

Universidad Técnica Nacional

Sede Central

Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial

Tema:

Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa GranoPack, basado en el programa HACCP, durante el periodo 2023-2024

Sustentantes:

Fabiola Hidalgo Meléndez

Roglan Vindas Elizondo

Joselin Rodríguez Castro

Tutora:

Ing. Zaira Murillo Marín

II Cuatrimestre, 2024

Hoja de aprobación tribunal



Universidad Técnica Nacional
Sede Central
CARRERA LICENCIATURA EN PRODUCCION INDUSTRIAL

ACTA DE CIERRE 02-2024

En la ciudad de Alajuela, a los veinte días del mes de septiembre de dos mil veinte y cuatro, al ser las 10:20 am, estando presente en la Sede Central de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas Evaluadoras:

Zaira Murillo Marín,	Profesora Tutora
Katty Arce Carranza,	Profesora Lectora
Roberto Orozco Sánchez,	Presidente

Quienes, en su condición de miembros del Tribunal Evaluador, han escuchado y valorado el proyecto de graduación para optar por el grado de **Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial**, de los postulantes:

Fabiola Hidalgo Meléndez, cédula de identidad 206990247,
Roglan Vindas Elizondo, cédula de identidad 117790842
Joselin Rodríguez Castro, cédula de identidad 207810716

Presentando su proyecto de graduación con el título de:

"Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa GranoPack, basado en el programa HACCP, durante el periodo 2023-2024."

Luego del cual el Tribunal Evaluador considera que, de conformidad con la normativa en la materia, obtiene una calificación de 9,63 y cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación se les es conferido el grado de


Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.

Asimismo, acreedores de mención honorífica No () Sí (X)

Profesora Tutora

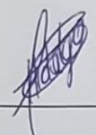
Profesora Lectora

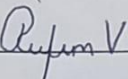
Presidente del Tribunal Examinado

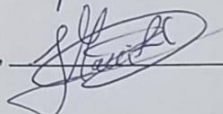
 **Universidad Técnica Nacional**
Sede Central
CARRERA: LICENCIATURA EN PRODUCCION INDUSTRIAL

Observaciones:

Estudiantes Sustentantes:

Fabiola Hidalgo Meléndez, 

Roglan Vindas Elizondo, 

Joselin Rodríguez Castro, 

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a todos nuestros familiares, cuyo apoyo y aliento han sido fundamentales a lo largo de este camino. Su amor y comprensión han hecho posible alcanzar este logro.

Asimismo, dedicamos este trabajo a la universidad, por proporcionar los espacios y recursos necesarios para nuestro desarrollo académico. Sin su compromiso con nuestra formación, no estaríamos aquí hoy como Licenciados (as).

Agradecimiento Joselin Rodriguez

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, que siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional. Su respaldo económico y emocional ha sido fundamental para que pudiera continuar mis estudios y alcanzar mis metas.

Agradezco también a la universidad por ofrecerme las oportunidades y recursos necesarios para formarme como profesional. Su compromiso con nuestra educación ha sido invaluable en este proceso, así mismo, agradezco a nuestra lectora y tutora por todo el apoyo y soporte durante este proceso.

Finalmente, agradezco a mis compañeros, quienes siempre han dado lo mejor de sí y nunca se han rendido. Juntos hemos compartido desafíos y logros, y su espíritu de colaboración ha enriquecido esta experiencia.

Agradecimiento Roglan Vindas

Agradezco primeramente a Dios por haberme brindado la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa tan importante en mi vida. A mis seres queridos, gracias por su incondicional apoyo, paciencia y por ser siempre mi mayor fuente de motivación. A mis profesores, en especial a Zaira Murillo y Kattia Arce, tutora y lectora respectivamente de este proyecto, expreso mi más sincera gratitud por sus valiosas enseñanzas, guía y dedicación a lo largo de este proceso. Este logro es el reflejo del esfuerzo conjunto, y me enorgullece obtener el grado de licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial con el respaldo de todos ustedes

Agradecimiento Fabiola Hidalgo

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre por su apoyo incondicional, su amor y comprensión a lo largo de este proceso. A mi novio, por estar siempre a mi lado, brindándome su ayuda en todo momento. A mi familia y amigos, quienes de una u otra forma me ofrecieron su respaldo, y a mis colegas Joseline y Roglan, por su perseverancia ante las dificultades que surgieron. Por supuesto, también agradezco a nuestra tutora Zaira Murillo, a nuestra lectora Katia Arce y a nuestro director de carrera Roberto Orozco, por brindarnos siempre su tiempo y apoyo a lo largo de este proceso.

Carta aprobación lectora

Alajuela, 31 de Julio del 2024

Señor:
Roberto Orozco Sánchez
Dirección de la Carrera Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.
Universidad técnica Nacional.

Estimado señor:

Reciba un cordial saludo y a la vez por medio de la presente:

Yo Katia Milena Arce Carranza, cédula de identidad 205260012, docente de la Universidad Técnica Nacional, les informo que, en mi calidad de Lectora, he leído y revisado el Proyecto de graduación titulado "Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa GranoPack, basado en el programa HACCP durante el período 2023 -2024 ", presentado por las estudiantes: Fabiola Hidalgo Meléndez, cédula: 206990247, Roglan Vindas Elizondo, cédula: 117790842 y Joselin María Rodríguez Castro, cédula: 207810716.

Otorgo mi aval al TFG, para que sea presentado ante su defensa y optar por el título de Licenciatura en Producción Industrial, cabe destacar que, este Proyecto Final de Graduación cumple con las normas establecidas por la Universidad Técnica Nacional.

Agradezco su atención.

KATIA MILENA ARCE CARRANZA (FIRMA)
PERSONA FÍSICA, CPF-02-0526-0012.
Fecha declarada: 31/07/2024 10:27:13 PM
Esta es una representación gráfica únicamente,
verifique la validez de la firma.

Katia Milena Arce Carranza.

Cédula: 205260012

Carta aprobación tutora

Alajuela, 05 de agosto del 2024

Señor:
Roberto Orozco Sánchez
Dirección de la Carrera Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.
Universidad técnica Nacional.

Estimado señor:

Reciba un cordial saludo y a la vez por medio de la presente:

Yo Zaira Murillo ~~Marín~~, cédula de identidad 206540244, docente de la Universidad Técnica Nacional, les informo que, en mi calidad de Tutora, he leído y revisado el Proyecto de graduación titulado "Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa ~~GranoPack~~, basado en el programa HACCP durante el período 2023 -2024", presentado por las estudiantes: Fabiola Hidalgo Meléndez, cédula: 206990247, ~~Roglan~~ Vindas Elizondo, cédula: 117790842 y Joselin María Rodríguez Castro, cédula: 207810716.

Otorgo mi aval al TFG, para que sea presentado ante su defensa y optar por el título de Licenciatura en Producción Industrial, cabe destacar que, este Proyecto Final de Graduación cumple con las normas establecidas por la Universidad Técnica Nacional.

Agradezco su atención.



Zaira Murillo ~~Marín~~.

Cédula: 206540244

Carta aprobación filóloga

San José, 19 de agosto de 2024

Señores
Comisión de Trabajos Finales de Graduación
Sede Central
Universidad Técnica Nacional

Estimados señores:

Los estudiantes, Fabiola Hidalgo Meléndez, Roglan Vindas Elizondo y Joselin Rodríguez Castro, me han presentado para revisión de estilo el trabajo titulado *Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa GranoPack, basado en el programa HACCP, durante el periodo 2023-2024.*

He revisado y corregido los aspectos referentes a la estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación y vicios del lenguaje, que se trasladan al escrito, y he comprobado que se han incorporado las correcciones al presente documento.

Por tanto, hago constar que, desde el punto de vista filológico, se encuentra listo para ser presentado ante la universidad como tesis de graduación para optar por el grado y título académico de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.

Atentamente,



M.L. Gladys Raquel Arosemena Bissot
Filóloga, Universidad de Costa Rica
Carné de la Asociación Costarricense de
Filólogos número 366
Teléfono 8998-5690

Tabla de contenido

Glosario	xviii
Capítulo 1. Introducción	18
1.1 Introducción	19
1.2 Justificación.....	20
<i>1.2.1 Línea de investigación</i>	21
1.3 Situación actual del conocimiento	22
<i>1.3.1 Estado de la cuestión</i>	22
<i>1.3.2 Balance del apartado</i>	34
1.4 Planteamiento del problema.....	35
<i>1.4.1 Pregunta problema</i>	38
<i>1.4.2 Alcances</i>	38
<i>1.4.3 Limitaciones</i>	39
<i>1.4.4 Temporalidad</i>	41
1.5 Objetivos	41
<i>1.5.1 Objetivo general</i>	41
<i>1.5.2 Objetivos específicos</i>	42
1.6 Matriz de congruencia.....	42
Capítulo 2. Marco teórico	44
2.1 Marco teórico	45
2.2 DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar)	46
2.3 Estandarización de procesos	46

2.4 Desperdicios	47
2.5 Ingeniería de métodos	47
2.6 Mapeo de procesos	48
2.7 Defectos.....	48
2.8 Industria alimentaria.....	49
2.9 Cumplimiento normativo	49
2.10. INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica)	50
2.11 Normas HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control).....	50
2.12 Normas ISO (Organización Internacional de Normalización).....	51
2.13 Normas ISO 22000.....	51
2.14 <i>Codex Alimentarius</i>	52
2.15 BPM (Buenas prácticas de manufactura).....	53
2.16 SSOP (procedimientos operativos estandarizados de saneamiento).....	53
2.17 Variación de procesos	54
2.18 Diagrama Ishikawa.....	55
2.19 Indicadores de desempeño	55
2.20 Control de procesos.....	56
2.21 Mejora continua	56
2.22 Productividad	57
2.23 Eficiencia y eficacia	58
2.24 Plan de mejora.....	58

2.25 Análisis causa raíz.....	59
2.26 Diagrama SIPOC.....	59
2.27 Diagrama de Pareto	60
2.28 Técnica Gemba.....	61
2.29 Cadena de suministro	61
2.30 Seguridad alimentaria.....	62
2.31 ANOVA	62
2.32 ROI (retorno de la inversión)	63
Capítulo 3. Marco metodológico.....	64
3.1 Estrategia metodológica.....	65
3.2 Paradigma.....	65
3.3 Enfoque	66
3.4 Método o tipo de estudio.....	67
3.5 Fuentes	67
3.6 Muestra.....	68
3.7 Técnicas.....	69
3.8 Diagnóstico situacional	70
3.9 Propuesta de mejora	71
3.10 Evaluación económica	71
3.11 Matriz de operacionalización	72
3.12 Cuadro de actividades: etapas, objetivo, actividades, resultado.	74

3.13 Validación de la información	77
3.14 Validación de instrumentos.....	77
3.15 Ética.....	78
Capítulo 4. Análisis de la información	79
4.1 Análisis de la situación actual	80
4.2 Descripción del proceso productivo.....	82
4.3 SIPOC	88
4.4 Análisis causa raíz.....	90
4.5 Análisis de las entrevistas para evaluación de las 6M Ishikawa.....	92
4.6 Diagrama de Ishikawa.....	116
4.7 Diseño de experimentos	120
4.7.1 <i>Recolección de la muestra:</i>	122
4.7.2 <i>Resumen formulación del diseño completamente al azar de dos factores ...</i>	125
4.8 Análisis económico de la propuesta.....	138
4.8.1 <i>Retorno sobre la inversión (ROI)</i>	143
Capítulo 5. Propuesta programa de inocuidad, basado en HACCP, en el proceso de empaque de frijoles.....	147
5.1 Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)	148
5.1.1 <i>Cronograma de actividades</i>	151
5.1.2 <i>Formación del equipo HACCP</i>	153
5.1.3 <i>Descripción del producto</i>	155
5.1.4 <i>Ingredientes del producto</i>	157

5.1.5 Diagrama de flujo y croquis de la planta.....	159
5.1.6 Identificación de peligros	165
5.1.7 Matriz de peligros.....	168
5.1.8 Determinación de los PCC	170
5.1.9 Límites críticos por cada PCC	173
5.1.10 Sistemas de vigilancia y medidas correctivas	175
5.1.11 Actividades de comprobación.....	177
5.1.12 Calibración de equipos.....	179
5.2 Lista de verificación BPM, SSOP y HACCP.....	180
5.3 Guía para clientes y proveedores	193
5.3.1 Proveedores	193
5.3.2 Clientes	203
5.4 Propuesta rediseño orden de compra.....	206
Capítulo 6. Conclusiones	208
Capítulo 7. Recomendaciones	211
Referencias	214
Anexos	228
Apéndices.....	251

Índice de ilustraciones

Figura 1 <i>Porcentaje de quejas según tipo de no conformidad por cliente.</i>	20
Figura 2 <i>Costo de la devolución por cliente.</i>	35
Figura 3 <i>Ventas del año 1 por cada cliente.</i>	36
Figura 4 <i>Pérdida anual por cliente para la no conformidad 2, terrón.....</i>	37
Figura 5 <i>Pérdida total por cada no conformidad.</i>	38
Figura 6 <i>Total de toneladas vendidas por tipo de producto comercializado.</i>	80
Figura 7 <i>Diagrama de flujo</i>	83
Figura 8 <i>Simbología ISO 9001</i>	86
Figura 9 <i>Tabla de rechazos.....</i>	86
Figura 10 <i>Manual de procedimientos</i>	87
Figura 11 <i>Diagrama SIPOC empresa GranoPack</i>	89
Figura 12 <i>Gráfico Pareto.....</i>	91
Figura 13 <i>Fórmula cálculo de muestra</i>	93
Figura 14 <i>Tamaño de muestra</i>	93
Figura 15 <i>VARIABLES usadas en la muestra</i>	94
Figura 16 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	117
Figura 17 <i>Valores de las observaciones en kg.....</i>	123
Figura 18 <i>Tabla resumen declaración de variables</i>	125
Figura 19 <i>Valores de las observaciones en kg.....</i>	127
Figura 20 <i>Tabla ANOVA y suma de cuadrado, cálculo manual.....</i>	129
Figura 21 <i>Tabla ANOVA en R-Studio</i>	134
Figura 22 <i>Comparaciones múltiples de Tukey.....</i>	137
Figura 23 <i>Panorama económico previo al diseño de experimentos</i>	139
Figura 24 <i>Panorama económico después del diseño de experimentos.....</i>	140

Figura 25 <i>Datos del estudio económico</i>	145
Figura 26 <i>Cálculo del ROI</i>	146
Figura 27 <i>Cronograma de actividades</i>	152
Figura 28 <i>Equipo HACCP GranoPack</i>	154
Figura 29 <i>Descripción de los frijoles en GranoPack</i>	156
Figura 30 <i>Ingredientes del producto de frijoles empacados en GranoPack</i>	158
Figura 31 <i>Captura del área productiva en GranoPack</i>	160
Figura 32 <i>Captura de sala de empaque y baños</i>	161
Figura 33 <i>Captura de bodega</i>	163
Figura 34 <i>Locación de los PCC en el croquis I</i>	164
Figura 35 <i>Locación de los PCC en el croquis II</i>	165
Figura 36 <i>Referencia documento identificación de peligros en GranoPack</i>	167
Figura 37 <i>Matriz de peligros en GranoPack</i>	168
Figura 38 <i>Clasificación de los PCC según matriz de riesgos en GranoPack</i>	169
Figura 39 <i>Árbol de decisiones</i>	170
Figura 40 <i>Referencia documento para determinar los PCC en GranoPack</i>	172
Figura 41 <i>Referencia documento de límites críticos en GranoPack</i>	174
Figura 42 <i>Referencia documento de sistema de vigilancia y monitoreo en GranoPack</i>	176
Figura 43 <i>Referencia documento de actividades de comprobación en GranoPack</i>	178
Figura 44 <i>Referencia documento calibración de equipos en GranoPack</i>	180
Figura 45 <i>Referencia lista de verificación diagnóstico HACCP.</i>	182
Figura 46 <i>Criterios BPM</i>	183
Figura 47 <i>Criterios SSOP</i>	186
Figura 48 <i>Criterios de soporte</i>	188

Figura 49 <i>Porcentaje de cumplimiento por cada concepto de verificación</i>	191
Figura 50 <i>Ficha cliente</i>	204
Figura 51 <i>Ficha para proveedores</i>	205
Figura 52 <i>Rediseño de orden de compra</i>	207

Índice de gráficos

Gráfico 1 <i>Habilidad mano de obra</i>	95
Gráfico 2 <i>Entrenamiento</i>	96
Gráfico 3 <i>Calidad en el área de trabajo</i>	97
Gráfico 4 <i>Motivación de la mano de obra</i>	98
Gráfico 5 <i>Definición de procedimientos de trabajo</i>	99
Gráfico 6 <i>Existencia de procedimientos alternativos</i>	100
Gráfico 7 <i>Existencia de un mejor método de trabajo</i>	101
Gráfico 8 <i>Capacidad de las máquinas</i>	102
Gráfico 9 <i>Estudio de maquinaria</i>	103
Gráfico 10 <i>Cambio de herramientas</i>	104
Gráfico 11 <i>Criterios de ajustes de máquinas</i>	105
Gráfico 12 <i>Programas de mantenimiento</i>	106
Gráfico 13 <i>Variabilidad de la materia prima</i>	107
Gráfico 14 <i>Cambio de materiales o materias primas</i>	108
Gráfico 15 <i>Influencia de los proveedores en la calidad del producto</i>	109
Gráfico 16 <i>Determinación de la calidad en el producto</i>	110
Gráfico 17 <i>Validación para la medición precisa en los instrumentos</i>	111
Gráfico 18 <i>Métodos y criterios adecuados para tomar decisiones</i>	112
Gráfico 19 <i>Anomalías generadas en el sistema de medición</i>	113

Gráfico 20 <i>Patrones en los procesos del medio ambiente</i>	114
Gráfico 21 <i>Temperatura ambiente en las operaciones</i>	115
Gráfico 23 <i>Boxplot de velocidad</i>	130
Gráfico 24 <i>Boxplot de la apertura</i>	131
Gráfico 25 <i>Boxplot F1:F2</i>	132
Gráfico 26 <i>Perfil F1:F2</i>	133
Gráfico 27 <i>Residuals vs Fitted.</i>	135
Gráfico 28 <i>Q-Q Residuals</i>	136
Gráfico 29 <i>Resumen de las pérdidas anuales para la no conformidad 2</i>	142

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Matriz de congruencia</i>	42
Tabla 2 <i>Matriz de operacionalización</i>	72
Tabla 3 <i>Cuadro de actividades DMAIC para GranoPack</i>	74

Glosario

Abak: es un fungicida sistémico a base de metalaxil 240 g/L, que pertenece a la familia de las acilalaninas, el cual afecta la síntesis del RNA ribosomal de los hongos Oomycetos del suelo. Tiene formulación de concentrado emulsionable (EC). (Disagro, 2023)

Aflatoxinas: es un grupo de metabolitos carcinogénicos, altamente tóxicos, producidos por algunas especies de hongos del género *Aspergillus*. (SCIJ, 2023)

Ajustes hechizos: hace referencia al acto de arreglar o corregir algo que está dañado, roto o defectuoso de manera rápida. Puede aplicarse a objetos, maquinaria, edificios o cualquier otro tipo de cosa que requiera ser restaurada a su estado funcional u original.

Anhidrobiótica: sinónimo de Xerófilo, dicho de un organismo vegetal. Adaptado a la vida en un medio seco. (RAE, 2023)

Anomalías: desviaciones o irregularidades de una regla o de algún uso. (RAE, 2023).

Aporrea: expresión coloquial que hace referencia a golpear de manera intencionada y repetitiva las plantas o vainas del frijol.

Arados: instrumento de agricultura que, movido por fuerza animal o mecánica, sirve para labrar la tierra abriendo surcos en ella. (RAE, 2023)

Árbol de decisiones: “consiste en una serie sistemática de cuatro preguntas destinadas a determinar objetivamente si el peligro identificado en una operación específica del proceso es realmente un PCC”. (INA, 2023, párr. 2)

Atrazina: es un herbicida selectivo pre y post emergente para el control en toda la temporada de malas hierbas en maíz, sorgo y algunos otros cultivos. (Duwest, s.f.)

Aventado: expresión coloquial que describe la práctica de lanzar los frijoles desde cierta altura hacia un recipiente, con el objetivo de separar impurezas tales como piedras, granos defectuosos o materiales extraños mediante corrientes de aire.

Azadones: instrumento que se distingue de la azada en que la pala, cuadrangular, es algo curva y más larga que ancha, y que sirve para rozar y romper tierras duras, cortar raíces delgadas y otros usos análogos. (RAE, 2023)

Bajeras: bajo, que está en lugar inferior. (RAE, 2023)

Bypass: se emplea como un conducto alternativo que redirige los frijoles hacia otro contenedor, lo cual evita el desbordamiento del material durante el proceso.

Cadena de suministros: conjunto de elementos organizados secuencialmente que intervienen en el proceso de producción y distribución de un producto. (RAE, 2023)

Cal: este producto proviene de la piedra caliza, la cual ha sido procesada para su manipulación. La cal ayudará a nivelar la acidez del suelo y favorecerá la precipitación e inmovilización de elementos perjudiciales como aluminio (Al), hierro (Fe), Níquel (Ni), manganeso (Mn) cadmio (Cd), plomo (Pb), etc., debido a que si el pH no se encuentra en su nivel neutral no podrá ayudar a potenciar el desarrollo de la planta. (Horcalsa, 2022)

Calidad en el trabajo: se refiere a la medida en que las actividades, tareas y responsabilidades de un puesto de trabajo cumplen con las expectativas y necesidades tanto de los empleados como de la organización. (RAE, 2023)

Capacidad de las máquinas: cantidad de producción que una máquina puede realizar en un periodo determinado. (RAE, 2023)

Carbendazim: es un fungicida selectivo, sistémico, con efecto translaminar, de acción preventiva y curativa rápida para un amplio espectro de hongos patógenos, en rosas, arroz y muchos otros cultivos. (Agroactivo, 2022)

Cianazina: es un herbicida sistémico a base de Cyanazina con acción pre emergente y post emergente, que se absorbe por las raíces con la translocación acrópeta hacia las hojas. (Agrotico, s.f.)

Cotiledones: primera hoja del embrión de las plantas fanerógamas (que tiene el conjunto de los órganos de la reproducción visible en forma de flor, en la que se efectúa la fecundación, como consecuencia de la cual se desarrollan las semillas, que contienen los embriones de las nuevas plantas). (RAE, 2023)

Cp: la capacidad del proceso, representada por C_p , es un indicador estadístico que posibilita la evaluación de la variabilidad de un proceso de producción en relación con las especificaciones de diseño.

Cpk: es un índice, es decir, una medida más completa de la capacidad del proceso que toma en cuenta la variabilidad de un proceso y su desplazamiento con respecto al límite de especificación más cercano.

Curvas de absorción: constituyen una herramienta valiosa para estimar la dosis total de nutrimentos a aplicar a un determinado cultivo. (Hernández et al., 2003)

Defoliación: caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana. (RAE, 2023)

Densimétrica/ Oliver: se utiliza para separar componentes más ligeros de los más pesados, como en el caso de granos o semillas y funciona clasificando y separando los materiales según su densidad, de manera que los más pesados caen en un lugar y los más ligeros, en otro. En esta empresa, la máquina ayuda a garantizar que los frijoles que se empacan cumplen con ciertos estándares de calidad y que el producto final sea consistente en términos de tamaño y peso.

Desterronadora: como su nombre lo indica, es una máquina utilizada para separar los terrones de la materia prima. Adicionalmente, la misma contiene un imán para realizar separaciones magnéticas de algún material extraño.

Disemina: esparcir. (RAE, 2023)

Dosificador: una máquina dosificadora es un dispositivo diseñado para medir y dispensar cantidades precisas de frijoles en una banda transportadora. Usualmente usado en la industria manufacturera y en procesos de producción donde se requiere dispensar cantidades precisa de algún producto para garantizar la calidad y consistencia del producto final.

Edáficas: perteneciente o relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a las plantas. (RAE, 2023)

Estado larval: se refiere a la fase de desarrollo de un organismo durante la cual está en forma de larva.

Estiletes: púa o punzón. (RAE, 2023)

Estudio de maquinaria: análisis detallado de las características y funcionamiento de las máquinas utilizadas en un proceso productivo. (RAE, 2023)

Flosil: es un herbicida selectivo post emergente absorbido por hojas y raíces, con muy limitada traslocación en el floema. Controla malezas de hoja ancha en cultivos de hoja ancha. Actúa por contacto, por lo que requiere una aplicación cuidadosa para lograr una buena cobertura de las malezas y asegurar los mejores resultados. (Seracsa, 2017)

Frijol tipo quintal: es un formato de empaque utilizado en la empresa GranoPack. Específicamente, se trata de frijoles empacados en sacos de polipropileno que albergan una capacidad de 46 kilogramos de frijoles.

Fusilade: es un herbicida sistémico post emergente que controla gramíneas perennes y anuales. El producto es rápidamente absorbido por las hojas y otras partes verdes de las malezas, siendo movilizado a través de los tejidos de conducción. Finalmente, se acumula en los puntos de crecimiento, afecta los tejidos meristemáticos en los nudos de los tallos y las yemas de los rizomas. Detiene el crecimiento en 48 horas. En 8 a 15 días se produce el secado total de la maleza. (Syngenta, 2021)

Guacal: esto hace referencia a los contenedores de aproximadamente 1 kg de capacidad que la empresa utiliza para transportar de manera continua los frijoles a lo largo de la línea de producción.

Herramientas: instrumentos utilizados para realizar o facilitar un trabajo. (RAE, 2023)

Hongos: planta talofita, sin clorofila, de tamaño muy variado y reproducción preferentemente asexual, por esporas. Es parásita o vive sobre materias orgánicas en descomposición. (RAE, 2023)

Impurezas: todo material diferente al grano de fríjol, tales como hojas, tallos, vainas, piedras, tierra y cualquier otro objeto extraño. No se consideran impurezas otros granos ni los insectos vivos o muertos. (SCIJ, 2023)

Materiales: conjunto de elementos o componentes utilizados en la fabricación de productos. (RAE, 2023)

Medioambiente: conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo. (RAE, 2023)

Motivación: conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona. (RAE, 2023)

msnm: es la abreviación de, metros sobre el nivel del mar.

Nemátodo: dicho de un gusano, del grupo de los nematelmintos que tienen aparato digestivo, consistente en un tubo recto que se extiende a lo largo del cuerpo, entre la boca y el ano. (RAE, 2023)

Ninfas: en los insectos con metamorfosis sencilla, estado juvenil de menor tamaño que el adulto, con incompleto desarrollo de las alas. (RAE, 2023)

Organolépticas: hace referencia a cualquier propiedad de un alimento u otro producto percibida mediante los sentidos, incluidos su sabor, color, olor y textura. (Agrario, s.f.)

Paraquat: es un herbicida de contacto post emergente que actúa en todos los tejidos vegetales verdes y es particularmente activo contra las gramíneas anuales y malezas de hoja ancha. (Syngenta, 2021)

Patrones: modelos o criterios que sirven de referencia para medir o valorar cosas de la misma especie. (RAE, 2021)

Pendimetalina: es un herbicida que controla las malezas antes de la emergencia. (VECOL, 2023)

pH: por sus siglas, potencial de hidrógeno, índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica. (RAE, 2023)

Pie de rey: también conocido como micrómetro, es un instrumento de gran precisión destinado a medir cantidades lineales o angulares muy pequeñas. (RAE, 2024)

Plántulas: planta joven, al poco tiempo de brotar de la semilla. (RAE, 2023)

Procedimiento alternativo: un procedimiento alternativo es un método distinto al procedimiento estándar utilizado para llevar a cabo una acción o tarea específica. (RAE, 2023)

Procedimiento: método ordenado de ejecutar una cosa. (RAE, 2023)

Programa de inocuidad: conjunto de medidas y prácticas diseñadas para asegurar que los alimentos no presenten riesgos para la salud del consumidor. (RAE, 2023)

Programa de mantenimiento preventivo: plan de acciones destinadas a la conservación de equipos y maquinaria mediante revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. (RAE, 2023)

Proveedores: personas o empresas que abastecen de bienes o servicios a otras. (RAE, 2023)

Pruebas ATP: son las pruebas realizadas en la industria alimentaria para detectar la presencia de microorganismos biológicos.

Rastrojos: residuos que quedan de algo. (RAE, 2023)

Responsabilidad: deuda, obligación de reparar y satisfacer, por sí o por otra persona, a consecuencia de un delito, de una culpa o de otra causa legal. (RAE, 2023)

Roturar: arar o labrar por primera vez las tierras eriales o los montes descuajados, para ponerlos en cultivo. (RAE, 2023)

Saca lajillas: se trata de una máquina que, mediante vibración y la fuerza de gravedad, facilita la extracción uniforme de pequeñas piedras inherentes al producto debido a su naturaleza.

Savia: líquido que circula por los vasos de las plantas pteridofitas y fanerógamas y del cual toman las células las sustancias que necesitan para su nutrición. (RAE, 2023)

Siembra al voleo: es aquella en la cual las semillas se esparcen sobre la cama de siembra sin un orden determinado o al azar. (Gálvez, 2020)

Temperatura ambiente: grado de calor o frío existente en el entorno donde se desarrolla una actividad o se conserva un producto. (RAE, 2023)

Tolva de reservorio: este vocablo hace referencia a un contenedor o depósito de metal donde se introducen temporalmente los frijoles previos a ingresar a la máquina de empaque.

Tolva: este término hace referencia a un contenedor o depósito de metal donde se introducen los frijoles.

Zaranda: es básicamente un tamiz o colador grande con vibración, que contiene una especie de rejilla o malla usada para separar basura, terrones, lajillas u otro material extraño de los frijoles de primera calidad.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción

El presente proyecto pretende realizar análisis de procesos en la empresa llamada GranoPack, ubicada en la provincia de Alajuela. Esta se encarga de limpiar, pulir y empaclar diferentes granos, a saber, frijoles, arroz y granos menores, con una misión de siempre estar comprometidos con la seguridad alimentaria.

La principal necesidad de llevar a cabo este proyecto radica en la alta incidencia de defectos reportados por los clientes en relación con el producto de las bolsas de frijol. Los elevados montos de no conformidades representan una importante pérdida económica anual que será abordada en el desarrollo del estudio, pues están generando inquietud en la dirección de la empresa y han comprometido la satisfacción de los clientes y consumidores.

Para plantear este desafío, se utiliza la metodología *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC), que por sus siglas en inglés significa definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Esta es una forma organizada y comprobada de encontrar las razones detrás de los problemas, brindar soluciones y asegurar que las mejoras se mantengan con el tiempo. La investigación hace énfasis en la necesidad de mejorar la forma en que se procesa el producto, que en este caso es el frijol.

Este estudio se compone de siete capítulos. El primero aborda la parte introductoria, donde se establece la importancia del proyecto y sus objetivos, mientras que el capítulo 2 abarca el marco teórico, revisando los conceptos fundamentales del trabajo. El marco metodológico, ubicado en el capítulo 3, detalla los métodos empleados. Por otra parte, el capítulo 4 muestra el análisis de la información, incluyendo el mapeo de procesos y el diagrama de Ishikawa, para examinar la situación actual y diseñar la implementación de un experimento.

El capítulo 5 detalla paso a paso la propuesta de implementación del programa de inocuidad, basado en el análisis de peligros y puntos críticos de control por sus siglas (HACCP), en el proceso bajo estudio. Finalmente, los capítulos 6 y 7 reflejan las conclusiones

y ofrecen recomendaciones para mejorar la eficiencia operativa y cumplir con estándares de seguridad alimentaria.

1.2 Justificación

El presente estudio busca brindar una iniciativa esencial para garantizar la calidad, la eficiencia y la satisfacción del cliente en el proceso de empaque de frijol en grano, ya que, actualmente, existe un mercado altamente competitivo y en constante cambio.

Por otra parte, a nivel empresarial el éxito se fundamenta en la capacidad de una organización para mantener la satisfacción de sus clientes y preservar su confianza. GranoPack, como empresa comprometida con la seguridad alimentaria, reconoce la importancia de cumplir con los más altos estándares de calidad en la producción de alimentos básicos como el frijol. Por lo tanto, es imperativo abordar de manera proactiva los desafíos que afectan la calidad de este producto. Seguidamente, se detalla cuantitativamente la razón del enfoque de este proyecto,

Figura 1

Porcentaje de quejas según tipo de no conformidad por cliente.

Cliente	No conformidad 1	No conformidad 2	No conformidad 3	No conformidad 4	No conformidad 5	Total	Costo total anual devoluciones
	Lajilla	Terrón	Infestado	Tiempo de cocción	Humedad		
A	5%	60%	30%	4%	1%	100%	€60 632 180,20
B	8%	45%	38%	9%	0%	100%	€6 517 699,14
C	0%	80%	20%	0%	0%	100%	€9 594 592,26
D	20%	46%	34%	0%	0%	100%	€4 946 004,48
E	0%	20%	80%	0%	0%	100%	€7 976 612,48
Total							€89 667 088,55

Fuente: GranoPack (2023).

La imagen anterior refleja el porcentaje de quejas según el tipo de defecto, donde esto representa un total en pérdidas de €89 667 088,55 anuales. Por ello, queda demostrado que la

no conformidad 2 es la que contiene mayor porcentaje de quejas detectadas por cada consumidor.

Estas situaciones socavan la confianza del cliente, lo cual genera costos adicionales en términos de reprocesamiento y pérdida de ventas. Reducir este porcentaje de quejas es fundamental para GranoPack pues, de este modo, se pueden maximizar sus ganancias y crear una mejor relación con sus clientes.

1.2.1 Línea de investigación

En este apartado, es fundamental centrar el tema al que va dirigido la investigación del proyecto, visto desde la Ingeniería en Producción Industrial. Para este caso, a nivel de investigación, es necesario determinar una metodología dirigida al desarrollo y análisis de este, por lo cual, se determinó utilizar la metodología DMAIC con el fin de obtener una propuesta basada en un programa HACCP el cual, según Morales (2021), asegura la inocuidad alimentaria y, por ende, garantiza la satisfacción del consumidor.

Es importante destacar que la DMAIC, como metodología, contempla dentro de su estructura las herramientas de ingeniería de métodos, basada en el estudio de flujos de procesos y puestos de trabajo. Se analizan los tiempos y movimientos de las tareas en conjunto con el proceso, implementación del sistema de gestión de calidad, evaluación de costos y beneficios, además de las operaciones industriales y el diseño de las instalaciones industriales y la gestión de la productividad, para garantizar la calidad del producto final.

A partir de lo anterior, se busca, mediante esta metodología aplicada, generar una mayor productividad, mejorar los procesos de elaboración de los productos, un mejor diseño para la inocuidad alimentaria, un sistema de trazabilidad de la materia prima y la disminución en la cantidad de defectos en la línea de producción del frijol, para que todo el producto fluya de manera continua. Asimismo, uno de los objetivos clave al realizar este proyecto es generar mayor ganancia desde el punto de vista económico, para producir de modo eficiente.

1.3 Situación actual del conocimiento

En este apartado, se trata de investigar temas enfocados en la necesidad que surge en la compañía por la cantidad de disconformidades presentadas por los clientes y que sumadas representan poco menos de €90 000 000, ya que la reputación y prestigio de la empresa se está viendo afectada en el sector de industrial alimenticio.

Aquí se pretende analizar los diferentes estudios relacionados con el tema en investigación para que, de esta forma, se pueda argumentar el comportamiento y la situación actual que se tiene con relación al tema.

1.3.1 Estado de la cuestión

Para llevar a cabo un proyecto en cualquier campo es esencial realizar una investigación documental exhaustiva. Este paso es crucial para comprender las implicaciones de la investigación en el área de interés, tal y como lo señalan Levin y Bengochea (2012):

Elaborar un estado de la cuestión requiere un análisis crítico que exponga los aportes que otros científicos han hecho al conocimiento científico y que, al mismo tiempo, señala aquellas zonas e interrogantes que han quedado aún sin respuesta con el fin de proponer el desarrollo de nuevas investigaciones y mostrar así la posibilidad de adoptar una perspectiva novedosa respecto del objeto de investigación. (p.79)

De tal modo, la revisión bibliográfica permite contextualizar el trabajo y construir sobre la base de los conocimientos existentes, identificando brechas en la literatura y áreas de oportunidad para contribuir a la comprensión y el avance en el campo de estudio. Así mismo, se cuenta con un respaldo investigado de manera exhaustiva, lo que permite al investigador contar con una base para extender el estudio del tema y determinar la viabilidad de este.

1.3.1.1 Estudios internacionales.

Este trabajo se enfoca en investigar cómo las empresas en Europa y América han adaptado prácticas para fortalecer proyectos similares. Se examinan cambios significativos y

estrategias innovadoras implementadas en estos sectores, con el objetivo de obtener perspectivas que puedan enriquecer la implementación y mejorar la efectividad del proyecto en cuestión.

Para empezar con este apartado, se tiene en cuenta la Universidad Rey Juan Carlos, ubicada en España, donde el señor Mariano Prieto (2012) lleva a cabo su tesis Un entorno para la aplicación sistemática de la metodología seis sigmas en proyectos de mejora. En este estudio, se abarca la técnica DMAIC (definir, medir, analizar, implementar, controlar), en la que se tratan temas relacionados con proyectos de optimización aplicado a los procesos, donde se menciona lo siguiente: “ Un punto especialmente delicado de esta etapa de la metodología consiste en el claro acuerdo sobre cuál es exactamente el proceso que será objeto de mejora y cuáles son las características críticas para la calidad”. (p. 167)

La claridad en la identificación de procesos por mejorar y en la definición de características de calidad es esencial para el éxito de cualquier proyecto de mejora, donde se establece una dirección clara para garantizar que todos estén alineados y comprometidos con los objetivos de mejora.

Es vital especificar minuciosamente cada etapa del ciclo en la metodología, siguiendo la descripción proporcionada por Prieto (2012). Esto implica una comprensión detallada de cada paso en el proceso.

- Definición: donde se establece claramente el objetivo que deberá perseguir el equipo encargado de la mejora de un proceso, sus límites, presupuesto asignado, restricciones de todo tipo y plazo para su finalización.
- Medida: es la etapa en la que el equipo decide cómo va a medir el proceso, qué variables serán objeto de la medición, y cuáles equipos y métodos de medición serán empleados. El resultado de esta etapa es el cálculo de la capacidad real del proceso.

- Análisis: es la etapa en que, con ayuda de todo tipo de herramientas tanto gráficas como estadísticas, se realiza el filtrado de todas las variables que han sido medidas, con el objeto de determinar cuáles de ellas tienen un efecto significativo en las salidas críticas del proceso.
- Mejora: es la fase del proceso de mejora en la que se van a determinar, más allá de toda duda razonable, las relaciones de causa y efecto entre las variables de entrada y las salidas del proceso. Como consecuencia lógica de este conocimiento adquirido sobre la dinámica del proceso será sencillo el establecer una serie de cambios a las variables de entrada críticas, que aseguren que las salidas se mantienen en torno a los valores deseados por los responsables del proceso.
- Control: es la fase final del proceso de mejora, encargada de asegurar el mantenimiento de las mejoras conseguidas con los cambios al proceso. La variación de las variables vitales del proceso se habrá de controlar con rigor para, de ese modo, asegurar que las salidas de interés no se alejen de los valores deseados. (p.72-73)

En la industria alimentaria, donde la inocuidad es de suma importancia, la metodología proporciona una estructura lógica y efectiva para abordar problemas, optimizar procesos y garantizar la calidad del producto. Al seguir estas etapas de manera meticulosa, la empresa GranoPack puede ofrecer productos seguros y de alta calidad, para mantener la confianza de los consumidores.

La metodología DMAIC se convierte en un aliado valioso para la mejora continua y la excelencia operativa en esta industria. Además, se aprecia su capacidad para adaptarse a una amplia variedad de contextos y procesos, lo que la convierte en una herramienta excepcionalmente versátil y eficaz para abordar desafíos y supervisar la calidad en diversas áreas productivas.

Continuando con la investigación, el autor Cárdenas (2019), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, destaca la importancia de buscar mejoras en la eficiencia de la producción. Subraya la flexibilidad inherente según las particularidades, lo cual contribuye a soluciones efectivas y eficientes en la gestión de la calidad. Se señala de manera esclarecedora lo siguiente: "La estructura DMAIC no sigue un patrón único o estándar" (p. 45). Así, esta herramienta puede ser aplicada en una amplia variedad de procesos e industrias de manufactura, pero lo que resulta verdaderamente valioso es la capacidad de personalización que esta metodología ofrece a cada autor.

Lo primero, brinda la capacidad para adaptarse de manera precisa a las necesidades y particularidades de cada organización o proyecto en cuestión. En el caso de la empresa GranoPack, su enfoque es abarcar todo el proceso de producción, desde la recepción de los frijoles hasta el empacado final. Esto demuestra un compromiso integral con la gestión de la calidad y la mejora continua.

Esta estrategia asegura que ninguna tarea relevante puede ser excluida del proceso de mejora, lo que a su vez contribuye a la eficacia y eficiencia en la entrega de productos de alta calidad a sus clientes.

