriales. Utilizo equipos como nebulizadores térmicos, Termonebulizadora, aspersores, trampas de monitoreo, siempre bajo cumplimiento de los protocolos de seguridad establecidos por SSOMA.

- He desarrollado funciones técnicas clave como:
- Planificar y ejecutar el programa de higiene y saneamiento.
- Inspeccionar diariamente las plantas de producción.
- Supervisar la limpieza de silos y almacenes.
- Verificar áreas administrativas, laboratorios y zonas comunes.
- Aplicar medidas de control de plagas según muestreo técnico.
- Coordinar fumigaciones con proveedores externos.
- Supervisar al personal de limpieza, asistentes y control de paletizado.
- Validar la liberación sanitaria de materia prima y producto terminado.
- Atender reclamos por presencia de plagas, realizando la trazabilidad correspondiente.
- Evaluar y validar proveedores de insumos de saneamiento.

— Ejecutar capacitaciones técnicas al personal operativo.

Entre las áreas críticas bajo mi supervisión se encuentran el control de plagas de las plantas de Pilado, Mezcla, Reproceso, Embolsado, Añejo y Sushi, así como los silos de arroz cáscara, almacenes 1 al 18, vehículos de transporte y patios de cargas; así como también la limpieza de oficinas como: laboratorios, baños, vestuarios, oficinas, tópicos.

Mi labor se coordina de forma continua con los departamentos de Aseguramiento de la Calidad, Producción, Logística y Almacén, SSOMA, Recursos Humanos y Legal, asegurando una gestión integral del sistema de saneamiento que garantiza productos inocuos y un entorno de trabajo seguro para todo el personal.

2.2. Teoría y la práctica en el desempeño profesional.

Durante mi desempeño como Supervisor de Saneamiento en Agroindustrial Molinos Tropical S.A.C., he comprobado cómo la integración de la teoría y la práctica es fundamental para garantizar un sistema de saneamiento efectivo, funcional y sostenible dentro del proceso agroindustrial. Los conocimientos adquiridos durante mi formación académica en temas como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), microbiología de alimentos, control de plagas, gestión de residuos, toxicología de plaguicidas y normativas sanitarias, me proporcionaron las bases técnicas necesarias para identificar riesgos sanitarios y diseñar medidas de control desde una perspectiva preventiva.

En la práctica diaria, esta base teórica se ha visto constantemente reforzada y desafiada por situaciones reales como la identificación de focos de infestación en zonas de almacenamiento, la atención inmediata a reclamos por presencia de insectos en producto terminado, o la validación de la eficacia de un plan de fumigación en base a resultados de monitoreo. Cada situación ha exigido

aplicar criterios técnicos, capacidad de análisis, toma de decisiones rápida y la implementación de soluciones contextualizadas al entorno agroindustrial, considerando factores como tipo de producto, condiciones climáticas, rotación de stock y cumplimiento normativo.

Asimismo, en la ejecución del Programa General de Higiene y Saneamiento (PGH), la teoría aprendida en cursos como tecnología de limpieza y desinfección, me permitió diseñar protocolos técnicos efectivos. Pero fue la experiencia práctica, junto con la interacción directa con los operarios y el conocimiento del flujo productivo, lo que me permitió ajustar dichos procedimientos para que sean realmente aplicables, eficientes y sostenibles.

CAPITULO III. Aportes y Desarrollo de Experiencias.

3.1. Aplicación Profesional de Conocimientos Técnicos en el Mejoramiento de Procesos en Planta Molinera

Durante la experiencia laboral desarrollada en la empresa Molinera, se evidenció una problemática crítica vinculada a la devolución de productos terminados por presencia de gorgojos vivos en sacos de arroz blanco. Esta situación comprometía la inocuidad del alimento, afectaba la percepción de calidad y generaba pérdidas económicas. Ante este escenario, se aplicaron conocimientos adquiridos durante la formación académica, integrando fundamentos de higiene agroindustrial, microbiología, calidad e inocuidad, trazabilidad, análisis de procesos y manejo integrado de plagas.

Esta integración de conocimientos permitió estructurar un sistema de control más robusto y preventivo, orientado a mitigar la proliferación de plagas, fortalecer las condiciones higiénico-sanitarias y asegurar la inocuidad del producto en toda la cadena de producción.

Para implementar este sistema integrado de control de plagas, se realizaron evaluaciones a los ambientes (plantas de proceso, almacenes de materia prima y producto terminado), al tratamiento o fumigación que se les daba a los granos, y a los vehículos de carga de producto terminado, con el fin de evidenciar las posibles especies de gorgojos y polillas, cuantificar y recopilar información acerca de estas especies que nos ayuden a su control.

3.2. Evaluación de Ambientes: plantas de proceso, almacenes de materia prima, semiterminado y producto terminado

Se implementó un monitoreo sistemático de plagas en todos los ambientes del proceso de pilado, mediante la cuantificación e identificación de especies de gorgojos y polillas presentes.

Para ello, se utilizaron equipos capturadores de insectos de dos (2) fluorescentes de radiación UV de 18w, con Lamina con adhesiva para identificar los tipos de gorgojos y polillas, permitiendo evaluar la presión de infestación y focalizar las zonas críticas.

Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Table 1.

Resultados de evaluación de presencia de plagas con lámparas UV (fluorescentes de 18W con lámina adhesiva)

Ambiente Evaluado	Especies Identificadas	Nivel
Almacén de Materia prima	<i>Sitophilus orizae</i> <i>Rhyzopertha dominica</i> , <i>Sitotroga cerealella</i> ,	<i>MODERADO</i>
Plantas de Producción	<i>Sitophilus orizae</i> , <i>Oryzaephilus surinamensis</i> , <i>Cryptolestes ferrugineus</i> , <i>Rhyzopertha dominica</i> , <i>Sitotroga cerealella</i> , <i>Plodia interpunctella</i>	<i>ALTO</i>
Almacén de Producto Semiterminado	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> , <i>Cryptolestes ferrugineus</i> , <i>Rhyzopertha dominica</i> , <i>Sitotroga cerealella</i> , <i>Plodia interpunctella</i> ,	<i>ALTO</i>
Almacén de Producto Terminado	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> , <i>Cryptolestes ferrugineus</i> ,	<i>MODERADO</i>

Rhyzopertha dominica,
Plodia interpunctella,

Fuente: Elaboración propia

El nivel de infestación fue determinado según el número de insectos capturados por semana en trampas UV de 18W con lámina adhesiva. Se consideró nivel ALTO cuando se capturaron más de 10 insectos/trampa/semana, nivel MODERADO entre 3 a 10, y nivel BAJO cuando fue de 0 a 2 insectos.

Tabla 2

Matriz de evaluación de zonas críticas

Área	Desviación	Riesgo	Acción Correctiva
Recepción	Gorgojos en sacos despachados	Rechazo y pérdida comercial	Revisión de procesos y aplicación de BPM, POES, MIP
Silos	Fugas de gas, mala hermetización	Plagas, fumigación ineficaz	Limpieza, hermetización y fumigación con control
Pilado	Arroz en piso, BPM incumplidas	Infestación, pérdida de inocuidad	Limpieza, hermetización, capacitación en BPM
Equipos	Limpieza deficiente, documentos obsoletos	Riesgo microbiológico y de plagas	Programa actualizado de limpieza
Almacenes	Mezcla de productos y envases	Contaminación cruzada, errores	Segregación, clasificación y control de limpieza
Almacén de fumigación	Sin área definida ni protocolo	Reinfestación, contaminación	Área exclusiva y aplicación de POES
Material de fumigación	Carpas rotas o parchadas	Fugas y baja eficacia	Reemplazo por carpas herméticas, control de gas

Personal de fumigación	Sin capacitación ni procedimientos	Riesgos químicos, baja eficacia	POE, uso de EPP y formación técnica continua
Distribución de fumigante	Aplicación desigual de fosfina	Plagas resistentes	Distribución uniforme y control de concentración
Patio de maniobras	Mezcla de productos, falta de limpieza	Contaminación cruzada, plagas	Segregación, limpieza regular y fumigación técnica

Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron la planta de producción y el almacén de producto semiterminado como los principales focos infecciosos de plagas, donde se concentraba la mayor presencia de insectos. Estas áreas, debido a su actividad continua y condiciones propicias para el desarrollo de plagas, posiblemente actuaban como puntos de dispersión hacia otros ambientes, en particular hacia el almacén de producto terminado, comprometiendo la inocuidad del producto almacenado.

3.2.1. Clasificación De Los Insectos Identificados

Según (Canada, 2023), "los insectos de granos almacenados presentan un cuerpo dividido en tres regiones principales: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se sitúan estructuras sensoriales y de alimentación como los ojos, antenas y el aparato bucal; el tórax alberga las alas y tres pares de patas, mientras que el abdomen contiene los órganos reproductivos y excretorios".

Por su parte, (Rentokil, 2023) señala que "la morfología varía entre especies, existiendo insectos con cuerpos duros como los gorgojos (coleópteros) y otros de consistencia blanda como las polillas (lepidópteros). El daño que causan a los granos depende del tipo de aparato bucal: algunos pueden perforarlos en su fase adulta y larval, y otros solo durante la etapa larval".

Finalmente, de acuerdo con la (Fao, 2020) “estos insectos experimentan metamorfosis, ya sea completa (huevo, larva, pupa y adulto) o incompleta (sin fase de pupa). La hembra deposita sus huevos en diferentes zonas del grano, desde el interior hasta su superficie, dando lugar a larvas que se alimentan activamente antes de transformarse en adultos”.

Considerando especialmente sus hábitos alimentarios, los insectos plaga se clasifican en varios grupos, siendo los más importantes *los primarios* y *los secundarios*.

Las plagas primarias de granos, “atacan desde el campo y continúan dañando durante el almacenamiento, perforando los granos para alimentarse y reproducirse. Estos insectos se caracterizan por un cuerpo robusto, un rostro alargado y dos pares de alas, y pertenecen al orden Coleoptera”; y entre los principales encontramos:

- **Gorgojo del arroz (*Sitophilus orizae*)**, (Fao, 2021) “señala que especies del género *Sitophilus* “son plagas internas de granos que causan pérdidas significativas durante el almacenamiento, ya que se desarrollan dentro del grano y dificultan su detección”.
- **Barrenillo de los granos (*Rhyzopertha dominica*)**, Según la (Fao, 2021), “causa daños severos en los granos almacenados al perforarlos con sus mandíbulas para alimentarse y depositar sus huevos. Las larvas se desarrollan dentro del grano, consumiendo el endospermo de manera oculta, lo que dificulta su detección en etapas tempranas. Esta actividad reduce notablemente el peso y la calidad del grano, dejando como evidencia residuos y polvo. Además, su capacidad para desarrollar resistencia a diversos insecticidas representa un desafío importante para su control y eleva el riesgo de pérdidas económicas”.

- La **polilla dorada del grano, (*Sitotroga cerealella*)**. Según el SENASA (2021), “la hembra adulta coloca sus huevos sobre los granos expuestos o en grietas del almacenamiento. Una vez que las larvas emergen, perforan el grano y se desarrollan en su interior, alimentándose del endospermo. Al completar su desarrollo, la larva forma una pupa dentro del mismo grano o cerca de él, dando lugar a un nuevo adulto. Este tipo de daño facilita además la aparición de hongos y otras plagas secundarias”.

Los insectos secundarios “carecen de mandíbulas lo suficientemente fuertes para perforar granos íntegros, por lo que solo se alimentan de granos dañados, partidos o en proceso de descomposición”. Según FAO, (2021). Entre las principales tenemos:

- **Gorgojo confuso de la harina (*Tribolium confusum*)** Fao, (2021). Indica que “infesta productos almacenados como harinas, cereales molidos y granos partidos, ya que no tiene mandíbulas lo suficientemente fuertes para dañar granos enteros. Su actividad contamina los alimentos mediante excrementos, mudas y secreciones químicas como las quinonas, que alteran el olor, color y sabor del producto”.
- **Polilla india de la harina, (*Plodia interpunctella*)**: Según el. (Senasa, 2021) “Tienen alas anteriores de color gris claro con una franja marrón rojiza distintiva en la parte distal, lo que les da su nombre común. Las hembras adultas depositan los huevos sobre la superficie de los productos alimenticios o cerca de ellos. Al emerger, las larvas se alimentan de forma externa, y durante su desarrollo generan hilos sedosos, heces y restos de muda que contaminan visiblemente los productos”.