Ampliando las ventajas de utilizar la metodología DMAIC por su facilidad de aplicación en todo tipo de industrias, Winatie et al. (2020) en su artículo enfocado en utilización de esta metodología para reducir la cantidad de defectos encontrados en las tabletas de medicamentos producidas en una industria farmacéutica, mencionan cómo logran disminuir en un 0.00081% el porcentaje de rechazos y aumentar el nivel de sigma de un 4,6 a un 5,4.

De la investigación anterior se concluye que la reducción de productos defectuosos con el método DMAIC puede afectar positivamente la calidad del fármaco. La tasa de rechazo en 2017 fue del 0,27% luego la tasa de rechazo a finales de 2018 fue de 0,28%

con un nivel sigma de 4,63 y luego el DMAIC se aplicó y la tasa de rechazo cayó a 0,0081% y el nivel sigma a 5,45. (p.6)

De lo anterior, se logra concluir cómo DMAIC es una metodología probada y eficaz para la solución de problemas y mejoramiento de procesos en una organización. Su enfoque estructurado y basado en datos la convierte en un instrumento valioso para alcanzar altos estándares de calidad y productividad.

Prosiguiendo el abordaje de estudios relacionados con la mejora continua, López et al. (2021) en su investigación acerca del empleo de la metodología DMAIC para la mejora de la productividad de una empresa textil, describen el impacto beneficioso de esta herramienta en la empresa, logrando detectar las principales fallas que afectaban su rendimiento, y creando estrategias para mejorar los procesos,; tanto así que, una vez aplicada esta metodología, la productividad aumentó un 12%.

Con la implementación de la propuesta se lograría incrementar la productividad promedio del recurso humano de 1.93 unid/h-h a 2.17 unid/h-h, 452 unid. /ope. a 508.68 unid/ope., así mismo, se podría elevar la productividad promedio de la materia prima de 4.4 unid/ kg a 4.85 unid/kg y de 0.142 unid/sol a 0.189 unid/sol; además, se obtendría un beneficio costo de 1.85 soles. (López et al., 2021, p.14)

Como se observa, la metodología DMAIC resulta ser favorable para las empresas que buscan medios para hacer cambios y mejoras en sus procesos. Esto quiere decir que es una estrategia útil para aumentar las ganancias de las compañías mediante un cambio en su eficiencia y productividad.

Por otra parte, se evidencia cómo esta metodología puede ser aplicada en cualquier sector que se requiera, siempre y cuando se apliquen sus etapas correctamente para asegurar su buen funcionamiento, tal y como lo ejemplifica el autor Gutiérrez (2019) en su proyecto que

trata de la aplicación de DMAIC en una planta productora de chocolates para la reducción de desperdicios.

En este caso, se tenía un alto porcentaje de pérdidas, tanto de chocolate como a nivel económico. El autor explica que esto se debía a que la línea de producción utilizaba materias primas de muy alto valor y consumo, pues este tipo de productos semielaborados abastecían toda la planta productora para la creación de chocolates, galletas y helados, por lo cual se decide aplicar esta herramienta de Lean Manufacturing (manufactura esbelta) para atacar dicha problemática.

La capacidad del proceso se midió mediante el uso de herramientas estadísticas de calidad, como gráficos de control. Inicialmente la capacidad del proceso tuvo un valor de $C_p = 0,52$ y $C_{pk} = -0,41$, estos aumentaron a $6,07$ y $2,36$ respectivamente, luego de implementar las mejoras potenciales identificadas. Finalmente, luego de la implementación del método DMAIC se obtuvieron resultados superiores a los esperados, lográndose disminuir las pérdidas en un $66,8\%$. (Gutiérrez, 2019, p.5)

Entonces, se concluye cómo este mecanismo proporciona beneficios significativos, pues en este caso fue efectiva para lograr una disminución en las pérdidas de producto en el proceso de fabricación de chocolate, lo cual permite inferir que esta metodología es recomendable para extrapolar muchas problemáticas que puedan tomar lugar en diferentes empresas, de cualquier ámbito.

Según se ha descrito con, la DMAIC es una metodología basada en la filosofía Lean Six Sigma (metodología de mejora de procesos). La investigación realizada por Bazán (2021) titulada Implementación de la metodología Six Sigma para la reducción de merma en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo en una empresa de Hidrocarburos - Lima 2021, tuvo como objetivo principal abordar el alto grado de merma en el proceso de envasado del gas con el fin de atacar dicha problemática y conseguir mejores resultados a niveles productivos.

Luego de obtener los datos, estos fueron tratados con el software Minitab 19 obteniendo un aumento en el nivel seis sigmas de 0.14 a 0.67, el índice Cpk de 0.11 a 0.66, gracias a que se realizó un diseño de experimento para determinar los valores óptimos que deben tomar las variables críticas de entrada que afectan directamente a la variable de salida. (p.2)

Mediante la implementación de este sistema se evidencia cómo las técnicas basadas en Lean Six Sigma son altamente funcionales para la resolución de problemas y defectos en los procesos, pues en este caso los resultados mostraron una mejora significativa en los niveles de Six Sigma, que aumentaron un 0.53, así como en el índice Cpk, que aumentó 0.55. Estos incrementos se lograron gracias a un diseño de experimento que determinó los valores óptimos de las variables críticas de entrada que afectan directamente la variable de salida, en este caso, la merma en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo.

Parte del proyecto conlleva el estudio de un diseño de experimentos, utilizado en la investigación y desarrollo para comprender y mejorar procesos y productos. Esta información es valiosa, ya que manipula una menor cantidad de recursos e identifica cómo controlar las variables relevantes que pueden afectar un proceso o producto y, al hacerlo, descubrir cómo estos factores interactúan y afectan el resultado final.

En la Universidad Autónoma de Querétaro, la tesis de la autora Edith López (2021) propone cómo se analiza la optimización de procesos utilizando el diseño de experimentos y expresa lo siguiente: “Es la aplicación de técnicas estadísticas y de ingeniería las cuales permiten comprender mejor, situaciones complejas de causa-efecto”. (p.17) Tomando en cuenta lo anterior y aplicado a este análisis, el estudio y aplicación del diseño de experimentos en proyectos de investigación y desarrollo emerge como un canal de gran valor y eficacia.

El diseño de experimentos se destaca por su capacidad para guiar la toma de decisiones basada en resultados concretos, permitiendo a los investigadores explorar de manera metódica

cómo las variables interactúan y afectan el resultado final, lo que a su vez facilita la identificación de soluciones eficientes.

Al abarcar investigaciones internacionales sobre la normativa HACCP, la presente tesis realizada por el autor Morales (2021) se enfoca en la implementación de la norma HACCP en el Supermercado Mayorista Makro S.A., el cual se encuentra ubicado en Argentina. Con este proyecto, se pretende que la empresa logre certificarse en esta norma tan importante en la industria alimentaria y, de esta forma, pueda posicionarse positivamente en el mercado regional, el cual presenta una alta exigencia en cuanto a la calidad e inocuidad de los alimentos.

Con base en las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y POES (Procesos Operativos Estandarizados de Saneamiento) y los siete principios del HACCP, se logró la propuesta para la implementación del plan HACCP incluyendo el análisis de riesgos, así como la determinación del nivel de peligro que estos representan para poder llevar a cabo la metodología necesaria y determinar si se tratan de puntos críticos de control o no. Se establecieron los programas de prerrequisitos para mantener el ambiente adecuado de la sala de desposte, así como los sistemas de vigilancia y monitoreo, para prevenir y/o disminuir los riesgos existentes en la empresa, que es el objetivo principal de implementar un plan HACCP. (p.3)

Tal y como lo describe Morales, las normas de BPM, POES y HACCP son esenciales para las empresas de la industria alimentaria, puesto que contribuyen a la seguridad, calidad, cumplimiento normativo, confianza del cliente y mejora continua en la producción de alimentos. Estas prácticas son la base para garantizar que los alimentos que llegan a los consumidores sean seguros y satisfactorios, lo que es vital tanto para la salud pública como para el éxito empresarial.

1.3.1.2 Estudios locales.

A nivel nacional, varias universidades desempeñan un papel fundamental al facilitar la realización de tesis y proyectos de graduación. Estas iniciativas académicas proporcionan una plataforma invaluable para llevar a cabo un análisis profundo y detallado de antecedentes relevantes en diversas áreas de estudio. A través de esta investigación, se contribuye a tener un impacto significativo en la sociedad y la industria, pues al fomentar esta actividad, los expertos son capaces de abordar los desafíos del mundo real con un enfoque basado en la evidencia y el rigor académico.

La priorización de las soluciones es un paso crítico en la implementación de mejoras en cualquier proyecto y en particular en uno donde se utiliza la metodología DMAIC para abordar problemas en la línea de producción de frijoles de GranoPack. Esto abre paso a indagar a nivel nacional temas relacionados con este método y, para ello, la Universidad de Costa Rica brinda investigaciones relacionadas con este tema.

La tesis titulada Plan de soluciones estructuradas para el problema de la variabilidad en el proceso que afecta el contenido de sodio en un producto frito, escrita por la autora María José Serrano (2019), aborda un tema relevante en la importancia de abordar problemas de calidad de manera estructurada y basada en datos, destacando cómo DMAIC proporciona un marco efectivo para lograr mejoras sustanciales en los procesos y productos. Menciona lo siguiente: “Algunos criterios importantes para la priorización de las soluciones son las potenciales ganancias a nivel técnico, costo/beneficio, tiempo y como se ajusta con la organización de la empresa”. (p. 30)

Tomando como referencia lo anterior, al evaluar y priorizar soluciones, es crucial considerar varios criterios clave como las posibles mejoras técnicas a lo largo del proceso, el análisis económico de las implementaciones por realizar, el tiempo necesario para implementar la solución y cómo encaja con la estructura y los objetivos de la empresa. Estos factores

proporcionan una base sólida en este proyecto para tomar decisiones informadas y estratégicas en busca de mejoras y disminución en la aparición de defectos en los frijoles.

En Costa Rica, la agricultura desempeña un papel esencial en la economía y la nutrición de la población. Así, los cultivos leguminosos ocupan un lugar destacado y forman parte fundamental de la canasta básica de alimentos en el país. Estos cultivos contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria de la nación al desempeñar un papel crucial en la tradición culinaria y en la preservación de la biodiversidad agrícola.

Este hecho resalta la importancia de aplicar enfoques de mejora continua, como DMAIC, en la producción de alimentos básicos como los frijoles. La empresa tiene la oportunidad de satisfacer una demanda establecida y, al mismo tiempo, buscar maneras de optimizar sus procesos para garantizar la calidad constante de sus productos. El diseño de experimentos también se convierte en una herramienta valiosa para mantener altos estándares de calidad y satisfacción del cliente, basado en el control de procesos proporciona un enfoque estructurado y sistemático para obtener información valiosa y así detectar con mayor facilidad dónde se puede dar la aparición de los defectos, en un mercado cada vez más competitivo y donde los productos son esenciales en la dieta cotidiana de la población costarricense.

Prosiguiendo con el tema, los ingenieros industriales de la Universidad de Costa Rica enfatizan un punto fundamental. En su tesis, destacan lo siguiente: “En Costa Rica los cultivos leguminosos como los frijoles, las lentejas, los guisantes (arvejas) y los garbanzos son fundamentales en la canasta de alimentos”. (Campos et al., 2019, p. 74)

De esta manera, un diseño de experimentos que analice la disminución de defectos para las leguminosas del producto final, en este caso los frijoles, puede brindar a la empresa una ventaja competitiva significativa, ya que puede influir en sus estrategias de abastecimiento y producción. Esta comprensión profunda de la relación entre la oferta y la demanda de estos

cultivos puede traducirse directamente en beneficios económicos y en la capacidad de tomar decisiones empresariales más informadas y exitosas.

Además de proporcionar una satisfacción a sus consumidores, la empresa busca establecer una reputación sólida en el mercado; con su enfoque en la mejora de la calidad de los productos, la organización establece cumplir con las expectativas de los clientes. Esto conduce a la fidelización de los consumidores en un mercado cada vez más exigente y competitivo.

Continuando con los estudios a nivel local, Pérez y García (2014), en su artículo enfocado en la implementación de DMAIC en la empresa Fanal, mencionan cómo la línea de envasado de dicha compañía presentaba muchas inconsistencias por tiempos improductivos, lo cual generaba una eficiencia de producción muy baja, por lo que al aplicar este sistema logran diagnosticar y proponer las mejoras, incluyendo el monitorio y medición constante de cada máquina, entre otras. Con el análisis realizado bajo este enfoque, la empresa logra aumentar el OEE un 33%, siendo un cambio porcentual de gran impacto para la productividad de las máquinas, así mismo de la compañía.

Al comparar los resultados del OEE del mes de diciembre de 2011 contra el promedio del OEE de los meses anteriores, se observa una considerable mejora, al pasar de un 47% a un 80% de eficiencia en la línea y teniendo mejora en la eficiencia en todos los rubros analizados. (p.104)

La cita anterior muestra la efectividad de aplicar esta estrategia DMAIC en cualquier ámbito, pues permite ahondar en los procesos para entender sus deficiencias y, posteriormente, aplicar otras técnicas para proponer mejoras que contrarresten dichas debilidades detectadas.

Así mismo, el proyecto en desarrollo también se enfoca en la normativa HACCP, puesto que el cumplimiento de normas para asegurar la calidad de los productos alimentarios es esencial en las organizaciones que forman parte de este sector de la industria. Esto es

fundamental para garantizar que los clientes reciban alimentos que cumplan con las especificaciones de calidad requeridas.

Así lo menciona Villalobos (2013) en su tesis titulada Implementación del plan de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para la familia de productos Toppings elaborado en Grupo NTQ, donde se describe la importancia de la salubridad alimentaria:

La inocuidad ha sido de gran importancia, por diferentes razones, entre ellas, las ETAS (Enfermedades de Transmisión Alimentarias), las cuales son provocadas por microorganismos, o por sustancias químicas o extrañas en el producto a consumir. De la importancia de mantener un buen control durante todo el ciclo de elaboración del alimento y de la necesidad de producir alimentos inocuos, nacen las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), requisito para un adecuado sistema HACCP.

Como se menciona, este cumplimiento ayuda a prevenir la presencia de enfermedades transmitidas por alimentos, lo que es crucial para la salud pública y la confianza del consumidor, lo cual es uno de los principales objetivos de GranoPack, por lo que el aseguramiento de la calidad de los productos alimentarios es una parte vital de la operación de cualquier empresa en este sector.

Prosiguiendo con la importancia de esta regulación, el proyecto que se describe procura llevar a cabo un análisis integral de la implementación de la norma internacional HACCP en la producción de moluscos bivalvos, específicamente en el centro de valor agregado ASOPAR ubicado en Jobo, Guanacaste, Costa Rica. La intención fundamental es demostrar la importancia de que las empresas que buscan ingresar al mercado internacional para distribuir sus productos presten atención a la inocuidad alimentaria.

Con este plan realizado por Loaiza y Molina (2021), se evidencia cómo la infraestructura influye notablemente en el proceso de certificación de HACCP, es decir, no

únicamente se debe contemplar los procesos productivos, sino también las instalaciones donde se llevan a cabo dichos procesos, tal y como se describe:

Así se tiene, en primera instancia que, la empresa cuenta con todo lo necesario a nivel de infraestructura para poder generar un plan de gestión de calidad. Se ha visto que, en la mayoría de los casos, este es el principal obstáculo para poder implementar un modelo de calidad por todos los requerimientos mínimos que establecen las regulaciones nacionales e internacionales. (p.155)

A pesar de lo anterior, es importante destacar que, aunque la infraestructura es un paso crucial, la ejecución de un modelo de calidad, como HACCP, también requiere otros elementos, como la capacitación del personal, la definición de procesos y procedimientos, la gestión de riesgos y la documentación adecuada. Por lo tanto, aunque la empresa esté bien equipada a nivel de instalaciones, todavía puede haber desafíos por delante a lo largo de la cadena de producción que deben abordarse para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad.

1.3.2 Balance del apartado

GranoPack busca mejorar la calidad de los frijoles en toda su línea de producción, desde la recepción hasta el empaclado final. La compañía se beneficia al aplicar DMAIC para abordar problemas en cuanto a no conformidades y al usar el diseño de experimentos para identificar y controlar variables clave. También, se esfuerza por satisfacer las demandas del mercado costarricense, y para ello es recomendable cumplir con requisitos importantes como lo son las normas HACCP, las cuales brinda prestigio y seguridad alimentaria al consumidor, puesto que los cultivos leguminosos, como los frijoles, son fundamentales en la canasta básica de alimentos de los costarricenses.

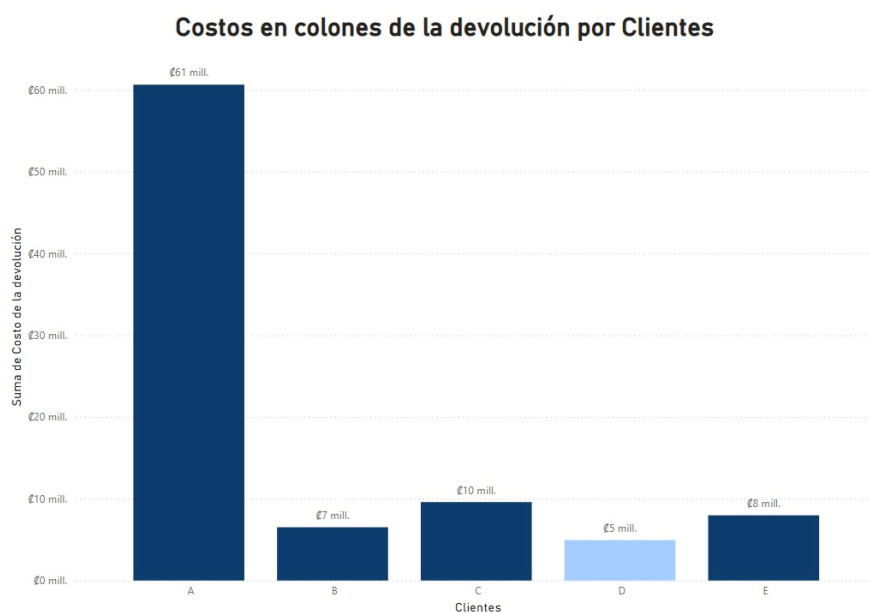
En síntesis, las investigaciones en Europa y América sirven como base para comprender cómo las instituciones en estas regiones aplican DMAIC para mejorar sus procesos y las normativas HACCP para garantizar la inocuidad alimentaria.

1.4 Planteamiento del problema

En la línea de producción de frijoles de la empresa GranoPack, se ha identificado una tendencia preocupante en la detección de no conformidades en los productos de frijol rojo y negro, considerado el producto estrella o de alta participación en el mercado. Estas anomalías abarcan la presencia de terrones, lajillas, problemas de humedad, infestación y desafíos relacionados con el tiempo de cocción. Como resultado de estos incumplimientos, se ha registrado un número considerable de no conformidades presentadas por los clientes de la empresa, tal y como se muestra en la figura 2.

Figura 2

Costo de la devolución por cliente



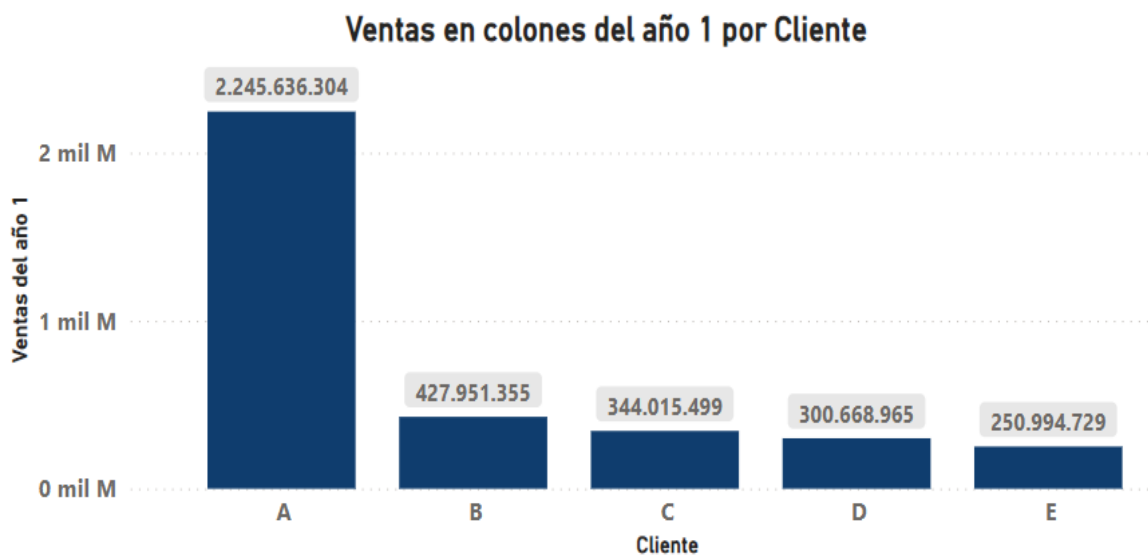
Fuente: GranoPack (2023).

En la figura anterior, se describe el costo que representan las devoluciones por clientes, así como el impacto económico que representa a la compañía en un periodo de tiempo de un año. En este caso, el cliente A es el que se ve más afectado por la presencia de no conformidades en los productos, lo cual deja una pérdida para la empresa de ₡60 632 180,20 anuales y

representa un 67,62% del total de no conformidades. Por consiguiente, es de suma importancia destacar cual es el cliente más importante según las ventas.

Figura 3

Ventas del año 1 por cada cliente



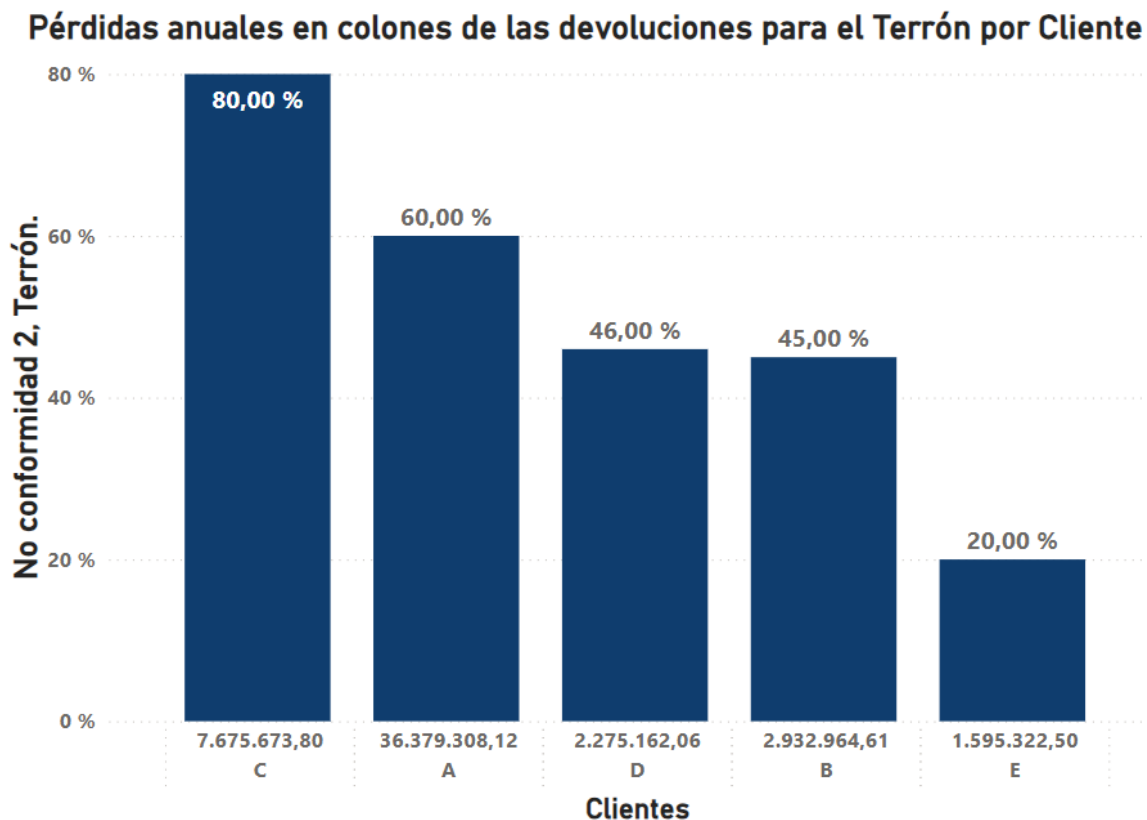
Fuente: GranoPack (2023).

Queda demostrado que el cliente A es el mayor consumidor de los productos de la empresa por año y se le considera el cliente más importante, pues mantiene un rango de compras de más de dos mil millones de colones anuales.

Este problema plantea un reto crítico para GranoPack, que impacta directamente en la calidad del producto, la eficiencia de las operaciones y la satisfacción del cliente. La necesidad de reprocesar los productos no conformes conlleva costos adicionales, prolongación de los tiempos de producción, desconfianza del cliente y un efecto negativo sustancial en la eficiencia operativa de la organización. Al ser el terrón la no conformidad más alta, la empresa solicita un análisis más profundo de este defecto en el proceso de producción. Estos datos se explican seguidamente.

Figura 4

Pérdida anual por cliente para la no conformidad 2, terrón



Fuente: GranoPack (2023).

Como se observa, los consumidores C y A son los más afectados por este tipo de falla. En total, esto representa una pérdida de ₡50 858 431,09 anuales para la empresa. Por ello, se está solicitando darle un mayor seguimiento a este tipo de no conformidad en específico, dado que si se compara con los otros defectos este es el más elevado. De tal modo, se muestra la comparación de los costos que representa individualmente cada rubro por estudiar.

Figura 5

Pérdida total por cada no conformidad

Cliente	No conformidad 1		No conformidad 2		No conformidad 3		No conformidad 4		No conformidad 5		Total
	Lajilla		Terrón		Infestado		Tiempo de cocción		Humedad		
A	5%	₡3 031 609,01	60%	₡36 379 308,12	30%	₡18 189 654,06	4%	₡2 425 287,21	1%	₡606 321,80	
B	8%	₡521 415,93	45%	₡2 932 964,61	38%	₡2 476 725,67	9%	₡586 592,92	0%	₡0,00	
C	0%	₡0,00	80%	₡7 675 673,80	20%	₡1 918 918,45	0%	₡0,00	0%	₡0,00	
D	20%	₡989 200,90	46%	₡2 275 162,06	34%	₡1 681 641,52	0%	₡0,00	0%	₡0,00	
E	0%	₡0,00	20%	₡1 595 322,50	80%	₡6 381 289,99	0%	₡0,00	0%	₡0,00	
Total		₡4 542 225,84		₡50 858 431,09		₡30 648 229,69		₡3 011 880,13		₡606 321,80	₡89 667 088,55

Fuente: GranoPack (2023).

Basando en lo anterior, la empresa ha decidido tratar de minimizar al máximo la aparición del terrón en el producto final, para ello es que se hace este proyecto de investigación. En síntesis, es vital que la empresa GranoPack aborde este problema de manera integral, para poder identificar las causas asociadas de las no conformidades y desarrollar estrategias efectivas para eliminarlas. El objetivo es incrementar la eficiencia operativa, reducir los costos de reproceso y proteger la reputación de la empresa en el mercado.

1.4.1 Pregunta problema

¿Es posible reducir las no conformidades en el proceso productivo de empaque de granos de frijol, por medio de un programa de inocuidad, basado en HACCP, desde la cosecha hasta el consumo?

1.4.2 Alcances

Este trabajo se enfocará exclusivamente en la producción de frijoles; no incluye los otros productos que empaca GranoPack. La disponibilidad de recursos, como presupuesto, personal, equipos y espacio puede ser parte de un análisis detallado de cada una de estas etapas para identificar los posibles subprocesos en los que se pueda mejorar.

Se establecerán controles de calidad rigurosos que aseguren que las mejoras implementadas perduren en el tiempo, esto en conjunto con la aplicación de la metodología DMAIC, la cual podría incluir modificaciones en la maquinaria utilizada en el proceso, ajustes en los procedimientos operativos y una capacitación exhaustiva del personal involucrado. Cada solución será evaluada y seleccionada con base a su impacto potencial en la mejora de la calidad y eficiencia de la producción de frijoles.

El diseño de aseguramiento de inocuidad alimentaria, basado en HACCP, incluye únicamente una propuesta para su implementación, misma que queda a criterio, recursos y disposición de la compañía para su debida aplicación.

1.4.3 Limitaciones

Uno de los desafíos en este proyecto es gestionar el tiempo de manera eficiente para llevar a cabo cada fase que contempla el DMAIC. Para las etapas se requiere una planificación adecuada y ejecución dentro de plazos definidos, las restricciones de tiempo pueden afectar la profundidad de análisis y la implementación de mejoras.

La asignación de recursos humanos es fundamental para la disponibilidad y la dedicación del personal involucrado, que pueden verse limitados debido a otras responsabilidades y compromisos del negocio, impactando el ritmo en el que se pretende avanzar.

Otro aspecto se da en las implementaciones de mejora continua en la línea de producción donde se puede requerir de inversiones financieras significativas en términos de adquisición de equipos o ajustes en los mismos, tecnología y formación del personal.

Se considera la falta de datos históricos detallados sobre procesos y no conformidades de los clientes que podrían limitar la capacidad de realizar un análisis exhaustivo. Algunos datos, especialmente aquellos relacionados con la competencia en el mercado o detalles específicos de proveedores, pueden estar sujetos a restricciones de confidencialidad. Esto limita

el acceso a información crucial para el proyecto, sin acceso a esta información, podría ser difícil identificar las causas subyacentes de los problemas relacionados con la materia prima.

El presente trabajo se centra exclusivamente en un diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria, basado en el programa HACCP, puesto que, debido a restricciones de recursos económicos, materiales e instalaciones, no es factible implementar completamente el sistema HACCP. Por lo tanto, se proporciona un programa de inocuidad que sigue los pasos fundamentales del HACCP a modo de guía.

La mayor limitante del desarrollo de este estudio es la disponibilidad que GranoPack puede ofrecer para llevar a cabo un diseño de experimentos, ya que el lugar cuenta con una sola línea de producción de frijoles, lo que significa que detener la línea implicaría no cumplir con los objetivos diarios establecidos.

Sin embargo, la compañía brindó un día de jornada de trabajo para lograr desarrollar esta investigación en el cual se hacen cambios directos en la velocidad que se utiliza para movilizar la banda transportadora, en conjunto con la modificación en la abertura que se tiene para la caída del frijol en la máquina desterradora. Es vital la modificación de estos dos parámetros para recaudar información suficiente para generar una muestra considerable de réplicas que sean confiables en la culminación del trabajo.

Gracias a la colaboración de GranoPack y el ingeniero a cargo, se recolectó un total de 72 muestras. Dichos datos muestran un patrón de similitud, lo cual quiere decir que no se dan referencias atípicas. Es importante destacar esto ya que el Autor Ángel esclarece lo siguiente:

Uno de los factores de los que depende el tamaño de muestra requerido es el grado de homogeneidad de la población. Entre más homogénea sea una población se requerirá una muestra más pequeña; por el contrario, entre más heterogénea sea una población el tamaño de muestra deberá ser mayor. (1975, p.4)

Esto significa que el tamaño de muestra necesario está relacionado con el grado de homogeneidad de la población estudiada, en este caso, los terrones en kilogramos extraídos como desecho durante el proceso, con esto se pretende respaldar que el tamaño de la muestra del diseño aplicado es representativo.

1.4.4 Temporalidad

El plazo establecido para la realización de este trabajo de graduación abarca desde lo que resta del año 2023 hasta la continuidad de la investigación para el año 2024, aproximadamente 18 meses. Esta extensión temporal se considera esencial para asegurar que las mejoras planificadas en el proceso se implementen de manera efectiva y que se lleve a cabo un seguimiento exhaustivo después de los cambios realizados. El objetivo final es demostrar que el proyecto será exitoso y beneficioso para la compañía en términos de calidad, eficiencia y satisfacción del cliente.

Durante este período, se llevarán a cabo las diferentes fases del proyecto, incluyendo la definición de objetivos, la recopilación de datos, el análisis de causas raíz, la implementación de soluciones y la aplicación de controles de calidad. Además, se destinará tiempo a la evaluación continua y al monitoreo de los indicadores clave de rendimiento para verificar que las mejoras se mantengan en el tiempo y cumplan con los estándares de calidad establecidos.

1.5 Objetivos

Seguidamente se detallan el objetivo general, los específicos y la matriz de congruencia del proyecto.

1.5.1 Objetivo general:

- Diseñar una propuesta de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, basada en HACCP, en el proceso de frijoles en la empresa GranoPack, para la reducción de defectos por medio de los puntos críticos de control en el sistema productivo en el periodo 2023-2024.

1.5.2 Objetivos específicos:

1. Determinar una mejora en el proceso de paquetes de frijoles en la empresa GranoPack, mediante la metodología DMAIC enfocada a la evaluación de los defectos reportados por los clientes.
2. Elaborar la propuesta del programa de inocuidad alimentaria de HACCP con sus etapas: análisis de los riesgos, identificación de los puntos críticos, establecimiento de límites críticos, procedimientos de monitoreo de medidas correctivas en caso de desviación, formas de documentación y verificación, para el seguimiento de todas las acciones.
3. Crear una propuesta de implementación del programa de inocuidad alimentaria de HACCP para el proceso productivo de frijoles, logrando el mantenimiento y control de la mejora en el tiempo por medio de indicadores.
4. Analizar el costo financiero de fallas internas y externas por la no calidad de los defectos actuales en el proceso, estimando los ahorros potenciales mediante la mejora propuesta.

1.6 Matriz de congruencia

Tabla 1

Matriz de congruencia

Título	Problema	Objetivo general	Objetivos específicos	Pregunta
Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa GranoPack, basado en el programa HACCP, durante el periodo 2023-2024.	¿Es posible reducir las no conformidades en el proceso productivo de empaque de granos de frijol, por medio de un programa de inocuidad, basado en HACCP, desde la cosecha hasta el consumo?	Diseñar una propuesta de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, basada en HACCP, en el proceso de frijoles en la empresa GranoPack, para la reducción de defectos por medio de los puntos críticos de control en el sistema	Determinar una mejora en el proceso de paquetes de frijoles en la empresa GranoPack, mediante la metodología DMAIC enfocada a la evaluación de los defectos reportados por los clientes.	¿Cómo pueden ser identificados y corregidos los defectos utilizando la metodología DMAIC para mejorar la calidad del producto?
			Elaborar la propuesta del	¿Cómo se puede diseñar de manera

		productivo en el periodo 2023-2024.	<p>programa de inocuidad de alimentaria de HACCP con sus etapas: análisis de los riesgos, identificación de los puntos críticos, establecimiento de límites críticos, procedimientos de monitoreo de medidas correctivas en caso de desviación, formas de documentación y verificación, para el seguimiento de todas las acciones.</p>	<p>efectiva un programa de inocuidad de HACCP que incluya todas las etapas necesarias para garantizar la inocuidad alimentaria en el proceso de producción de frijoles de GranoPack?</p>
			<p>Crear una propuesta de implementación del programa de inocuidad de alimentaria de HACCP para el proceso productivo de frijoles, logrando el mantenimiento y control de la mejora en el tiempo por medio de indicadores.</p>	<p>¿Cómo asegurar la implementación exitosa del sistema de inocuidad, basado HACCP en el proceso de producción de frijoles de GranoPack, manteniendo y controlando mejoras a través de indicadores clave de desempeño?</p>
			<p>Analizar el costo financiero de fallas internas y externas por la no calidad de los defectos actuales en el proceso, estimando los ahorros potenciales mediante la mejora propuesta.</p>	<p>¿Cuál es el costo financiero de los defectos en el proceso de producción de frijoles GranoPack y sus ahorros potenciales que se pueden lograr mediante la mejora propuesta?</p>

Fuente: elaboración propia (2023).

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Marco teórico

En el presente capítulo, se recopila información teórica, basada en fuentes secundarias validadas para sustentar la teoría en la cual se basa la propuesta actual. Con esto, se pretende explicar los principales conceptos, supuestos y temas que se encontrarán a lo largo del trabajo actual, con el fin de profundizarlos y así promover su entendimiento técnico. Daros (2002) describe la funcionalidad del marco teórico de la siguiente manera:

Posibilita describir los problemas en las investigaciones. No hay problema sino en referencia a una idea, a una expectativa: algo es problema cuando entra en conflicto con lo que esperábamos que sucediera: eso que esperábamos que sucediera es la teoría previa —más o menos explícita— que tenemos. Dado que la teoría vieja no parece explicar el problema, nos urge inventar otra. Por ello, el marco teórico también es llamado “marco referencial”: el problema tiene sentido en referencia a una teoría. (p.81)

Dado lo expuesto por el autor, con el marco teórico se orienta el trabajo que se va a realizar, se sustentan las suposiciones y conceptos aportados, con base en una revisión y análisis de literatura proveniente de diferentes fuentes, cuya función principal es agregar nueva información a la que ya existe sobre el tema en específico que se va a estudiar.

La recopilación de los temas por investigar demuestra que la hipótesis planteada lograría llegar a tener un buen desarrollo, ya que se puede demostrar con hechos de manera clara y coherente que las herramientas medibles de la búsqueda son efectivas para el alcance. De este modo, se están evitando confusiones en el asunto tratado; además, deja en evidencia la viabilidad en la vida real para poner en marcha la elaboración de este proyecto en una forma exitosa. Según Fernández (2022), “El marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento”. (párr.1)

2.2 DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar)

Para comenzar, la metodología DMAIC se presenta como la herramienta fundamental para la mejora continua de un proceso, cuyo objetivo es identificar las causas subyacentes que afectan la calidad del producto.

A través de un análisis metódico, se busca descubrir las oportunidades clave para optimizar el proceso, asegurando que los avances implementados se mantengan de manera consistente a lo largo del tiempo. Este concepto se define del siguiente modo:

Es una estrategia de Lean Six Sigma utilizada para la mejora de procesos. Para alcanzar un resultado óptimo, este método hace uso de datos recolectados y analizados posteriormente para proponer soluciones precisas. DMAIC es muy útil para dar soluciones a problemas con causas desconocidas. (Rocha, 2022, párr. 1)

Por tanto, al explorar en detalle cada etapa de la metodología DMAIC y documentando los resultados obtenidos en GranoPack, se busca la excelencia operativa y la satisfacción del consumidor, mediante la mejora en la forma que se empaacan los granos de frijol.

2.3 Estandarización de procesos

Parte de las funciones principales del enfoque DMAIC es orientarse al diagnóstico de las actividades con el fin de evaluar si están o no estandarizadas, es decir, que todas sigan un patrón acorde con lo ya establecido como procedimientos aceptados y evaluados. En otras palabras, estandarización hace referencia al “Proceso mediante el cual se realiza una actividad o proceso de una manera estándar o previamente preestablecida”. (Garzona, 2012, p.11)

Es primordial para las instituciones tener los procesos siguiendo un estándar, pues esto permite que todos los trabajadores realicen las actividades de una manera correcta y sin complicaciones. En el caso de GranoPack, no existen estandarizaciones de sus procesos, no cuentan con manuales de procedimientos claros y definidos, siendo esto un punto importante para ser mejorado con este estudio.

2.4 Desperdicios

DMAIC forma parte de *lean manufacturing*, cuyo propósito principal es reducir todos los tipos de desperdicios existentes en la empresa, pues esto permite que sean más competitivas y productivas. Un desperdicio “Es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para los clientes. Desperdicio, pérdida o despilfarro, en este contexto, es toda mal utilización de los recursos y / o posibilidades de las empresas”. (Giannasi, 2012, p.8)

Como bien lo describe la autora Giannasi, este término es todo lo que se desea eliminar en una corporación que busca una mejora en sus operaciones y, sobre todo, en su eficiencia. Tal es el caso de GranoPack, que está en búsqueda de cómo disminuir, por medio de este trabajo, sus no conformidades que se traducen en desperdicios y pérdidas económicas significativas.

2.5 Ingeniería de métodos

Tal y como se menciona con anterioridad, la intención del proyecto radica en la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de empaque de frijoles para identificar posibles causas de las no conformidades encontradas, lo que consecuentemente implica el uso de otros elementos como lo son la ingeniería de métodos por su alta funcionalidad en la búsqueda de mejoras en el sistema productivo.

Además, facilita la identificación de actividades que no le generan ningún valor al proceso productivo, tal como lo describe Durán (2007) en la siguiente cita, donde define este término como "La técnica que somete cada actividad de una determinada tarea a un delicado y minucioso análisis tendiente a eliminar toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, hallar la mejor y más rápida manera de ejecutarlas". (p.1)

Entonces, lo que se pretende con la aplicación de estos sistemas es que cada uno de los procesos que forman parte del empaquetado de frijoles en GranoPack sea evaluado

minuciosamente con el propósito de detectar aquellas áreas o actividades que se puedan mejorar en búsqueda de un aumento en la eficiencia de dicha línea de trabajo.

2.6 Mapeo de procesos

Para el alcance de los objetivos planteados, se necesita el mapeo de procesos como parte de las etapas de definición y medición del estado actual de la compañía, permitiendo analizar y posteriormente diagnosticar el proceso productivo, buscando la detección de puntos por perfeccionar.