3.3. Implementación de Manejo Integrado de Plagas en plantas de proceso y almacenes

Con base en los resultados del monitoreo, se integró medidas correctivas y preventivas de control físico y químico,

3.3.1. Control Físico:

- Se implementó un programa estructurado de limpieza que abarca la limpieza integral de los equipos (tanto interna como externamente) y de la infraestructura del área (pisos, paredes, techos y estructuras adyacentes). estableciendo frecuencias definidas de limpieza, así como los responsables de su ejecución y supervisión. para prevenir la acumulación de polvo, residuos orgánicos y restos de grano que puedan favorecer el anidamiento, desarrollo y proliferación de gorgojos y polillas entre otras especies.
- Se procedió a la hermetización de las zonas de producción y almacenes, mediante el sellado de aberturas, rendijas y posibles puntos de ingreso. Asimismo, se instalaron cortinas sanitarias (de tiras plásticas) en las puertas de acceso, con el propósito de limitar el tránsito de insectos voladores entre ambientes y prevenir su ingreso desde el exterior. Estas medidas contribuyen al mantenimiento de un ambiente controlado e higiénico, reduciendo el riesgo de infestación cruzada.
- Se Implemento evitar prender las luces externas directas en la noche que atraigan insectos.
- Se capacitó al personal en buenas prácticas de almacenamiento y en la gestión adecuada de residuos sólidos, con énfasis en la importancia de mantener condiciones higiénicas que eviten la atracción y proliferación de plagas. Estas capacitaciones incluyeron temas como la rotación de productos (FIFO), limpieza de zonas de difícil acceso y disposición

oportuna de residuos para reducir fuentes potenciales de alimento y refugio para gorgojos y polillas.

3.3.2. Control Químico:

Se aplicó control químico focalizado tras la identificación taxonómica de gorgojos y polillas, utilizando insecticidas registrados, seleccionados según el modo de acción, persistencia residual y especificidad.

Se utilizaron dos diferentes métodos según el área a tratar:

- **Aspersión manual con mochila:** Este método se aplicó en zonas puntuales y de difícil acceso mediante una mochila de presión manual equipada con boquilla de abanico plano, lo que permitió una aplicación precisa y controlada del insecticida. El tratamiento se focalizó en esquinas, rendijas, uniones entre paredes y pisos, así como en zonas estructurales metálicas como bases de silos, patas de tolvas, bastidores de máquinas y transportadores. También se intervinieron bordes de muros, áreas detrás de equipos fijos y debajo de estructuras con acumulación de residuos y limitada ventilación, donde suelen refugiarse las plagas.
- **La termonebulización:** Se aplicó en espacios amplios y de difícil acceso, mediante un equipo generador de niebla caliente que dispersa insecticidas liposolubles en forma de partículas ultrafinas (1–50 μm). Este método permite una cobertura aérea homogénea y penetración en zonas inaccesibles como grietas, entretechos, ductos y estructuras en altura, sin humedecer superficies. Se aplicó en almacenes, planta de procesamiento y pasillos de tránsito garantizando el cierre hermético del área tratada y cumpliendo con los tiempos de exposición, ventilación y reingreso indicados por el fabricante. La

intervención fue registrada conforme a los parámetros técnicos del MIP y bajo condiciones controladas de bioseguridad.

Ambos tratamientos fueron realizados fuera del horario operativo (cambio de turno de día a noche), asegurando la no exposición del producto alimenticio y el cumplimiento de los tiempos de reingreso establecidos en la ficha técnica del insecticida utilizado. Esta intervención tuvo como objetivo eliminar la plaga en fase adulta como en desarrollo (larvas y pupas).

- ***Equipos de Protección Personal (EPP) utilizados durante la aplicación de insecticidas:*** El tipo de EPP utilizado fue seleccionado de acuerdo con el método de aplicación empleado (aspersión manual o termonebulización) y la toxicidad del producto. A continuación, se detallan los elementos de protección requeridos:

- ✓ Casaca con capucha y buso impermeable de protección química PVC: cubre todo el cuerpo, evita el contacto dérmico con el producto
- ✓ Maska de rostro completo o media cara con filtros para vapores orgánicos y partículas: protege las vías respiratorias frente a aerosoles, nieblas o vapores generados durante la aplicación
- ✓ Guantes de nitrilo de alta resistencia: permiten una manipulación segura del equipo y del producto químico, previniendo la absorción dérmica.
- ✓ Zapatos de seguridad: protegen los pies del contacto accidental con líquidos químicos y ofrecen resistencia antideslizante.
- ✓ Lentes de seguridad herméticas: evitan el ingreso de partículas o gotas del insecticida en los ojos durante la manipulación y aplicación.

Previo al inicio de las labores, se confirmó que el personal contaba con capacitación en el uso correcto de los EPP, manipulación segura de plaguicidas, lectura de etiquetas y fichas técnicas, así como conocimientos en primeros auxilios y protocolos ante incidentes.

3.4. Evaluación del flujo de procesos

3.4.1. Recepción y Almacenamiento arroz cascara en Silos

La materia prima que ingresa al molino es almacenada en silos de capacidades variables de 10, 20 y 72 toneladas, manteniendo una humedad inferior al 14% para permitir su correcto añejamiento. Antes del almacenamiento, se realiza una limpieza y sanitización completa del silo, eliminando impurezas y residuos. El tratamiento preventivo incluye la aplicación de insecticida líquido por aspersión manual en las partes inferiores, y en las partes altas mediante termo niebla (termonebulización), aplicando un método industrial que garantiza mayor alcance.

Una vez lleno el silo, se procede a su hermetización en la parte superior. La fumigación con fosfina se ejecuta colocando pastillas en la parte superior mediante sondeo, y en la parte inferior, se ubican en bandejas dentro de los conductos de ventilación, asegurando una adecuada distribución del gas. Esta disposición permite lograr una fumigación uniforme y eficaz, garantizando el control de plagas durante el período de almacenamiento.

3.4.2. Pilado y Almacenamiento de arroz pilado

Durante la revisión de las condiciones de almacenamiento, se identificaron desviaciones críticas en la organización y manejo de productos. El arroz blanco semiterminado con riesgo de infestación, destinado a reproceso o mezclas, era almacenado junto a producto terminado libre de plagas, listo para despacho, lo que generaba un riesgo de contaminación cruzada. Asimismo, se evidenció la mezcla de envases de primera y segunda categoría sin distinción clara ni control. A

esto se sumó la ausencia de un plan estructurado de limpieza y sanitización, lo que aumentaba la vulnerabilidad frente a plagas y afectaba la inocuidad del producto almacenado.

Frente a estas desviaciones, se implementaron medidas correctivas concretas: se estableció la segregación física y funcional de productos, separando claramente el arroz semiterminado del producto terminado y clasificando los envases por tipo (envase de primera y segunda), de esta manera evitando la contaminación cruzada.

3.4.3. Almacén de sanitización de arroz pilado

Durante la evaluación del proceso, se identificó que no existían ambientes definidos ni adecuados para la fumigación de granos, motivo por el cual las aplicaciones se realizaban de forma eventual en cualquier espacio disponible dentro de la planta. Esta práctica representaba un alto riesgo de contaminación cruzada, ya que los productos fumigados podían entrar en contacto con insectos colindantes de las rumas de arroz sin tratamiento, comprometiendo así la efectividad del tratamiento,

Además, esta situación también constituía un riesgo significativo para la salud de los trabajadores, debido a que durante la fumigación del arroz pilado se utiliza un insecticida de uso comercial denominado Fosfin, cuyo ingrediente activo es fosfuro de aluminio al 56%, según la ficha técnica del proveedor Clevi sac (2025). Al no contar con un espacio exclusivo, ventilado y debidamente aislado para la aplicación de este producto, se incrementaba considerablemente la posibilidad de exposición del personal al gas fosfina liberado durante el proceso, afectando la seguridad ocupacional.

Por lo tanto, se concluyó que era urgente implementar un área específica y controlada para la fumigación, con el fin de proteger tanto la inocuidad del producto como la salud del personal.

Por lo tanto, se rediseño el recorrido de la materia prima y se creó un almacén exclusivo para el tratamiento de arroz infestado con Fosfin, mas detalles de este proceso ver ítem 3.6. *Evaluación al tratamiento o fumigación de granos en cascara y pilado.*

3.5. Inspección IHS vehículos de carga P.T

Se identificó que las unidades de producto terminado (arroz blanco) se almacenaban en el patio de maniobras junto a unidades de arroz cáscara, generando un riesgo de contaminación cruzada. Para mitigar esta situación, se implementó un plan de segregación física, trasladando las unidades de arroz cáscara a la zona de Pampas, donde permanecerán hasta su muestreo y evaluación sanitaria. Las unidades tratadas se mantuvieron en el patio principal, previamente validado como área de bajo riesgo de infestación, donde además se aplicaron acciones de monitoreo y saneamiento preventivo.

Asimismo, se evidenció que el patio de maniobras no contaba con una frecuencia de limpieza establecida, por lo que se definieron frecuencias periódicas, se designaron responsables operativos y se implementó un formato de control de limpieza, garantizando trazabilidad y cumplimiento. También se identificó que las unidades de carga de producto terminado eran fumigadas sin la intervención de personal técnico calificado, lo cual representa un riesgo sanitario y de seguridad. Como medida correctiva, se estableció que las fumigaciones sean realizadas exclusivamente por personal entrenado y autorizado, conforme a las regulaciones vigentes. Finalmente, se capacitó al personal de patio, transporte y vigilancia en buenas prácticas de manejo, reforzando el cumplimiento del protocolo de segregación y la inocuidad del producto durante su permanencia y despacho.

Tabla 3**Comparativa de Condiciones: Antes vs. Después – Patio de Maniobras**

Aspecto Evaluado	Antes (Situación Detectada)	Ahora (Medida Implementada)	Resumen
Ubicación del producto	Mezcla de arroz cáscara y terminado	Segregación física en zonas diferenciadas	Eliminada la mezcla, riesgo reducido
Limpieza del patio	Sin planificación ni responsables	Frecuencia definida con responsables y control documentado	Limpieza regular implementada
Fumigación	Realizada por personal no calificado	A cargo de personal técnico autorizado	Fumigación técnica y controlada
Área de almacenamiento	Monitoreo deficiente y sin medidas sanitarias sostenidas	Saneamiento aplicado, monitoreo continuo, riesgo bajo	Condición sanitaria mejorada
Capacitación del personal	Sin formación específica	Formación en buenas prácticas de manejo y control sanitario	Personal capacitado
Control documental	Sin registros formales	Registros implementados con trazabilidad	Gestión documental fortalecida

Fuente: Elaboración propia.

3.6.Evaluación al tratamiento o fumigación de granos en cascara y pilado.

Durante la evaluación del proceso de fumigación, se identificaron observaciones que afectaban la eficacia del tratamiento y ponían en riesgo la seguridad del personal, evidenciando la necesidad de mejoras en los procedimientos y condiciones de aplicación. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes detectados durante la supervisión técnica del proceso.

3.6.1. Condiciones de los Materiales Utilizados en la Fumigación

Se constató que los materiales utilizados —particularmente las carpas de encarpado— presentaban un alto nivel de deterioro. Se identificaron carpas con roturas, perforaciones, parches y desgaste general, lo que comprometía la hermeticidad necesaria para una fumigación efectiva. Esta condición influía significativamente en la retención del gas fosfina y, por ende, en la eficacia del tratamiento.

Se realizó una verificación comparativa del comportamiento del gas fosfina en carpas en buen estado y carpas deterioradas, mediante mediciones con tubos colorimétricos durante 15 días. Las carpas en buen estado mantuvieron concentraciones >2000 ppm hasta el día 12, mientras que las deterioradas no superaron el sexto día con niveles efectivos. Esto reducía significativamente la eficacia del tratamiento. Por ello, se gestionó el requerimiento de carpas nuevas de polietileno de baja densidad para una mejor hermeticidad.