Un mapeo de procesos es un conjunto de gráficos, útil para dar claridad a la operación de una organización el cual sirve para mejorar la comunicación en los diferentes niveles organizacionales y establecer las diferentes responsabilidades que permitan ejecutar las diferentes actividades y de acuerdo con los objetivos estratégicos que la organización se ha propuesto. (Amisada y Huerta, 2016, p.6)

Tal y como se describe, con esta técnica se pretende representar gráficamente las operaciones que se llevan a cabo dentro del sistema de la empresa GranoPack para entenderlos con mayor facilidad, lo cual agiliza la identificación de puntos o áreas que pueden mejorarse dentro de ese proceso previamente mapeado.

2.7 Defectos

GranoPack posee la necesidad de abordar y reducir la aparición de defectos que son reportados por sus clientes, lo que se presenta como un desafío crítico para la organización, ya que la aparición de defectos puede tener un impacto negativo en la calidad percibida de sus productos. Este término se define así: “Son fallas originadas en la fase de producción o elaboración, que evidencia una discrepancia entre lo que se trazó y lo que resultó al final del proceso productivo”. (Pico, 2020, párr. 11)

Al utilizar enfoques como DMAIC para abordar de manera efectiva este desafío, se reconoce la importancia de tomar medidas proactivas para atacar estos problemas y mejorar la

calidad de sus productos. Entonces, se pretende identificar las causas implícitas de los defectos y desarrollar soluciones efectivas que permitan reducir su incidencia.

2.8 Industria alimentaria

La compañía en estudio, GranoPack, está dedicada principalmente al empaque de alimentos como son los granos. Abarca una serie de actividades esenciales que son fundamentales para la satisfacción de las necesidades alimentarias de la población costarricense, lo cual garantiza la calidad y la seguridad de los productos que llegan a las mesas. Dicho esto, este concepto se denomina como: “La industria alimentaria es aquel sector de la industria que se enfoca en la producción, transformación, conservación y empaqueo de los alimentos para su posterior distribución y consumo” (Brito, 2019, párr. 4). Como resultado, esta área desempeña un rol fundamental en la satisfacción de las necesidades alimenticias de la sociedad, así como en la garantía de la calidad y seguridad de los productos destinados al consumo.

2.9 Cumplimiento normativo

Estas regulaciones se definen de manera específica y detallada para garantizar la adherencia a las normativas en todas las operaciones de la compañía: “El cumplimiento normativo en una empresa es el conjunto de acciones y procesos que tienen como objetivo garantizar que la empresa cumple con todas las leyes y regulaciones aplicables a su actividad. Esto incluye tanto leyes nacionales como internacionales”. (Lucena, 2023, párr. 1)

En Costa Rica, el *Ministerio de Economía, Industria y Comercio* (MEIC) desempeña un rol clave al definir y establecer las leyes a nivel nacional para este tipo de industrias. En el caso de las leguminosas, específicamente en relación con los frijoles en grano, el Reglamento técnico N°32149, RTCR:384: Frijol en grano juega un papel esencial.

Este estatuto técnico establece de manera detallada las especificaciones y regulaciones que se aplican a este fruto en particular. Dentro de este marco regulatorio, se definen las

tolerancias y los estándares de calidad que deben cumplir los frijoles en grano para su comercialización y consumo en el país, lo cual es lo que se realiza actualmente en GranoPack.

2.10. INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica)

En Costa Rica, existen diversas instituciones que brindan asesoramiento para la implementación de normas técnicas y certificaciones de calidad en las organizaciones. Entre ellas, se destaca el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), que juega un papel crucial en la promoción de estándares de calidad de los procesos productivos y de servicios.

El Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) es una organización sin fines de lucro que tiene como misión desarrollar y promover la normalización y la certificación de productos, servicios y sistemas de gestión en Costa Rica. INTECO se encarga de adaptar las normas internacionales a las necesidades del país, proporcionando servicios de certificación reconocidos tanto a nivel nacional como internacional. Además, INTECO ofrece capacitación y formación en temas de calidad, seguridad y salud ocupacional, y evaluación de la conformidad para asegurar que los productos y servicios cumplan con los estándares requeridos. (INTECO, s.f.)

En definitiva, INTECO es una institución clave en Costa Rica para la normalización y certificación de calidad. Su trabajo contribuye significativamente a mejorar la competitividad de las empresas costarricenses, asegurando que sus productos y servicios cumplan con los estándares nacionales e internacionales, generando confianza en los consumidores.

2.11 Normas HACCP (Análisis de peligros y puntos críticos de control)

Tomando en cuenta lo anterior, para el ámbito de la seguridad alimentaria, existe un sistema ampliamente reconocido denominado *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), que en español se traduce como Análisis de peligros y puntos críticos de control. Su implementación adecuada es fundamental para prevenir problemas de inocuidad y garantizar la calidad en los comestibles que llegan a los consumidores finales.

El autor Dávila (2018) define lo siguiente: “Es un método de gestión integral y global de la inocuidad de los alimentos que se utiliza para identificar y controlar los peligros en el sistema de producción y elaboración de alimentos” (párr. 3). Este sistema aplica en este tipo de sector comercial. Además, es requerido en muchas regulaciones y estándares internacionales de salubridad alimenticia. Debido a esto, su objetivo se basa en identificar y controlar los peligros que pueden afectar la inocuidad de los productos en cada etapa de la cadena de producción y suministro.

A través de un análisis exhaustivo se evalúan los riesgos potenciales. “El sistema se aplica a lo largo de toda la cadena productiva, desde el productor primario hasta el consumidor final, y cualquier fábrica de alimentos lo puede implementar” (Dávila, 2018, párr. 4). La culminación efectiva de un sistema HACCP protege la reputación de la empresa en el sector alimentario, brindando productos de alta calidad para reforzar que los consumidores estén satisfechos.

2.12 Normas ISO (Organización Internacional de Normalización)

La *International Organization for Standardization* (ISO), conocida por sus siglas en inglés, se refiere a la Organización Internacional de Normalización, la cual se define como “la organización que se encarga de la creación de normas de fabricación, comercio y comunicación que tienen un alcance internacional” (ISO, 2023). Dicho de otra manera, las normas ISO son certificaciones reconocidas globalmente y ayudan a garantizar la excelencia en la producción, la gestión y la seguridad de productos y servicios; por lo que cumplir con ellas es una manera efectiva de demostrar el compromiso de una organización con la calidad, la eficiencia y la satisfacción del cliente.

2.13 Normas ISO 22000

Dirigida a la inocuidad y calidad de los alimentos, “La norma ISO 22000 es un estándar internacional crucial en la industria alimentaria que establece un marco uniforme para

garantizar la seguridad alimentaria en todo el mundo” (ISO, 2023). Lo anterior se puede considerar como un faro que guía a las organizaciones a través de la identificación y control de riesgos relacionados con la higiene de los granos.

El enfoque preventivo de la norma ISO 22000 se alinea de manera efectiva con la metodología HACCP, lo que resulta en un sistema de gestión sólido que aborda tanto los peligros conocidos como los potenciales en la producción de alimentos, ayudando a cumplir con las regulaciones y estándares de seguridad alimentaria, respaldando así la competitividad en la industria de leguminosas.

Bajo el marco de estas reglas establecidas, la empresa se compromete a cumplir rigurosamente con el objetivo primordial de garantizar la calidad y la seguridad de sus productos, ayudando a respaldar la confianza por parte de los consumidores.

2.14 Codex Alimentarius

El *Codex Alimentarius* se reconoce como una entidad fundamental, procedente de la colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su objetivo central, como señala el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023), consiste en:

La elaboración de normas, códigos de prácticas, directrices y recomendaciones sobre inocuidad de los alimentos, y cuya finalidad es la protección de la salud de los consumidores, y el aseguramiento de prácticas justas en el comercio de alimentos.

(párr.2)

De esta manera, el *Codex Alimentarius* juega un rol crucial al establecer normas internacionales que tienen como objetivo asegurar la calidad de los alimentos y fomentar un ambiente de comercio equitativo. Cabe destacar que la colaboración entre la FAO y la OMS denota un compromiso conjunto para salvaguardar la salud pública y promover prácticas transparentes en la cadena alimentaria a escala global.

2.15 BPM (buenas prácticas de manufactura)

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) surgen como una iniciativa fundamental para certificar la seguridad y la integridad de los productos. Este conjunto de prácticas estandarizadas se convierte en un pilar esencial para optimizar los procesos de producción, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final. Para el caso de GranoPack, es importante que sus procedimientos sean aplicados de manera correcta y sin variar.

Según el Instituto Nacional de Aprendizaje en Costa Rica, la observancia de principios y la adopción de normas resultan cruciales para avalar un excelente producto. En este sentido, “Constituyen un conjunto de principios básicos, los cuales buscan garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución”. (INA, 2023, párr. 5)

Así, la adopción de las BPM ha sido un impulsor clave para elevar los estándares operativos en la compañía, al prevenir riesgos de contaminación y garantizar la integridad de los bienes, lo cual favorece la reputación de la organización.

2.16 SSOP (Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento)

En el dinámico entorno de las industrias alimentarias, ciertas herramientas se vuelven fundamentales para su correcto funcionamiento en los procedimientos. En este contexto, el *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP), conocido como Procedimiento Operativo Estandarizado de Saneamiento en español, desempeña un papel crucial al garantizar un ambiente higiénico en todas las etapas del proceso. Los SSOP son esenciales para la aplicación rigurosa, que contribuyen al cumplimiento de los estándares de calidad. Incluso forman parte esencial de la estrategia que eleva la excelencia operativa de la empresa. Cabe resaltar que esta teoría va de la mano con los BPM.

Basado en lo anterior, el sistema costarricense de información jurídica (2023), en la Directriz SENASA-DG-D08-2009, llamada Sello SENASA de Sanidad y Calidad, en el artículo 2° (2.18)- Definiciones, establece lo siguiente: “Son los procedimientos sanitarios desarrollados para controlar una práctica de limpieza y desinfección en superficies de contacto directo con el alimento de acuerdo con especificaciones predeterminadas antes, durante o después de la operación” (p.3).

Esto implica que el SSOP ha sido un componente esencial para asegurar la integridad de los productos, previniendo la contaminación. Este compromiso refleja la firme dedicación de GranoPack con el objetivo de resguardar la salud de los consumidores que disfrutan de los frijoles.

2.17 Variación de procesos

En los procesos es común encontrarse con situaciones que generan variación en el resultado final. Las desviaciones no controladas pueden llevar a resultados inconsistentes, en algunos casos en la aparición de defectos o productos no conformes. En otras palabras, representa la gama de resultados posibles que pueden surgir debido a diversas influencias.

Este término se puede definir así: “Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso” (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p.10). Para garantizar la calidad y consistencia de los resultados, como se amplía a continuación, “Es necesario entender las causas de la variación, y para ello se parte de que en un proceso (industrial o administrativo) interactúan materiales, máquinas, mano de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos”. (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p.10).

En pocas palabras, para comprender y controlar la variación en un proceso, es fundamental reconocer que intervienen varios factores como las 6M. Esto permite identificar las causas de las discrepancias y así atacarlas.

2.18 Diagrama Ishikawa

Al mencionar las 6M (método, maquinaria, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente), es imperativo describir instrumentales que permiten la comprensión detallada de la influencia de cada uno de estos factores en el proceso, siendo más fácil su entendimiento mediante una representación gráfica, tal y como se alcanza con la creación de un diagrama de espina de pescado. La utilización de esta herramienta brinda la posibilidad de identificar sistemáticamente las causas de un problema para facilitar la búsqueda de soluciones efectivas. “El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema”. (Jrez, 2015, p. 2)

Según lo anterior, el diagrama de Ishikawa es esencial en este trabajo para la mejora de procesos, ya que ayuda a comprender y abordar las causas subyacentes de los problemas que desencadenan no conformidades, lo que conduce a la identificación de oportunidades de mejora y a la implementación de cambios positivos.

2.19 Indicadores de desempeño

Existe una variedad de métodos importantes para la gestión empresarial en la investigación. Por ello, la elección de indicadores adecuados depende del contexto y los objetivos específicos; incluso, es fundamental para la medición y el análisis efectivo de cualquier situación.

Las métricas de productividad son utilizadas para evaluar la producción, proporcionando una visión amplia del rendimiento. Los *Performance Indicators* (KPIs), por sus siglas en inglés, que significa Indicadores Clave de Desempeño, son un subconjunto de estos hitos que se centran en aspectos clave y críticos para medir el éxito en relación con objetivos específicos.

Los KPI son indispensables para la gestión, ya que ofrecen una visión clara y enfocada de la eficiencia y la efectividad en diversas áreas, desde las finanzas hasta la satisfacción del cliente. Según la autora Silva (2019), “Los indicadores son variables que intentan medir, en forma cuantitativa o cualitativa, sucesos ocurridos dentro de la empresa para así, poder respaldar acciones”. (párr. 1)

En una organización dedicada al empaque de leguminosas, estos parámetros de evaluación optimizan la eficiencia de la producción, garantizan la calidad y seguridad alimentaria, y respaldan la toma de decisiones informadas.

2.20 Control de procesos

Considerando lo mencionado, los controles se tornan como una parte fundamental del proceso. Para los puntos críticos de una empresa de leguminosas, como el frijol, se refiere a un conjunto de medidas y procedimientos diseñados para garantizar la salubridad alimentaria y la calidad del producto durante todo el proceso de producción y empaque. Para la autora Cabrera (2021), quien expone el concepto basado en la teoría de Henri Fayol, define lo siguiente,

El control consiste en verificar si todo ocurre de conformidad con el plan adoptado, con las instrucciones emitidas y con los principios establecidos. Tiene como fin señalar las debilidades y errores a fin de rectificarlos e impedir que se produzcan nuevamente. (párr.7)

Por ende, esto juega un papel fundamental en la gestión para GranoPack, pues estos controles se centran en verificar que el proceso de producción se adhiera a normas y estándares establecidos.

2.21 Mejora continua

Basado en las consideraciones anteriores, surge de manera natural el concepto de mejora continua, lo cual representa un compromiso a largo plazo, arraigado en la cultura de la organización, con el objetivo de identificar oportunidades de perfeccionamiento, aplicar

soluciones efectivas y mantener un ciclo constante de evaluación y refinamiento, por lo que no se limita a un proyecto puntual, sino que se convierte en un principio fundamental que impulsa el progreso constante.

Esta orientación conduce a corregir en el corto plazo, lo que sienta las bases para el éxito sostenible a medida que la organización evoluciona y se enfrenta a nuevos desafíos. Para esto, Francisco Muñoz (2023) hace referencia a: “El concepto de mejora continua, se entiende como un esfuerzo constante para mejorar todos los procesos de una empresa. Se basa en la idea de que un flujo permanente de pequeñas mejoras, ejecutadas de forma ininterrumpida, tendrá resultados transformadores” (párr. 6).

Queda claro que no puede subestimarse este enfoque, pues conduce a una mayor eficiencia operativa y calidad, siendo esto indispensable para GranoPack. Al abrazar esta filosofía, se traduce en beneficios tangibles para la empresa, como la optimización de su proceso de empaque y la satisfacción del cliente, lo cual fomenta una cultura de innovación y adaptación constante.

2.22 Productividad

Esta definición es fundamental para evaluar y mejorar la productividad en conjunto con el rendimiento en diversos ámbitos. “La productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios utilizados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados”. (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p.7)

La productividad es crucial en el empaque de frijoles debido a su impacto directo en la eficiencia y rentabilidad del proceso, puesto que una alta productividad asegura la entrega oportuna de productos de alta calidad, lo cual mejora la satisfacción del cliente y fortalece la posición competitiva de la empresa en el sector alimentario.

2.23 Eficiencia y eficacia

La búsqueda constante de la excelencia, la eficiencia y la eficacia operativa permite un uso más competente de los recursos, lo que fomenta una cultura de innovación que eleva el rendimiento de la organización. A continuación, se definen estos conceptos:

Eficiencia y eficacia. La primera es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, se mejora principalmente optimizando el uso de los recursos, lo cual implica reducir tiempos desperdiciados, paros de equipo, falta de material, retrasos, etc. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013, p.7).

De acuerdo con lo anterior, la eficiencia se centra en obtener más con menos, optimizando el uso de insumos para reducir pérdidas de tiempo y recursos, mientras que la eficacia se enfoca en lograr los resultados planificados de manera efectiva. Ambos conceptos son cruciales para este proyecto pues lo que se pretende es reducir las no conformidades en el proceso bajo análisis, lo que mejora la eficiencia en el empaque.

2.24 Plan de mejora

Un plan de mejora en ingeniería industrial tiene varios propósitos y beneficios importantes para una organización. Tal y como se indica con anterioridad, con DMAIC es posible encontrar puntos que requieren intervención para aumentar su desempeño, para lo cual es necesario aplicar planes de mejora: “El plan de mejoras es una herramienta que sirve para desarrollar el proceso de mejora continua en la organización”. (Hernández, 2010, p. 3)

Para este caso en específico, se propone un plan de mejora en la inocuidad del proceso de empaque de frijoles, utilizando HACCP. Así mismo, mediante un diseño de experimentos se pretende establecer una mejora para que la máquina desterronadora tenga un mejor funcionamiento.

2.25 Análisis causa raíz

La realización del análisis de causa raíz permite precisamente detectar el principal detonante de un problema en específico para posteriormente crear estrategias que permitan atacar dichas causas y aminorar problemáticas dentro de un sistema.

El Análisis de Causa Raíz (ACR) es básicamente una serie de metodologías que utilizan las organizaciones para establecer las causas que generan a determinadas cuestiones. El fin es utilizar el pensamiento objetivo para descifrar por qué algo salió mal o por qué algo no es posible, en lugar de culpar a los individuos o creer a los detractores que afirman que no se puede hacer o que se puede mejorar. (Soler et al., 2017, p. 3)

En el mismo estudio anterior, se describe que enfocarse en soluciones temporales es menos rentable que atacar directamente la causa raíz de un problema, lo cual permite su eliminación permanente. Además, “para mejorar la eficiencia y rentabilidad, necesitamos observar más allá de la superficie de la raíz del problema o situación...” (Soler et al., 2017, p. 4), por lo que esta técnica es indudablemente útil.

Esta herramienta es aplicada en el proyecto para lograr identificar las causas subyacentes del problema de no conformidades reportadas por los consumidores. De esta manera, se garantiza que todas las posibles situaciones que lo desencadenan sean consideradas para su análisis.

2.26 Diagrama SIPOC

SIPOC es un diagrama altamente utilizado para la definición de actividades, pues este permite evidenciar, desde todos los puntos de vista, cómo funciona un proceso en la actualidad, iniciando por las entradas hasta finalizar en las salidas de este:

El SIPOC se presenta como una de tantas herramientas que se usan cotidianamente en la búsqueda de áreas de mejora. Se resume como una visión a vista de pájaro de todos los procesos de una empresa bajo una perspectiva particular, la cual viene dada por el

significado de sus siglas Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers (Proveedor-Entrada-Proceso-Salida-Cliente). (Moreno, 2014, p. 3)

Como bien se describe, el gráfico SIPOC se emplea para representar y entender de manera resumida la extensión y los elementos esenciales de un proceso. Es particularmente valioso al inicio de un proyecto de mejora de procesos, ya que proporciona una visión general y permite identificar áreas donde se pueden efectuar cambios o mejoras, pues también brinda la posibilidad de contribuir a detectar posibles puntos de falla y asegura que se tomen en cuenta todos los aspectos críticos del proceso, que es lo que se pretende alcanzar en GranoPack.

2.27 Diagrama de Pareto

Este diagrama obedece el principio de Pareto, el cual menciona que el 80% de las consecuencias es provocado únicamente por el 20% de las causas (80/20), por lo que, al graficarlo, se muestra cómo se obedece dicho principio. Tal como lo describe Doménech (s.f.) “Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él”. (p.31)

Entonces, el mapa de Pareto es efectivo para concentrar los recursos y esfuerzos en las áreas que realmente marcan la diferencia en la mejora, puesto que se enfoca en identificar y abordar las causas principales, logrando progresos significativos y sostenibles en la eficiencia y la calidad de las tareas.

En el caso de GranoPack, la utilización de estos gráficos brinda la posibilidad de enfocar las acciones en aquellas no conformidades que representan mayor impacto a nivel económico para la compañía, es decir, se realiza una priorización según la pérdida económica asociada a cada no conformidad.

2.28 Técnica Gemba

Esta técnica se caracteriza por ser una estrategia efectiva para comprender, mejorar y optimizar procesos al estar físicamente en el lugar de trabajo real, donde se pueden observar y abordar problemas y desperdicios de manera directa, lo cual promueve una cultura de mejora continua.

En resumen, la técnica Gemba es esencial en la gestión Lean porque permite una comprensión profunda y una intervención efectiva en los procesos que es lo que se pretende realizar en GranoPack, ya que, al estar presentes en el lugar de trabajo, se pueden identificar problemas y optimizar la eficiencia tal y como se describe en la siguiente cita: “Cuando la dirección de una empresa se fija en su Gemba, es decir, en sus lugares de trabajo, descubre oportunidades para tener mucho más éxito y cosechar muchos más beneficios”. (Imai, 2022, p.13)

2.29 Cadena de suministro

En el contexto del diseño propuesto para asegurar la inocuidad alimentaria en el proceso de frijoles de GranoPack, el concepto de la cadena de suministro juega un papel fundamental, ya que con una gestión efectiva de la cadena de suministro se asegura una trazabilidad, calidad y seguridad de los productos desde su origen hasta el consumidor final.

Chopra y Meindl (2019) definen la cadena de suministro como "el conjunto de actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes desde la materia prima hasta el consumidor final, así como la gestión de la información asociada a estos procesos". (p. 13)

En conclusión, el hecho de comprender la cadena de suministro de GranoPack es crucial para identificar aquellos puntos críticos donde pueden ocurrir contaminaciones y asegurar que los frijoles producidos cumplan con los estándares de seguridad alimentaria establecidos.

2.30 Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria es crucial para proteger la salud pública y la reputación empresarial, dado que garantiza alimentos seguros, previene enfermedades, fortalece la confianza del público y asegura el cumplimiento de regulaciones sanitarias. Por lo tanto, implementar controles de calidad y seguir normativas estrictas es vital para cualquier empresa del sector alimentario que quiera mantener su prestigio y asegurar el bienestar de sus clientes. De acuerdo con los autores Salazar y Muñoz (2019), la seguridad alimentaria se define como "la situación en la que todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y desarrollar una vida saludable". (pág. 4)

En definitiva, implementar medidas efectivas de seguridad alimentaria en el proceso de frijoles de GranoPack resulta indispensable para prevenir la contaminación, lo cual garantiza que los productos finales sean seguros y aptos para el consumo humano.

2.31 ANOVA

Se destaca la relevancia del análisis estadístico, donde el análisis de varianza (ANOVA) y las hipótesis nula y alternativa surgen como herramientas vitales para medir y evaluar la eficacia de las medidas de control de calidad en el proceso de frijoles. Al aplicar el ANOVA, se identifica cualquier variabilidad en factores críticos, lo cual asegura que los frijoles cumplan con los estándares de seguridad alimentaria y mantengan una calidad consistente para los consumidores.

Principalmente, el análisis de varianza (ANOVA) se revela como una herramienta invaluable en la investigación estadística. El autor Dagnino (2014) explica detalladamente la funcionalidad de este concepto de la siguiente manera:

Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una

o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes. (p. 306)

Por otro lado, los autores Aron et al. (2019) explican que:

En estadística, la hipótesis nula (H_0) es una afirmación que se somete a prueba para determinar si hay suficiente evidencia para rechazarla a favor de una hipótesis alternativa (H_1). La hipótesis nula generalmente establece que no hay diferencia o efecto en la población, mientras que la hipótesis alternativa sugiere lo contrario. (p. 359)

En definitiva, al utilizar ANOVA y pruebas de hipótesis adecuadas en el proceso de frijoles de Grano Pack, se puede evaluar la eficacia de las medidas de control de calidad y detectar posibles desviaciones que puedan afectar la seguridad alimentaria originadas en el proceso productivo.

2.32 ROI (retorno de la inversión)

Evaluar el retorno de la inversión (ROI) es crucial para justificar la implementación de medidas de aseguramiento de la inocuidad alimentaria en Grano Pack, ya que el ROI proporciona una métrica para cuantificar los beneficios económicos derivados de dicha inversión.

El retorno de la inversión (ROI) “Es una métrica usada para saber cuánto la empresa ganó a través de sus inversiones” (Blanco, 2023, párr.1). Se calcula dividiendo el beneficio neto obtenido de la inversión por el costo de la inversión, expresado como un porcentaje.

En pocas palabras, calcular el ROI del programa de aseguramiento de la inocuidad alimentaria permite a Grano Pack entender el impacto económico de sus inversiones y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y la rentabilidad del proceso de frijoles.

Capítulo 3. Marco metodológico

3.1 Estrategia metodológica

Dentro de las investigaciones, son requeridos sistemas que permitan guiar la realización de proyectos con el fin de lograr determinados objetivos. La estrategia metodológica según Azuero (2018):

Es el conjunto de acciones destinadas a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio, esta tarea consiste en hacer operativa los conceptos y elementos del problema que estudiamos. (p.112)

Entonces, esto permite un arduo análisis del tema que desea investigarse, o de la trama bajo la cual se rige un proyecto de cualquier índole. En este apartado, se hace énfasis en la manera como se recolectará la información que sirve para sustentar y desarrollar el contenido del proyecto.

3.2 Paradigma

Consiste en perspectivas, una aproximación o mirada que se tiene hacia el mundo, hacia los sucesos o fenómenos, es decir, es la forma en la que se conciben las cosas o cómo ellas deberían ser realizadas siguiendo una estructura o patrón establecido como “normal”. Con respecto a los paradigmas de la investigación, estos indican aquello que es susceptible a ser investigado y permiten definir la forma en la que la exploración será llevada a cabo.

En el campo de la investigación, los paradigmas son un aspecto indispensable para definir la forma en que esta se desarrolla, ya que determinan nuestras acciones y se convierten en un mediatizador de la forma en que pensamos y actuamos en este proceso. Por consiguiente, un paradigma no es una escogencia libre, pues tiene que ver con la propia manera de pensar y es producto de la experiencia a lo largo de la vida. (Barrantes, 2013, p.75)

Como bien se describe en la cita anterior, durante un proceso de investigación este tema juega el papel fundamental de facilitar el entendimiento en cuanto a la forma de desarrollar la indagación. A su vez, permiten entender qué tipo de problemas de investigación pueden plantearse a raíz del tema propuesto.

En cuanto al presente proyecto, este se enfoca en un paradigma positivista, pues es necesario el conocimiento empírico basado en experiencia y observación de datos, tal como menciona Ballina (2004), afirmando que este concepto se caracteriza por “el alto interés por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Algunos lo llaman el “paradigma prediccionalista”, pues lo importante es plantearse una serie de hipótesis como predecir que algo va a suceder y luego verificarlo o comprobarlo”. (p. 3)

3.3 Enfoque

El presente trabajo es una investigación de enfoque mixto, ya que este integra datos cualitativos y cuantitativos. Estos se adaptan al tipo de estudio que se está realizando. Asimismo, se aprovecha la combinación de estos enfoques, lo que genera una mayor confiabilidad y precisión de los resultados, puesto que se abordan desde diferentes perspectivas.

La investigación mixta es una metodología de investigación que consiste en recopilar, analizar e integrar tanto investigación cuantitativa como cualitativa. Este enfoque se utiliza cuando se requiere una mejor comprensión del problema de investigación, y que no se podría dar cada uno de estos métodos por separado. (Ortega, 2023, párr. 3-4)

En síntesis, esta metodología combina investigación cuantitativa y cualitativa para obtener una comprensión más completa y detallada de un problema. Al utilizar ambos enfoques, se obtienen resultados más sólidos y confiables, lo que ayuda a resolver preguntas de investigación de manera más efectiva y brindar recomendaciones significativas.

3.4 Método o tipo de estudio

El trabajo actual es un tipo de estudio descriptivo. Este se caracteriza por narrar la situación actual sin cambiar la variable en estudio. “Se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación”. (Muguirra, 2023, párr. 1)

De tal modo, este método se centra en la recolección de datos como observación directa en el lugar de trabajo, entrevistas con empleados y gerentes, revisión de documentos y registros operativos, entre otros, para tener una idea clara y detallada de cómo funciona actualmente el flujo de trabajo y qué aspectos específicos podrían mejorarse.

En definitiva, esta metodología analiza y registra datos históricos sobre la situación actual de la empresa, con el fin de contar con una base sólida para el proceso de desarrollo de un plan de aseguramiento de la inocuidad, basado en HACCP, de la mano de la metodología DMAIC, para la búsqueda de la reducción de no conformidades en el proceso de empaque de frijoles, y de un aumento en la eficiencia para la mejora en la calidad de la gestión productiva de GranoPack.

3.5 Fuentes

En primera instancia, es primordial reconocer la importancia que tienen las fuentes, tanto primarias como secundarias, debido a que estas desempeñan un papel fundamental al proporcionar datos pertinentes y enriquecedores para la investigación como tal. Asimismo, se discutirá notablemente sobre la distinción entre ambas y cómo su apropiado uso fortalecerá la base y confiabilidad de los descubrimientos.

Según Arteaga (2021), las fuentes primarias de información son todos aquellos datos obtenidos de manera directa y original, tal como lo describe a continuación:

Ofrecen un relato de primera mano sobre un acontecimiento o un periodo de tiempo y se consideran fidedignas. Representan el pensamiento original, informan sobre

descubrimientos o acontecimientos, o pueden compartir información nueva. A menudo, estas fuentes se crean en el momento en que ocurren los hechos, pero también pueden incluir fuentes creadas posteriormente. Suelen ser la primera aparición formal de una investigación original. (párr. 2)

Ahora bien, las fuentes secundarias, por su parte, consisten en toda aquella información que ya ha sido descubierta por alguien más; es decir, ya tiene su propio autor.

Proporcionan información de segunda mano y a menudo ofrecen explicaciones sobre las fuentes primarias. Analizan, interpretan y reafirman la información de las fuentes primarias. Suelen considerarse persuasivas. Utilizan comentarios, evaluaciones y opiniones para persuadir al lector del argumento del escritor. (Arteaga, 2021, párr. 2)

A modo de resumen, las fuentes primarias son fundamentales cuando se requiere información original y específica para una investigación particular, mientras que las secundarias son valiosas para obtener una visión más amplia del tema y acceder a la exploración y el análisis realizado por otros expertos. En las fuentes primarias se destaca el trabajo de campo realizado para obtener datos a través de cuestionarios, entrevistas y correos; mientras que, en las secundarias, las tesis, monografías y trabajos universitarios son el principal recurso.

3.6 Muestra

Este apartado se centra en el estudio y la comprensión de las características, patrones o fenómenos presentes en un conjunto de la población. Para llevar a cabo esta investigación, se recurre a herramientas de análisis de datos, entre las cuales destacan Excel y Power BI; estos se convierten en elementos fundamentales para la ejecución de todo el estudio, porque permiten recopilar, organizar y visualizar los datos de manera efectiva.

En este sentido, se indica que "Una muestra es una parte o una porción de un producto que permite conocer la calidad del mismo" (Perez y Merino, 2022). Esta idea lleva a explorar

cómo las muestras desempeñan un papel clave en la toma de decisiones informadas y en la evaluación de la calidad en una amplia gama de productos. Adicionalmente, se consideran factores esenciales como el error asociado, el nivel de confianza y significancia. Estos elementos se aplican de manera consistente en todos los procesos de muestreo llevados a cabo en la investigación.

Al manejar un enfoque de investigación mixto, es requerido el muestreo no probabilístico y probabilístico. “En estas últimas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra” (Sampiere et al., 2006, p.241). Por el contrario, el mismo autor describe que el muestreo no probabilístico es aquel en el cual no todos tienen la misma opción de ser escogidos, ya que eso depende de causas ajenas a la probabilidad y está asociado a la necesidad de la investigación.

3.7 Técnicas

Representan un conjunto de fuentes y métodos sistemáticos que permiten a los investigadores explorar, comprender y analizar fenómenos, problemas y cuestiones de interés, donde se incluyen métodos de muestreo, encuestas, entrevistas, análisis de datos estadísticos, observación participante, revisión documental y muchas otras. Se define de la siguiente forma:

Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos metodológicos y sistemáticos cuyo objetivo es garantizar la operatividad del proceso investigativo. Es decir, obtener mucha información y conocimiento para resolver nuestras preguntas.
(Ramírez, 2023, párr. 2)

Al lograr incorporar una metodología de exploración sólida, estas técnicas se transforman en herramientas poderosas que abren puertas a nuevos descubrimientos, estableciendo un nivel de precisión y conexión en el proceso investigativo. Existen diferentes técnicas que ayudan en este campo, las cuales son descritas por Lalo Ramírez (2023, párr. 5-8):

1. Observación: su objetivo principal es observar de cerca el objeto de estudio, a fin de recopilar la mayor cantidad de información y registrarla para luego aplicar el análisis.
2. Entrevista: esta es una de las técnicas de investigación con la cual puedes hacerle preguntas de forma directa al objeto o los objetos de estudio.
3. Encuesta: es parecida a la entrevista porque también suele hacerse en el campo, es decir, donde encuentras los objetos de estudios como, por ejemplo: una fábrica, el interior de una empresa, una institución educativa.
4. Fichaje: consiste en registrar todos los datos que vas recopilando de tu investigación en el instrumento llamado ficha. Ésta debe estar elaborada y ordenada correctamente. De esa manera, te ahorrarás mucho tiempo, espacio y dinero.

En conclusión, estas técnicas representan los procedimientos específicos que se emplearán para llevar a cabo el estudio, desde la recopilación de información hasta el análisis y la interpretación de los resultados. De esta manera, se garantiza la validez y la confiabilidad de los datos en la investigación.

3.8 Diagnóstico situacional

Es aquí donde se determinan a detalle las necesidades de la empresa, con el fin de comprender la realidad que permite implementar nuevas oportunidades de mejora. Esto sirve como punto de partida para diseñar estrategias que sean funcionales para la compañía a futuro.

El diagnóstico situacional determina la adecuada combinación de recursos para afrontar la solución de un problema o necesidad obteniendo el máximo beneficio al menor costo y riesgo posible. Define la dirección correcta que debe tomar la organización y el conjunto de transformaciones que se deben realizar al interior de ésta para alcanzar una posición exitosa dentro del mercado. Herramienta para la toma de decisiones, la acción, el cambio y el desarrollo institucional. (Remuzgo, 2005, p.12, citado en Huilacapi y Gallegos, 2020)

Dicha información proporciona una base sólida para optimizar recursos, procesos, maximizar ventajas competitivas, seguridad en las áreas de trabajo y los temas relacionados a los costos operativos. Por lo tanto, es relevante desarrollar un diagnóstico situacional, pues mediante este se inicia el proceso de análisis y evaluación, lo cual permite comprender a detalle una situación en específico, con el fin de elaborar planes de acción y de mejora adecuados.

3.9 Propuesta de mejora

Consiste en una recomendación para dar una mejor solución en un estudio particular. En ella se pueden abordar diversos aspectos del proceso de investigación para ayudar en el mejoramiento de actividades que impulsen a la empresa a seguir adelante y que asegure el éxito. Dicho esto, se define como:

Documento que contiene información, tácticas y tareas para optimizar los procesos en una empresa, a fin de impulsar su rendimiento. Se desarrolla con un enfoque sistemático y estructurado para lograr cambios efectivos que llevan a alcanzar los objetivos y promover una continua evolución. (Rodríguez, 2023, párr. 5)

El objetivo final de este apartado es reforzar la excelencia y la autenticidad del estudio al detectar regiones en las cuales se puedan efectuar modificaciones o expansiones en los procedimientos y enfoques empleados. Estas recomendaciones son de gran importancia para garantizar la solidez del proceso de investigación, así como la credibilidad y relevancia de los resultados obtenidos.

3.10 Evaluación económica

Por medio de esta se puede analizar y valorar el impacto económico de cualquier intervención o proyecto, con la finalidad de conocer los beneficios que se obtienen, justificando los gastos incurridos. De acuerdo con Jara (2020):

La evaluación financiera se realiza en proyectos privados y proyectos mixtos (público-privado), analiza el proyecto en búsqueda del objetivo de generar rentabilidad

financiera y califica el flujo de fondos generado por el proyecto. Esta evaluación es importante para determinar la llamada "capacidad financiera del Proyecto" y la "rentabilidad de capital propio" invertido en el proyecto. (párr.2)

Por lo tanto, dentro de los objetivos específicos planteados se contempla realizar una evaluación económica, pues las empresas en su plan estratégico por lo general buscan la optimización de procesos que se traduce en aumento en sus utilidades. De ahí la importancia de mostrar una evaluación económica que respalde el estudio.

3.11 Matriz de operacionalización

Tabla 2

Matriz de operacionalización

Problema	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Definición conceptual	Definición operativa/Di mensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Es posible reducir las no conformidades en el proceso productivo de empaque de granos de frijol, por medio de un programa de inocuidad, basado en HACCP, desde la cosecha hasta el consumo?	Diseñar una propuesta de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, basada en HACCP, en el proceso de frijoles en la empresa GranoPack para la reducción de defectos por medio de los puntos críticos de control en el sistema productivo en el periodo 2023-2024.	Determinar una mejora en el proceso de paquetes de frijoles en la empresa GranoPack, mediante la metodología DMAIC enfocada a la evaluación de los defectos reportados por los clientes.	DMAIC.	“DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado”. (Ocampo y Pavón, 2012, p.2)	Número de defectos reportados antes de la implementación del DMAIC. Número de defectos reportados después de la implementación del DMAIC.	Tasa de reducción de defectos. Porcentaje de mejora en la calidad.	Registros de quejas de clientes. Informes de producción. Diagrama de flujo. Diagrama causa efecto. Técnica Gemba.
		Elaborar la propuesta del programa de inocuidad alimentaria de HACCP con sus etapas: análisis de los riesgos, identificación de los puntos	Etapas HACCP.	Las distintas fases del sistema HACCP tienen como objetivo identificar los distintos riesgos sanitarios que pueden afectar a los alimentos, ya sean biológicos,	Lista de riesgos identificados. Lista de puntos críticos de control definidos. Establecimiento de límites críticos y procedimien-	Existencia de un plan de inocuidad basado en HACCP completo y bien definido.	Plan de inocuidad basado en HACCP finalizado y aprobado.

		críticos, establecimiento de límites críticos, procedimientos de monitoreo de medidas correctivas en caso de desviación, formas de documentación y verificación, para el seguimiento de todas las acciones.		físicos o químicos y determinar los puntos de control crítico a lo largo de todo el proceso de fabricación y distribución. (Benavente, 2021, párr. 2)	tos de monitoreo. Documentación de incidentes y medidas correctivas. Procedimientos de verificación.		
		Crear una propuesta de implementación del programa de inocuidad alimentaria de HACCP para el proceso productivo de frijoles, logrando el mantenimiento y control de la mejora en el tiempo por medio de indicadores.	Control de indicadores.	El uso de indicadores posibilita controlar el logro de metas. Así, indicadores y control son partes de un mismo proceso y elementos complementarios, cuyo uso potencia el cumplimiento de los objetivos de la organización y de sus diferentes áreas. (ESAN, 2016, párr. 1)	Plan de implementación del sistema de inocuidad basado en HACCP. Estrategias para el mantenimiento y control de mejoras especificadas. Indicadores clave para evaluar la efectividad del sistema de inocuidad basado en HACCP.	Existencia de un plan de implementación del sistema de inocuidad basado en HACCP completo. Seguimiento a lo largo del tiempo del cumplimiento de indicadores de inocuidad y calidad del proceso productivo de frijoles.	Plan de implementación del sistema de inocuidad basado en HACCP. Registro de indicadores de inocuidad y calidad. Informes de seguimiento y control de mejoras.
		Analizar el costo financiero de fallas internas y externas por la no calidad de los	Análisis de costo financiero.	El análisis financiero es una metodología que permite no solo evaluar la situación financiera	Costo financiero de fallas internas identificado y cuantificado. Costo financiero de fallas externas	Análisis de costo financiero actual de fallas internas y externas.	Registros financieros de fallas internas y externas. Herramientas en Excel.

		defectos actuales en el proceso, estimando los ahorros potenciales mediante la mejora propuesta.		actual de una persona o de una empresa, el manejo de los recursos financieros y la efectividad del manejo, sino que también permite identificar retos y oportunidades a futuro. (Scotiabank, 2023, párr.1)	identificado y cuantificado. Número y tipo de defectos actuales en el proceso identificados. Posibles ahorros estimados con la implementación de la mejora propuesta.	Estimación de ahorros potenciales con la mejora propuesta. Interna de retorno. (TIR)	
--	--	--	--	--	---	---	--

Fuente: elaboración propia (2023).

3.12 Cuadro de actividades: etapas, objetivo, actividades, resultado.

Tabla 3

Cuadro de actividades DMAIC para GranoPack

Etapa	Objetivos específicos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Definir y medir	Determinar una mejora en el proceso de paquetes de frijoles en la empresa GranoPack, mediante la metodología DMAIC enfocada a la evaluación de los defectos reportados por los clientes.	<p>Mapear el proceso de empaque de frijoles para su evaluación, permitiendo la identificación de puntos de falla y áreas de mejora.</p> <p>Recopilación de datos sobre los defectos reportados por los clientes, incluyendo cantidad y frecuencia.</p> <p>Analizar los datos de quejas recopilados para identificar patrones o tendencias.</p> <p>Identificar y documentar las causas raíz de los defectos, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa o el análisis de causa raíz.</p>	Entrevista, diagrama de Ishikawa, Pareto, diagramas de flujo, instructivo de procesos.	Causas principales que generan los defectos.

Analizar	Elaborar la propuesta del programa de inocuidad alimentaria de HACCP con sus etapas: análisis de los riesgos, identificación de los puntos críticos, establecimiento de límites críticos, procedimientos de monitoreo de medidas correctivas en caso de desviación, formas de documentación y verificación, para el seguimiento de todas las acciones.	<p>Realizar una evaluación exhaustiva de los peligros potenciales en cada etapa del proceso de producción de alimentos.</p> <p>Clasificar los peligros identificados en función de su gravedad y probabilidad de ocurrencia.</p> <p>Determinar los puntos en el proceso en los que se deben aplicar medidas de control para garantizar la seguridad alimentaria.</p> <p>Establecer protocolos para el monitoreo regular de los puntos críticos de control, incluyendo toma de muestras, pruebas y observaciones.</p> <p>Establecer un sistema integral de registro que documente todas las etapas del plan HACCP, desde el análisis de riesgos hasta las acciones correctivas.</p>	<p>Análisis de peligros (HA).</p> <p>Diagrama de flujo del proceso.</p> <p>Lista de verificación de peligros.</p> <p>Matriz de riesgos.</p>	Plan con propuesta para lograr la certificación HACCP.
Mejorar	Crear una propuesta de implementación del programa de inocuidad alimentaria de HACCP para el proceso productivo de frijoles, logrando el mantenimiento y control de la mejora en el tiempo por medio de indicadores.	<p>Formar un equipo HACCP.</p> <p>Identificación de peligros y puntos críticos de control.</p> <p>Establecer límites críticos y procedimientos de monitoreo.</p> <p>Establecer acciones correctivas y desarrollar sistema de documentación.</p>	<p>Propuesta de implementación HACCP.</p> <p>Equipo HACCP formado.</p> <p>Peligros y HACCP identificados y documentados.</p> <p>Acciones correctivas y sistema de documentación establecidos.</p> <p>Indicadores de desempeño</p>	<p>Propuesta de implementación, incluyendo capacitaciones.</p> <p>HACCP elaborada. Equipo HACCP formado.</p> <p>Peligros y HACCP identificados y documentados.</p> <p>Acciones correctivas y sistema de documentación.</p>

		Capacitar al personal en esta norma y realizar auditorías. Definir indicadores de desempeño.	definidos y documentados.	Indicadores de desempeño definidos.
Controlar	Analizar el costo financiero de fallas internas y externas por la no calidad de los defectos actuales en el proceso, estimando los ahorros potenciales mediante la mejora propuesta.	Recopilar datos de defectos actuales y costos asociados. Identificar costos directos e indirectos del proceso. Calcular el costo total de los defectos actuales. Analizar tendencias y patrones en los defectos. Estimar ahorros potenciales con la mejora propuesta. Calcular el ahorro potencial total estimado. Planificar la implementación de la mejora. Seguimiento y medición de resultados.	Registros de calidad: para rastrear y documentar los defectos actuales y los costos asociados. Informes de no conformidad: para registrar los incidentes de no conformidad y sus costos asociados. Matriz de costos: para enumerar y clasificar los costos en categorías directas e indirectas. Crear un modelo de proyección que simula los ahorros potenciales al implementar la mejora propuesta.	Reducción de costos asociados al proceso de empaque de frijoles, específicamente en las no conformidades, para el aumento de la productividad. Aumentar la satisfacción del cliente.

Fuente: elaboración propia (2023).

3.13 Validación de la información

La validación de la información, por medio de la triangulación, es una estrategia poderosa para mejorar la calidad del trabajo al utilizar múltiples fuentes, métodos y perspectivas para confirmar y enriquecer la comprensión de un fenómeno o problema de estudio.

Lo anterior fortalece la validez de los hallazgos y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas. “La triangulación se ve como un procedimiento de verificación mediante el cual los investigadores buscan la convergencia entre múltiples y diferentes fuentes de información para formar temas o categorías en un estudio”. (Elizalde, 2022, párr. 2)

En resumen, esta herramienta se convierte en un mecanismo eficiente para verificar la coherencia y la validez de los datos, lo que hace que la combinación de la experiencia del docente tutor, el enfoque de los lectores y el compromiso de los investigadores garanticen un proceso riguroso de evaluación y validación de la información recopilada, lo cual fortalece la calidad y la confiabilidad de los resultados del trabajo.

3.14 Validación de instrumentos

Es un proceso fundamental en el estudio y el desarrollo de herramientas de medición, ya que implica la evaluación y el juicio de personas con experiencia y conocimiento en el campo de trabajo para determinar la calidad, la relevancia y la idoneidad de los instrumentos diseñados.

En el caso de GranoPack, el ingeniero encargado del proceso muestra disposición para proporcionar la información necesaria. Además, se le reconoce como una figura fundamental en el proceso de validar los instrumentos utilizados en la investigación. Su ayuda y conocimiento en el funcionamiento del proceso de empacado de granos son invaluable para asegurar la eficiencia de los instrumentos de medición utilizados. Para ello se señala lo siguiente:

El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones. La identificación de las personas que formarán parte del juicio de expertos es una parte crítica en este proceso necesaria para el desarrollo del proyecto. (Escobar-Pérez y Martínez, 2008, p. 29)

El ingeniero facilita datos y detalles técnicos e incluso brinda información relevante sobre las operaciones diarias y los desafíos que enfrenta la empresa. Por eso, se convierte en un recurso clave para garantizar la validez y la efectividad de los instrumentos de medición. Su ayuda y compromiso reflejan la importancia de la participación de expertos en el proceso de validar instrumentos.

3.15 Ética

La ética juega un papel sustancial en la realización de cualquier trabajo académico, especialmente en los documentos finales de graduación, donde es importante seguir principios y valores éticos sólidos para garantizar que la información brindada sea transparente, relevante, honesta y responsable con el fin de asegurar la credibilidad de la exploración.

Piña y Aguayo (2016) lo resumen de la siguiente manera: “La investigación es una profesión y la persona investigadora es portadora de un ethos. La elaboración de una tesis de grado bien hecha es un acto de ética profesional” (p.4). Resulta básico que la ética esté presente. De esta manera, se protegen los derechos de los sustentantes. Además, se garantiza la validez y confiabilidad de los datos, donde toda la información proporcionada fomenta la transparencia y honestidad. Así, se realiza un trabajo éticamente responsable.

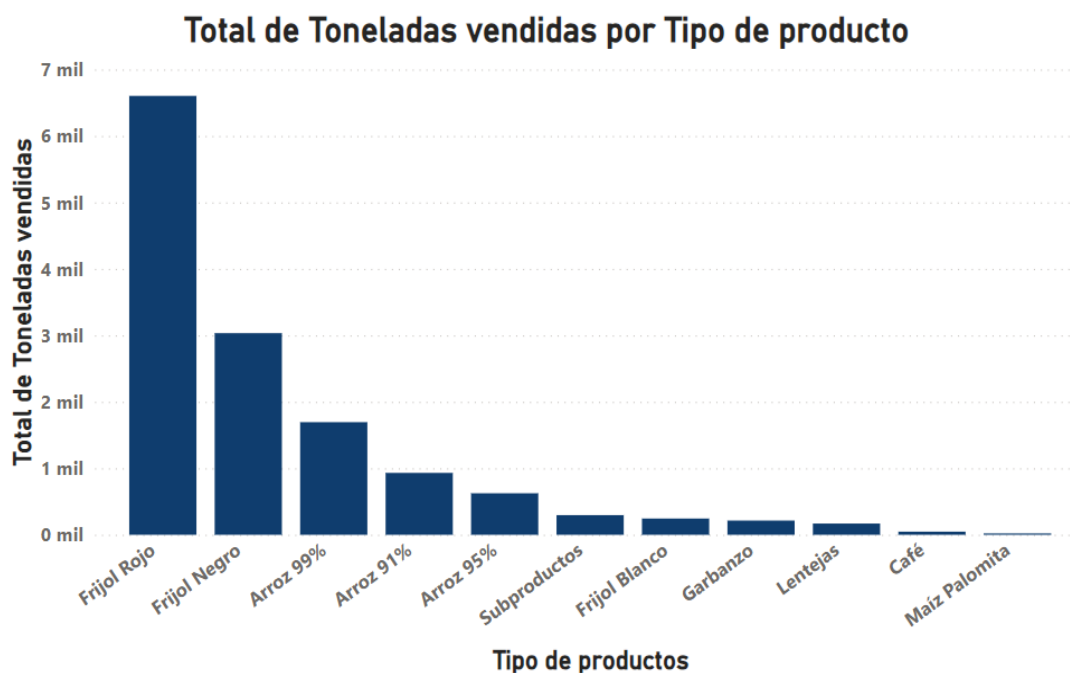
Capítulo 4. Análisis de la información

4.1 Análisis de la situación actual

Para analizar la situación actual de la empresa GranoPack, es esencial comprender el proceso y la razón por la cual se ha optado por priorizar el proyecto exclusivamente en los frijoles, a pesar de la diversificación en la producción de otros productos. Esto se fundamenta en el hecho de que los frijoles representan el producto más comercializado dentro de la empresa, como se detalla a continuación en términos cuantitativos.

Figura 6

Total de toneladas vendidas por tipo de producto comercializado



Fuente: GranoPack (2023).

Como se muestra en el gráfico anterior, los productos de frijol rojo y negro son los que registran las mayores ventas anuales. Cabe señalar que este histórico de ventas abarca un período de dos años. No obstante, por razones de confidencialidad relacionadas con la empresa, se han omitido los años específicos a los que corresponde la información. La omisión de los años no

afecta la utilidad de los datos en términos de análisis y toma de decisiones, por lo que se puede tomar el frijol como el producto estrella.

Ahora bien, en relación con la materia prima, la empresa compra los frijoles a varios proveedores, principalmente norteamericanos, nicaragüenses y nacionales, esto según lo mencionado por el ingeniero a cargo del proceso. Como parte de las normas sanitarias requeridas para garantizar que el producto no contenga sustancias químicas peligrosas, niveles aceptables de humedad o contaminados como insectos, suciedad u otros materiales extraños, debe pasar un informe de inspección del Consejo Nacional de Producción (CNP). Por consiguiente, al ingresar la materia prima a las instalaciones se deben de gestionar varios documentos que ayudan a garantizar la excelencia de la materia prima, dentro de los cuales se encuentran los siguientes: análisis cualitativo de ingreso de materia prima y análisis de entrada de materia prima.

Una vez que el ingeniero de calidad aprueba la entrada de la materia prima, se procede al almacenamiento, el cual debe estar bajo estrictas condiciones en un tiempo prudente, ya que a este se le debe aplicar una fumigación, esto para garantizar que esté libre de plagas dentro de la bodega. Además, se debe gestionar el documento llamado control de fumigación para la entrada de materia prima, control y verificación de roedores e insectos.

Por último, en caso de existir una devolución por parte de un cliente, se debe volver a fumigar dicho material, el cual debe quedar registrado en el documento llamado Control de fumigación de planta, cambio y devolución.

En resumen, el estudio de análisis en la línea de producción de frijoles es para garantizar la calidad del producto, la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. Se busca explorar estrategias como el programa de inocuidad, basado en HACCP, que se enfoca en garantizar la seguridad alimentaria al identificar y controlar peligros críticos en la cadena de

producción de alimentos, mientras que DMAIC se centra en la mejora continua de procesos. Al combinar estas dos metodologías se permite una gestión más completa del proceso productivo, identificando y mitigando riesgos de calidad y seguridad. Estos cambios integrales conducen directamente a la disminución de los costos operativos, a medida que se eliminan ineficiencias y se mejora la productividad en toda la cadena, lo cual da como resultado beneficios económicos a lo largo del proyecto.

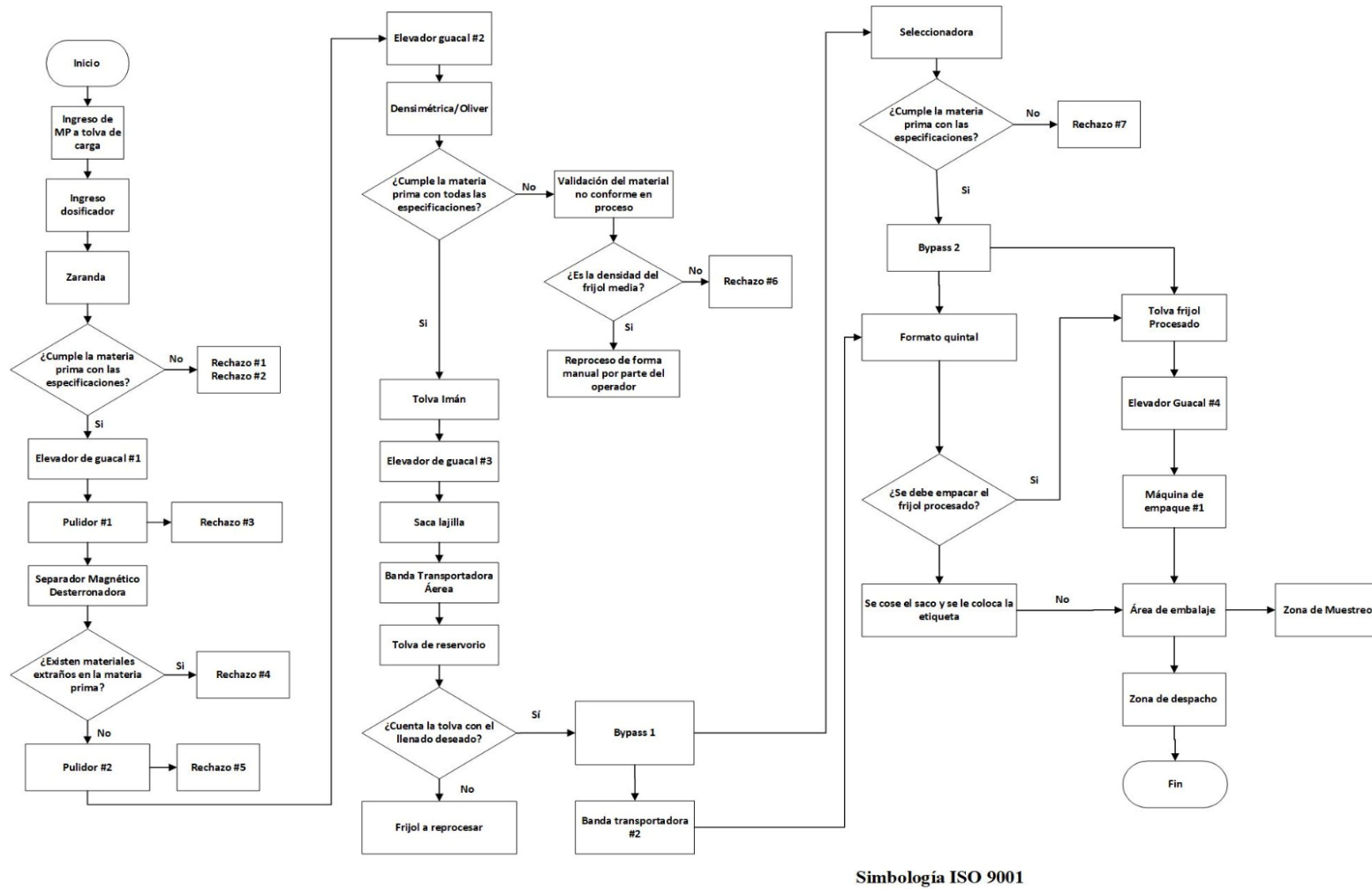
4.2 Descripción del proceso productivo

Ciertamente, en la primera fase de la metodología DMAIC, se hace énfasis en diagnosticar el proceso productivo, lo cual requiere un mapeo de las actividades que constituyen la línea de producción. Por consiguiente, mediante el empleo de la técnica Gemba, se lleva a cabo una inspección y análisis iniciales para comprender el funcionamiento y la secuencia de actividades; luego, se procede con el levantamiento de procesos a fin de crear el diagrama de flujo correspondiente.

Seguidamente, se muestra el diagrama de flujo del proceso de empaque de frijol en GranoPack, el cual es una herramienta esencial para entender de forma más clara las etapas y actividades clave de este proceso. Estudiar este diagrama brinda una comprensión más profunda de la operación actual de GranoPack y su valor es fundamental, ya que desempeña un papel vital en la formación y capacitación del personal en general, además de que facilita la detección de puntos de mejora.

Figura 7

Diagrama de flujo



Simbología ISO 9001

Fuente: elaboración propia (2023).

Antes de iniciar las operaciones de empaque de frijoles, es imperativo realizar la inicialización de la línea a través del tablero del panel de control. El proceso comienza con el ingreso de la materia prima a la tolva de carga, donde los operarios abren los sacos de frijol correspondientes y depositan los granos en la tolva, lo cual marca el inicio del flujo de producción. Los frijoles, una vez en la tolva, caen por gravedad al dosificador, que distribuye equitativamente los granos sobre una banda transportadora, alimentando así la primera zaranda, lo que evita posibles saturaciones o colapsos de la maquinaria. La primera zaranda recibe los frijoles de manera ordenada, asegurando un proceso eficiente de separación de impurezas; posteriormente, los frijoles de alta calidad pasan al primer elevador de guacal, transportándolos en contenedores hacia el proceso de pulido.

En la pulidora 1, los frijoles son sometidos a un proceso que les otorga brillo y limpieza, con dos salidas resultantes: desechos y frijoles de calidad. Luego, el flujo de producción continúa con la eliminación de terrones y objetos metálicos en la fase de imán y desterronadora. El producto limpio ingresa a la pulidora 2 (si está en funcionamiento), donde se somete a un proceso adicional de limpieza mediante filamentos o cepillos, garantizando la calidad del producto final y, seguido, se dirigen al elevador de guacal 2, bifurcándose hacia la máquina saca lajillas o la máquina Oliver. En dicha máquina, los frijoles pasan por un proceso de zarandeo y filtración mediante vibración, separando lajillas e impurezas. Luego, ingresan a la tolva con imán para eliminar cualquier material metálico que pueda representar un riesgo para el consumidor. Posteriormente, los frijoles pasan al elevador de guacal 3, donde tienen dos salidas: una hacia la máquina saca lajillas y otra hacia la banda transportadora que los lleva a la máquina seleccionadora.

La máquina seleccionadora, mediante fotogramas, inspecciona los frijoles y separa aquellos que no cumplen con los estándares predefinidos, y los productos conformes siguen su

curso hacia el *bypass* 2, donde se dividen en tres salidas: banda transportadora N.º 2, empaque en formato quintal y tolva de frijol procesado.



La banda transportadora N.º 2 es alimentada por los dos *bypass* y se dirige hacia el empaque en formato quintal. La tolva de frijol procesado recibe los granos del *bypass* 2 y los transporta al elevador de guacal 4, que conecta con la máquina empacadora, donde cada bolsa de frijol se llena automáticamente según las especificaciones de peso y calidad.

Las bolsas empacadas son transportadas por la banda transportadora de empaque al área de embalaje, donde se realizan muestreos para verificar el peso. El ingeniero de calidad efectúa un muestreo del producto final empacado, asegurando la conformidad con los requisitos establecidos en la orden de trabajo. Finalmente, en el área de embalaje, se realiza el empaque del frijol según las presentaciones requeridas y, en la zona de *picking*, se preparan las tarimas para su traslado a la bodega y posterior despacho.

Por otro lado, es conveniente resaltar que la simbología utilizada para la creación del diagrama previo se basa en la ISO 9001, que se presenta enseguida:

Figura 8

Simbología ISO 9001

Símbolo	Nombre	Descripción
	Línea de flujo	Muestra el orden a seguir de las operación en los procesos.
	Terminal	Indica el inicio o el final de un proceso, subprocesos o tarea.
	Proceso	Hace referencia a la actividad en las operaciones o tareas que cambiar el valor, forma o ubicación de datos.
	Decisión	Muestra las condicional que determinan la decisión el proceso.
	Entrada	Indica el proceso para ingresar los datos.
	Salida	Indica el proceso para la salida datos

Fuente: elaboración propia basado en ISO 9001 (2023).

Como bien es observado en el diagrama de flujo, existen siete diferentes tipos de rechazos en todo el proceso correspondiente al empaque de frijoles. Por esta razón, se adjunta la siguiente tabla de rechazos donde se realiza una pequeña descripción de cada uno de ellos.

Figura 9

Tabla de rechazos

Tabla rechazos diagrama de Flujo	
Tipo de rechazo	Descripción
Rechazo #1	Frijol de lajilla (es vendido para frijoles molidos)
Rechazo #2	Desechos tipo basura, polvo o terrones.
Rechazo #3	Desechos tipo basura, polvo o terrones.
Rechazo #4	Desechos tipo basura, polvo o terrones.
Rechazo #5	Desechos tipo basura, polvo o terrones.
Rechazo #6	Frijol densidad baja
Rechazo #7	Desechos tipo basura, polvo o terrones.



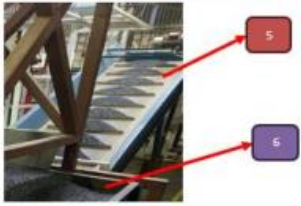
Fuente: elaboración propia (2023).

Por otro lado, el diagnóstico reveló la carencia de un manual de procedimientos que permitiera a los empleados ejecutar sus labores de manera estandarizada y sin complicaciones, es decir, la falta de una guía visual y descriptiva dificulta la comprensión del flujo y del proceso en general. Por lo expuesto anteriormente, durante el proceso de mapeo de actividades, se consigue desarrollar el manual de procedimientos de la empresa, como se muestra en la imagen adjunta a continuación. Además, se incluye el documento completo en la sección de Anexos para una revisión detallada.

Figura 10

Manual de procedimientos

Instructivo de trabajo		Código: FRRN-0102
Empresa: Pronutre Foods		Revisión: 1
Proceso: Empaque de frijol		Fecha: octubre 2023
Elaborado por:		Página 3 de 10

INSTRUCTIVO DE PROCESOS PARA EL EMPAQUE DE FRIJOLES NEGROS Y ROJOS		
Instrucción	Referencia	Comentarios
1. Encendido de la línea de producción: previo a dar inicio con las operaciones de empaque de frijoles es requerido inicializar la línea utilizando el tablero del panel de control. Para encender la línea se inicia siguiendo el orden desde la última máquina número 14 a la máquina 1; y para apagar la línea se inicia en la máquina 1 y se finaliza en la máquina 14, teniendo la intención de no desabastecer la línea productiva.		<p>1 Se refiere a la numeración de encendido para cada máquina, es decir, 1 enciende máquina 1..10 enciende máquina 10.</p> <p>2 Regulador de velocidad de la banda transportadora.</p>
2. Ingreso de la materia prima a la tolva de carga: los operarios deben traer los sacos de frijol correspondientes, abrirlos y colocar los frijoles dentro de la tolva para iniciar el proceso. El método de ingreso depende del modo de empaque del proveedor, puede ser big bags o en sacos.		<p>3 Ingreso de materia prima a la tolva principal.</p> <p>4 Tolva principal o de ingreso.</p>
3. Los frijoles ingresan al dosificador: en este proceso la materia prima cae al dosificador por gravedad para que los frijoles sean distribuidos equitativamente en la banda transportadora que alimenta la primer zaranda.		<p>5 Dosificadora: permite agregar cantidades de frijoles exactas en cada una de sus descargas.</p> <p>6 Tolva de ingreso.</p>

Fuente: elaboración propia (2023).

La creación del manual de procedimientos es beneficioso para GranoPack, ya que permite establecer pautas claras y uniformes para la ejecución de tareas, lo que podría mejorar la eficiencia y la consistencia en el trabajo de los empleados. Además, proporciona una referencia detallada y accesible que facilita la capacitación de nuevos miembros del equipo, así como la actualización y el seguimiento de los procesos.

4.3 SIPOC

El proceso de empaque de frijoles en la empresa GranoPack tiene una importancia crítica en la cadena de suministros. Por consiguiente, es esencial comprender minuciosamente el flujo de operaciones que constituyen este proceso central.

Por ello, la creación del siguiente diagrama SIPOC facilita examinar este proceso de manera sistemática, identificando quiénes son los actores clave involucrados, qué insumos se utilizan, cómo se realiza el proceso, qué productos se generan y quiénes son los destinatarios finales. En otras palabras, se puede observar el flujo completo desde los proveedores hasta el cliente o consumidor final, facilitando la identificación de todos los involucrados en las diferentes tareas.

Figura 11

Diagrama SIPOC empresa GranoPack

Universidad Técnica Nacional Proyecto final de graduación Mapeo de proceso utilizando la metodología SIPOC					
Proceso:		Empaque de frijoles			
Líder del proceso:		Ingeniero en producción			
Personal operativo:		Operarios			
Gestión de producción:		Empaque de Frijoles negros y rojos			
Diagrama SIPOC					
S	I	P	O	C	
Proveedores	Entradas	Procesos/hitos	Salidas	Clientes	
¿Quién suministra lo que necesita el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado?	¿Qué cliente necesita salida del proceso?	
Mercadeo.	Órdenes de producción.	Inicialización de la línea de empaque.	Bolsas de frijoles empacados.	Distribuidores de alimentos.	
	Frijoles cosechados.	Ingreso de frijoles crudos a la tolva de carga.			
Agricultores de frijol tanto nacionales como internacionales.	Bolsas de empaque.	Ingreso de frijoles al dosificador.	Bultos de frijoles.		
	Etiquetas de identificación.	Ingreso de frijoles a la primera zaranda.			
	Operarios.	Elevador de guacal 1.			
	Guacales o contenedores.	Pulidora 1.			
Proveedores de bolsas de empaque.	EPP (Equipo de protección personal).	Imán y desterronadora.	Muestreo de Calidad.		Minoristas de alimentos.
	Cofias.	Pulidora 2.			
	Material de embalaje.	Elevador de guacal 2.	Tarimas de productos terminados.		
Proveedores de etiquetas.	Romanas.	Tolva con imán.	Material de desecho.		
		Elevador de guacal 3.			
		Banda transportadora aérea.			
Departamento de calidad.	Requisitos regulatorios y documentación.	Máquina seleccionadora.	Frijoles tipo "lajillas".	Consumidores finales.	
		Máquina empacadora.			
	Sacos y contenedores de "lajillas".	Banda transportadora de empaque.			
		Muestreo por el ingeniero de calidad.			
		Área de embalaje.			
	Zona de picking.				
Recursos					
Materiales		Equipos			
1. Frijoles crudos.		1. Dosificadora.			
2. Bolsas de empaque.		2. Tolva de carga.			
3. Etiquetas.		3. Zarandas.			
4. Material de limpieza.		4. Elevador de guacal 1.			
5. Lajillas y otros desechos (resultantes de la limpieza y pulido)		5. Pulidora 1.			
6. Bolsas estilo "bultos".		6. Imán y desterronadora.			
7. Productos químicos de Limpieza y desinfección.		7. Pulidora 2.			
8. Sacos para desechos y almacenamiento de "lajillas".		8. Elevador de guacal 2.			
9. Tarimas.		9. Máquina saca lajillas.			
		10. Máquina Oliver (para separación de lajillas).			
		11. Tolva con imán.			
		12. Elevador de guacal 3.			
		13. Banda transportadora aérea.			
		14. Máquina seleccionadora.			
		15. Elevador de guacal 4.			
		16. Máquina empacadora.			
		17. Banda transportadora de empaque.			
		18. Equipos de muestreo para calidad.			
		19. Equipos de seguridad e inocuidad (guantes, cofia, batas, gafas, etc.)			
		20. Romanas.			
Procesos con relación directa		Documentos relacionados			
- Gestión de inventarios.		- Manual de buenas prácticas de manufactura.			
- Departamento de compras.		- Orden de trabajo.			
- Mantenimiento.		- Manual de procedimientos de empaque.			
- Departamento de seguridad e higiene.		- Documentación de Cumplimiento Normativo.			
- Ventas y marketing.					

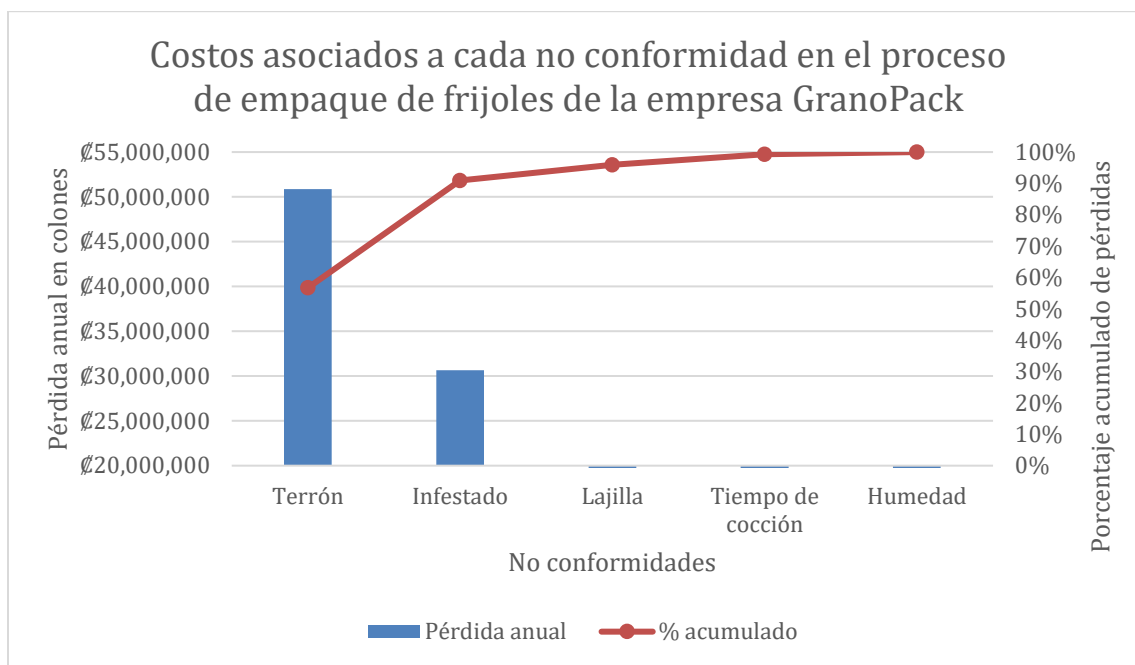
Fuente: elaboración propia (2023).

Entonces, esta herramienta desempeña un papel esencial en el mapeo de procesos, simplificando la visualización de todos los componentes y departamentos involucrados en conjunto, lo que permite una comprensión más profunda de cómo estos logran interactuar entre sí, desde la recepción de los frijoles crudos, por parte de los proveedores, hasta la entrega del producto final a los consumidores; tomando en cuenta todos los recursos necesarios para el empaqueo de las leguminosas.

En definitiva, al especificar cada uno de estos elementos se facilita la identificación de posibles áreas de mejora, centrándose en la optimización y el control de calidad. Este enfoque es crítico en la industria alimentaria, ya que garantiza la seguridad y la satisfacción del cliente, lo cual implica la ventaja de poder visualizar el proceso en su totalidad y la interacción de los actores involucrados.

4.4 Análisis causa raíz

El análisis de Pareto a continuación muestra los costos asociados a cada no conformidad en el proceso de empaque de frijoles en la empresa GranoPack. Se destaca la presencia de no conformidades como: terrones, infestación, lajilla, tiempo de cocción y humedad.

Figura 12*Gráfico Pareto*

Fuente: elaboración propia (2023).

El gráfico de Pareto revela que dos de las cinco no conformidades en el proceso de empaque de frijoles en la empresa muestran un impacto económico significativamente mayor con respecto a las demás. En primer lugar, los terrones sobresalen como la no conformidad más costosa, representando un 80% de los costos totales, lo que equivale a más de $\text{C}\$50\,000\,000$. Esto indica que la presencia de terrones en los frijoles tiene un impacto importante en los costos del proceso de empaque y se sitúa como la principal área de enfoque.

Luego, la infestación del frijol se posiciona como la segunda no conformidad más costosa, representando el 33% de los costos totales, equivalente a $\text{C}\$30\,000\,000$. Esta cantidad de dinero no es despreciable, lo que subraya la importancia de abordar los problemas relacionados con la infestación.

Por otra parte, las demás no conformidades, como la lajilla, el tiempo de cocción y la humedad, no ejercen un impacto significativo en los costos, dado que su representación en términos porcentuales es prácticamente nula.

En conclusión, basados en el análisis del presente gráfico, claramente se puede identificar que los mayores costos en el proceso de empaque de frijoles en grano se deben a los terrones y la infestación. Por lo tanto, se requiere de un mayor análisis y estudio prioritariamente a estos dos problemas para detectar la causa raíz y contribuir a la reducción de costos y mejorar la calidad del producto final del frijol.

Una vez que las no conformidades se han mapeado y estructurado de acuerdo con su impacto económico, es crucial recurrir a herramientas ingenieriles adicionales que permitan identificar la causa raíz de estos problemas. En este contexto, el diagrama de Ishikawa se convierte en una herramienta valiosa, pues ayuda a analizar y visualizar de manera sistemática las posibles causas que contribuyen a las no conformidades, lo que facilita la identificación de la causa raíz.

4.5 Análisis de las entrevistas para evaluación de las 6M Ishikawa

En el mundo empresarial y altamente competitivo como lo es hoy en día, la mejora continua es esencial para alcanzar la excelencia operativa y garantizar la satisfacción del cliente. La metodología de las 6M de Ishikawasha es una herramienta valiosa para identificar áreas de mejora en los procesos de producción. Es por lo anterior que, como parte del diagnóstico realizado en la empresa Grano Pack, se aplicó una encuesta con el propósito de evaluar las 6M en el proceso de empaque de frijoles.

La encuesta se diseñó para recopilar información directa de los trabajadores involucrados en el proceso de empaque de frijoles, con el objetivo de analizar cómo estas seis dimensiones impactan en la eficiencia y calidad de dicho proceso. A través de la participación activa de los

empleados, se buscaba identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la gestión de la mano de obra, el uso de maquinaria, los métodos de trabajo, el entorno de trabajo, la calidad de los materiales y la medición de los resultados.

Cabe destacar que el muestreo realizado fue probabilístico, pues todos los empleados tenían la misma oportunidad de ser seleccionados, ya que, en este caso, al ser una población tan pequeña de únicamente 10 operarios, se obtiene que con un 95% de confianza y 5% de error se necesita una muestra de los mismos 10 operarios, como se evidencia seguidamente.

Figura 13

Fórmula cálculo de muestra

Valores utilizados	
P:	0,5
Q:	0,5
N:	10
d:	0,05
Z:	0,95

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Fuente: elaboración propia con base en Pulido y de la Vara (2008).

Se desarrolla la fórmula anterior para obtener el resultado muestral.

Figura 14

Tamaño de muestra

$$n = \frac{10 * (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}{(0,05)^2 * (10 - 1) + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5} = 10$$

Fuente: elaboración propia (2023).

La elección de un intervalo de confianza del 95% y 5% de error se fundamentó en la necesidad de obtener datos altamente representativos en el contexto de una encuesta realizada entre un reducido grupo de empleados, compuesto por un total de 10 individuos. Dada la naturaleza específica de este estudio, centrado en investigar la influencia de las 6M en el proceso de empaque de frijoles, era imperativo asegurar la máxima representatividad de los resultados.

Figura 15

Variables usadas en la muestra

<i>Variables en cuestión</i>	
n:	Tamaño de muestra
N:	Población
p:	Probabilidad de éxito
q:	Probabilidad de fallo
d:	Error admisible
Z:	Nivel de confianza (95%)

Fuente: elaboración propia (2023).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la encuesta aplicada, así como su respectivo análisis.

Gráfico 1

Habilidad mano de obra



Fuente: elaboración propia (2023).

Con base en la primera pregunta de la encuesta, se obtiene que de la totalidad de encuestados, el 90% expresó que se siente competente en su trabajo. Esto indica que están satisfechos con sus habilidades y desempeño en el proceso de empaque, lo cual es bastante positivo para la empresa, pues la mayoría de los empleados se sienten seguros y efectivos en la realización de sus tareas.

Por otro lado, el 10% restante señaló no sentirse con la habilidad requerida para el puesto. No obstante, aunque esta proporción sea menor, es importante prestar atención a sus inquietudes. Como ingenieros, sería recomendable investigar más a fondo las razones detrás de esta insatisfacción, con el objetivo de mejorar la capacitación o las condiciones de trabajo actuales para aquellos empleados que no se sienten competentes.

En resumen, la mayoría de los trabajadores se siente competente en el proceso de empaque de frijoles, lo que es una buena noticia. De tal modo, es crucial seguir supervisando y mejorando

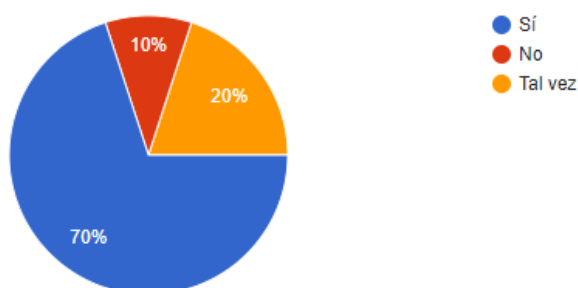
el proceso para garantizar que todos los empleados tengan la oportunidad de demostrar sus habilidades de manera efectiva.

Gráfico 2

Entrenamiento

¿Se siente completamente entrenado en su área de trabajo?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Utilizando como referencia el gráfico anterior, se logra apreciar que el 70% de los empleados se siente completamente entrenado en su área de trabajo, siendo un punto positivo. Sin embargo, existe una preocupación importante, ya que el 10% no se siente completamente entrenado, lo que sugiere la necesidad de mejorar la capacitación y el seguimiento respectivo para esta minoría.

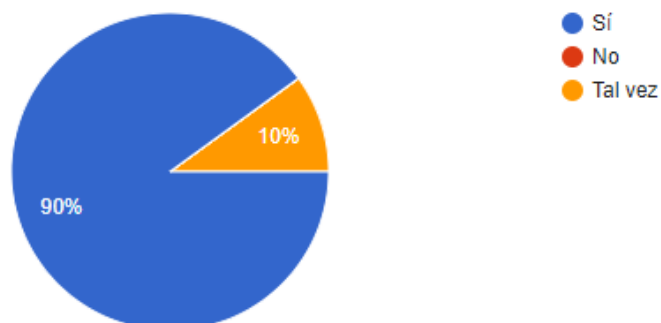
Además, el 20% se mostró indeciso sobre su nivel de entrenamiento, lo cual significa que algunos empleados podrían requerir una mayor claridad en sus roles y responsabilidades. Por tanto, es preocupante que a pesar de que son tan pocos empleados algunos de ellos duden de su entrenamiento, por lo que es fundamental proporcionar orientación adicional para aquellos que están indecisos sobre su nivel de capacitación.

Gráfico 3

Calidad en el área de trabajo

¿Para usted es importante la calidad en su trabajo?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

El 90% de los empleados encuestados considera importante la calidad, siendo un punto optimista, pues esto significa que la mayoría de los trabajadores comprende la necesidad de mantener altos estándares de calidad en su labor y están comprometidos con ello.

Además, un 10% de los participantes manifestó tener ciertas dudas al responder con un "tal vez". Es fundamental comprender y analizar las razones detrás de esas fluctuaciones, ya que podría ser necesario aclarar y fortalecer los estándares de calidad para garantizar una comprensión completa y uniforme entre los colaboradores.

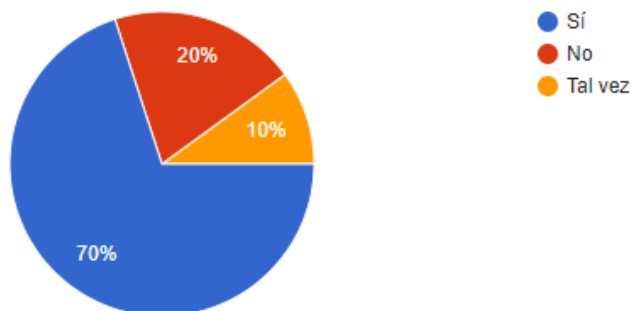
En conclusión, la calidad en el trabajo es un tema esencial para la mayoría de los empleados de GranoPack, pero es importante seguir comunicando su importancia y brindar la capacitación y el apoyo necesario para que todos los trabajadores se comprometan con los estándares con el fin de salvaguardar la eficiencia.

Gráfico 4

Motivación de la mano de obra

¿Se siente motivado en su posición de trabajo actual?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Con respecto al gráfico anterior, se deduce que un 70% de los empleados manifestó estar motivado, lo que es una señal alentadora y da a entender que la mayoría se siente satisfecha y comprometida en sus roles. Sin embargo, un 10% respondió "tal vez" y esto indica cierta indecisión en cuanto a su motivación. Finalmente, un 20% afirmó no sentirse motivado, lo cual representa una preocupación significativa, ya que la falta de motivación podría afectar el desempeño y la calidad del trabajo, así como la rotación de personal.

Por ello, abordar la falta de motivación es crucial para garantizar que todos los empleados estén comprometidos y satisfechos en sus posiciones. Además, la indecisión en cuanto a la motivación debe ser investigada para entender las razones detrás de esta inseguridad y tomar medidas para aclarar cualquier ambigüedad que puedan percibir los empleados en relación con su trabajo y su motivación.