3.6.2. Deficiencias Operativas en Fumigación con Fosfina

Durante la evaluación del proceso de fumigación con fosfina (Phosfin) en el tratamiento de granos, se identificaron deficiencias operativas significativas:

- Ausencia de procedimientos documentados, la falta de rotulado en los encarpados y la inexistencia de registros que aseguraran la trazabilidad. Además, se evidenció que el personal aplicaba el fumigante de manera empírica y con conocimientos limitados sobre el modo de acción del fosfuro de aluminio (56%), sus riesgos toxicológicos y las características biológicas de las plagas objetivo. El uso inadecuado de equipos de protección personal (EPP) y el desconocimiento del ciclo de vida y resistencia de las

especies presentes también representaban riesgos para la eficacia y seguridad del tratamiento.

Como medida correctiva, se implementó un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE) que definió los parámetros técnicos para la aplicación del fumigante, el uso obligatorio de EPP y los controles de dosificación. Se estableció un sistema de rotulado y registro para cada tratamiento, mejorando la trazabilidad. Asimismo, se desarrolló un programa de capacitación técnica sobre el manejo seguro de fosfina, reforzando el uso adecuado de EPP mediante controles operativos.

- Distribución no uniforme de tabletas: Las pastillas se aplicaban únicamente en los extremos de las rumas, cuyas dimensiones eran de aproximadamente (4 m de alto x 9 m de ancho), sin considerar variables clave como el tiempo de desplazamiento del gas, su proceso químico de descomposición ni la resistencia de las especies plaga. Según Clenvi (2025), el gas fosfina se desplaza entre (1 a 1.5 m) cada 24 horas, lo que implicaba que la distribución completa podía tardar entre 3 a 4 días. Esto generaba concentraciones desiguales y afectaba la eficacia del tratamiento.

Adicionalmente, el tratamiento tenía una duración de solo 9 días, insuficiente frente a la resistencia de algunas plagas, como los gorgojos *Rhyzopertha dominica* y *Oryzaephilus surinamensis*, que pueden sobrevivir hasta por 10 días en presencia de fosfina. Según la (Aulicky y otros, 2022) , Además (Seun O. Oladipupo, 2022) indica que “estos insectos respiran por espiráculos en sus etapas de larva, pupa y adulto, mientras que los huevos lo hacen a través del corion. Durante la exposición al gas, algunos insectos pueden cerrar sus espiráculos y retener aire, lo que les permite sobrevivir más tiempo”. Así mismo, “la polilla del arroz *Sitotroga cerealella* muere

tras 3 días de exposición, pese a compartir el mismo sistema respiratorio” según (Fao, 2020).

Ante esta situación, se rediseñó la estrategia de aplicación del fumigante, distribuyendo las tabletas de fosfina de manera uniforme a lo largo de todo el encarpado (extremos, centro y parte superior de la ruma), manteniendo una distancia máxima de 2 m entre puntos de aplicación. Esta mejora permitió alcanzar una distribución homogénea en aproximadamente 1 día, logrando concentraciones iniciales superiores a 2000 ppm.

Finalmente, se extendió el tiempo de fumigación de 9 a 12 días, dado que las evaluaciones demostraron que la fosfina se mantenía en una buena hermetización hasta por 15 días, conservando concentraciones superiores a 600 ppm. Esta nueva estrategia permitió garantizar la eliminación de plagas en todos sus estadios biológicos, asegurando una mayor eficacia del tratamiento y fortaleciendo la bioseguridad del grano almacenado.

Tabla 4:

Indicadores Comparativos: Antes vs. Después de la Mejora del Proceso de Fumigación con Fosfina

Indicador	Antes de la Mejora	Después de la Mejora
Procedimiento documentado (POE)	Inexistente	POE implementado y estandarizado
Método de aplicación	Empírico	Basado en protocolo técnico validado
Uso de EPP	Incompleto o incorrecto	Uso obligatorio con control de cumplimiento

Rotulado de encarpados	No se realizaba	Sistema de rotulación estandarizado por tratamiento
Registros de trazabilidad	Ausentes	Registros físicos y digitales implementados
Capacitación en fosfina y seguridad	Ocasional o inexistente	Programa de capacitación técnica periódica
Conocimiento sobre plagas y ciclos biológicos	Limitado o nulo	Formación en entomología aplicada al personal
Cobertura del gas en la ruma	Parcial, no controlada	Distribución uniforme con puntos definidos
Eficacia del tratamiento (plagas eliminadas)	Baja, con riesgo de reinfestación	Alta, con control completo en todos los estadios biológicos
Trazabilidad del tratamiento	No asegurada	Totalmente controlada y documentada

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Resumen de Parámetros Técnicos de Fumigación con Fosfina

Parámetro	Método Inicial	Método Optimizado
Distribución de tabletas	Solo en los extremos de la ruma	En todo el encarpado: extremos, centro y parte superior
Dimensiones de la ruma	(4 m alto x 9 m ancho)	Igual
Distancia entre puntos de aplicación	No especificada	Máxima de (2 m)
Tiempo de desplazamiento del gas	(1 a 1.5 m) cada 24 h	Distribución uniforme en ~1 día
Tiempo total para distribución completa	3 a 4 días	1 día

Concentración inicial de fosfina	No controlada / variable	> (2000 ppm)
Tiempo de fumigación	9 días	12 días
Hermetización efectiva	No evaluada	Hasta 15 días
Concentración mantenida durante fumigación	No garantizada	> (600 ppm)
Eficacia contra plagas resistentes	Parcial, plagas con resistencia de hasta 10 días	Alta, con cobertura completa de todos los estadios

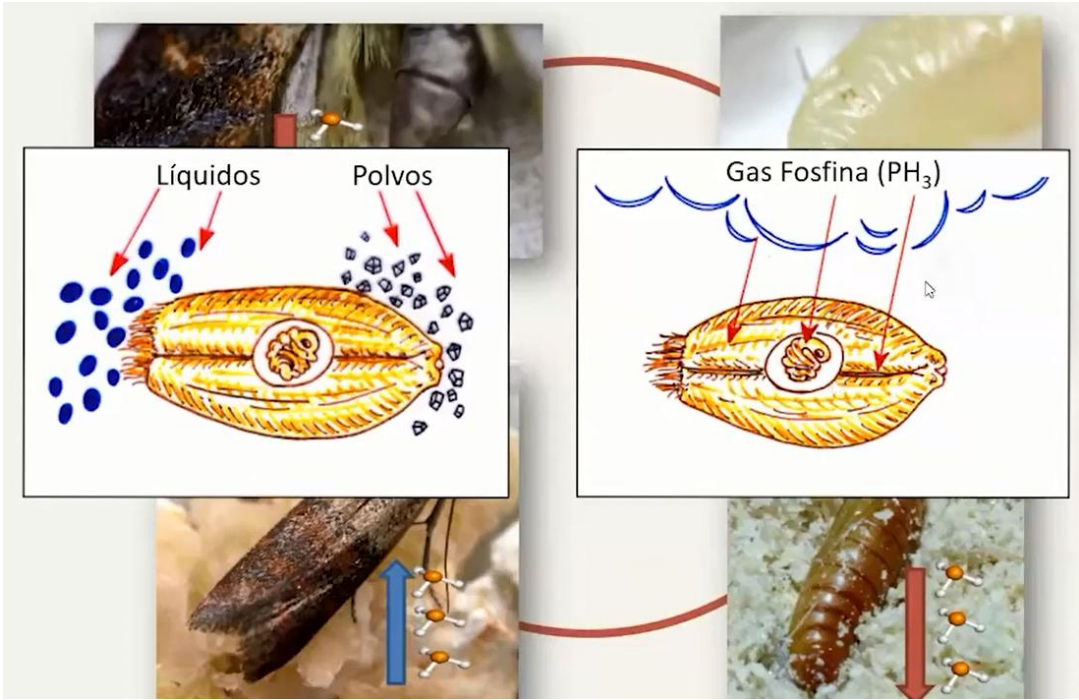
Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1. Fosfuro de aluminio en el control de plagas

El insectida comercialmente llamado PHOSFIN, según indica (Clenvi Sac, 2024), contiene como ingrediente activo Fosfuro de Aluminio a una concentración: 56 %, es un fumigante en estado sólido, el cual, al entrar en contacto con la humedad del ambiente, genera un gas llamado fosfina (fosfuro de hidrógeno). Este gas actúa de forma efectiva contra insectos en todas sus fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Su aplicación es común en productos almacenados como semillas, harinas y otros granos similares” también indica que durante “el tratamiento con este fumigante no altera las propiedades sensoriales del producto (como el sabor, el aroma, el color, la textura o la apariencia), no compromete la capacidad germinativa de las semillas y preserva las cualidades tecnológicas del grano, como su aptitud para la molienda y la cocción”. (Clenvi Sac, 2024)

Figura 3.

Método de acción del Gas Fosfina



Fuente: Clenvi Sac (2025).

Tabla 6:

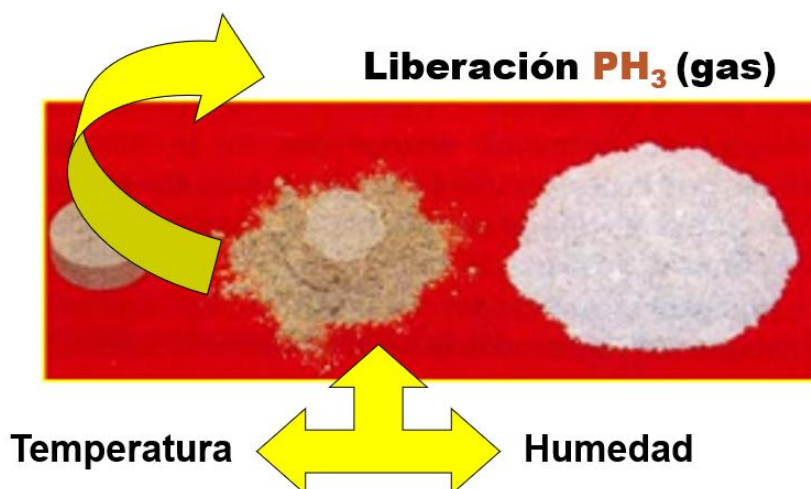
Composición química del Phosfin

Componente	% en peso (aproximado)	Función
Fosfuro de aluminio (AlP)	56 %	Agente activo
Aditivos c.p.s.	100%	Aglutinantes o estabilizadores físicos

Fuente: Clenvi Sac. (2025).

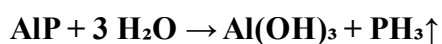
Figura 4.

Proceso de Hidrolisis del Phosfin

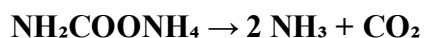


Fuente: Clenvi Sac (2025).

Fosfuro de aluminio + H_2O : Al contacto con agua, libera gas fosfina:



Genera fosfina (PH_3), gas fumigante, y deja hidróxido de aluminio ($\text{Al}(\text{OH})_3$) como residuo.



Carbamato de amonio: Compuesto sólido que se descompone fácilmente. Produce amoníaco (NH_3), CO_2 y vapor de agua, aportando humedad y calor al ambiente.

El carbamato activa y acelera la liberación de fosfina al aumentar la humedad y temperatura.

- Toxicidad

- Grupo I: “Extremadamente tóxico”
- LD 50 dosis letal media : (ingrediente activo fosfina)
- Oral: 31,2 mg/kg en ratas
- Dermal: 957,9 mg/kg en conejo
- Inhalatoria: 0,04 mg / kg ratas.