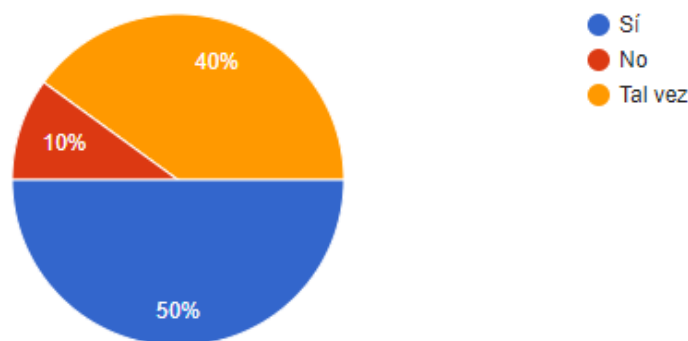
Gráfico 5

Definición de procedimientos de trabajo

Métodos

¿Las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Se puede interpretar que el 50% de los trabajadores mencionó que las responsabilidades y procedimientos están definidos de manera clara y adecuada, lo cual no es un resultado optimista, pues esto significa que hay otro 50% de la población que considera que estos procedimientos no están del todo bien definidos. Por ejemplo, un 10% afirmó que no están precisos, lo cual es una preocupación significativa al sugerir que no hay seguridad en la realización del trabajo.

De lo anterior, ese porcentaje de empleados podría experimentar confusión o dificultades en sus roles debido a la falta de claridad en las responsabilidades y procedimientos. Ahora bien, un 40% respondió "tal vez", lo que sugiere una cierta indecisión o ambigüedad en cuanto a la definición de responsabilidades y procedimientos.

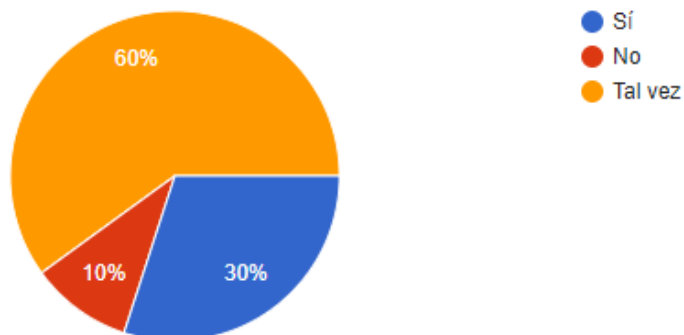
De tal modo, este resultado tan alarmante permite respaldar la necesidad de este proyecto, porque la claridad en las responsabilidades y procedimientos es esencial para el éxito del proceso de empaque de frijol en GranoPack. Por esto, se requiere abordar la falta de definición de los procesos identificada por el 10% de los empleados y trabajar en proporcionar orientación adicional para el 100% de trabajadores en general. Esto podría lograrse mediante la revisión y mejora de las descripciones de trabajo y procedimientos para garantizar que todos los empleados tengan una comprensión clara de lo que se espera de ellos en sus roles.

Gráfico 6

Existencia de procedimientos alternativos

¿Cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

En este caso, el gráfico muestra que un 30% de los trabajadores mencionó que sí existen procedimientos alternativos definidos de manera clara, dato poco alentador, pues esto indica que menos de la mitad de trabajadores tienen conocimiento sobre la existencia de procesos alternativos en caso de alguna falencia. Por otro lado, un 10% indicó que no existen procedimientos alternativos

definidos, siendo esto una preocupación importante, ya que podría dar lugar a dificultades en la operación cuando surjan problemas.

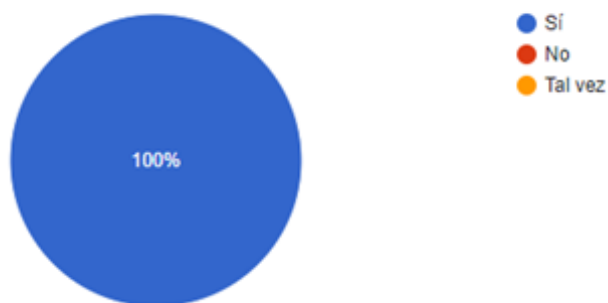
Adicionalmente, cabe señalar que un 60% respondió "tal vez", lo que sugiere cierta indecisión o falta de claridad en cuanto a los procedimientos alternativos. Por consiguiente, se debe abordar la falta de claridad identificada, ya que únicamente un 30% de la población sabe qué hacer en caso de algún inconveniente en el proceso de empaque. Esto podría lograrse mediante la revisión y la mejora de los procedimientos alternativos, garantizando que todos los empleados estén preparados para enfrentar situaciones inesperadas en un futuro.

Gráfico 7

Existencia de un mejor método de trabajo

¿Considera usted que existe un mejor método para realizar su trabajo?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

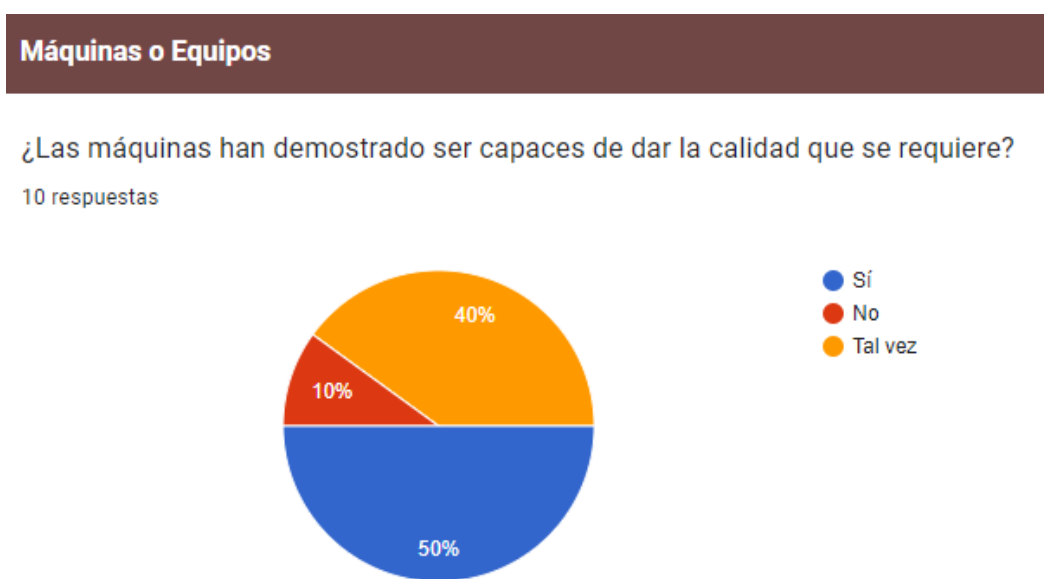
Según el gráfico anterior, todos los trabajadores encuestados de GranoPack dedicados al empaque de frijol consideran que existe un método mejor para realizar su trabajo. Esta actitud positiva hacia la mejora es una señal valiosa y proporciona una oportunidad para perfeccionar y optimizar el proceso de empaque de frijol. Sin embargo, esto también deja en evidencia cómo los procesos deberían de ser evaluados con ayuda de los trabajadores, quienes son los que tienen más

conocimiento en las labores que realizan a diario, para buscar alternativas a favor de optimizar las actividades.

Por ello, es importante fomentar la innovación y la colaboración entre los empleados para aprovechar sus ideas y sugerencias en la búsqueda continua de mejores métodos de trabajo, lo que puede resultar en una mayor eficiencia y calidad en el proceso.

Gráfico 8

Capacidad de las máquinas



Fuente: elaboración propia (2023).

Basado en el gráfico anterior, se puede interpretar que un 50% de los trabajadores mencionó que las máquinas son capaces de proporcionar la calidad requerida, es decir, que la mitad de los encuestados confía en la capacidad de las máquinas para cumplir con los estándares de calidad. Por otro lado, un 10% expresó una respuesta negativa, lo que es una preocupación significativa, pues podría indicar que ciertas máquinas no cumplen con los estándares de calidad necesarios, lo cual podría afectar la calidad general del producto.

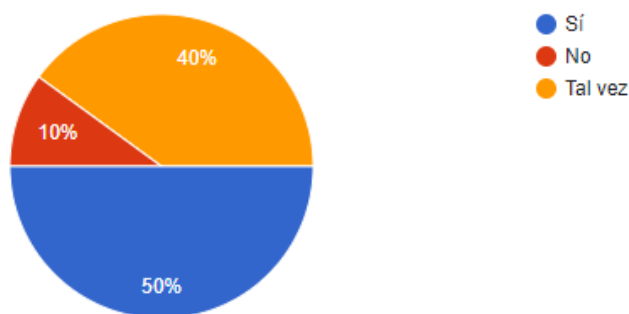
Por último, un 40% respondió "tal vez", lo que sugiere una cierta indecisión o dudas en cuanto a la capacidad de las máquinas. Así, en términos generales, la capacidad de la maquinaria es un aspecto que genera bastante duda, pues ni los mismos operarios tienen tanta claridad de su funcionamiento, siendo un punto crítico que necesita intervención pronta.

Gráfico 9

Estudio de maquinaria

¿Se ha realizado algún estudio donde se respalde que las máquinas están en las mejores condiciones para trabajar?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Según los resultados de la encuesta, el gráfico anterior refleja que el 50% de los trabajadores mencionó que sí se ha realizado un estudio respaldando que las máquinas están en las mejores condiciones para trabajar, lo cual indica que la mitad de los empleados cree que se ha evaluado y garantizado la calidad de las máquinas. Sin embargo, el 10% expresó que no se ha realizado dicho estudio. Esto debe tomarse en cuenta, pues plantea que un segmento de las máquinas podría no haber sido evaluado adecuadamente, o del todo deja en duda la veracidad de las respuestas obtenidas por cierta parte de la población.

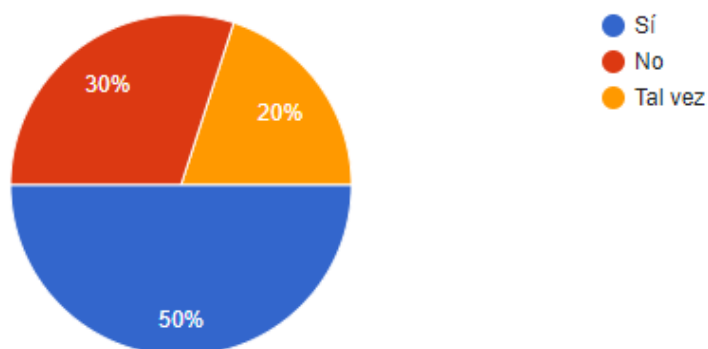
Además, el 40% respondió "tal vez", lo que indica cierta indecisión en cuanto a la realización de un estudio. Es esencial abordar la falta de estudios que respalden las condiciones óptimas de las máquinas, identificada por el 10% de los empleados. Adicionalmente, la indecisión del 40% debe investigarse para asegurarse de que se cuente con información precisa sobre el estado actual de las máquinas.

Gráfico 10

Cambio de herramientas

¿Hay cambios de herramientas periódicamente?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Los resultados de la encuesta evidencian que un 50% de los trabajadores mencionó que sí se realizan cambios de herramientas periódicamente. Esto es un buen indicador, ya que sugiere que la mitad de los empleados tiene conocimiento sobre estos cambios, lo cual es de importancia para mantener herramientas funcionando completamente. Por otro lado, un 30% indicó que no se realizan cambios periódicos de herramientas, lo que podría plantear preocupaciones en términos de mantenimiento y eficiencia del proceso. Lo anterior, sin duda, es un motivo más por el cual llevar a cabo este trabajo universitario.

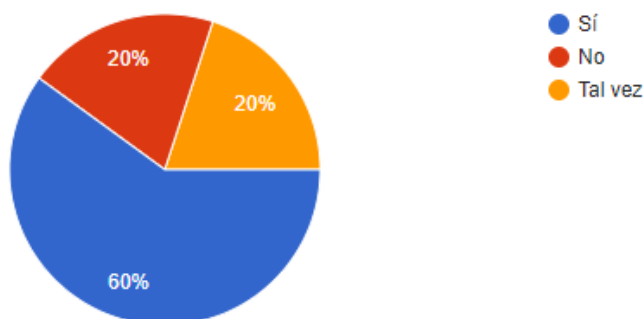
En cambio, el 20% que respondió "tal vez" podría indicar cierta indecisión o falta de claridad en cuanto a la rotación de herramientas. Esta indecisión debe ser estudiada con mayor profundidad para determinar si se necesita intervención o evaluar la posibilidad de implementar un programa claro de rotación de herramientas para garantizar que estén en las mejores condiciones posibles y se mantenga la eficiencia en el proceso.

Gráfico 11

Criterios de ajustes de máquinas

¿Los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

En el proceso de empaque de frijol de GranoPack, la mayoría de los empleados, específicamente un 60%, considera que los criterios para ajustar las máquinas son claros y adecuados, lo que es positivo. Sin embargo, un 20% siente que los criterios no son claros, lo que podría generar problemas en el proceso de empaque. Otro 20% no está seguro acerca de la claridad de estos criterios.

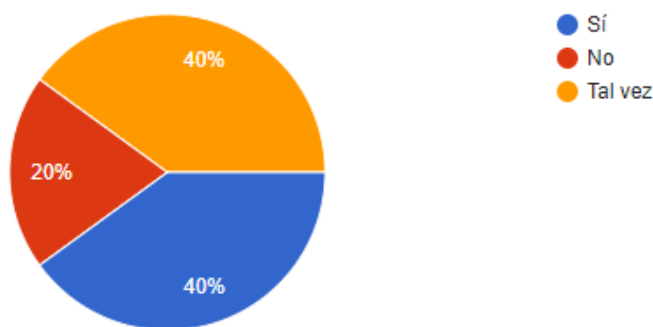
Por lo tanto, se puede concluir que es esencial abordar la falta de claridad identificada por el 20% de los empleados y proporcionar capacitación y orientación adicional si es necesario.

Gráfico 12

Programas de mantenimiento

¿Hay programas de mantenimiento preventivo?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

A partir de la ilustración anterior, se evidencia que un 40% de los trabajadores mencionó la existencia de programas de mantenimiento preventivo. Esto es un indicador positivo, ya que muestra que una parte de los empleados conoce sobre la existencia de estos planes para asegurar el cuidado y la eficiencia de las máquinas.

Asimismo, un 20% expresó que no hay programas de mantenimiento preventivo, lo que es motivo de preocupación, pues la falta de mantenimiento preventivo puede llevar a problemas como paros no programados de la producción y costos inesperados.

Además, un 40% del personal respondió "tal vez", lo cual indica cierta indecisión o falta de claridad en cuanto a la existencia de estos programas. En resumen, es esencial abordar la falta de programas de mantenimiento preventivo identificada por los empleados, ya que el mantenimiento regular es fundamental para prevenir problemas y garantizar un funcionamiento eficiente de las máquinas en el proceso de empaque de frijol.

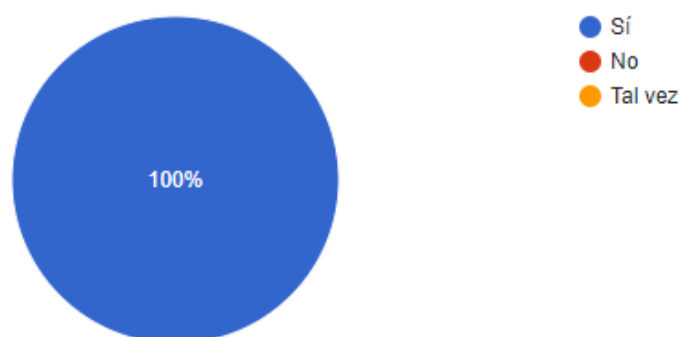
Gráfico 13

Variabilidad de la materia prima

Materiales

¿Se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

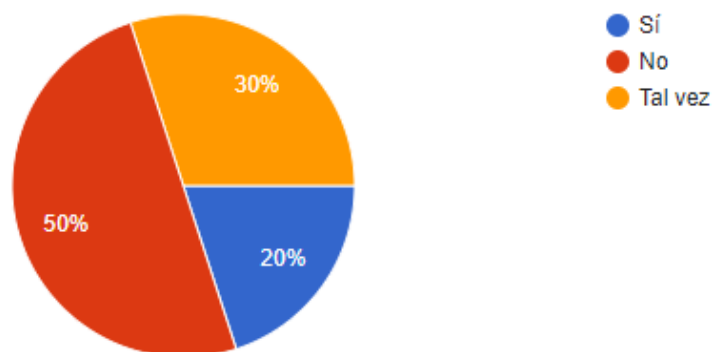
En la encuesta realizada a los trabajadores de GranoPack en el proceso de empaque de frijol, el 100% de los empleados afirmó conocer cómo la variabilidad de los materiales o la materia prima afecta el proceso. Esto es positivo, ya que sugiere un alto nivel de conocimiento a nivel organizacional, y también demuestra que, en efecto, los proveedores tienen influencia en la calidad del producto final.

Por último, no hay que dejar de lado la parte negativa, que en este caso es la existencia en cuanto la variabilidad de la materia prima de los proveedores, la cual se puede mitigar mediante la colaboración y culturización con proveedores, controles exhaustivos de calidad y capacitación.

Gráfico 14*Cambio de materiales o materias primas*

¿Ha habido algún cambio reciente en los materiales?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

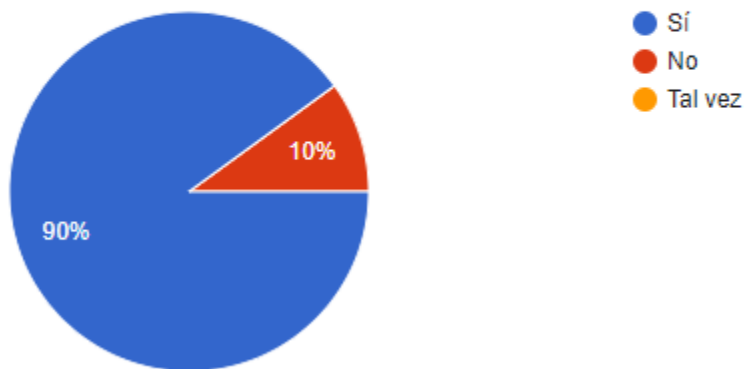
Según los resultados de la encuesta, el gráfico muestra que un 20% de los trabajadores mencionó que ha habido un cambio reciente en los materiales utilizados. Esto señala que una parte de los empleados ha experimentado cambios en los ingredientes o materiales en un período reciente.

Por otro lado, un 50% respondió que no ha habido cambios recientes, lo cual es positivo, pues esto quiere decir que hay cierta estabilidad en los materiales utilizados en el proceso de empaque. Ahora bien, un 30% respondió "tal vez", lo cual indica cierta indecisión o falta de conocimiento en cuanto a si ha habido cambios en los materiales.

Gráfico 15*Influencia de los proveedores en la calidad del producto*

¿Se sabe si hay diferencias significativas entre proveedores de frijoles?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

En este caso, según los datos brindados por el gráfico anterior, un 90% de los trabajadores mencionó que sí saben que existen diferencias significativas entre proveedores de frijoles. Por otra parte, un 10% respondió que no saben si existen diferencias significativas entre ellos, lo cual es importante investigar más a fondo, porque este grupo de empleados no tiene conocimiento de las diferencias, ya que la información sobre la variabilidad de los proveedores en este caso en particular es crucial. Cabe destacar que, inclusive durante las evaluaciones, se define al frijol estadounidense como muy superior a los demás.

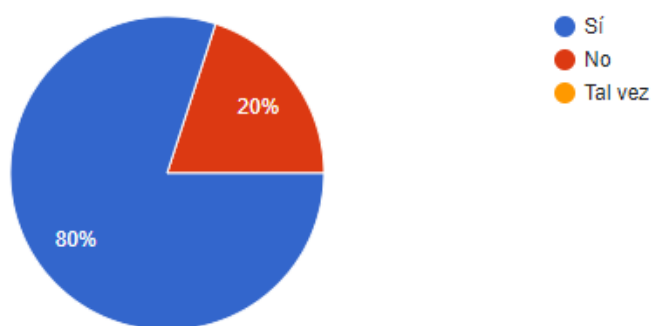
Gráfico 16

Determinación de la calidad en el producto

Mediciones

¿Conoce con exactitud en que parte del proceso se toman mediciones para determinar la calidad del producto?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

Para esta parte de la encuesta, un 80% de los trabajadores mencionó que sí conoce con exactitud en qué parte del proceso se toman mediciones para determinar la calidad del producto. Esto es bastante favorable, al indicar que la mayoría de los empleados está bien informada y comprende cómo se evalúa la calidad del producto.

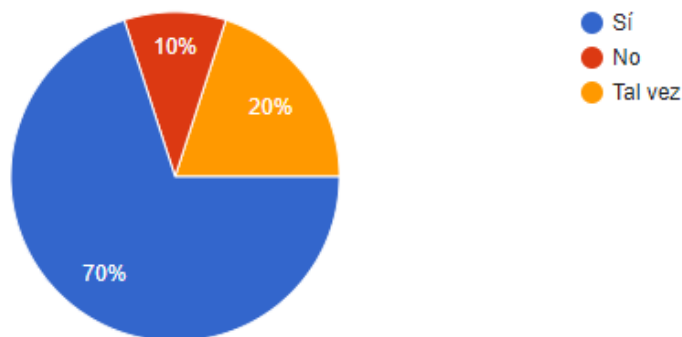
No obstante, el 20% de los encuestados que indicó no saber dónde se realizan las mediciones de calidad en el proceso podría ser motivo de preocupación. Así, la falta de comprensión en este aspecto crucial sugiere la necesidad de fortalecer el control de calidad para garantizar la excelencia en el proceso.

Gráfico 17

Validación para la medición precisa en los instrumentos

¿Se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir una medida con la precisión requerida?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

El 70% de los trabajadores brinda una señal alentadora al afirmar que existe evidencia de que el instrumento de medición puede repetir una medida con la precisión requerida. Esta respuesta es particularmente relevante en el contexto del empacado de frijoles, donde la precisión en las mediciones es esencial y se apoya en sistemas automatizados de control de calidad incorporados en las máquinas.

Ahora bien, existe una parte de 10% que ha expresado su incertidumbre sobre si la maquinaria puede proporcionar la precisión necesaria. Esta respuesta plantea la necesidad de una investigación adicional para comprender las razones detrás de esta percepción para así garantizar la calidad del proceso de empacado de frijoles. Por último, el 20% restante respondió con un "tal vez", lo que sugiere cierta indecisión o desconocimiento con respecto a la capacidad de repetir medidas con precisión. Esta ambigüedad puede requerir de mayor capacitación para garantizar que

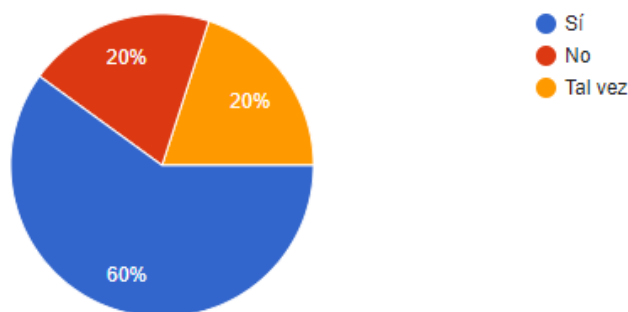
todos los empleados comprendan la importancia de la precisión en el proceso y estén al tanto de las capacidades de los instrumentos de medición utilizados.

Gráfico 18

Métodos y criterios adecuados para tomar decisiones

¿Cree usted que tienen los métodos y criterios adecuados para tomar mediciones?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

En esta evaluación, se destaca que un 60% de los trabajadores expresó su confianza para asegurar que los métodos y criterios actuales son apropiados para llevar a cabo las mediciones. Este porcentaje refleja una sólida creencia en la eficacia de los métodos de medición utilizados en la empresa, lo que respalda la percepción general de que se están utilizando enfoques fiables y precisos.

Por otro lado, un 20% de los trabajadores no comparte esta confianza y no considera que los métodos actuales sean los adecuados. Esta perspectiva genera preocupaciones sobre la fiabilidad de las mediciones realizadas en el proceso, lo que plantea interrogantes sobre la necesidad de revisar y mejorar los métodos de medición existentes. Simultáneamente, el otro 20% respondió con "tal vez", lo que indica cierta indecisión en cuanto a la idoneidad de los métodos y criterios propuestos por la empresa, resaltando la importancia de aclarar y comunicar de manera

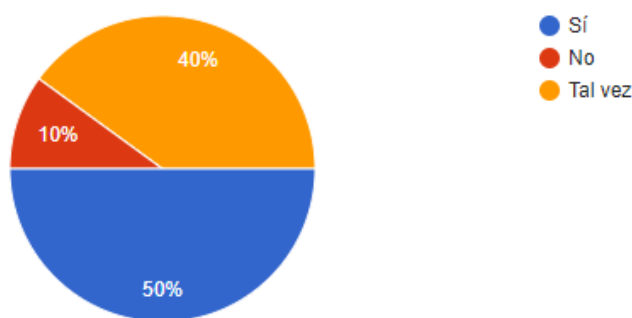
efectiva los enfoques de medición utilizados para que todos los empleados tengan una comprensión clara y confiable de su eficacia.

Gráfico 19

Anomalías generadas en el sistema de medición

¿Existen algunas anomalías en las medidas generadas por el sistema de medición?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

En este caso en particular, el gráfico indica que un 50% de los trabajadores mencionó que sí existen anomalías en las medidas generadas por el sistema de medición, lo cual quiere decir que la mitad de los empleados ha observado problemas en la precisión de las medidas.

Sin embargo, un 10% expresó la creencia de que no existen anomalías. Así, algunos empleados tienen una fuerte confianza en la fiabilidad y precisión del sistema de medición. Finalmente, el 40% restante respondió con "tal vez", lo que señala cierta falta de comprensión y conocimiento en cuanto a la posible presencia de anomalías. Aquí se resalta la importancia de una evaluación más detallada y la necesidad de abordar cualquier incertidumbre relacionada con el sistema de medición.

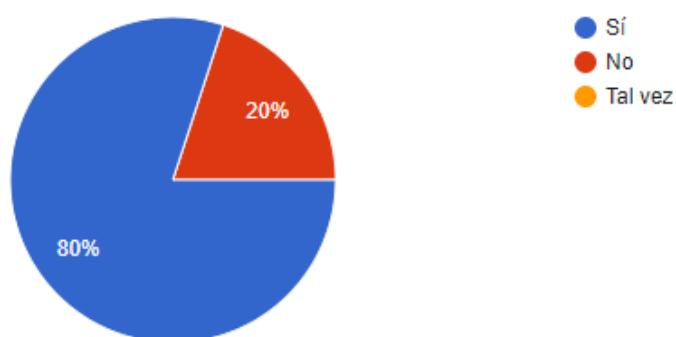
Gráfico 20

Patrones en los procesos del medioambiente

Medio ambiente

¿Existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de las condiciones del medio ambiente?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2024).

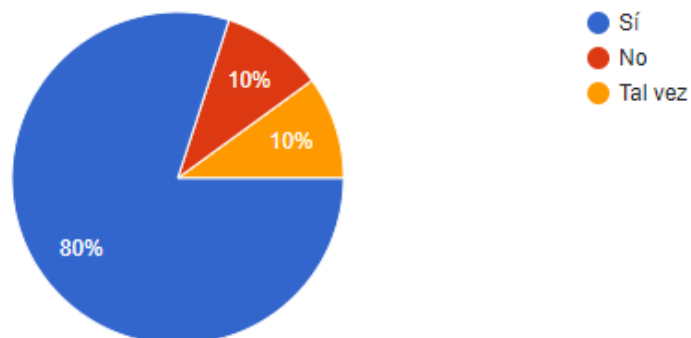
El análisis del gráfico revela que la mayoría de los empleados de GranoPack, en concreto el 80%, es consciente de la existencia de patrones o ciclos en los procesos que se ven afectados por las condiciones del entorno. Esta percepción sugiere que la mayoría de los trabajadores comprende cómo el medio ambiente puede influir en el proceso.

No obstante, un 20% de los empleados no reconoce esta influencia, lo que resalta la necesidad de proporcionar información y capacitación adicional para asegurar que todos los trabajadores estén plenamente conscientes de la relación existente entre las condiciones ambientales y el proceso de empaque, garantizando una operación más efectiva.

Gráfico 21*Temperatura ambiente en las operaciones*

¿La temperatura ambiental influye en las operaciones?

10 respuestas



Fuente: elaboración propia (2023).

De acuerdo con el análisis del último gráfico, es evidente que el 80% de los empleados reconoce la influencia de la temperatura ambiente en las operaciones de empaque de frijoles. Esto refleja un alto nivel de conciencia sobre cómo las variaciones en la temperatura del entorno pueden impactar tanto al proceso de empaque, como a los operadores de la línea de producción.

Por otro lado, un grupo minoritario, compuesto por el 10% de los empleados, no percibe esta influencia de la temperatura, mientras que el otro 10% se encuentra indeciso al respecto. Estas percepciones sugieren la necesidad de proporcionar información adicional a algunos empleados, con el objetivo de fortalecer su comprensión sobre la relación entre la temperatura ambiental y la calidad final del producto, además de incluir el cansancio adicional que se puede dar en los empleados.

4.6 Diagrama de Ishikawa

En la industria de leguminosas, la calidad y la seguridad alimentaria son de vital importancia. Actualmente, el diagrama de Ishikawa es una herramienta que permite identificar y abordar de manera efectiva las posibles causas de problemas de calidad, desde la contaminación hasta defectos en el producto final. Este enfoque se vuelve esencial en un mundo donde la calidad y la seguridad de los alimentos son una prioridad para los consumidores y las empresas por igual. Para ello, se entiende lo siguiente.

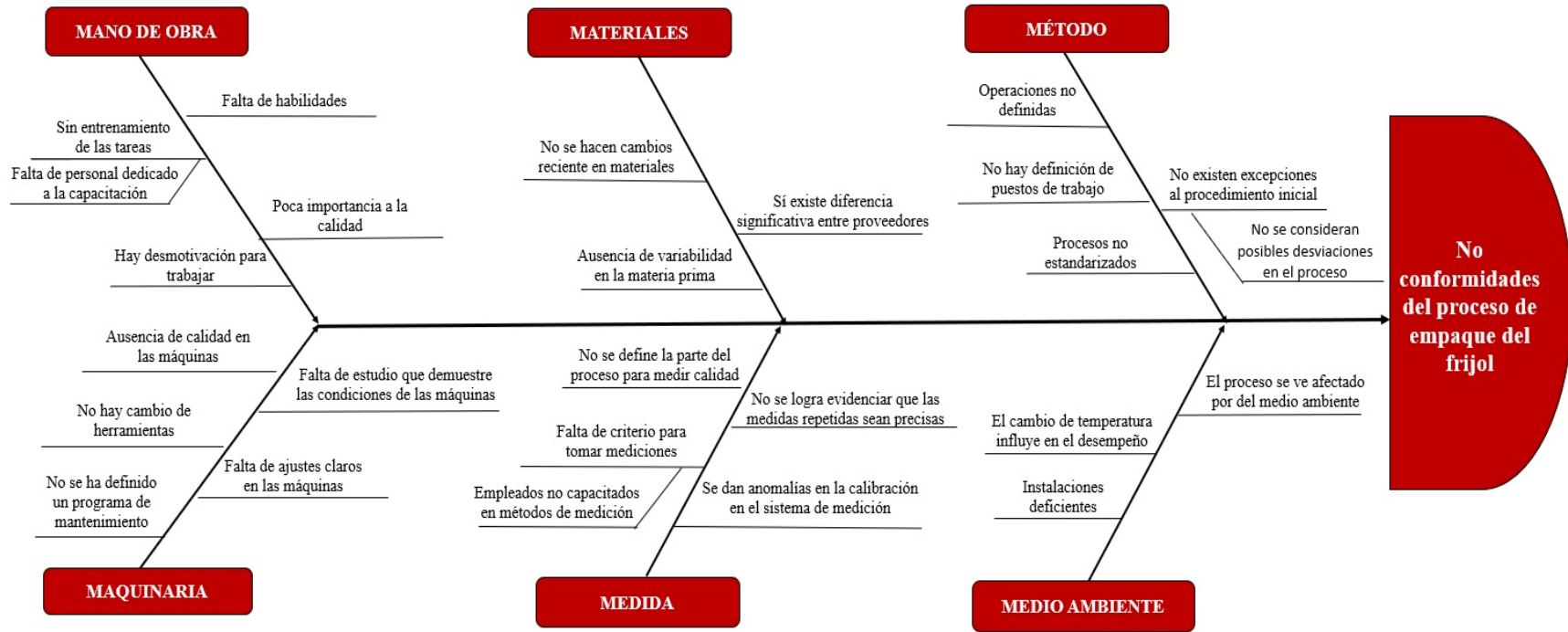
El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p.152)

Basado en lo anterior, la empresa se puede beneficiar enormemente de la capacidad del diagrama de Ishikawa para desglosar las causas potenciales en el proceso de producción. Esto ayuda a prevenir y controlar los problemas de calidad, contribuyendo a mantener la seguridad alimentaria y la satisfacción del cliente. Para efectos del presente trabajo, se llevó a cabo una encuesta dirigida a los empleados que forman parte del proceso de producción, la cual aparece anexada en la sección correspondiente del documento para su referencia.

Este diagrama, por su estructura, permite generar un análisis detallado y sistemático de las posibles causas que contribuyen a los problemas o defectos observados, esto con base en las preguntas que han sido examinadas anteriormente y que fueron aplicadas a los colaboradores de la empresa GranoPack. Al comprender la causa raíz, se pueden tomar medidas específicas para mejorar la calidad y eficiencia de sus procesos. Basado en esto es que se genera el siguiente gráfico.

Figura 16

Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia (2023).

Al analizar el diagrama anterior, específicamente el apartado de mano obra, se evidencia el alto nivel de compromiso de los operarios en la ejecución de sus tareas. Sin embargo, es notable la ausencia de un instructivo de trabajo que estandarice los procedimientos, lo que resulta en una falta de capacidad para demostrar de manera consistente el cumplimiento de todo el proceso. Esta carencia conlleva a una disminución en la motivación laboral, lo cual desmerece la relevancia que se debería otorgar a la calidad del producto.

El siguiente elemento por considerar es la maquinaria. En este aspecto, no se disponen de documentos o registros que respalden las condiciones óptimas para operar las máquinas. Por ello, no hay un historial claro de fechas de calibración, registros de cambios significativos en los repuestos y manuales para ajustes adecuados. Además, carece de un cronograma que establezca los distintos periodos de mantenimiento requeridos.

El aspecto relacionado con los materiales es de gran relevancia, ya que se observa que no se realizan con frecuencia cambios en el material, ni variabilidad en la materia prima utilizada. No obstante, los operarios pueden percibir a simple vista diferencias sustanciales entre los proveedores que son aspectos claves para garantizar la calidad. A pesar de que no se efectúen cambios frecuentes en los materiales, es esencial que los operarios puedan identificar y comprender las diferencias entre los suplidores para mantener un control efectivo sobre la calidad del producto.

La etapa de medición es de suma importancia, ya que en este punto no se evidencia que el sistema encargado de las mediciones sea preciso. Esto se debe a que los criterios utilizados para tomar decisiones se han establecido de manera empírica, sin la debida capacitación para llevar a cabo una calibración precisa. Este enfoque improvisado ha llevado a una falta de claridad en cuanto a la ubicación exacta en el proceso donde se realizan las mediciones de calidad. Por ende, la falta de un sistema de medición bien calibrado puede comprometer la calidad del proceso de producción.

Además, otro aspecto crucial que debe abordarse es el método. En este sentido, se ha observado una falta de definición de las operaciones, ya que no existen descripciones claras de las tareas en los puestos de trabajo, lo que ha generado procesos no estandarizados. Esto se traduce en que los empleados están llevando a cabo sus tareas de diferentes maneras, lo que puede desencadenar una falta de coherencia en la calidad del producto final.

Es fundamental estandarizar los procesos y proporcionar descripciones claras de las tareas en los puestos de trabajo. Esto garantiza a futuro que todos los empleados realicen sus funciones de manera consistente y sepan cómo actuar en caso de eventualidades o reprocesos. La estandarización de los métodos de operación es esencial para mantener un alto nivel de calidad y eficiencia en el proceso de producción.

Por último, es concluyente abordar el factor del medioambiente. En él se ha observado que la calidad del producto puede verse afectada a lo largo del proceso de producción debido a las condiciones ambientales. Además, los cambios en las temperaturas pueden influir en el rendimiento de los trabajadores, ya que las instalaciones carecen de climatización adecuada y control ambiental. Para garantizar la calidad del producto y mantener un entorno de trabajo óptimo, es esencial considerar la influencia del medioambiente en el proceso, donde se puede incluir la implementación de medidas para controlar las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, con el fin de minimizar su impacto en la calidad del producto y en el bienestar de los empleados lo que pueda comprometer su eficiencia.

El análisis del diagrama señala áreas críticas en el proceso de producción de frijoles, como la falta de estandarización en los procedimientos, la necesidad de mantener y calibrar equipos adecuadamente, comprender y controlar las variaciones en materiales, mejorar la precisión de las mediciones y abordar la influencia del entorno. Estos puntos son fundamentales para garantizar la calidad del producto y la eficiencia en el proceso.

4.7 Diseño de experimentos

Como bien ha sido redactado a lo largo de este informe, la disconformidad en la calidad de los productos representa un desafío significativo en cualquier proceso de producción, con el potencial de afectar la satisfacción del cliente y la reputación de la marca. En este caso en específico, mediante este diseño de experimentos se aborda la no conformidad 2, caracterizada por la alta presencia de terrones en las bolsas de frijoles destinadas al consumidor final, puesto que esta problemática impacta la percepción de calidad del producto, planteando preocupaciones en términos de seguridad alimentaria y experiencia del consumidor.

Para afrontar este desafío, se ha optado por dirigir la atención hacia una fase crítica en el proceso de producción de frijoles: la máquina desterronadora. A través de la técnica Gemba y la aplicación de criterio experto, se ha identificado que la configuración y ajuste de esta máquina no están óptimamente alineados, lo que resulta en un funcionamiento inadecuado que permite el paso de terrones durante el proceso del producto. Así, llega al cliente final un producto no conforme.

Tras llevar a cabo investigaciones exhaustivas, incorporando el mapeo de la causa raíz, mediante el diagrama Ishikawa, se confirma que en efecto la máquina está operando de manera ineficiente, porque inclusive se observa que en numerosas ocasiones se han realizado ajustes improvisados, comúnmente denominados por ellos "ajustes hechizos". Esto implica que el ingeniero del área en conjunto con el técnico deba utilizar materiales de desecho o sobrante de piezas para realizar modificaciones en la máquina, con el objetivo de nivelar el rendimiento de la desterronadora, lo cual revela una falta de soporte por parte del fabricante, quien no proporciona capacitaciones ni servicios de mantenimiento adecuados.

En este contexto, el estudio se centra en investigar el impacto de dos variables específicas en el proceso de desterronado de los frijoles: la velocidad de la banda con la que los frijoles llegan a la máquina desterronadora y la apertura en centímetros de la cavidad en la

caída del terrón. Estas variables han sido seleccionadas con cuidado debido a su influencia directa en el rendimiento de la máquina y su capacidad para eliminar los terrones de manera efectiva.

Es importante destacar que, debido a restricciones de modificación e infraestructura de las máquinas, estas dos variables fueron las únicas que se pudieron ajustar para recrear el diseño de experimentos en la mejora del proceso. Además, teniendo en cuenta el origen de los problemas de calidad, se ha optado por utilizar como materia prima el frijol nicaragüense, que es el proveedor que presenta mayores desafíos en cuanto a la presencia del terrón en el producto.

A través de este diseño completamente al azar de dos factores, también conocido como diseño factorial, se busca identificar la combinación óptima de velocidad de la banda transportadora y apertura en la caída del terrón, en la que se minimice la presencia de terrones en el producto final. En otras palabras, lo que se desea es encontrar la configuración que maximice la eficacia de la máquina desterronadora en la eliminación de terrones, lo que se traducirá en una mejora significativa en la calidad y la satisfacción del cliente. Fernández (2020) narra lo siguiente con respecto a esta técnica:

En un diseño factorial, cada uno de los niveles de cada factor independiente se combina con cada uno de los niveles de los demás, para así realizar todas las combinaciones posibles. Cada una de las combinaciones se convierte en una condición para el experimento. Esto produce que los experimentos sean más eficientes, dado que se puede proporcionar información de los efectos de todos los factores en relación a los niveles de los otros. Este efecto se define como el cambio en la respuesta del experimento producido por un cambio de nivel en el factor. (p.17)

Esta indagación pretende abordar un problema específico de no conformidad en la producción de frijoles y proporcionar una solución práctica y efectiva mediante la optimización

de variables clave en el proceso de desterronado. Los resultados obtenidos serán significativos para la empresa al identificar formas más efectivas de ajustar el equipo, lo que ayudará a prevenir la aparición frecuente de problemas relacionados con la formación de terrones.

4.7.1 Recolección de la muestra

Las muestras se toman en intervalos de 5 minutos para cada una de las distintas combinaciones ejecutadas. En total, a lo largo de la investigación, se obtienen 72 muestras, representadas por la variable "n", es decir, se recogen 8 muestras para cada una de las 9 combinaciones diferentes. Asimismo, se establece un nivel de confianza del 95%, representado como NC, con un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$.