- Dosis:

- 3-5 tabletas/m³
- Peso por tableta: 3 gramos
- Ppm por tableta: 700 ppm
- Inflamable: 17900 ppm (27g/m³)

- Daños a la Salud:

Según (Medina y otros, 2020). “El fosforo de aluminio, al ingresar al cuerpo por inhalación o ingestión, reacciona con la humedad o los ácidos gástricos y libera gas fosfina (PH₃), un compuesto altamente tóxico. Este gas se absorbe rápidamente y se distribuye por el organismo, alcanzando las mitocondrias, que son las encargadas de generar energía celular (ATP). Dentro de la mitocondria, la fosfina inhibe la enzima citocromo c oxidasa, componente del complejo IV de la cadena respiratoria. Al bloquear esta enzima, se interrumpe la fosforilación oxidativa y, por tanto, la producción de ATP, lo que impide que las células realicen sus funciones vitales. Esta falta

de energía genera un daño progresivo en las células, acompañado de un aumento del estrés oxidativo, acumulación de radicales libres y destrucción de las membranas celulares. Este proceso altera el equilibrio iónico, daña ácidos nucleicos y culmina en la muerte celular. Como resultado, múltiples órganos comienzan a fallar de manera simultánea —entre ellos el corazón, hígado, pulmones y riñones— lo que puede llevar a la muerte si no se actúa rápidamente. La toxicidad sistémica de la fosfina convierte a esta sustancia en un agente letal con mecanismos similares al choque séptico”.

Residuos de fosfina en los granos

(Arora & Patil, 2023) En un “estudio que realizaron en la India se evaluaron los residuos de fosfina en arroz y otros granos fumigados con fosfuro de aluminio (ALP al 56%) durante 7 y 10 días, utilizando 2 y 3 tabletas por tratamiento, posterior al tratamiento los residuos fueron analizados mediante cromatografía de gases con detector de fotometría de llama (FPD, *Detector de Fotometría de Llama*), donde se detectaron trazas de fosfina en todos los granos fumigados, por debajo del límite máximo de residuos (LMR) de 0,1 ppm establecido por la Comisión del Codex Alimentarius”.

Seguridad ocupacional del personal

Para asegurar la salud ocupacional del personal operativo, se tomaron las siguientes acciones:

- ✓ Se capacito en manejo y uso seguro de fosfina
- ✓ Se rota al personal semanalmente en los procesos de fumigación
- ✓ Se brindo Epps:

- Mascara Rostro Completo (full face – con visor panorámico transparente y filtros para gases ácidos (ph3)- Banda: color plomo o gris.
- Casaca con capucha impermeable.
- Pantalón impermeable.
- Guantes de látex.
- Equipos de medición de gas.
- Casco de seguridad
- Zapatos punta de acero.

CONCLUSIONES.

- Se implementó un plan integral de mejora para el control de gorgojos y polillas en la industria molinera de arroz, mediante la optimización de procesos de almacenamiento, fumigación, saneamiento basado en las BPM y POES.
- Se diagnosticó las condiciones actuales de infestación por gorgojos y polillas
- Se rediseñó la distribución de áreas críticas para evitar contaminación cruzada, creando almacenes exclusivos para cada fin, evitando la contaminación cruzada
- Se estableció un programa técnico de fumigación eficiente y seguro.
- Se fortaleció los procedimientos de limpieza y desinfección en planta y silos, y áreas de producción, reduciendo la carga biológica y previniendo la aparición recurrente de plagas
- Se implementó controles para el uso y manejo de productos químicos, garantizando la inocuidad del producto y la seguridad ocupacional del personal manipulador.
- Se capacitó al personal en BPM y POES con enfoque en control de plagas, promoviendo una mayor conciencia y compromiso con las prácticas preventivas, lo que contribuyó a la mejora continua de los procesos y al fortalecimiento de la cultura de inocuidad.
- Se mejoró el control sanitario de vehículos de ingreso de materia prima y despacho de producto terminado.

RECOMENDACIONES.

Mejorar la ventilación y controlar la humedad en silos y almacenes es clave para prevenir plagas como gorgojos y polillas. Según la (Fao, 2020), “la humedad y la temperatura son los factores más determinantes en la conservación del grano y en el ciclo reproductivo de plagas”. recomienda “mantener una humedad relativa inferior al 65 % y temperaturas menores a 20 °C”. Asimismo, el (Codex Alimentarius , 2023) establece que debe haber “una ventilación adecuada, diseñada para evitar la acumulación de humedad y garantizar la inocuidad del producto final”.

Se recomienda diseñar accesos controlados y rutas internas diferenciadas para personal, materia prima y producto terminado, con el fin de minimizar la circulación cruzada y evitar la contaminación cruzada entre zonas limpias y sucias. Estudios de higiene industrial indican que la movilización no controlada dentro de plantas agroalimentarias incrementa hasta en un 60 % el riesgo de transferencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos. Encontrada en (Fao, 2020)

(Codex Alimentarius , 2023) “recomienda mejorar el acabado de paredes y pisos en las áreas de almacenamiento y producción, ya que actualmente presentan grietas y fisuras que pueden convertirse en refugio de insectos, dificultando su eliminación durante los procesos de limpieza y fumigación”. Así como también “la reparación y el revestimiento de estas superficies con materiales lisos, resistentes y de fácil limpieza permitirá eliminar puntos críticos de infestación, facilitar la higienización efectiva y contribuir al cumplimiento de las normas de inocuidad alimentaria. Según (Fao, 2023).