Esta información permitió establecer R-Studio como el software empleado para la ejecución del análisis. Para esta instancia, se tomó la decisión de determinar un número adecuado de muestras para crear un diseño de experimentos confiable y sin afectar los resultados. En la búsqueda de cómo establecer este tamaño, se consideró la opinión del autor Ángel Rodríguez Vera, quien señala que:

En la mayoría de los casos, la decisión sobre el tamaño de nuestra no puede resolverse en forma completamente satisfactoria, debido a que, por lo regular, no se posee la información suficiente que concilie las partes conflictivas, y nos conduzca a lo que podríamos llamar el mejor tamaño de muestra.

Lo anterior debe tenerse presente siempre que se hable del tamaño de muestra, ya que este valor invariablemente va a estar en función de parámetros desconocidos de la población. (1975, p. 3)

Como se explica, puede ser un desafío determinar este tamaño de muestra, ya que generalmente se carece de la información necesaria para equilibrar todas las variables y obtener una muestra óptima, debido a que está influenciado por parámetros desconocidos de la

población, lo cual dificulta tomar decisiones completamente satisfactorias sobre el tamaño de muestra ideal. Otro punto importante que menciona Rodríguez es el siguiente:

Se deben considerar los recursos económicos de los que se dispone para la investigación y, por otro, la calidad de los resultados que se desea obtener. En general, el aumentar el tamaño de muestra implica un mayor costo, pero una muestra menor reduce la exactitud de los resultados. (1975, p. 3)

Para este caso en particular, el aumentar el número de muestras representaban días extras de intervención a la línea de producción, lo que genera un costo adicional para la empresa, el cual la Gerencia no estaba dispuesto a asumir con suma razón.

Algo crucial por tomar en cuenta es la variabilidad que se da en los datos obtenidos, ya que se sugiere que estén dentro de un rango de similitud, siendo clave para la representación de la población en estudio. Los datos obtenidos y utilizados para elaborar el diseño son los siguientes.

Figura 17

Valores de las observaciones en kg

Diseño completamente al azar de 2 factores

		f1: Velocidad			Y _j			
		1. alto: 11	2. medio: 9	3. bajo: 6				
		V1	V2	V3				
f2: Apertura	1. alto: 6cm A1	1.63	14,19	1.69	12,23	1.61	13,27	39,69
		1.76		1.73		1.74		
		1.76		1.41		1.71		
		1.74		1.42		1.72		
		1.85		1.5		1.53		
		1.86		1.39		1.55		
		1.86		1.61		1.75		
		1.73		1.38		1.68		
		1.96		15,25		2,1		
1.87	2,28	1,96						
2	2,1	1,96						
1.86	2,21	1,93						
1.85	2,32	1,87						
1.94	2,15	1,96						
1.88	2,14	1,78						
1.87	2,16	1,82						
1,4	11,76	2,11	18		1,5	12,37	42,13	
1.85		2,03		1,42				
1.43		2,17		1,57				
1.32		2,47		1,51				
1.48		2,36		1,47				
1.35		2,11		1,68				
1.55		2,42		1,58				
1.58		2,33		1,64				
Y _L		41,2		47,69	40,85			129,74

****Valores de las muestras en kg

Fuente: elaboración propia (2023).

Tal y como se muestra en la tabla anterior, los datos muestran un patrón de similitud, lo que quiere decir que no se dan referencias atípicas. Es importante destacar esto ya que Rodríguez esclarece lo siguiente:

Uno de los factores de los que depende el tamaño de muestra requerido es el grado de homogeneidad de la población. Entre más homogénea sea una población se requerirá una muestra más pequeña; por el contrario, entre más heterogénea sea una población el tamaño de muestra deberá ser mayor. (1975, p.4)

Si la población es más homogénea, se requerirá una muestra menor; si es más heterogénea, se necesitará una muestra mayor. Prosiguiendo con la investigación para determinar un tamaño de muestra preciso que genere un grado de confianza en los resultados se estudia el libro de Análisis y diseños de experimentos. En este punto, Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar exponen diferentes técnicas para calcular este tamaño y brindan la siguiente sugerencia: “Si recurrimos a la experiencia vemos que el número de réplicas en la mayoría de las situaciones experimentales en las que se involucra un factor varía entre cinco y diez; incluso, en algunos casos puede llegar hasta 30”. (Gutiérrez y De La Vara, 2008, p. 89 – 90)

En conclusión, aunque la regla general de tener un tamaño mínimo de muestra de 30 es útil en estadística, el tamaño de muestra necesario puede variar dependiendo del contexto del estudio y de la variabilidad de los datos. Un análisis adecuado es fundamental para determinar el tamaño óptimo de la muestra, garantizando así la precisión y validez de los resultados, así como teniendo en cuenta los recursos económicos y el tiempo destinados a la elaboración del diseño.

Por otro lado, la semejanza en los datos permite trabajar con un número menor de resultados, lo que significa que las 72 muestras obtenidas son un número confiable para diseñar el experimento de manera satisfactoria. Esto se puede comparar favorablemente con la

sugerencia de 30 muestras, indicando que las muestras recopiladas son un número adecuado para el análisis.

4.7.2 Resumen de formulación del diseño completamente al azar de dos factores

VARIABLES:

1. Velocidad de la banda (factor categórico).
2. Apertura de caída (factor categórico).

VARIABLE RESPUESTA:

- Cantidad de terrones, en kg, residual después del proceso de desterronado.

MODELO ANOVA:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}; \epsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$$

Donde:

- Y_{ij} : es la variable respuesta (cantidad de terrones residual en kg).
- μ : es la media general.
- T_i : tratamientos (velocidad, apertura).
- ϵ_{ij} : error asociado.

Figura 18

Tabla resumen de declaración de variables

Tabla resumen de variables		
Factor 1:	Velocidad	Valores
Niveles	Alto (1)	11
	Medio (2)	9
	Bajo (3)	6
Factor 2:	Apertura	Valores
Niveles	Alto (1)	6 cm
	Medio (2)	4,5 cm
	Bajo (3)	3 cm

Tratamientos (t):	2
Muestra total (n):	72
Replicas (ni):	8
Minutos a correr:	5
Niveles del f1 (a)	3
Niveles del f2 (b)	3

Fuente: elaboración propia (2023).

En la figura previa se ilustra el valor de cada variable relevante en el proceso de elaboración y ejecución del diseño factorial ANOVA. Esta representación tiene por objeto

formalizar los valores respectivos de dichas variables, potenciando así la transparencia y comprensión del procedimiento en cuestión. Tal clarificación reviste importancia crucial para la interpretación eficaz de los datos, constituyendo un paso fundamental en el análisis y contextualización de los resultados.

Se especifica que el Factor 1 corresponde a la velocidad de entrada del frijol a la máquina desterronadora, mientras que el Factor 2 se relaciona con la apertura de la compuerta de descarga del terrón. Ambos factores son de suma importancia para su análisis, dado que, según el criterio experto de los trabajadores y la aplicación de la técnica Gemba, se ha alcanzado un consenso sobre su influencia en el funcionamiento de la máquina, ya que una velocidad de entrada de frijoles excesivamente alta puede conducir a que la desterronadora permita el paso de material no conforme con mayor facilidad, al no disponer del tiempo necesario para procesar adecuadamente el frijol. Por otro lado, la apertura de la compuerta de descarga es de relevancia significativa, ya que su medida en centímetros influye directamente en la cantidad de material que cae en el contenedor de desecho. Por consiguiente, el propósito de este experimento es determinar si existe una combinación mejor de ambas variables para mejorar la eficiencia en el funcionamiento de esta máquina.

En resumen, se analizan dos tratamientos, cada uno con tres niveles. Cada combinación de tratamientos se replicó ocho veces y generó un total de 72 observaciones. La duración de cada muestra fue de 5 minutos, durante los cuales se dejó correr la línea y se realizó la medición correspondiente. Esta elección se basó en las observaciones realizadas por el ingeniero y en análisis previos de la línea de producción, ya que, según estas observaciones, un período de tiempo inferior a 5 minutos no proporcionaba una muestra significativa para su medición, siendo prácticamente despreciable en términos de peso.

Por lo tanto, se adoptó el criterio experto de establecer este tiempo como el adecuado para obtener mediciones representativas. Además, se aseguró que el número total de muestras

superara las 30 observaciones, garantizando así la normalidad de los datos con un nivel de confianza del 95% según Pulido y de la Vara (2008).

La imagen a continuación representa el valor de las observaciones totales por cada combinación de tratamientos. Además, muestra las sumas necesarias para el cálculo posterior de la tabla ANOVA.

Figura 19

Valores de las observaciones en kg

Diseño completamente al azar de 2 factores

			f1: Velocidad						
			1: alto: 11		2: medio: 9		3: bajo: 6		
			V1		V2		V3	Y _i	
f2: Apertura	1: alto: 6cm	A1	1,63	14,19	1,69	12,23	1,61	13,27	39,69
			1,76						
			1,76						
			1,74						
			1,85						
			1,86						
			1,86						
	1,73								
	2: medio: 4,5cm	A2	1,98	15,25	2,1	17,46	1,93	15,21	47,92
			1,87						
2									
1,86									
1,85									
1,94									
1,88									
1,87									
3: bajo: 3cm	A3	1,4	11,76	2,11	18	1,5	12,37	42,13	
		1,65							
		1,43							
		1,32							
		1,48							
		1,35							
		1,55							
1,58									
	Y _i		41,2		47,69		40,85	129,74	Y...

****Valores de las muestras en kg

Fuente: elaboración propia (2023).

Al obtener los valores de cada una de las réplicas, se procede con el desarrollo del diseño de experimentos utilizando el *software* R-Studio, una excelente opción para realizar diseños experimentales debido a su facilidad de uso, integración con R, disponibilidad de paquetes especializados, capacidades de visualización, promoción de la reproducibilidad y una comunidad activa y colaborativa, pero previo a introducir los datos al programa, la suma de

cuadrados y la tabla ANOVA se realizan manualmente, obteniendo los siguientes valores. Es indispensable definir los siguientes conceptos, según *JMP statistical software* (2024):

1. Grados de libertad (GL): cada suma de cuadrados lleva asociada una cantidad llamada grados de libertad (GL). Los grados de libertad indican el número de datos independientes utilizados para calcular cada suma de cuadrados.
2. Sum sq (suma de cuadrados): la suma de cuadrados nos permite cuantificar la variabilidad de un conjunto de datos centrándonos en la diferencia entre cada punto de datos y la media de todos los puntos de datos del conjunto.
3. Mean sq (media de cuadrados): es la suma de cuadrados dividida por los grados de libertad correspondientes, lo que proporciona una medida de la variabilidad promedio dentro de cada factor.
4. F (estadístico F): es el cociente entre la media de cuadrados de los factores y la media de cuadrados del error. Indica si hay una diferencia significativa entre los grupos.
5. P-valor: el valor p es una medida de probabilidad empleada para hacer pruebas de hipótesis. El objetivo de una prueba de hipótesis es determinar si hay evidencias suficientes para apoyar una hipótesis concreta sobre los datos. Un valor de p menor que un nivel de significancia predefinido (generalmente 0.05) indica que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Figura 20

Tabla ANOVA y suma de cuadrado, cálculo manual

Suma de cuadrados	
ssf1	1,237
ssf2	1,489
ssSub	5,103
ssF1F2	2,377
ssT	5,787
ssR	0,685

Fuente	GL: grados de libertad		Sum sq		Mean sq	F	P-valor
f1	a-1	2	ssf1	1,237	0,61825	56,896	7,657E-15
f2	b-1	2	ssf2	1,489	0,74452	68,516	2,2E-16
f1*f2	(a-1)(b-1)	4	ssf1f2	2,377	0,59425	54,688	2,2E-16
residual	ab(n-1)	63	ssR	0,685	0,01087	N/A	N/A

Fuente: elaboración propia (2023).

De la figura previa, se pueden realizar conclusiones generales, las cuales serán desarrolladas a profundidad más adelante al explicar los resultados arrojados por el *software* utilizado.

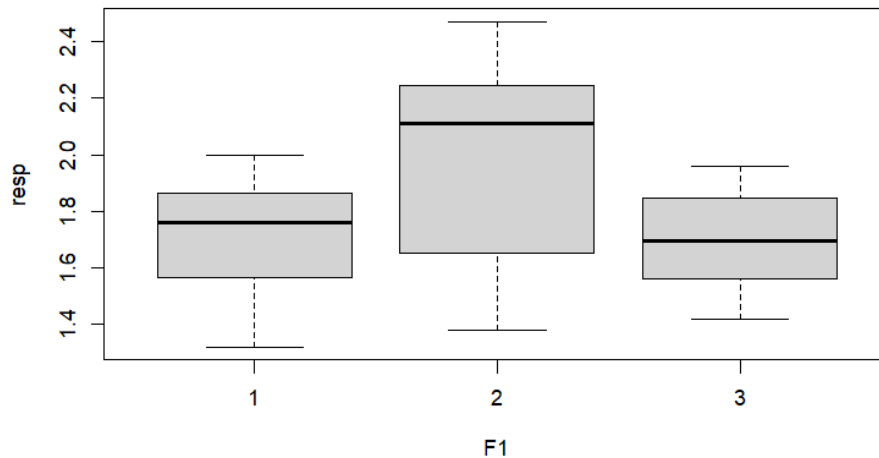
- Factor f1 (velocidad): se observa un valor de p extremadamente pequeño (7,657010E-15), lo que sugiere una diferencia significativa entre los niveles de este factor. Además, el estadístico F (56,896) es alto, lo que confirma esta diferencia significativa.
- Factor f2 (apertura): similarmente, el valor de p es muy bajo (2,2E-16) y el estadístico F es alto (68,516), lo que indica una diferencia significativa entre los niveles de este factor.
- Interacción f1*f2 (interacción): el valor de p para la interacción de ambas variables es igual al a (2,2E-16) y el estadístico F (54,688) es alto, lo que sugiere una interacción significativa entre los factores f1 y f2.

Una vez determinados los resultados de manera manual en Excel, se procede con el análisis detallado del experimento utilizando los recursos de R-Studio, iniciando con la interpretación

minuciosa de los gráficos generados. En este caso, se muestra el *boxplot* para el factor velocidad.

Gráfico 22

Boxplot de velocidad



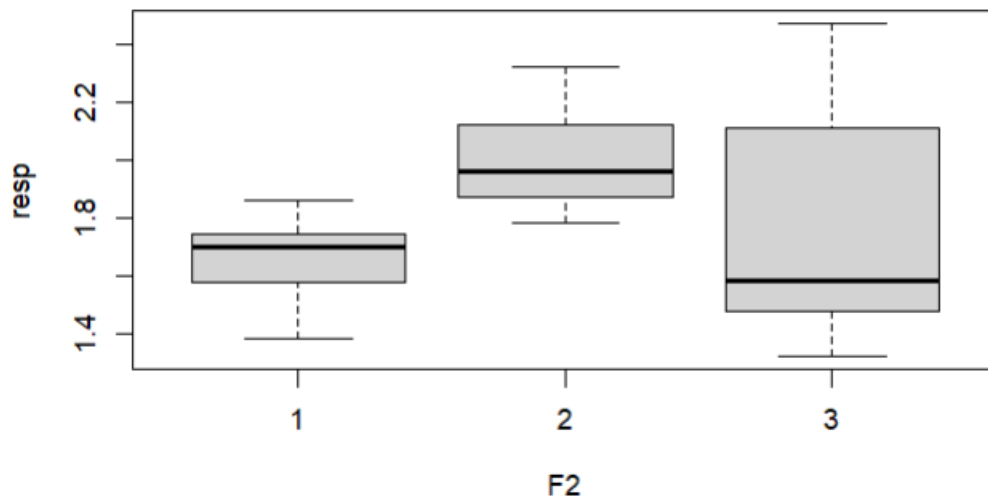
Fuente: elaboración propia (2023).

En este primer gráfico, la velocidad de 11, representada por F1 nivel 1, exhibe una similitud con el nivel 3; sin embargo, su centro está desplazado hacia arriba y sus bigotes son más variables. Por otro lado, la velocidad de 9, representada en F1 nivel 2, muestra la mayor media; no obstante, presenta más variabilidad debido a que no está centrada, lo que se traduce en una longitud de caja y bigotes variables. Finalmente, la velocidad de 6, representada por F1 nivel 3, muestra datos menos dispersos, con una media relativamente centrada y bigotes que evidencian poca variabilidad.

Para continuar con la evaluación, se presenta la información que hace referencia a la apertura de la máquina, en centímetros. Dicho gráfico es el siguiente.

Gráfico 23

Boxplot de la apertura



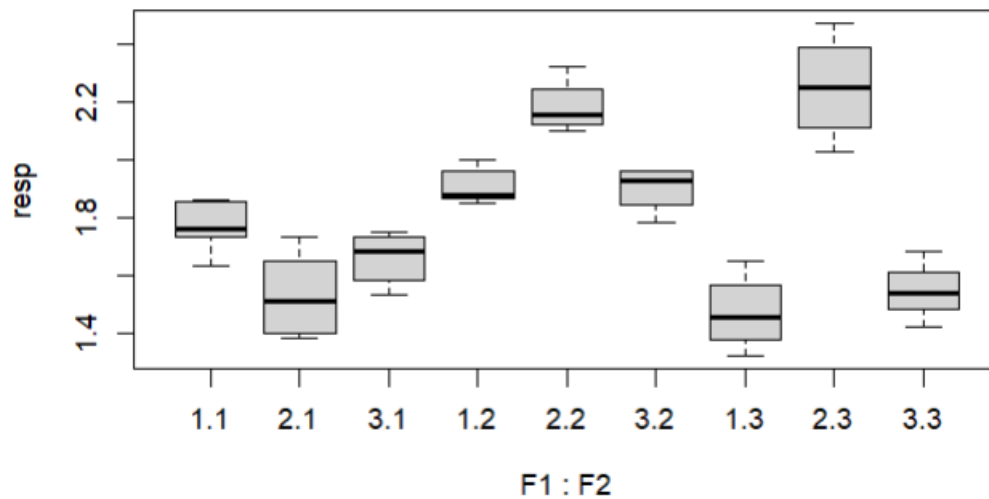
Fuente: elaboración propia (2023).

Avanzando con la interpretación, la apertura de 6 cm, representada por F2 nivel 1, muestra una dispersión reducida en sus datos debido al tamaño de la caja; sin embargo, su centro está desplazado hacia arriba y sus bigotes no muestran similitud. Por otro lado, la apertura de 4.5 cm, representada por F2 nivel 2, exhibe la menor variabilidad y una media más alta, a pesar de que su centro está desplazado hacia abajo. Por último, la apertura de 3 cm, representada por F2 nivel 3, presenta la mayor variabilidad en sus datos, lo cual se refleja en el tamaño de su caja y la forma de sus bigotes.

El último gráfico hace referencia a la interacción de la velocidad (F1), con respecto a la apertura (F2). A continuación, se muestra el gráfico.

Gráfico 24

Boxplot F1:F2



Fuente: elaboración propia (2024).

En general, estas combinaciones muestran datos menos dispersos. No obstante, algunas medianas están desplazadas hacia arriba o hacia abajo, lo que indica cierta variabilidad. A pesar de ello, la variabilidad es mínima debido al tamaño de la caja y la distancia de los bigotes.

Por otro lado, la combinación 2.3 (velocidad 9 y apertura 3 cm) resalta por mostrar datos poco dispersos, con una media centrada y bigotes bastante similares. Esto sugiere que tal combinación resulta ser la mejor para reducir los desperdicios en la no conformidad 2, lo que se traduce en una disminución de los productos defectuosos y un potencial ahorro económico para la empresa.

Es crucial destacar que una velocidad de llegada del frijol menor y con una apertura más reducida resultan en una mayor eliminación para la cantidad de terrones y en la exclusión de frijoles buenos durante el proceso de desecho. Actualmente, se emplea una velocidad de 11 y una apertura de 4.5 cm, lo que conduce a una alta incidencia de la no conformidad 2.

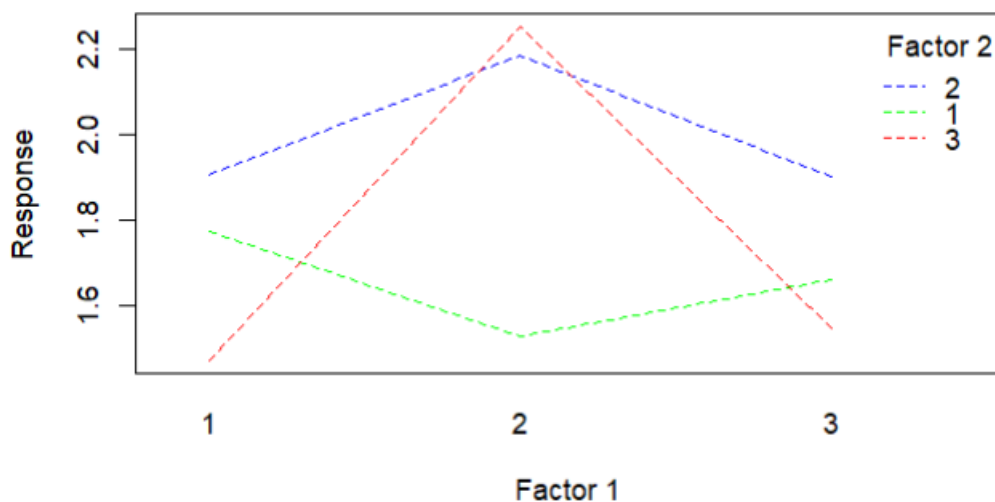
Continuando con la evaluación de los gráficos, se presenta el de perfiles, una herramienta especialmente valiosa en el análisis de experimentos factorial. Este tipo de análisis

se centra en estudiar los efectos de múltiples factores, como la velocidad y la apertura, en relación con una variable de interés, en este caso, los terrones. Los gráficos de perfiles permiten visualizar de manera efectiva cómo interactúan estos diferentes factores y cómo afectan la respuesta media.

Para GranoPack, la evaluación de estos factores es de suma importancia, ya que influye tanto en el ahorro de pérdidas económicas como en la reputación de la calidad que se entrega en el producto final. Ahora bien, este boceto es útil para visualizar cómo cambia la respuesta media a lo largo de los diferentes niveles de los factores, lo que permite identificar tendencias o patrones en los datos. A continuación, se muestra dicho gráfico.

Gráfico 25

Perfil F1:F2



Fuente: elaboración propia (2023).

Se observa que la falta de paralelismo entre los factores F1 y F2 indica una interacción entre las variables, lo que puede tener implicaciones significativas en la interpretación de los resultados del experimento. En este diseño experimental de dos factores, la presencia de una interacción significativa indica que el efecto de la velocidad en la variable de respuesta depende del nivel o la presencia de la apertura.

Dándole seguimiento a los productos obtenidos con el *software* de R-Studio, otro de los resultados importantes por estudiar es la tabla ANOVA, el cual es un análisis de la varianza, planteado con un 95% para el nivel de confianza.