REFERENCIAS

- Inacal. (2023). *norma técnica peruana para impulsar estándares de calidad del arroz: NTP 205.011:2023 Arroz — Arroz elaborado. Requisitos 4°ta edicion*. LIMA. Retrieved 20 de JUNIO de 2025.
- Arora, S., & Patil, N. (2023). *Estimación de fosfina en granos alimentarios fumigados mediante cromatografía de gases equipada con detector FPD*. Retrieved 2025, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37589729/>
- Aulicky, R., Stejskal, V., & Athanassiou, B. F. (2022). *Evaluación de la resistencia a la fosfina en poblaciones de Sitophilus oryzae , Oryzaephilus surinamensis y Rhyzopertha dominica en la República Checa*. Retrieved 2025, from <https://www.mdpi.com/2075-4450/13/12/1162>
- Calderón, C. J. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE COMERCIALIZACIÓN DEL ARROZ A NIVEL MAYORISTA EN LOS MOLINOS DE LAMBAYEQUE 2017*. CHICLAYO, LAMBAYEQUE. Retrieved 18 de JULIO de 2025, from https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1505/1/TL_AlcantaraCalderonChristian.pdf
- Canada. (2023). *Biología de las plagas de insectos en los granos almacenados*. Retrieved 2025, from <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/manage/identify-an-insect/>
- Clenvi Sac. (2024). Phosfin. Lima. Retrieved 2025.
- Codex Alimentarius . (2023). *DEFINICIONES DE LOS TÉRMINOS DEL ANÁLISIS DE RIESGOS RELATIVOS A LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS*. Retrieved 2025, from <https://www.fao.org/4/w5975s/w5975s08.htm>
- Fao. (2020). *Insectos que atacan granos almacenados*. <https://www.fao.org/4/x5053s/x5053s06.htm>
- Fao. (2023). *Sección 5: Mantenimiento, limpieza y desinfección y control de plagas*. Retrieved 2025, from <https://www.fao.org/good-hygiene-practices-haccp-toolbox/ghp/establishment-maintenance-cleaning-and-disinfection-and-pest-control/es>
- Fao, O. d. (2021). *Glosario de términos de protección fitosanitaria*. Retrieved 20 de JUNIO de 2025, from <https://www.fao.org>
- Gonzales, N. L. (2019). *DISEÑO DE LINEAMIENTOS DE CONTROL INTERNO PARA MEJORAR LA GESTIÓN OPERATIVA EN EL ÁREA DE TESORERÍA DE LA EMPRESA MOLINERA TROPICAL DEL NORTE SAC*. Retrieved 07 de julio de 2025, from https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2206/3/TL_GuaniloGonzalesNorma_MendozaCubasDoris.pdf

- Inacal. (2024). *NTP 712.011: 2024 GESTIÓN DE LA CALIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA. Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la industria alimentaria, restaurantes y afines*. Retrieved 15 de junio de 2025.
- Inacal, I. N. (2021). *INACAL aprueba norma técnica peruana para impulsar estándares de calidad del arroz: NTP 205.011:2021 Arroz — Arroz elaborado. Requisitos*. Retrieved 20 de junio de 2025, from <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/551590-inacal-aprueba-norma-tecnica-peruana-para-impulsar-estandares-de-calidad-del-arroz>
- Medina, M. R., Anda, G. F., & Monroy, J. G. (2020). *Revisión de la intoxicación aguda por fosforo de aluminio*. Retrieved 2025, from https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2012/ti124i.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Molinos Tropical. (2024). *Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento*. Retrieved 2025.
- Rentokil. (2023). *Insectos en productos almacenados: una amenaza para el procesamiento de alimentos*. Retrieved 2025, from <https://www.rentokil.com/blog/food-safety/stored-product-insects-food-processing/>
- ROGG, H. W. (2020). *MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN CULTIVOS TROPICALES*. Retrieved 18 de junio de 2025, from <https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Rogg-2000b-IPM-in-tropical-crops.pdf>
- Salazar, S. C. (2014). *"PROPUESTAS DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE ALMACENES*. Retrieved 07 de JULIO de 2025, from <https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/018702b3-e47b-4a20-807d-6188c45fbbac/content>
- Senasa. (2021). *Manejo integrado de plagas en granos almacenados*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/metastaller_SENESA_PI_meta36_2.pdf
- Seun O. Oladipupo, A. E. (2022). *¿Por qué los insectos cierran sus espiráculos? Una evaluación metaanalítica de la hipótesis adaptativa del intercambio discontinuo de gases en insectos*. Retrieved 2025, from https://www.mdpi.com/2075-4450/13/2/117?utm_source=chatgpt.com

ANEXOS

Anexo A.

Presencia de Gorgojos en recepción en tienda.



Fuente: *Agroindustrial Molinos Tropical* (2023).

Anexo B

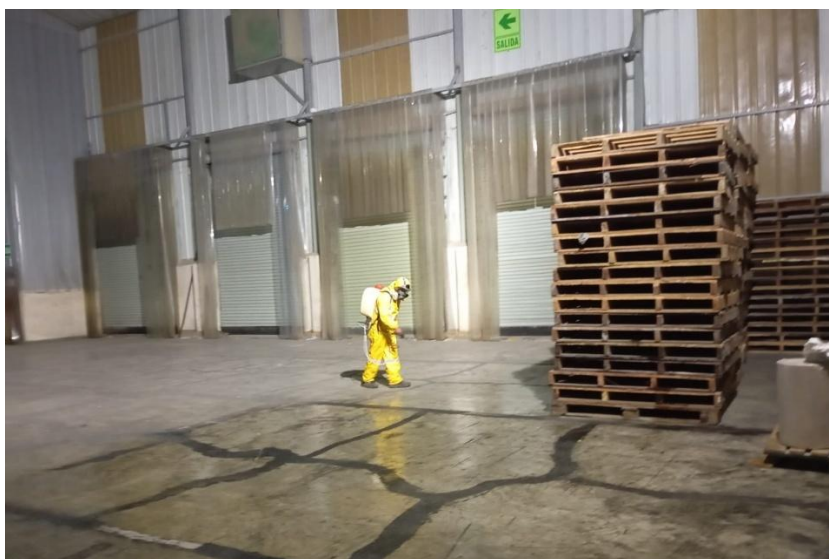
Capturadores de insectos de dos (2) fluorescentes de radiación UV de 18w, con Lamina con adhesiva.



Fuente: *Jachi*. (2023)

Anexo C

Fumigación Método Aspersión- Mochila Manual.



Fuente: *Elaboración propia*

Anexo D

Fumigación Método Industrial- Termonebulizado



Fuente: *Elaboración propia*

Anexo E

Claves para una buena fumigación con Phosfin (Fosfuro de Aluminio al 56%),



Fuente: *Elaboración Propia.*

Anexo F

Insecticida Phosfin (Fosfuro de Aluminio al 56%).



Fuente: *Clenvi Sac (2025)*

Anexo G

Epps para manipulación de Phosfin



**Mascara full Face +
Filtro para gases
ácidos**



Guantes



**Traje
Impermeable**

Fuente: *Clenvi Sac* (2025)

Anexo H

Materiales para medición de Gas fosfina

BOMBA DE MUESTREO



TUBO COLORIMETRICO DETECTOR DE FOSFINA



Fuente: *Clenvi Sac* (2025)