Figura 21

Tabla ANOVA en R-Studio

```

Analysis of Variance Table

Response: resp
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
F1      2  1.23650  0.61825   56.896 7.658e-15 ***
F2      2  1.48904  0.74452   68.516 < 2.2e-16 ***
F1:F2   4  2.37701  0.59425   54.688 < 2.2e-16 ***
Residuals 63  0.68457  0.01087
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Analysis of Variance Table

Response: resp
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
F1      2  1.23650  0.61825   56.896 7.658e-15 ***
F2      2  1.48904  0.74452   68.516 < 2.2e-16 ***
F1:F2   4  2.37701  0.59425   54.688 < 2.2e-16 ***
Residuals 63  0.68457  0.01087
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Fuente: elaboración propia (2023).

En un diseño completamente al azar de dos factores, la formulación adecuada de hipótesis desempeña un papel crucial en la interpretación de los datos. Establecer estas conjeturas de manera coherente y bien definidas permite guiar el análisis estadístico a la interpretación adecuada de los resultados. Para ello, se establece que H_0 hace referencia a la hipótesis nula y que H_1 es la hipótesis alterna, estableciendo así lo siguiente:

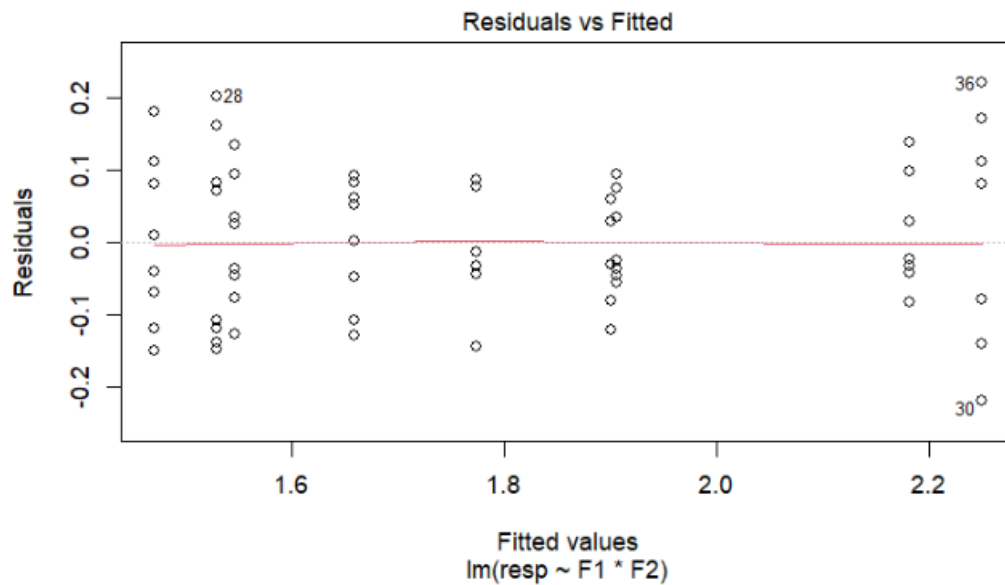
- ✓ $H_0 = F1:F2 = 0$, no hay interacción
- ✓ $H_1 = F1:F2 \neq 0$, sí hay interacción

En estas tablas, los datos de los respectivos P-Valor $F1:F2$ son < 0.05 ; por ende, sí hay interacción en sus datos, lo que indica que se debe rechazar así la H_0 .

Existen gráficos llamados *Plot*, utilizados para representar la variabilidad en los datos. Se identifican así patrones o tendencias en la relación que se debe dar entre los factores que se están evaluando.

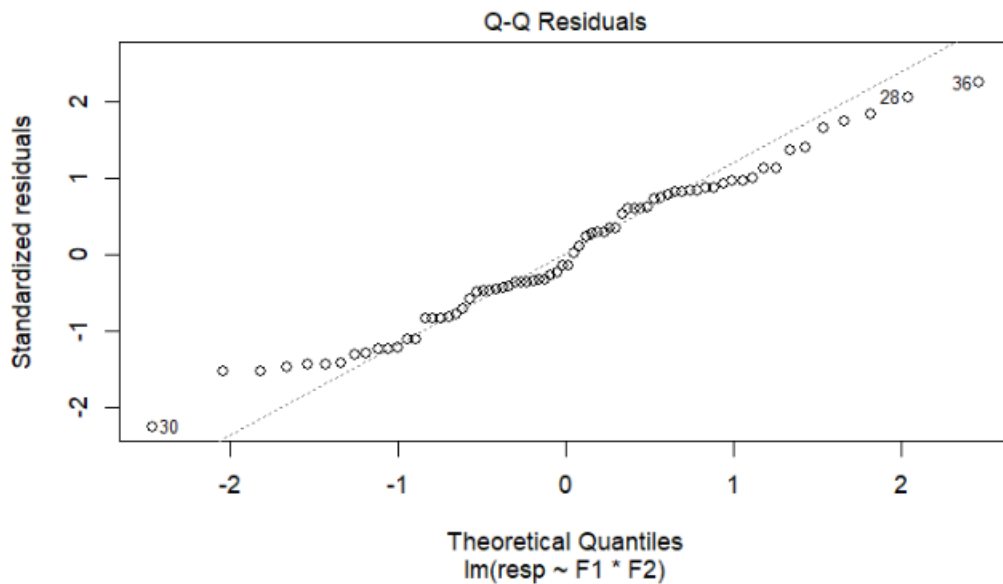
Gráfico 26

Residuals vs. fitted



Fuente: elaboración propia (2023).

En este análisis, se observa que no existe un patrón evidente en los valores de las muestras. Por lo tanto, se confirma que se cumple el supuesto de homocedasticidad, indicando así que no hay falta de esta, lo cual significa que la varianza de los errores permanece constante a lo largo del tiempo.

Gráfico 27*Q-Q residuals*

Fuente: elaboración propia (2023).

Por otra parte, al observar la gráfica de normalidad Q-Q residuals se evidencia claramente cómo los datos también siguen el patrón de normalidad, lo cual indica que no hay falta de normalidad en los datos. Únicamente se observan tres datos atípicos, lo cual pudo deberse a alguna causa especial.

Seguidamente, se muestran los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, que se utiliza para determinar diferencias significativas entre las medias de múltiples grupos. Además, se puede observar claramente que algunas combinaciones muestran diferencias más destacadas que otras, las cuales se han resaltado mediante subrayado, lo que ayuda a identificar las combinaciones que son más relevantes o importantes en el análisis.

Figura 22

Comparaciones múltiples de Tukey

\$`F1:F2`		diff	lwr	upr	p adj
2:1-1:1	-0.24500	-0.4124128	-0.0775872	0.0004707	
3:1-1:1	-0.11500	-0.2824128	0.0524128	0.4143663	
1:2-1:1	0.13250	-0.0349128	0.2999128	0.2324207	
2:2-1:1	0.40875	0.2413372	0.5761628	0.0000000	
3:2-1:1	0.12750	-0.0399128	0.2949128	0.2781699	
1:3-1:1	-0.30375	-0.4711628	-0.1363372	0.0000072	
2:3-1:1	0.47625	0.3088372	0.6436628	0.0000000	
3:3-1:1	-0.22750	-0.3949128	-0.0600872	0.0015035	
3:1-2:1	0.13000	-0.0374128	0.2974128	0.2546242	
1:2-2:1	0.37750	0.2100872	0.5449128	0.0000000	
2:2-2:1	0.65375	0.4863372	0.8211628	0.0000000	
3:2-2:1	0.37250	0.2050872	0.5399128	0.0000000	
1:3-2:1	-0.05875	-0.2261628	0.1086628	0.9677657	
2:3-2:1	0.72125	0.5538372	0.8886628	0.0000000	
3:3-2:1	0.01750	-0.1499128	0.1849128	0.9999946	
1:2-3:1	0.24750	0.0800872	0.4149128	0.0003972	
2:2-3:1	0.52375	0.3563372	0.6911628	0.0000000	
3:2-3:1	0.24250	0.0750872	0.4099128	0.0005573	
1:3-3:1	-0.18875	-0.3561628	-0.0213372	0.0159667	
2:3-3:1	0.59125	0.4238372	0.7586628	0.0000000	
3:3-3:1	-0.11250	-0.2799128	0.0549128	0.4446955	
2:2-1:2	0.27625	0.1088372	0.4436628	0.0000532	
3:2-1:2	-0.00500	-0.1724128	0.1624128	1.0000000	
1:3-1:2	-0.43625	-0.6036628	-0.2688372	0.0000000	
2:3-1:2	0.34375	0.1763372	0.5111628	0.0000004	
3:3-1:2	-0.36000	-0.5274128	-0.1925872	0.0000001	
3:2-2:2	-0.28125	-0.4486628	-0.1138372	0.0000371	
1:3-2:2	-0.71250	-0.8799128	-0.5450872	0.0000000	
2:3-2:2	0.06750	-0.0999128	0.2349128	0.9291437	
3:3-2:2	-0.63625	-0.8036628	-0.4688372	0.0000000	
1:3-3:2	-0.43125	-0.5986628	-0.2638372	0.0000000	
2:3-3:2	0.34875	0.1813372	0.5161628	0.0000002	
3:3-3:2	-0.35500	-0.5224128	-0.1875872	0.0000002	
2:3-1:3	0.78000	0.6125872	0.9474128	0.0000000	
3:3-1:3	0.07625	-0.0911628	0.2436628	0.8679934	
3:3-2:3	-0.70375	-0.8711628	-0.5363372	0.0000000	

Fuente: elaboración propia (2023).

Cuando se ejecuta una prueba de Tukey, se llevan a cabo comparaciones exhaustivas entre todas las combinaciones de grupos disponibles. Esta evaluación arroja intervalos de confianza que determinan las diferencias entre las medias de dichos grupos. Es importante

destacar que, si el intervalo de confianza no abarca el valor cero, esto sugiere la presencia de una diferencia significativa entre los grupos comparados.

Este principio se aplica a los valores resaltados en rojo en el análisis, cuyos intervalos no contienen el cero, indicando una diferencia estadísticamente significativa. Un ejemplo de este escenario se presenta en la combinación 2:3-1:1; aquí se concluye que la mejor mezcla corresponde a 2:3 debido a que su media es superior. En otras palabras, se evidencia que una velocidad de 9 con una apertura de 3 cm supera los resultados de una velocidad de 11 con una apertura de 6 cm; y así sucesivamente con las combinaciones restantes.

4.8 Análisis económico de la propuesta

Tras llevar a cabo el diseño factorial previamente analizado, se procede con la proyección de los ahorros económicos derivados de la aplicación de la nueva combinación de variables en la máquina desterradora, siendo importante recalcar que la empresa enfrentaba un desafío significativo con respecto a la calidad del producto final, específicamente relacionado con la presencia de terrones en el frijol procesado. Esta problemática se atribuía, principalmente, a la configuración anterior de la desterradora, caracterizada por una velocidad de 11 y una apertura de 4.5 cm, que deja como resultado una alta tasa de no conformidades, lo que generaba pérdidas anuales que superaban los ¢50 000 000.

Sin embargo, con la identificación de una nueva combinación óptima de variables se abre la posibilidad de mitigar este problema y, por ende, reducir las pérdidas económicas asociadas. Al realizar la proyección de los ahorros económicos esperados al implementar esta nueva configuración, los resultados obtenidos son alentadores.

Este hallazgo tiene un impacto financiero significativo para la empresa, puesto que sugiere mejoras sustanciales en la calidad del producto final, lo que potencialmente fortalecerá su posición en el mercado y la satisfacción del cliente. Seguidamente, se muestran dichos resultados.

Figura 23*Panorama económico previo al diseño de experimentos*

Costo bolsa:	₡1 100	colones/800 gramos
Costo gramo:	₡1,375	colones/gramo

Panorama actual		
Descripción	Colones	Cantidad gramos terrón
Pérdida por minuto:	₡ 441,42	321,04
Pérdida cada 5 min:	₡ 2 207,12	1 605,18
Pérdida por hora:	₡ 26 485,42	19 262,12
Pérdida por día (8hrs laborales):	₡ 211 883,33	154 096,97
Pérdida por semana:	₡ 1 059 416,67	770 484,85
Pérdida por mes:	₡ 4 237 666,67	3 081 939,39
Pérdida por año:	₡ 50 852 000,00	36 983 272,73

Fuente: elaboración propia (2023).

En la Figura 23, se presenta de manera cuantitativa el impacto de las pérdidas que GranoPack estaba experimentando debido a la presencia de terrones en sus productos, donde se desglosa exhaustivamente los valores hasta llegar a las pérdidas expresadas en términos monetarios junto con la cantidad de gramos de terrones asociados. El valor resaltado en amarillo, el cual está asociado con la línea de pérdida cada 5 minutos, es de suma importancia, porque proporciona una base sólida para respaldar el diseño realizado; siendo conveniente señalar que las muestras fueron pesadas en intervalos de 5 minutos, por lo que resulta imperativo calcular las pérdidas en ese mismo lapso, con el fin de evidenciar una comparativa coherente.

En este contexto, los ₡50 852 000 se desglosan para determinar que dicha pérdida representa una suma de ₡2 207 cada 5 minutos. Esto indica que la empresa está desechando aproximadamente 1.605 gramos de terrones en cada intervalo de 5 minutos, subrayando la alta incidencia de este material y proporciona una visión clara de la magnitud del problema que enfrenta la empresa.

Al evaluar el impacto económico de la situación actual, es fundamental proyectar el panorama una vez implementada la mejora en la máquina desterronadora. Esta mejora implica cambiar la combinación de las dos variables principales, es decir, la velocidad y la apertura. Según los resultados del experimento realizado, la combinación óptima es una velocidad de 9 y una apertura de 3 cm.

Calculando la cantidad promedio de terrones en gramos que la máquina desecha con esta nueva combinación, se obtiene un resultado de 2.250 gramos cada 5 minutos. Esto indica que se desecha aproximadamente 645 gramos más en comparación con la situación anterior, específicamente con respecto a la no conformidad 2.

Con estos datos en mente, se procede a realizar la proyección anual de los ahorros en términos monetarios.

Figura 24

Panorama económico después del diseño de experimentos

Costo bolsa:	€1 100	colones/800 gramos
Costo gramo:	€1,375	colones/gramo

Panorama con la mejora utilizando combinación propuesta		
Descripción	Colones	Cantidad gramos terrón
Ahorro por minuto:	€ 177,33	128,96
Ahorro cada 5 min:	€ 886,63	644,82
Ahorro por hora:	€ 10 639,58	7 737,88
Ahorro por día (8hrs laborales):	€ 85 116,67	61 903,03
Ahorro por semana:	€ 425 583,33	309 515,15
Ahorro por mes:	€ 1 702 333,33	1 238 060,61
Ahorro por año:	€ 20 428 000,00	14 856 727,27
Salario base:	€ 326 500,00	N/A
Cantidad de salarios base anuales:	62,6	N/A

Fuente: elaboración propia (2023).

Esta ilustración presenta el panorama económico posterior a la implementación de la mejora utilizando la combinación propuesta en el diseño de experimentos, que consiste en una

velocidad de 9 de la banda transportadora y una apertura de 3 cm de la máquina desterronadora, donde se empleó la relación entre el costo de la bolsa de frijoles y el costo equivalente por gramo para calcular la cantidad de gramos de terrones y así conocer su ahorro potencial.

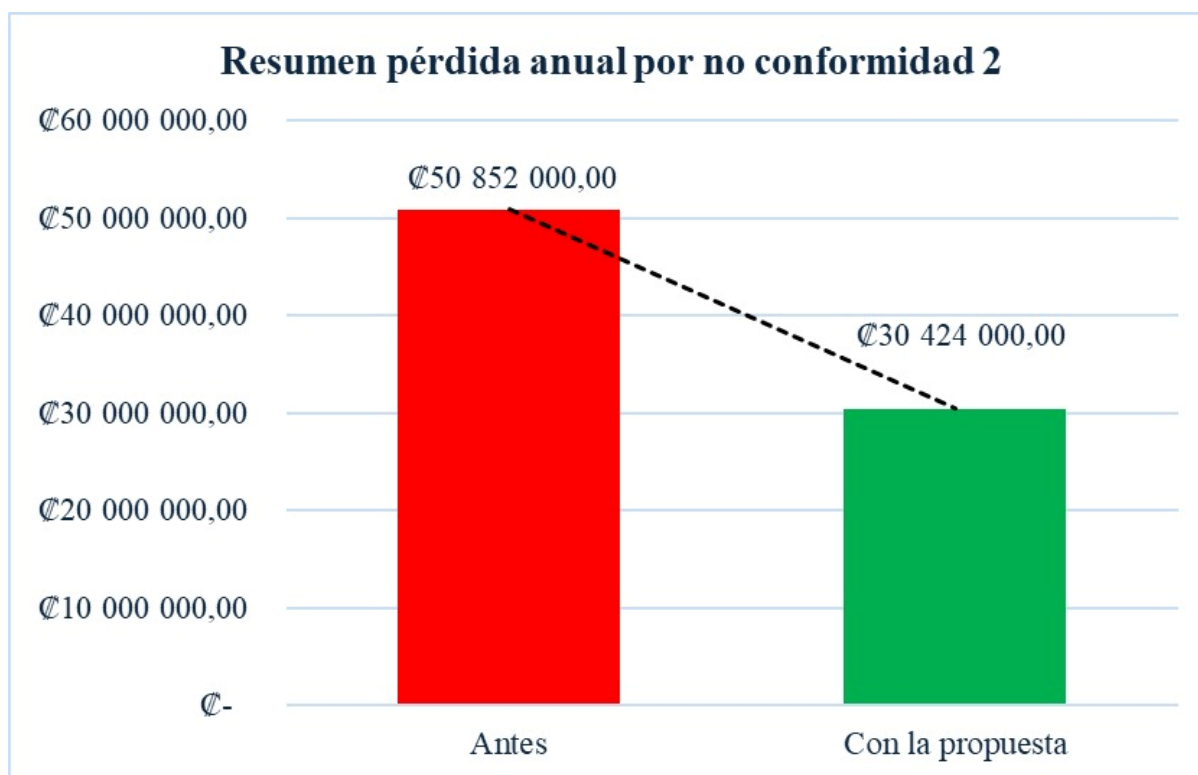
Al optimizar el proceso en la máquina con la nueva configuración, GranoPack podría lograr un importante ahorro anual en la no conformidad 2, como se muestra en la Figura 24. El ahorro estimado supera los ¢20 000 000 y está destacado en color amarillo, lo que equivale a más de 62 salarios que podrían economizarse cada año.

Además, esta mejora logra contribuir a reducir costos operativos y a aumentar la eficiencia, fortaleciendo la calidad del producto final al minimizar el desperdicio de material valioso y mantener estándares de producción más altos. En resumen, la implementación de esta configuración optimizada tendría un impacto positivo en la rentabilidad y en reputación de GranoPack.

Para clarificar los resultados obtenidos, se presenta el siguiente gráfico que compara los resultados de la configuración actual con los de la configuración sugerida en este proyecto, basada en la simulación realizada a partir del diseño de experimentos.

Gráfico 28

Resumen de las pérdidas anuales para la no conformidad 2



Fuente: elaboración propia (2023).

El gráfico anterior muestra el potencial de ahorro para la empresa al aplicar el diseño sugerido en este estudio. Al minimizar las pérdidas económicas anuales en esta etapa del proceso que corresponde a la presencia de terrones en el producto de frijol, esto da como resultado una brecha para que la empresa pueda mejorar su eficiencia operativa.

Antes de implementar la mejora propuesta, GranoPack registraba una pérdida anual de 50 852 000 debido a esta no conformidad; sin embargo, con la aplicación de la mejora propuesta, se estima que la pérdida anual disminuirá a 30 424 000. Esta reducción significativa en las pérdidas anuales demuestra el impacto directo de la mejora propuesta en la disminución de terrones en el producto final, donde se proyecta que, con la implementación, podría ahorrar aproximadamente 20 428 000 en el transcurso de 12 meses. En otras palabras, este resultado resalta el beneficio al impulsar la aplicación de la propuesta.

Entonces, la implementación del diseño propuesto en esta investigación puede mejorar notablemente la capacidad de los procesos de la empresa, lo que elevará la calidad del producto final, y ayudará a fomentar el crecimiento de GranoPack a través de la satisfacción del cliente por ofrecer productos de alta calidad que fidelicen a los consumidores y fortalezcan su posición en el mercado.

4.8.1 Retorno sobre la inversión (ROI)

Añadido a lo anterior, resulta imperativo determinar los beneficios derivados de la implementación de las mejoras propuestas anteriormente y su relación con la rentabilidad potencial para la empresa. El análisis se centra en el Retorno sobre la inversión (ROI), una métrica que calcula la eficiencia de la inversión, expresado como un porcentaje. El ROI facilita la comparación de la rentabilidad de diferentes inversiones; un ROI positivo indica ganancias, mientras que uno negativo sugiere pérdidas.

Empezando con esta evaluación para GranoPack, es crucial que cualquier operario no titular reciba capacitación previa del operario titular y del ingeniero antes de usar la maquinaria, haciendo un ajuste que se implementa una única vez. La ejecución de la mejora requiere seguir estos pasos:

1. Presionar el botón rojo para detener la máquina.
2. Esperar a que las máquinas se detengan por completo.
3. Girar el interruptor de velocidad y ajustarlo a la recomendada.
4. Ajustar la apertura en la desterronadora según las recomendaciones.
5. Medir con el pie de rey para asegurarse que la apertura sea la correcta.
6. Regresar al panel de control.
7. Presionar el botón verde para encender nuevamente las máquinas.
8. Dejar correr el material para verificar que se han realizado los cambios.

Al evaluar los costos asociados con la mejora, se consideran:

- Pérdidas económicas por el tiempo de calibración inicial.
- Costo adicional por la capacitación de un operario no titular.
- Costos adicionales durante la curva de aprendizaje de tres meses, necesarios para que los operarios se familiaricen con los nuevos procedimientos y tecnologías.
- Costos asociados con reprocesos, estimados en un 40% del costo total, debido a errores durante la fase inicial de implementación.

Continuando con la evaluación de las mejoras, se incluye el programa de inocuidad basado en plan HACCP. Este programa contempla las sugerencias que se dan desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, destacando que todos los procesos y productos cumplan con los estándares necesarios para evitar cualquier tipo de contaminación o riesgo para el consumidor final.

Este análisis contempla variables como la capacitación del personal, las auditorías internas, suministros necesarios para el programa, entre otros aspectos. El objetivo es asegurar que las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo. En dicho programa de inocuidad se evalúan aspectos tales como:

- Salarios del tiempo que se dura brindado la capacitación una vez cada 6 meses, con duración de 2 horas aproximadas.
- Tiempo que le toma al ingeniero de calidad hacer la auditoría interna una vez por mes, a lo largo del año, con tiempo promedio de 2 horas.
- Inversión del pago en Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). Este hace referencia al capacitador.
- Costos de adquisición, meriendas, certificados de participación, papelería e instalación de equipos necesarios para monitorear el programa HACCP.

A continuación, se muestran detalladamente los datos utilizados en los cálculos del estudio económico.

Figura 25

Datos del estudio económico

Bolsas empacadas por min:	12
Bolsas empacadas por hora:	720
Precio de bolsa:	₡1 100,00
Costo de una hora:	₡792 000,00
Salario ingeniero de producción mes:	₡825 000,00
salario por semana:	₡190 531,18
Salario por día:	₡38 106,24
Salario por hora:	₡3 969,40
Salario ingeniero de calidad mes:	₡792 000,00
salario por semana:	₡182 909,93
Salario por día:	₡36 581,99
Salario por hora:	₡3 810,62
Salario del operario promedio	₡326 500,00
salario por semana:	₡75 404,16
Salario por día:	₡10 772,02
Salario por hora:	₡1 570,92
Salario promedio proyectado	₡1 600,00

Fuente: GranoPack (2023).

Cabe mencionar que los datos proporcionados por GranoPack en relación con los salarios son montos aproximados. Para entrar en contexto con los siguientes cálculos, se debe comenzar por comprender a qué se refiere el ROI. En este sentido, Blanco (2023) explica lo siguiente:

El ROI es un indicador que permite saber cuánto dinero la empresa perdió o ganó con las inversiones hechas (en anuncios pagados, nuevas herramientas, entrenamientos, etc). De esta forma, puedes saber cuáles inversiones valen la pena y cómo optimizar aquellas que ya están funcionando para que tengan un rendimiento todavía mejor. La métrica es importante porque permite que evalúes cómo ciertas iniciativas contribuyen

con los resultados de la empresa. De la misma forma, con base en el ROI, es posible planificar metas basadas en resultados tangibles y entender si está valiendo la pena o no invertir en determinados canales. (párr. 10-12)

Entendiendo este concepto y tomando los datos anteriores es que se realiza el cálculo del ROI.

Figura 26

Cálculo del ROI

Concepto anuales	Datos en colones
Hora detenida por calibración de una única vez	₡792 000,00
Capacitación del operario experto, hora extra	₡2 400,00
Costo por curva de aprendizaje 3 meses	₡672 000,00
Costos por reprocesos 40%	₡268 800,00
Tiempo que se dura brindado la capacitación 2 por año	₡95 120,09
Tiempo que le toma al Ingeniero de calidad hacer la auditoría	₡91 454,97
Inversión INTECO	₡900 000,00
Costos de adquisición adicionales	₡190 000,00
Total de la inversión anual	₡3 011 775,06
Ahorro estimado anual	₡20 500 000,00
ROI	581%

Fuente: elaboración propia (2023).

En conclusión, el ROI estimado para este proyecto es extremadamente alto, alcanzando un 581%, lo cual indica que la inversión inicial se recuperará varias veces a lo largo del año y demuestra la alta rentabilidad del proyecto. Este ahorro proyectado anual subraya la efectividad y el impacto positivo de las mejoras en la rentabilidad y eficiencia de la empresa. Este ROI del 581% sugiere que la inversión ha sido muy exitosa y que los beneficios obtenidos superan significativamente el costo inicial, indicando una eficiencia y efectividad considerable en el uso de los recursos.

**Capítulo 5. Propuesta de programa de
inocuidad, basado en HACCP, en proceso de
empaque de frijoles**

En este capítulo, se recopila y analiza toda la información pertinente a la propuesta de implementación de un programa de inocuidad basado en HACCP en la empresa bajo estudio donde se abordan exhaustivamente todas las etapas preliminares que la componen, así como sus principios de implementación. Este enfoque se basa en las recomendaciones y definiciones proporcionadas por el Instituto Nacional de Aprendizaje, reconocido a nivel nacional por sus capacitaciones en esta normativa.

Seguidamente, se presenta una descripción detallada de cada uno de los puntos analizados del sistema, junto con las herramientas, plantillas y material de apoyo desarrollado para facilitar el proceso hacia obtener una posible certificación, que se presenta como un requisito indispensable en la industria alimentaria, a la cual pertenece la empresa en cuestión.

5.1 Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

Uno de los elementos fundamentales en el marco de este proyecto consiste en desarrollar una propuesta de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, lo cual facilita también que la empresa GranoPack pueda incurrir en una posible certificación HACCP.

En este contexto, la meta es facilitar las plantillas y todos los recursos necesarios, proporcionando un detallado paso a paso para que la empresa pueda desarrollar su programa de inocuidad y optar exitosamente por la certificación ya mencionada. Estas plantillas y materiales representan herramientas fundamentales para instaurar un sistema eficiente de análisis de peligros y puntos críticos de control, afirmando de esta manera la seguridad alimentaria en todas las fases de la cadena de suministros. Este enfoque integral busca simplificar el proceso de certificación, además de guiar y fortalecer los estándares de calidad de HACCP, brindando a la empresa una base sólida para la excelencia en la gestión alimentaria.

Lograr una implementación exitosa del sistema de inocuidad, basado en HACCP, implica adherirse de manera estricta a diversos requisitos fundamentales destinados a salvaguardar la seguridad alimentaria. Esto abarca desde la realización de un minucioso análisis

de los posibles peligros a lo largo de todas las fases del proceso de producción, la precisa identificación de los puntos críticos de control (PCC), hasta el establecimiento de límites críticos que garanticen la integridad del producto. Más allá de la identificación de riesgos potenciales, resulta imperativo instaurar sistemas de monitoreo continuo para prevenir las posibles consecuencias asociadas a dichos PCC. Asimismo, la ejecución de acciones correctivas inmediatas ante cualquier desviación y el mantenimiento meticuloso de registros de todas las actividades vinculadas al HACCP son prácticas esenciales en este proceso.

Por otra parte, esta normativa requiere un compromiso total tanto de los altos mandos, como del personal en general, incluyendo los operadores. Por ello, la capacitación regular del personal en prácticas seguras de manipulación de alimentos resulta imprescindible, pues este programa basado en HACCP no tendría ningún tipo de valor si el personal que se encuentra en contacto directo con el producto no entiende la urgencia y la importancia de mantener un lugar de trabajo donde la seguridad de los alimentos sea visto como el pilar de sus funciones.

A su vez, un diseño adecuado de las instalaciones implica técnicas para minimizar la contaminación y facilitar la limpieza, así como la gestión efectiva de plagas y la disponibilidad de sistemas de saneamiento son componentes clave. Estos requisitos, combinados con medidas específicas para identificar y gestionar alérgenos, y la elaboración de un plan de recuperación ante desviaciones significativas, constituyen los pilares fundamentales para obtener la certificación HACCP y garantizar altos estándares de seguridad alimentaria.

Basado en lo anterior, a nivel nacional, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) se destaca como una entidad pública que ofrece capacitaciones y asesorías en el ámbito de interés y, en su página web, proporciona una guía detallada para lograr certificarse en HACCP. A continuación, el INA (2023) presenta una lista secuencial de las etapas preliminares, ofreciendo una estructura organizada para abordar este proceso:

- Etapa 1. Formación del equipo.

- Etapa 2. Descripción del producto.
- Etapa 3. Determinar el uso al que se destina.
- Etapa 4. Determinar información del proceso.
- Etapa 5. Verificar la información del proceso.

Una vez que se hayan completado las primeras cinco fases con éxito, es necesario enfatizar la aplicación de los principios fundamentales que son establecidos para la implementación efectiva del sistema de inocuidad, basado en HACCP. Estas fases deben ser coherentes y efectivas a lo largo del tiempo, fortaleciendo así la seguridad alimentaria en todas las siguientes aplicaciones de principios para la cadena de producción. Según el INA (2023), estos principios son:

1. Principio 1. Análisis de peligros.
2. Principio 2. Determinación de los PCC.
3. Principio 3. Determinar los límites críticos de control.
4. Principio 4. Monitoreo de PCC.
5. Principio 5. Definición de acciones correctivas.
6. Principio 6. Verificación y validación del plan HACCP.
7. Principio 7. Documentación y registros del plan HACCP.

El éxito en la implementación de la normativa HACCP se fundamenta en estas etapas, siendo aplicable a diversos procesos relacionados con la industria alimentaria. En el caso específico de GranoPack, a la empresa se les facilita toda la documentación lista con respecto a los frijoles. Sin embargo, la compañía tiene la oportunidad de extender el uso de las plantillas, detalladas más adelante, a toda su gama de productos, lo que contribuirá de manera integral a un futuro proceso de certificación.

A modo de resumen, cumplir con la normativa implica la documentación exhaustiva de todos los procesos relacionados con cada uno de los productos ofrecidos por la empresa. En

este sentido, como bien se describió anteriormente, la propuesta presentada para GranoPack incluye la creación de registros y la documentación necesaria para cubrir de manera integral los requisitos necesarios para obtener la certificación en caso de que así lo deseen.

Cabe destacar que, como parte de esta iniciativa, se proporciona a la empresa la documentación completa y lista para su producto principal, los frijoles. En otras palabras, si GranoPack decide embarcarse en el proceso de certificación ya no tendrá que preocuparse por mapear y documentar el proceso de empaque de frijoles, pues a continuación se evidencia cómo cada una de las etapas y principios que integran la HACCP fueron documentados completamente como parte de este diseño para garantizar la inocuidad.

5.1.1 Cronograma de actividades

La orientación de esta propuesta se centra en detallar las actividades necesarias para obtener la certificación, abordando tanto su descripción como los requisitos asociados. Es esencial asignar un tiempo estimado para el inicio y la culminación de cada una las etapas y principios que forman parte de la normativa, con el objetivo de proporcionar una guía temporal y garantizar un proceso eficiente hacia la certificación

Figura 27

Cronograma de actividades

Cronograma de implementación														
Requisito	Actividades a desarrollar	Avance	Fecha estimada para iniciar la actividad	Fecha estimada para finalizar la actividad	Noviembre							Diciembre		
					8-nov-23	9-nov-23	12-nov-23	23-nov-23	24-nov-23	25-nov-23	30-nov-23	11-dic-23	15-dic-23	30-dic-23
<i>Planeación del proyecto</i>														
1	Formación del equipo HACCP													
	Creación del documento oficial del equipo HACCP		8-nov-23	8-nov-23										
	Validación de los integrantes y líder del equipo		9-nov-23	9-nov-23										
2	Descripción del producto y su distribución													
	Documentación de las características principales del producto		8-nov-23	8-nov-23										
	Documentación de la distribución del producto		8-nov-23	8-nov-23										
3	Definir el uso previsto (uso intencionado y consumidores)													
	Identificación de los consumidores finales del producto		8-nov-23	8-nov-23										
4	Desarrollo del diagrama de flujo del proceso													
	Creación del diagrama de flujo simbología ISO 9001		12-nov-23	12-nov-23										
	Creación del croquis de la empresa		23-nov-23	24-nov-23										
5	Verificación del diagrama de flujo													
	Ing Industrial de Pronutre válida el diagrama de flujo creado		24-nov-23	24-nov-23										
6	Principio 1. Realizar un análisis de peligros													
	Análisis del diagrama de flujo etapa por etapa		24-nov-23	24-nov-23										
	Identificación de los riesgos por etapa		24-nov-23	24-nov-23										
7	Principio 2. Determinar los puntos críticos de control (PCC)													
	Determinar los puntos críticos de todo el proceso		25-nov-23	25-nov-23										
8	Principio 3. Establecer límites críticos													
	Colocar los límites críticos por cada pcc		25-nov-23	25-nov-23										
9	Principio 4. Sistema de vigilancia de los PCC													
	Se establece el plan para el sistema de vigilancia de los pcc		30-nov-23	30-nov-23										
10	Principio 5. Establecer medidas correctivas													
	Se establece el plan para medidas correctivas de los pcc		30-nov-23	30-nov-23										
11	Principio 6. Actividades de comprobación													
	Creación de planilla para las actividades de comprobación		11-dic-23	11-dic-23										
12	Principio 7. Calibración de equipos													
	Plantilla a detalle con la calibración de posibles equipos necesarios.		11-dic-23	11-dic-23										

Fuente: elaboración propia (2023).

La figura precedente exhibe un ejemplo de la plantilla de un cronograma Gantt automatizado y proporcionado a la empresa con el propósito de supervisar cada una de las actividades que integran el proceso de certificación. Se establecen fechas de inicio y conclusión para cada fase del proceso.

5.1.2 Formación del equipo HACCP

Corresponde a la fase 1 de las etapas preliminares para una posible certificación. Resulta fundamental designar un líder que supervise y oriente todas las tareas relacionadas con el cumplimiento de las funciones asignadas a los miembros de este sistema. En la plantilla adjunta (Anexo 3), se especifican el cargo, departamento y las responsabilidades asignadas a cada individuo debidamente respaldadas con la firma correspondiente. En el caso de GranoPack, se propone definir al ingeniero de calidad como líder del equipo.

Figura 28

Equipo HACCP GranoPack

Se define como Líder del Sistema de Gestión de Inocuidad de la empresa GranoPack, al Ingeniero Kevin Fallas, el cual ocupa el puesto de Jefatura de Calidad, quien además de las funciones de su puesto es responsable y tiene autoridad para:

- Dirigir al equipo de inocuidad y organizar su trabajo.
- Asegurar la formación y educación del equipo de inocuidad.
- Coordinar el establecimiento, mantenimiento y actualización del Sistema de Gestión.
- Informar a la alta dirección de la eficacia y adecuación del Sistema de Gestión.
- Sugerir los cambios que sean necesarios en el equipo.
- Asegurar que se cumpla el plan establecido.
- Asegurar que se aplique una metodología sistemática.
- Asegurar que se cumpla con el propósito del estudio.
- Presentar a la dirección los datos relativos al tiempo, el dinero y el trabajo que se requiere para el estudio

Los integrantes del equipo son los siguientes:

Nombre	Departamento	Funciones y experiencia	Firma
Persona Ingeniera	Ingeniería	Jefatura de Ingeniería	
Persona operaria	Area de procesamiento de materia prima	Producción, empaque y almacenamiento	
Persona operaria	Empaque de producto final	Producción, empaque y almacenamiento	
Persona operaria	Empaque de producto final	Producción, empaque y almacenamiento	
Persona operaria	Traslado de materia prima	Producción, empaque y almacenamiento	

Líder HACCP

Director General

Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.
Versión:	01
Fecha:	29-11-2023

Fuente: elaboración propia (2023).

En la ilustración anterior, se presenta la propuesta concebida para que GranoPack organice de manera eficaz su equipo de análisis de riesgos y puntos críticos de control. En esta propuesta, se resaltan las funciones de liderazgo dentro del equipo, así como la asignación de cada integrante con su respectivo departamento.

Es crucial señalar que, siguiendo recomendaciones de estrategias de inclusión del personal, se ha optado por no utilizar los nombres de manera directa. En su lugar, se emplea la designación "persona" seguida de su puesto, permitiendo así una mayor inclusión.

5.1.3 Descripción del producto

Este registro detalla minuciosamente la información del producto, en este caso frijoles, abarcando aspectos como sus características principales, usos, método de envasado, vida útil en anaquel, lugar de venta, instrucciones para etiquetado y condiciones de transporte. Además, es imperativo que el registro incluya el nombre del producto bajo análisis y la fecha de elaboración. Este documento se vuelve esencial para comprender las particularidades de los frijoles. Con el fin de obtener información más detallada se puede hacer referencia al Anexo 4, el cual corresponde a la fase 2 de las etapas preliminares en búsqueda de una posible certificación.

Figura 29

Descripción de los frijoles en GranoPack

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS	
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.
Fecha:	8/11/2023
Código consecutivo:	PFQA - 001
Versión:	1
Nombre o nombres del producto	Frijoles
Características importantes del producto final	El producto final es un empaque de frijoles secos que han sido seleccionados, limpiados y empacados para su distribución. Los paquetes son etiquetados con información sobre el contenido y la fecha de producción, listos para el consumo tras un proceso de empaque que garantiza su calidad, integridad y seguridad alimentaria. El producto final debe ser almacenado en condiciones adecuadas, libres de plagas y en un lugar seco y fresco.
Cómo se utiliza el producto	Producto que debe lavarse y cocinarse previo a su consumo, a una temperatura de cocción de 90 min +- 5, en caso de ser Grado 1, y de 126 min +-5, en caso de ser Grado 2.
Envasado	Los frijoles deben ser empacados en bolsas plásticas limpias y resistentes, los paquetes son etiquetados con información sobre el contenido y la fecha de producción. El embalaje del producto igualmente es plástico, que contiene 15 unidades que conforman un bulto de frijoles. Por otra parte, en formato quintal, los frijoles se empaican en sacos de polipropileno donde igualmente son etiquetados.
Duración en el mercado(vida de anaquel)	La vida de anaquel depende de las condiciones de almacenamiento del frijol. Siguiendo las recomendaciones del fabricante, es decir, almacenándolo en lugares secos, frescos y limpios, el producto tiene una duración promedio de un año.
Dónde se venderá el producto/identificación del usuario final	El producto únicamente se vende a nivel nacional, en supermercados asiáticos principalmente.
Instrucciones para el etiquetado	Los paquetes deben ser etiquetados de tal forma que muestre a los consumidores detalles sobre el fabricante o procedencia, el contenido nutricional, la frescura del producto, peso neto, fecha de producción e instrucciones de almacenamiento.
Control especial de la distribución	Los frijoles deben ser transportados a temperatura ambiente entre 20 °C y 25 °C y protegidos de la contaminación, se utilizan tarimas de madera donde los bultos de frijoles son colocados, y los vehículos de transporte deben ser limpiados y desinfectados regularmente.

Fuente: elaboración propia (2023).

En resumen, la imagen de referencia anterior brinda una visión completa del proceso, desde la selección hasta el envasado final; los paquetes etiquetados garantizan calidad y seguridad, listos para el consumo, mientras que las instrucciones de preparación son claras. Se muestra cómo el empaque varía según la presentación y se adapta a diferentes necesidades del mercado, por su parte, la vida de anaquel se extiende bajo condiciones óptimas de almacenamiento, y la distribución se realiza a nivel nacional, centrada en supermercados asiáticos.

Las instrucciones de etiquetado y control de distribución aseguran transparencia y la integridad del producto, por lo que, en conjunto, la plantilla ofrece un panorama claro y conciso de los frijoles, destacando sus características clave y procesos fundamentales para garantizar su calidad en todo el ciclo de vida.

5.1.4 Ingredientes del producto

En esta plantilla, se presentan detalladamente la lista de ingredientes que se utilizan para el empaque de los frijoles y cualquier otro insumo añadido. El documento especifica las características de la materia prima, el tipo de material utilizado para el envasado y los ingredientes adicionales, incluyendo el nombre de productos químicos utilizados para la desinfección. Asimismo, se requiere la identificación del responsable de la elaboración, acompañada de la fecha correspondiente. Para obtener información más detallada, se recomienda revisar el Anexo 5, donde se encuentra la plantilla lista para completar con los demás productos faltantes.

Figura 30

Ingredientes del producto de frijoles empacados en GranoPack

INGREDIENTES DEL PRODUCTO Y OTROS MATERIALES INCORPORADOS		
Nombre del producto:	Frijoles en grano	
Materia prima	Material de envase	Ingredientes
Frijoles secos.	Bolsas de plástico etiquetadas.	Fosfina en pastillas de 3 gramos. 3 pastillas por cada m ³ .
	Rollo de plástico para el embalaje.	Aquamist: plagas como moscas y mosquitos.
	Sacos de polipropileno.	Proxur:insecticida.
		Dorfen 12 EW: insecticida.
		Actellic 50 EC: plagas.
		Detia:pastillas.
		Evigras: herbicida.
Otros		
Tarimas de madera.		
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.	
Fecha:	8/11/2023	
Versión:	1	
Código consecutivo:	PFQA - 002	

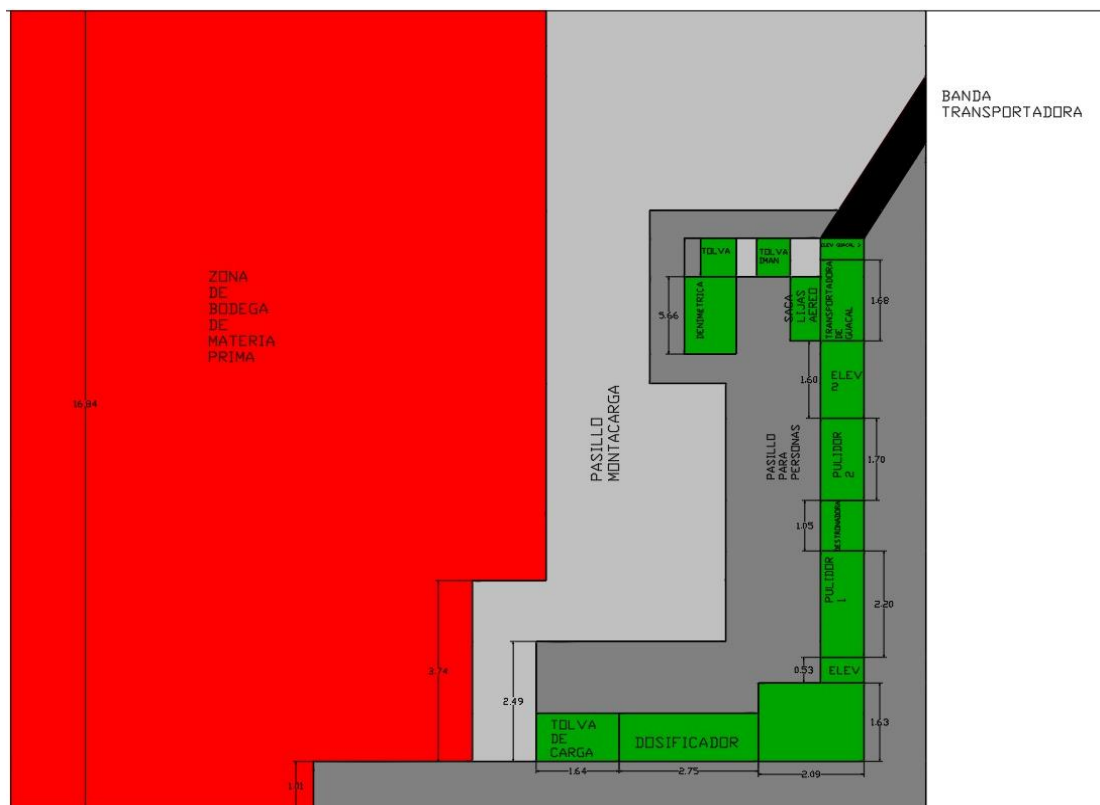
Fuente: elaboración propia (2023).

La minuciosa descripción de los ingredientes y materiales asociados a los frijoles ofrece una perspectiva completa de los componentes esenciales y adicionales presentes en su proceso de fabricación y envasado, desde los frijoles secos hasta los materiales de envase como bolsas de plástico etiquetadas. La inclusión estratégica de productos de desinfección como Fosfina, Aquamist, Proxur, Dorfen 12 EW, Actellic 50 EC, Detia y Evigras evidencian un enfoque preciso para garantizar la calidad y seguridad del producto final. La presencia de tarimas de madera bajo la categoría de "Otros" subraya la consideración no solo de los ingredientes finales sino también de los materiales logísticos de soporte.

5.1.5 Diagrama de flujo y croquis de la planta

La función primordial en esta etapa es ilustrar de manera detallada el proceso paso a paso para el empaque de frijoles, lo cual es evidenciado mediante la creación de un diagrama de flujo (se encuentra en el apartado 4.2 de este proyecto). Esto facilita la identificación de peligros en cada una de las actividades que conforman el proceso, sin dejar ninguna de lado. Por otra parte, el croquis sirve como representación del trayecto del grano de frijol y el desplazamiento del personal en el interior de la planta, lo que abarca de manera exhaustiva el flujo de todas las materias primas y el material de empaque, desde su recepción en la planta hasta su paso por las distintas etapas del proceso, que incluyen almacenamiento, producción, empaque y la salida del producto final. Adicionalmente, es importante destacar que el presente bosquejo no se limita únicamente al ámbito productivo, sino que abarca también las áreas correspondientes a los servicios sanitarios, bodegas y lavamanos. La inclusión de estos elementos brinda una visión integral de la planta lo que contribuye a la identificación de zonas susceptibles a posibles fuentes de contaminación para los productos ubicados en las instalaciones.

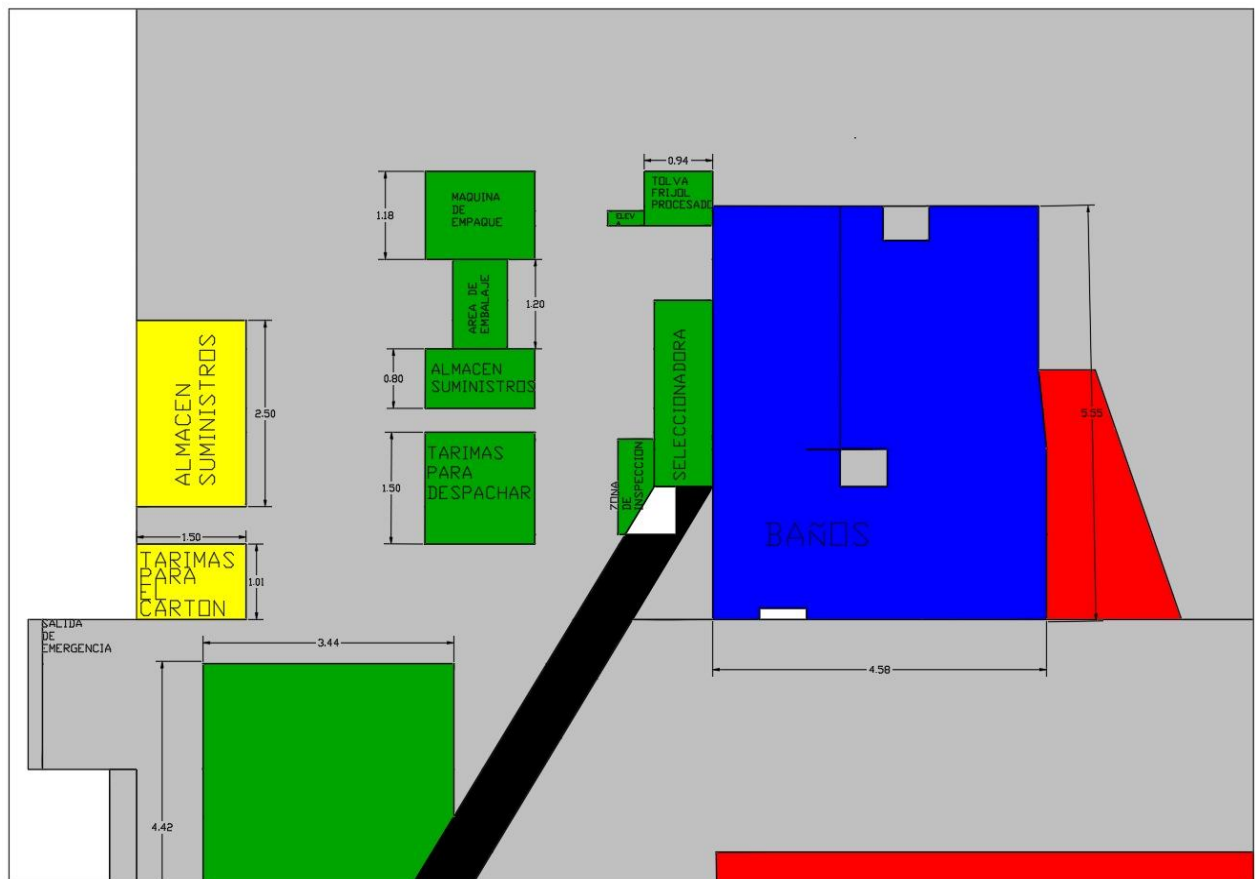
A continuación, se muestra el croquis detallado del área productiva de la empresa GranoPack, centrándose específicamente en aquellas zonas donde los riesgos asociados a la seguridad alimentaria y la inocuidad del producto son más sobresalientes. Cabe mencionar que dicho plano es elaborado con el *software* de diseño AutoCAD (2023) con escala 1cm:1m.

Figura 31*Captura del área productiva en GranoPack*

Fuente: elaboración propia (2023).

En esta área productiva, la imagen proporciona una visión clara y detallada de la disposición de todas las máquinas clave, desde la tolva inicial que recibe la materia prima del frijol seco hasta la banda transportadora aérea, la cual es esencial en el proceso, pues facilita la transferencia de los frijoles desde el área de procesamiento principal hasta la sala de empaque.

Asimismo, la representación gráfica del croquis no solo destaca la ubicación precisa de cada máquina, sino que también evidencia la secuencia ordenada de operaciones desde la entrada de la materia prima con la banda transportadora. Cada fase del proceso se revela de manera lógica y visual, ofreciendo una comprensión integral de la cadena de producción.

Figura 32*Captura de sala de empaque y baños*

Fuente: elaboración propia (2023).

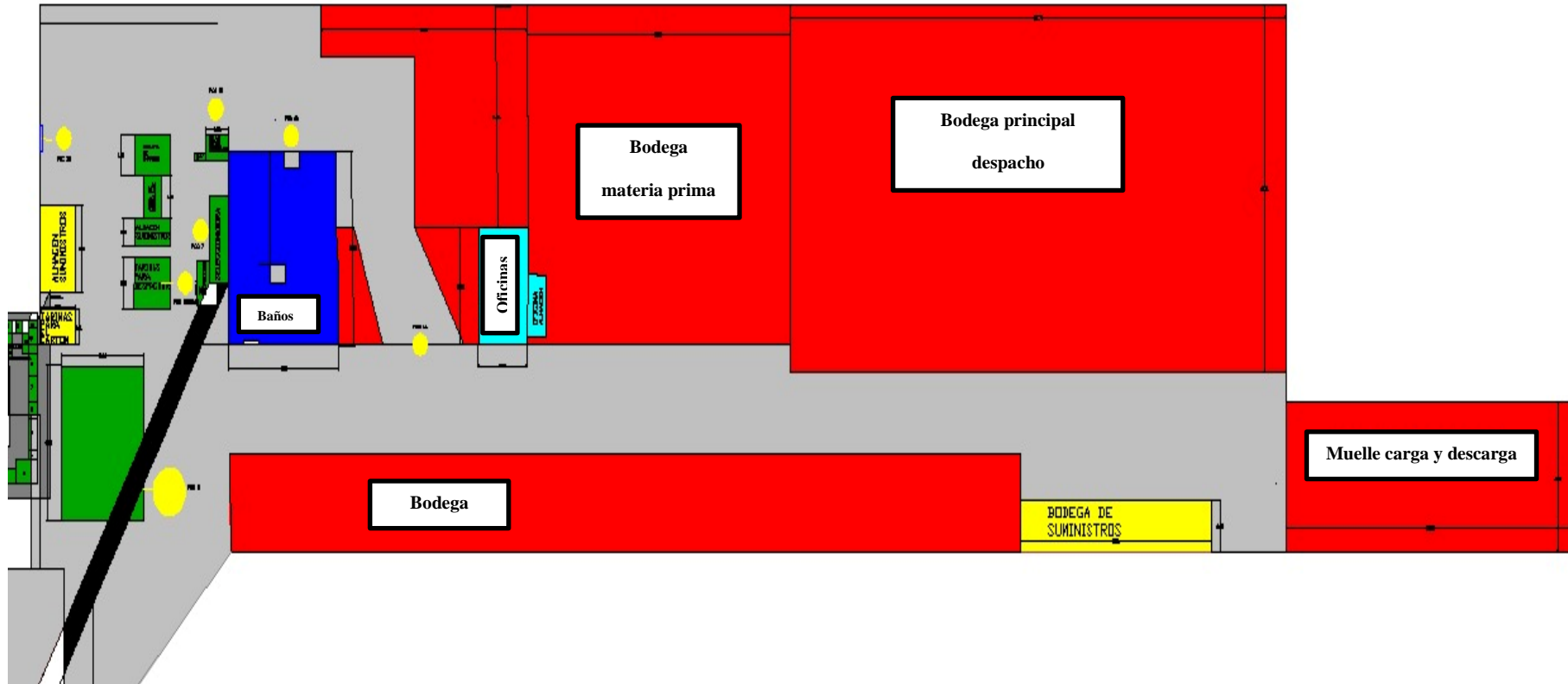
En el área de empaque, los frijoles llegan listos para someterse al proceso de la seleccionadora, una máquina crucial encargada de realizar una filtración minuciosa de impurezas según parámetros y estándares preestablecidos. Posteriormente, el proceso continúa de acuerdo con la secuencia detallada en el adjunto diagrama de flujo que acompaña este proyecto.

El área de los baños, representada por el color azul en el plano, al encontrarse dentro del área productiva, se considera un punto crítico. El motivo recae en la necesidad de mantener altos estándares de higiene y seguridad, siendo conscientes de la importancia de mantener separadas las zonas de producción y las instalaciones sanitarias. Esto se hace debido a que las

ventanas están en la pared que está en contacto directo con la zona de empaque, lo que conlleva a la propagación de bacterias por el aire

Figura 33

Captura de bodega



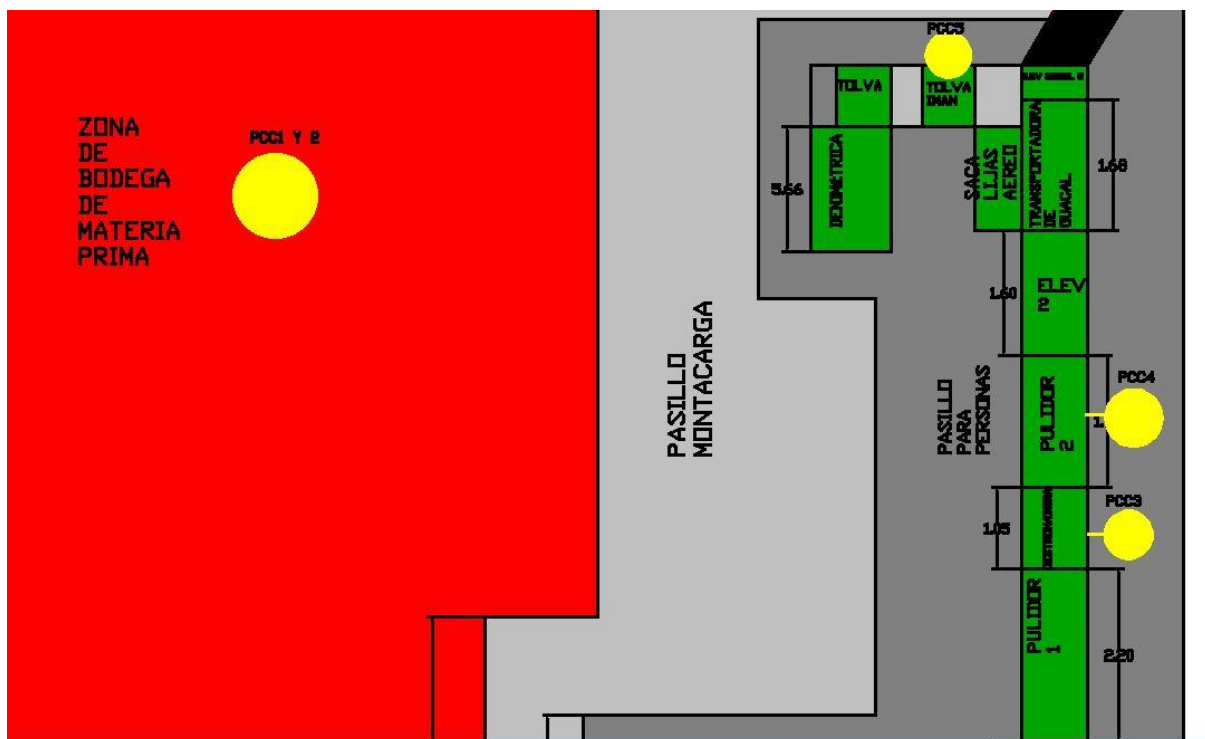
Fuente: elaboración propia (2023).

El sector marcado en rojo abarca la totalidad de la materia prima, albergando bultos y sacos de frijoles listos para someterse al proceso de producción y finalmente ser despachados. Este espacio sirve como depósito principal donde la materia prima aguarda su turno para ser transformada, recalcando su importancia como punto de inicio esencial en la cadena de suministro.

Tal y como se describe, la idea de crear un croquis de la planta se da por la posibilidad de señalar la ubicación de los puntos críticos de control detectados en el proceso de empaque de frijoles y, de esta manera, tenerlos mapeados para el seguimiento y monitoreo de estos.

Figura 34

Locación de los PCC en el croquis I



Fuente: elaboración propia (2023).

En la imagen previa, se observan los primeros 5 puntos críticos de control, ubicados respectivamente dentro del área de producción: riesgos biológicos en la bodega de materia prima y en el pulidor dos, punto crítico por presencia de metales en la tolva, entre otros.

1. Peligros biológicos: bacterias, virus y parásitos patogénicos, ciertas toxinas naturales, toxinas microbianas, y determinados metabólicos tóxicos de origen microbiano.
2. Peligros químicos: pesticidas, herbicidas, contaminantes tóxicos inorgánicos, antibióticos, promotores de crecimiento, aditivos alimentarios tóxicos, lubricantes y tintas, desinfectantes, micotoxinas, ficotoxinas, metil y etilmercurio, e histamina.
3. Peligros físicos: fragmentos de vidrio, metal, madera u otros objetos que puedan causar daño físico al consumidor.

Es por lo anterior que este análisis se centra en determinar las causas subyacentes de estos peligros, así como posibles medidas preventivas para evitarlos. Por ello, es esencial subrayar que la ejecución efectiva de este análisis se fundamenta en el diagrama de flujo, el cual detalla las diferentes etapas y la secuencia del proceso, desde la recepción de materiales hasta la fase de comercialización, cuya plantilla se adjunta en el Anexo 6.

Figura 36

Referencia documento identificación de peligros en GranoPack

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS			
Nombre del producto:	Frijoles		
Elaborado por:	Joselín R, Fabiola H, Roglan V.		
Versión:	1		
Código consecutivo:	PFQA - 003		
Fecha:	24/11/2023		
Etapa/ingredientes o materiales	Posibles peligros identificados	Causas	Medidas preventivas
Bodega de Materia Prima	Contaminación biológica: Presencia de microorganismos como bacterias, moho, roedores e insectos.	Pueden provenir del suelo, el ambiente, o incluso contaminaciones cruzadas por manipulación humana.	Establecer programas regulares de limpieza para reducir la presencia de contaminantes ambientales en el entorno de trabajo. Existen cebaderos para roedores.
	Contaminación química: Uso de pesticidas, fertilizantes u otros productos químicos como Dorfen, Aquamist, Proxur, Detia.	Son necesarios para la preservación de la materia prima y evitar la presencia de producto infestado.	Elegir pesticidas y fertilizantes que estén aprobados para su uso en alimentos y seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a dosis y aplicación.
	Contaminación física: Presencia de materiales extraños como piedras, madera, vidrios y metal.	No existe protección para los vidrios ni para los fluorescentes y la materia prima viene con terrones y otros materiales incluidos.	Se agregan varios filtros durante el proceso, para la limpieza del producto y extracción de materiales extraños.
	Peligro físico: Temperatura- Humedad.	Condiciones inapropiadas de almacenamiento podrían facilitar el crecimiento de microorganismos o afectar la calidad de los frijoles.	Implementar un programa de Manejo Integrado de Plagas que combine métodos biológicos, físicos y químicos de manera equilibrada para minimizar la necesidad de pesticidas.
Tolva de Carga	Contaminación cruzada por contacto suelo-frijol.	Derrames en el piso de frijol, manipulación inadecuada de materias primas.	Capacitación del personal en buenas prácticas de manipulación de alimentos.
Banda Transportadora	Contaminación por oxidación del metal.	Desgaste de la banda y presencia de herrumbre.	Inspección regular de la banda, limpieza adecuada y pintura anticorrosiva.
Zaranda	Contaminación física: Presencia de materiales extraños como metales, madera, restos de basura.	Existen riesgos de contaminación física si los vibradores o la zaranda no están diseñados o mantenidos adecuadamente, lo que podría resultar en la presencia de fragmentos de metal, plástico u otros materiales no deseados en los frijoles.	Realizar mantenimiento regular en los vibradores y la zaranda para asegurar que estén en buen estado y que no haya piezas desgastadas o rotas que puedan contaminar los frijoles.
	Contaminación biológica.	Si los equipos no se limpian adecuadamente, podrían albergar microorganismos que pueden contaminar los frijoles durante el proceso de zarandeo.	Implementar procedimientos de limpieza y desinfección efectivos para prevenir la proliferación de microorganismos en los equipos.

Fuente: elaboración propia (2023).

Cabe destacar que implementar este registro de identificación de peligros asegura el cumplimiento del Principio 1 del *Codex Alimentarius*, garantizando así la adopción de medidas preventivas y correctivas necesarias para salvaguardar la seguridad alimentaria en todas las etapas del proceso de empaque de frijoles.

5.1.7 Matriz de peligros

Esta matriz desempeña un papel fundamental al categorizar los diversos puntos críticos en función de su probabilidad de ocurrencia y las consecuencias asociadas. Esta herramienta permite priorizarlos, asignándoles etiquetas de importancia, clasificadas como bajo, medio, alto o crítico.

Figura 37

Matriz de peligros en GranoPack

Matriz de valoración de riesgos		Consecuencias			
		Insignificante	Moderado	Dañino	Extremo
Probabilidad	Muy alta	Medio	Alto	Crítico	Crítico
	Alta	Medio	Alto	Alto	Crítico
	Media	Bajo	Medio	Alto	Alto
	Baja	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Fuente: elaboración propia (2023).

Al utilizar la tabla anterior como referencia, y en colaboración con el ingeniero responsable de GranoPack, se ha logrado una clasificación completa y detallada de los puntos críticos detectados en el empaque de frijoles. A continuación, se presenta el resultado obtenido:

Figura 38*Clasificación de los PCC según matriz de riesgos en GranoPack*

Punto crítico de control	Probabilidad	Consecuencias	Clasificación
Contaminación biológica: Presencia de microorganismos como bacterias, moho, roedores e insectos.	Media	Dañino	Alto
Contaminación química: Uso de pesticidas, fertilizantes u otros productos químicos como Dorfen, Aquamist, Proxur, Detia.	Media	Moderado	Medio
Riesgo físico de aparición de terrones y plástico.	Alta	Dañino	Alto
Contaminación biológica: presencia de moho y descomposición.	Baja	Dañino	Medio
Contaminación física por materiales metálicos.	Baja	Extremo	Medio
Contaminación física y biológica por cercanía al techo donde predominan agentes contaminantes.	Media	Moderado	Medio
Contaminación física: Si la "receta" digitada no cumple con los estándares de calidad necesarios, podría permitir que productos defectuosos pasen como conformes.	Alta	Dañino	Alto
Contaminación física por presencia de restos de mercurio y vidrio.	Baja	Extremo	Medio
Contaminación física por errores en el etiquetado de los sacos de frijoles quintal, lo que podría llevar a confusiones en la identificación del producto o información incorrecta.	Alta	Moderado	Alto
Contaminación física: Presencia de cuerpos extraños en la tolva como basura, terrones, metal y plástico.	Alta	Insignificante	Medio
Muestreo no representativo.	Baja	Moderado	Bajo
Contaminación física: Insectos - polvo.	Alta	Insignificante	Medio
Contaminación biológica: Bacterias	Muy alta	Insignificante	Medio
Contaminación física: Polvo de mercurio y restos de vidrios	Baja	Extremo	Medio
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.		
Fecha:	25/11/2023		
Versión:	1		
Código consecutivo:	PFQA - 004		

Fuente: elaboración propia (2023).

La imagen previa muestra el resultado del análisis de los peligros críticos identificados en la empresa. En este proceso, se lleva a cabo la clasificación correspondiente de forma automática mediante el suministro de una plantilla totalmente automatizada a GranoPack. Esta plantilla permite al sistema generar los resultados de la clasificación del peligro, teniendo en cuenta la probabilidad y la ocurrencia asignada.

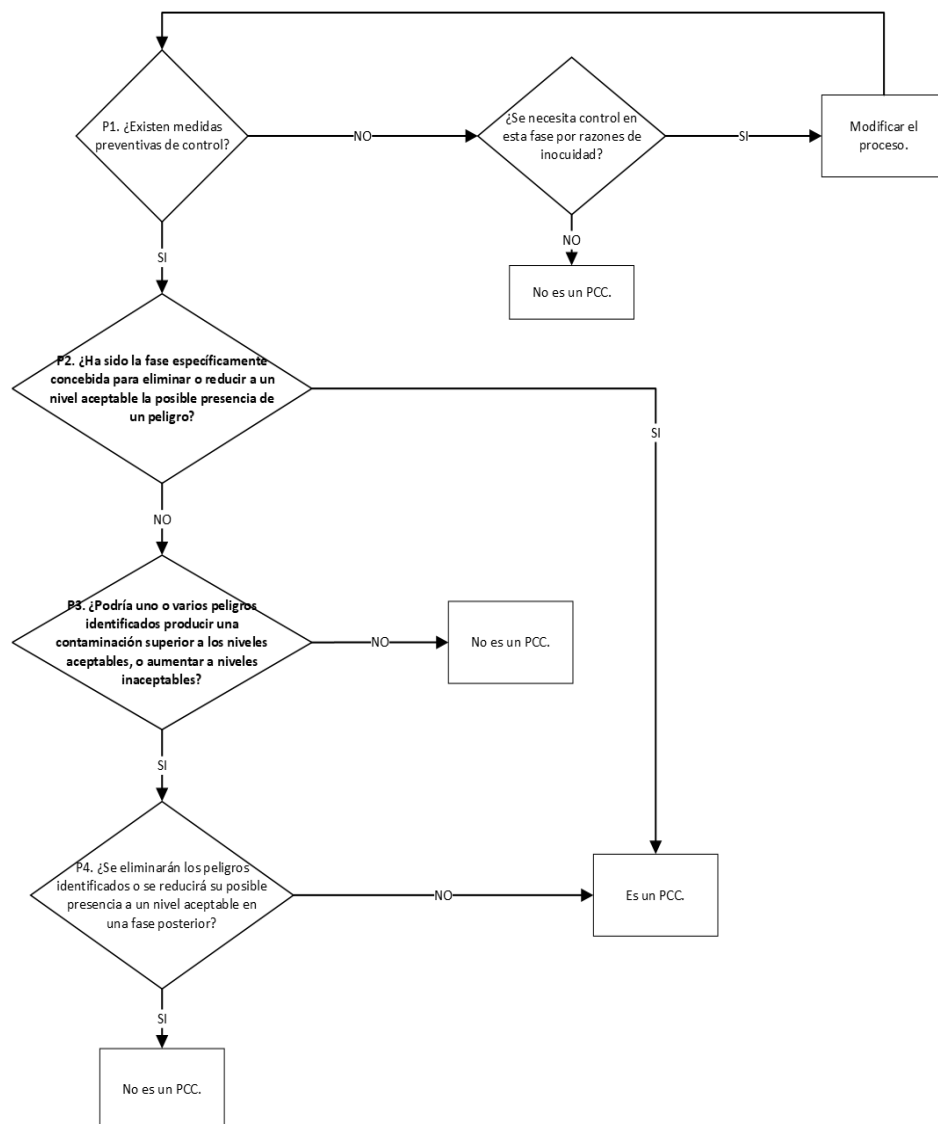
En relación con los peligros identificados, se destaca que solo un riesgo ha sido clasificado como de baja magnitud, mientras que los demás han obtenido calificaciones que oscilan entre altas y medias. Esta evaluación sugiere la necesidad de abordarlos con prontitud, especialmente dado que se trata de puntos críticos de control.

5.1.8 Determinación de los PCC

Este proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología de árbol de decisiones. Es un enfoque meticuloso implementado en cada fase del proceso de empaque de frijoles, siguiendo detalladamente el diagrama de flujo establecido. Cada riesgo identificado fue sometido a un análisis exhaustivo a través de esta herramienta con el fin de determinar su clasificación como un punto crítico de control.

Figura 39

Árbol de decisiones



Fuente: elaboración propia basado en INA (2023).

Esta metodología, respaldada por instituciones como el INA, se recomienda para llevar a cabo una evaluación detallada de cada uno de los peligros identificados en el proceso productivo. Se propone una evaluación continua mediante el planteamiento de cuatro preguntas clave. Estas preguntas actúan como guía para que la persona pueda determinar de manera efectiva la existencia de los puntos críticos de control (PCC).

Figura 40

Referencia documento para determinar los PCC en GranoPack

DETERMINACIÓN DE LOS PCC							
Nombre del producto:	Frijoles.						
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.						
Versión:	1						
Código consecutivo:	PFQA - 005						
Fecha:	25/11/2023						
Etapa/materiales	Peligro identificado y su categoría	Causa	Pregunta 1: ¿Existen una o varias medidas preventivas de control?	Pregunta 2: ¿Ha sido la fase específicamente concebida para eliminar o reducir a un nivel aceptable la posible presencia de un peligro?	Pregunta 3: ¿Podría uno o varios peligros identificados producir una contaminación superior a los niveles aceptables, o aumentar a niveles inaceptables?	Pregunta 4: ¿Se eliminarán los peligros identificados o se reducirá su posible presencia a un nivel aceptable en una fase posterior?	¿Es un PCC?, Número de PCC
			SI - NO	SI - NO	SI - NO	SI - NO	
Bodega de Materia Prima	Contaminación biológica: Presencia de microorganismos como bacterias, moho, roedores e insectos.	Pueden provenir del suelo, el ambiente, o incluso contaminaciones cruzadas por manipulación humana.	SI	SI	-	-	SI, PCC 1
	Contaminación química: Uso de pesticidas, fertilizantes u otros productos químicos como Dorfen, Aquamist, Proxur, Detia.	Son necesarios para la preservación de la materia prima y evitar la presencia de producto infestado.	SI	SI	-	-	SI, PCC 2
	Contaminación física: Presencia de materiales extraños como piedras, madera, vidrios y metal.	No existe protección para los vidrios ni para los fluorescentes y la materia prima viene con terrones y otros materiales incluidos.	SI	NO	NO	-	NO
	Peligro físico: Temperatura- Humedad.	Condiciones inapropiadas de almacenamiento podrían facilitar el crecimiento de microorganismos o afectar la calidad de los frijoles.	NO	DEBEN ESTABLECERSE MEDIDAS			
Tolva de Carga	Contaminación cruzada por contacto suelo-frijol.	Derrames en el piso de frijol, manipulación inadecuada de materias primas.	SI	NO	NO	-	NO
Banda Transportadora	Contaminación por oxidación del metal.	Desgaste de la banda y presencia de herrumbre.	NO	DEBEN ESTABLECERSE MEDIDAS			

Fuente: elaboración propia (2023).

Para lograr una identificación exitosa de los PCC en el proceso productivo de la empresa GranoPack, y para contribuir al cumplimiento del Principio 2 del *Codex Alimentarius*, es necesario que la empresa intervenga en ciertas partes del procedimiento. Como se evidencia en el documento, hay etapas actuales donde no se han implementado medidas correctivas, lo que dificulta la definición de si son o no PCC. Para abordar esta problemática, se requiere una modificación en el proceso que incluya la incorporación de estas medidas necesarias. Esta plantilla se encuentra en el Anexo 7.

5.1.9 Límites críticos por cada PCC

Una vez identificados todos los puntos críticos del proceso de empaque de frijoles, se procede directamente a establecer los límites críticos y operativos de cada uno de esos puntos que fueron detallados, los cuales son esenciales para gestionar los riesgos alimentarios de manera efectiva y garantizar un empaque de frijoles seguro para el consumo. Estos límites proporcionan una base sólida para el monitoreo continuo, la toma de decisiones informada y el cumplimiento de las normativas de seguridad alimentaria. La plantilla correspondiente se encuentra en el Anexo 8.

Figura 41

Referencia documento de límites críticos en GranoPack

LÍMITES CRÍTICOS POR CADA PCC								
Nombre del producto:	Frijoles							
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.							
Código-consecutivo:	PFQA - 006							
Versión:	1							
Fecha:	25/11/2023							
Etapas/ingrediente	Peligro	Medida preventiva	¿Es un PCC?	Límites críticos				
Bodega de materia prima	Contaminación biológica: Presencia de microorganismos como bacterias, moho, roedores e insectos.	Establecer programas regulares de limpieza para reducir la presencia de contaminantes ambientales en el entorno de trabajo. Existen cebaderos para roedores.	SI, PCC 1	Según el Sistema Costarricense de Información Jurídica, en su decreto N°27980, declaran que el nivel máximo de aflotoxinas en el frijol que se suministren al consumidor final y a las industrias productoras o fabricantes de alimentos no podrá superar los 20 ug/kg, de acuerdo con lo recomendado por el Codex Alimentarius.				
	Contaminación química: Uso de pesticidas, fertilizantes u otros productos químicos como Dorfen, Aquamist, Proxur, Detia.	Elegir pesticidas y fertilizantes que estén aprobados para su uso en alimentos y seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a dosis y aplicación.	SI, PCC 2	Dorfen: 15 a 30 ml/t de agua. Aquamist: 100ml / 5L de agua. Proxur: 20-40 ml/ 1L de agua. Detia: dosis baja-3 pastillas/ m ³ y dosis alta- 5 pastillas/m ³ .				
Desterronadora	Riesgo físico de aparición de terrones y plástico.	Establecimiento de procedimientos de monitoreo constante durante la operación para ajustes inmediatos. Buscar personal capacitado en la configuración adecuada de la máquina.	SI, PCC 3	Grado 1: 0,2 % de impurezas. Grado 2: 2 % de impurezas.				
Pulidor #2	Contaminación biológica: presencia de moho y descomposición.	Programa de limpieza y mantenimiento. Poseen un ventilador para absorberlo.	SI, PCC 4	Los niveles de aflotoxinas no pueden superar los 20 ug/kg según la SCIJ.				
Tolva con imán	Contaminación física por materiales metálicos.	Implementación de un programa para regular el mantenimiento del sistema magnético de la tolva. Capacitación del personal en la identificación y manejo adecuado de materiales metálicos.	SI, PCC 5	Grado 1: 0,2 % de impurezas. Grado 2: 2 % de impurezas.				
Banda Transportadora aérea	Contaminación física y biológica por cercanía al techo donde predominan agentes contaminantes.	Instalar cubiertas protectoras sobre los frijoles o implementar una barrera física entre los frijoles y el techo para prevenir caídas de contaminantes.	SI, PCC 6	Grado 1: 0,2 % de impurezas. Grado 2: 2 % de impurezas.				
Máquina seleccionadora	Contaminación física: Si la "receta" digitada no cumple con los estándares de calidad necesarios, podría permitir que productos defectuosos pasen como conformes.	Realizar verificaciones periódicas para asegurarse de que la receta configurada se ajuste a los estándares de calidad requeridos. Programas de mantenimiento preventivo y capacitación sobre el uso adecuado de la máquina.	SI, PCC 7	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Grado 1</td> <td style="text-align: center;">Grado 2</td> </tr> <tr> <td>Grano contrastante (1%). Grano dañado total (1%). Grano quebrado (0,5%). Grano partido (0,5%). Otro granos (0,25%).</td> <td>Grano contrastante (3%). Grano dañado total (3%). Grano quebrado (0,75%). Grano partido (3%). Otro granos (0,5%).</td> </tr> </table>	Grado 1	Grado 2	Grano contrastante (1%). Grano dañado total (1%). Grano quebrado (0,5%). Grano partido (0,5%). Otro granos (0,25%).	Grano contrastante (3%). Grano dañado total (3%). Grano quebrado (0,75%). Grano partido (3%). Otro granos (0,5%).
Grado 1	Grado 2							
Grano contrastante (1%). Grano dañado total (1%). Grano quebrado (0,5%). Grano partido (0,5%). Otro granos (0,25%).	Grano contrastante (3%). Grano dañado total (3%). Grano quebrado (0,75%). Grano partido (3%). Otro granos (0,5%).							
Banda Transportadora 2	Contaminación física por presencia de restos de mercurio y vidrio.	Mantener la banda transportadora y las áreas adyacentes limpias y libres de residuos para reducir la posibilidad de contaminación y colocar cobertores en los fluorescentes.	SI, PCC 8	Según la normativa HACCP, TODOS los fluorescentes deben presentar cobertores.				
	Contaminación física: Errores en el etiquetado de los sacos de frijoles quintal, lo que podría llevar a confusiones en la identificación del producto o información incorrecta.	Establecer un sistema de verificación de etiquetado con instrucciones claras y precisas para el personal encargado.	SI, PCC 9	Ningún saco de frijoles quintal puede ser enviado para distribución si contiene más de un error tipográfico o de información en la etiqueta.				

Fuente: elaboración propia (2023).

Como se detalla en el documento anterior, cada punto crítico de control (PCC) es evaluado para determinar sus límites. Esta evaluación permite que la organización mantenga índices para lograr mediciones y calibraciones efectivas, evitando que los resultados superen o caigan por debajo de los límites considerados aceptables en cada punto crítico.

5.1.10 Sistemas de vigilancia y medidas correctivas

En este documento, se lleva un control minucioso de cada uno de los PCC que fueron detectados en el proceso de empaque de frijoles, pues lo que se procura es lograr un sistema eficiente para monitorear su comportamiento a lo largo del tiempo, impidiendo la afectación en la inocuidad del producto empacado. Así mismo, se definen las medidas correctivas que se aplicarán a cada uno de esos puntos críticos. En el Anexo 9 se visualiza la plantilla lista para ser completada con el resto de los productos faltantes.

Figura 42

Referencia documento de sistema de vigilancia y monitoreo en GranoPack

SISTEMA DE VIGILANCIA Y MEDIDAS CORRECTIVAS											
Nombre del producto:		Frijoles									
Elaborado por:		Joselin R, Fabiola H, Roglan V.									
Versión:		1									
Codigo-consecutivo:		PFQA - 007									
Fecha:		30/11/2023									
Sistema de vigilancia										Medida correctiva	
Peligro	Medida preventiva	PCC	Límite crítico		¿Qué se va a medir?	¿Cómo lo voy a medir?	¿Dónde lo voy a medir?	Frecuencia	Responsable	Procedimiento	Responsable
Contaminación biológica: Presencia de microorganismos como bacterias, moho, roedores e insectos.	Establecer programas regulares de limpieza para reducir la presencia de contaminantes ambientales en el entorno de trabajo. Existen cebaderos para roedores.	SI, PCC 1	Según el Sistema Costarricense de Información Jurídica, en su decreto N 27380, declaran que el nivel máximo de aflatoxinas en el frijol que se suministren al consumidor final y a las industrias productoras o fabricantes de alimentos no podrá superar los 20 ug/kg, de acuerdo con lo recomendado por el Codex Alimentarius.		Microorganismos como aflatoxinas. Roedores e insectos.	Recoger muestras de superficies, equipos y productos alimenticios para análisis microbiológicos usando kits de análisis microbiológicos.	Superficies de trabajo, equipos y productos alimenticios.	Mensualmente.	Responsable de calidad.	Seguir el protocolo establecido para la recogida de muestras y análisis microbiológicos.	Responsable de calidad.
Contaminación química: Uso de pesticidas, fertilizantes u otros productos químicos como Dorfen, Aquamist, Proxur, Delta.	Elegir pesticidas y fertilizantes que estén aprobados para su uso en alimentos y seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a dosis y aplicación.	SI, PCC 2	Dorfen: 15 a 30 ml/l de agua. Aquamist: 100ml / 5L de agua. Proxur: 20-40 ml / lL de agua. Delta: dosis baja-3 pastillas/ m ³ y dosis alta- 5 pastillas/3.		Concentración de pesticidas y fertilizantes utilizados.	Utilizar medidores de dosis y realizar análisis químicos específicos.	Áreas de aplicación de pesticidas y fertilizantes.	Antes y después de la aplicación, siguiendo las recomendaciones del fabricante.	Responsable de calidad.	Seguir las recomendaciones del fabricante para dosis y aplicación.	Responsable de calidad.
Riesgo físico de aparición de terrones y plástico.	Establecimiento de procedimientos de monitoreo constante durante la operación para ajustes inmediatos. Buscar personal capacitado en la configuración adecuada de la máquina.	SI, PCC 3	Grado 1: 0,2% de impurezas.	Grado 2: 2% de impurezas.	Porcentaje de impurezas (terrones y plástico).	Monitoreo constante durante la operación utilizando sensores de impurezas y observación visual.	En la línea de producción.	Constante durante la operación, ajustes inmediatos.	Responsable de producción.	Ajustar la configuración según sea necesario y basado en lo que arrojan las inspecciones.	Responsable de calidad.
Contaminación biológica: presencia de moho y descomposición.	Programa de limpieza y mantenimiento. Poseen un ventilador para absorberlo.	SI, PCC 4	Los niveles de aflatoxinas no pueden superar los 20 ug/kg según la SCUI.		Niveles de aflatoxinas.	Realizar análisis específicos para aflatoxinas utilizando pipetas, tubos de ensayo, matraces, y otros utensilios de laboratorio.	Superficies y productos susceptibles a moho.	Regularmente.	Responsable de calidad.	Seguir el protocolo establecido para limpieza y mantenimiento.	Responsable de calidad.
Contaminación física por materiales metálicos.	Implementación de un programa para regular el mantenimiento del sistema magnético de la tolva. Capacitación del personal en la identificación y manejo adecuado de materiales metálicos.	SI, PCC 5	Grado 1: 0,2% de impurezas.	Grado 2: 2% de impurezas.	Porcentaje de impurezas (materiales metálicos).	Monitoreo del sistema magnético de la tolva.	En la tolva con imán.	Regularmente.	Responsable de calidad.	Implementar el programa de mantenimiento según el plan establecido.	Responsable de calidad.
Contaminación física y biológica por cercanía al techo donde predominan agentes contaminantes.	Instalar cubiertas protectoras sobre los frijoles o implementar una barrera física entre los frijoles y el techo para prevenir caídas de contaminantes.	SI, PCC 6	Grado 1: 0,2% de impurezas.	Grado 2: 2% de impurezas.	Presencia de contaminantes.	Inspección visual y análisis de muestras.	Zonas próximas al techo o en la tolva de llegada del material al finalizar su recorrido.	Periódica.	Equipo de control de calidad.	Verificar la instalación de cubiertas protectoras de manera periódica.	Ingeniero de calidad, Ingeniero de procesos y jefe de mantenimiento.
Contaminación física: Si la "receta" digitada no cumple con los estándares de calidad necesarios, podría permitir que productos defectuosos pasen como conformes.	Realizar verificaciones periódicas para asegurarse de que la receta configurada se ajuste a los estándares de calidad requeridos. Programas de mantenimiento preventivo y capacitación sobre el uso adecuado de la máquina.	SI, PCC 7	Grado 1	Grado 2	Conformidad de la receta con los estándares de calidad.	Verificación de la configuración de la receta y auditorías internas.	Configuración de la máquina.	Periódica.	Equipo de control de calidad y mantenimiento.	Implementar programas de mantenimiento preventivo y proporcionar capacitación regular al personal sobre el uso adecuado de la máquina.	Ingeniero de calidad, Ingeniero de procesos y jefe de mantenimiento.
			Grano contrastante (1%). Grano dañado total (1%). Grano quebrado (0,5%). Grano partido (0,5%). Otro granos (0,25%).	Grano contrastante (3%). Grano dañado total (3%). Grano quebrado (0,75%). Grano partido (3%). Otro granos (0,5%).							

Fuente: elaboración propia (2023).

La figura previa presenta de manera detallada el documento diseñado para que la empresa GranoPack conserve de manera organizada y estructurada las medidas preventivas, así como el sistema de vigilancia destinado a monitorear que los puntos críticos de control (PCC) no excedan los límites permitidos. El objetivo es prevenir accidentes o situaciones que puedan comprometer la seguridad alimentaria y potencialmente afectar negativamente la salud de los consumidores.

5.1.11 Actividades de comprobación

Esta plantilla es esencial para confirmar la eficacia del plan, garantizar el cumplimiento de los límites críticos, cumplir con requisitos normativos y mantener la confianza en la seguridad del empaçado de frijoles en la empresa. Su objetivo es claramente verificar que las estrategias y medidas propuestas se cumplan a cabalidad, ya que esta certificación requiere un constante monitoreo de la documentación. El Anexo 10 muestra la plantilla correspondiente.

Figura 43

Referencia documento de actividades de comprobación en GranoPack

ACTIVIDADES DE COMPROBACIÓN				
Nombre del producto:	Frijoles.			
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.			
Versión:	1			
Código-consecutivo:	PFQA - 008			
Fecha:	11/12/2023			
Objetivo	Método de comprobación	Lugar de comprobación	Frecuencia	Responsable
Garantizar la ausencia de contaminación biológica por microorganismos.	Realizar análisis microbiológicos de muestras de frijoles.	Áreas de almacenamiento y proceso.	Semanal.	Jefe de calidad.
Verificar el correcto registro y uso de productos químicos para prevenir contaminación química.	Revisar registros de productos químicos utilizados en la compañía y mantener su debida trazabilidad.	Almacén de productos químicos.	Mensual.	Jefe de calidad.
Prevenir la apariencia de riesgos físicos por terrones y plástico en el producto final.	Inspección visual y revisión de historiales de no conformidades.	Máquina desterronadora y línea de empaque.	Diaria.	Jefe de calidad.
Detectar y eliminar la presencia de moho y descomposición en los frijoles.	Inspección visual y análisis microbiológicos.	Áreas de almacenamiento y máquina pulidora.	Semanal.	Jefe de calidad.
Evitar la contaminación física por materiales metálicos en el producto final.	Uso de detectores de metales y revisión visual.	Línea de empaque.	Diaria.	Jefe de calidad.
Mantener áreas libres de contaminación física y biológica cercanas al techo.	Inspección visual de las áreas cercanas al techo. Tomar muestras de la banda transportadora.	Banda aérea.	Mensual.	Jefe de calidad.
Garantizar la conformidad de las "recetas" digitadas con estándares de calidad.	Revisión de registros de recetas digitadas.	Área de control de calidad.	Mensual.	Jefe de calidad.
Evitar la presencia de mercurio y vidrio en el producto final.	Uso de detectores de metales y revisión visual.	Línea de empaque.	Diaria.	Jefe de calidad.
Prevenir errores en el etiquetado de sacos de frijoles.	Verificación de etiquetas según estándares y trazabilidad.	Área de etiquetado.	Diaria.	Jefe de calidad.
Mantener la tolva libre de contaminación física.	Inspección visual y limpieza periódica	Tolva de carga.	Semanal.	Jefe de calidad.

Fuente: elaboración propia (2023).

La implementación efectiva de las actividades de comprobación detalladas para el proceso de producción de frijoles es esencial para garantizar la calidad e inocuidad del producto final. Con la participación y supervisión del jefe de calidad, se busca prevenir la presencia de contaminantes biológicos, químicos y físicos, así como mantener un riguroso control en cada etapa del proceso. La frecuencia establecida para cada método de comprobación asegura una vigilancia constante y oportuna, permitiendo abordar cualquier desviación y asegurar que los estándares de calidad se mantengan en todo momento.

5.1.12 Calibración de equipos

Se lleva un registro detallado que incluye fecha y frecuencia, según el método de calibración, de cada uno de los equipos necesarios para tomar mediciones en los puntos críticos detectados, lo que se convierte en una herramienta esencial e indispensable para garantizar la precisión de las mediciones, cumplir con requisitos normativos, gestionar eficientemente los equipos y contribuir al control de puntos críticos en la producción de frijoles.

Es imperativo mencionar que este procedimiento es realizado por entes calificados y externos a la compañía, como SMC, un laboratorio de metrología, ubicado en Costa Rica, que se encargan de garantizar la precisión y objetividad de los resultados obtenidos.

Figura 44

Referencia documento calibración de equipos en GranoPack

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MONITOREO			
Nombre del producto:	Frijoles.		
Elaborado por:	Joselin R, Fabiola H, Roglan V.		
Versión:	1		
Código-consecutivo:	PFQA - 009		
Fecha:	11/12/2023		
Instrumento	Frecuencia	Método de calibración	Responsable
Pipetas, tubos de ensayo, matraces y otros utensilios de laboratorio.	Mensual.	Seguir procedimientos del manual de calibración proporcionado por el fabricante. Verificar la precisión y calibrar según parámetros establecidos.	Laboratorio externo.
Kits de análisis microbiológicos.	Mensual.	Verificar la integridad del kit y realizar pruebas de control de calidad interno según las instrucciones del fabricante.	Laboratorio externo.
Medidores de dosis y equipos de análisis químico.	Antes y después de cada aplicación, siguiendo las recomendaciones del fabricante.	Ajustar y verificar la precisión de acuerdo con los procedimientos del fabricante. Calibrar si es necesario.	Laboratorio externo.
Sensores de impurezas.	Constante durante la operación, ajustes inmediatos.	Verificar la precisión y calibrar según parámetros establecidos. Realizar ajustes inmediatos en caso de desviaciones.	Laboratorio externo.
Sistema magnético de la tolva.	Regularmente.	Verificar la fuerza magnética según especificaciones del fabricante. Ajustar y calibrar si es necesario.	Laboratorio externo.
Imán.	Periódica.	Verificar la eficacia del imán y del sistema de filtrado. Ajustar y calibrar según sea necesario.	Laboratorio externo.

Fuente: elaboración propia (2023).

La calibración precisa de los equipos de monitoreo asociados con la producción de frijoles es esencial para garantizar la confiabilidad y exactitud de los resultados. Bajo la supervisión del responsable de mantenimiento, y en conjunto con un laboratorio externo de metrología, se establecen frecuencias específicas para llevar a cabo los procesos de calibración, siguiendo meticulosamente los procedimientos proporcionados por los fabricantes, desde utensilios de laboratorio hasta equipos de análisis microbiológicos, químicos y magnéticos. Cada instrumento es sometido a evaluaciones periódicas para verificar su integridad y ajustar cualquier desviación que pueda comprometer la calidad del producto.

5.2 Lista de verificación BPM, SSOP y HACCP

En la industria alimentaria, las buenas prácticas de manufactura (BPM) y las operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) desempeñan un papel fundamental en el cumplimiento de los requisitos de la certificación HACCP. Por ello, estas prácticas aseguran la

calidad y seguridad alimentaria, afrontando de manera efectiva los riesgos asociados a la producción.

La implementación de BPM y la ejecución eficiente de SSOP fortalecen los principios necesarios para cumplir con los estándares HACCP. En este caso, se busca no solo garantizar la seguridad alimentaria, sino también optimizar la eficiencia operativa, promover la confianza del consumidor y cumplir con los más altos estándares de calidad en la producción de alimentos.

A continuación, se explorarán detalladamente los requerimientos, según el área de estudio, para alcanzar la excelencia en el proceso de empaque de frijol, destacando la importancia de la prevención, vigilancia y control como estrategias clave para el cumplimiento de los estándares HACCP. Debido a lo anterior, se crea una herramienta digital y automatizada titulada “Lista de verificación diagnóstico HACCP” para facilitarle a la empresa GranoPack el proceso de diagnóstico, donde puedan realizar una evaluación cuantitativa de los porcentajes de cumplimiento de cada uno de los puntos ya mencionados. Esta lista completa puede encontrarse en la sección de Anexos.

Figura 45

Referencia lista de verificación diagnóstico HACCP

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
Buenas prácticas de manufactura (BPM)					
I.INSTALACIONES					
1	Áreas externas de la empresa limpias, sin basura, zacate recortado, ubicada en zona no expuesta a peligros (físicos, químicos, biológicos), inexistencia de lugares atractivos para plagas.	1	1	100	
2	Diseño de la empresa fácil de mantenimiento, que impida ingreso de plagas, mínimo ingreso de humo, polvo, vapor entre otros, áreas específicas para cada producto y materia prima.	2	1	50	Paredes de lata con presencia de herrumbre y agujeros.
3	Paredes lisas de material resistente sin grietas uniones redondeadas.	2	1	50	Las paredes no tienen uniones redondeadas.
4	Pisos de material antideslizantes con desnivel, sin grietas, uniones redondeadas, desagües adecuados.	2	0	0	Los pisos no son antideslizantes y tienen grietas.
5	Techos accesibles para limpieza, contruidos con acabados que reducen acumulación de suciedad o condensación.	3	1	33	
6	Ventanas fáciles de limpiar, que impidan entrada de plagas (mallas).	3	1	33	Algunas ventanas no poseen mallas protectoras.
7	Puertas en buen estado lisas, no absorbentes y que abran hacia afuera.	2	2	100	
8	Iluminación con todas las lámparas protegidas, con luz natural o artificial adecuada de acuerdo al Reglamento Centroamericano de BPM en todas las áreas.	3	2	67	Varios de los fluorescentes no poseen recubrimientos protectores.
9	Ventilación adecuada que evite el calor excesivo, permita circulación de aire, con extracción de aire y vapor, flujo de aire de zona limpia a zona contaminada.	3	1	33	Las instalaciones de producción no cuentan con buena ventilación.
10	Abastecimiento de agua potable, contar con instalaciones apropiadas para almacenamiento de aguas, aguas potables y no potables deben ser independientes.	3	3	100	
11	Tuberías y drenajes: Tamaño y diseño de las tuberías debe ser capaz de transportar el agua suficiente, transporte adecuado de aguas negras y servidas de la planta, sistema e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos.	3	3	100	
Total		27	16	Porcentaje obtenido	59%

Fuente: elaboración propia basado en Villalobos (2013).

A medida que la organización se compromete con la aplicación constante de estas prácticas, cumple con los requisitos normativos y también consolida una reputación sólida en la industria. La transparencia en los procedimientos, la constancia en la documentación y el

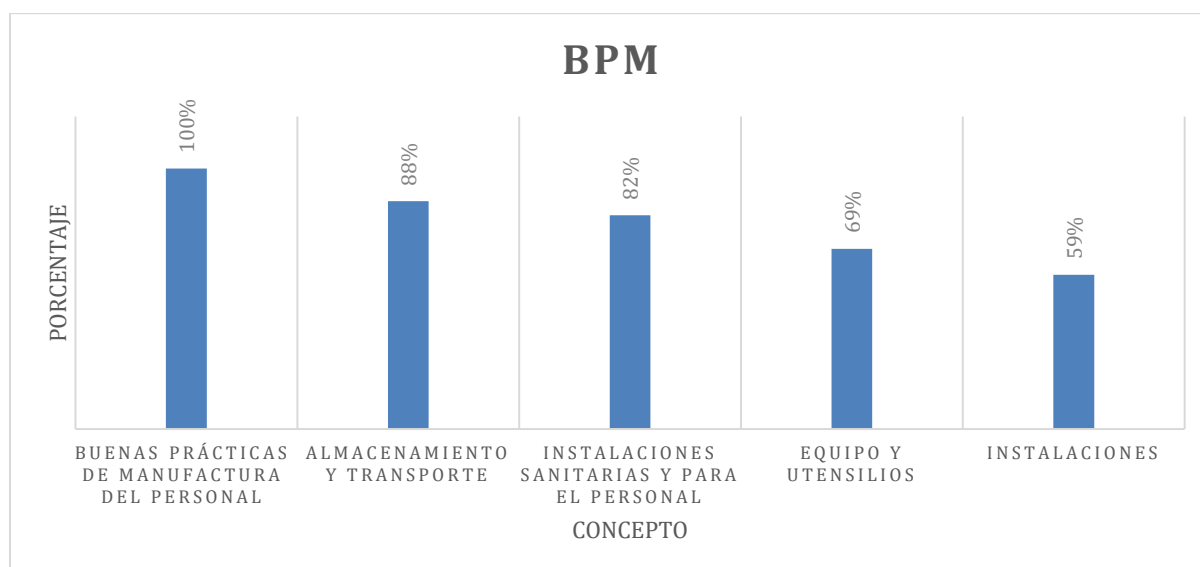
firme compromiso con la mejora continua se constituyen como elementos distintivos que refuerzan su posición de liderazgo.

Asimismo, el uso eficaz de esta lista de verificación garantiza la adhesión a estándares exigentes e incentiva un entorno propicio para la innovación y el crecimiento sostenible. La seguridad alimentaria y la calidad se convierten en motores clave para la competitividad, respaldando una narrativa en la cual la empresa satisface normas y establece el estándar de la industria alimentaria.

En virtud de lo expuesto anteriormente, se ha realizado una evaluación del grado de cumplimiento actual de la empresa con respecto a los mencionados requisitos. Este análisis respalda la imperante necesidad de implementar la normativa correspondiente en el menor plazo posible, dado que los porcentajes actuales evidencian la falta de cumplimiento de elevados estándares en materia de higiene y seguridad alimentaria, tal y como se muestra enseguida.

Figura 46

Crterios BPM



Fuente: elaboración propia (2023).

En la imagen anterior, se presentan las calificaciones obtenidas por la empresa en los requisitos generales de las buenas prácticas de manufactura. Cada área se evaluó detalladamente, destacando los siguientes resultados.

La calificación más alta se logró en las prácticas del personal, alcanzando el 100%. Esto se atribuye a un ambiente de capacitación y orden que regula el comportamiento y vestimenta del personal, debidamente registrado para garantizar el cumplimiento. Por último, las visitas realizadas a la empresa confirmaron el estricto seguimiento de las normas de higiene.

En relación con las instalaciones sanitarias y para el personal, la empresa obtuvo una calificación del 82%, indicando un rendimiento generalmente positivo en este aspecto. Sin embargo, durante la evaluación se identificaron áreas de oportunidad, como la ausencia de lavamanos en algunas de las entradas a la planta, el servicio sanitario de mujeres fue destinado para lavandería y el de personas con discapacidad, para mujeres y personas con discapacidad. Este aspecto en particular podría mejorar mediante ajustes en cuanto la ubicación de estos, sin afectar el sistema productivo como tal ni al consumidor final.

En el ámbito de almacenamiento y transporte, se logró un puntaje del 88%, lo cual refleja un desempeño positivo. No obstante, se pueden abordar de manera efectiva deficiencias específicas relacionadas con la gestión del almacenamiento de materia prima junto con el producto terminado, especialmente durante periodos de producción excesiva. Se señala la necesidad de mejorar la capacidad de la bodega para gestionar eficientemente grandes cantidades de productos y además se evidencia la existencia de conflictos relacionados con la trazabilidad tanto de la materia prima como del producto terminado.

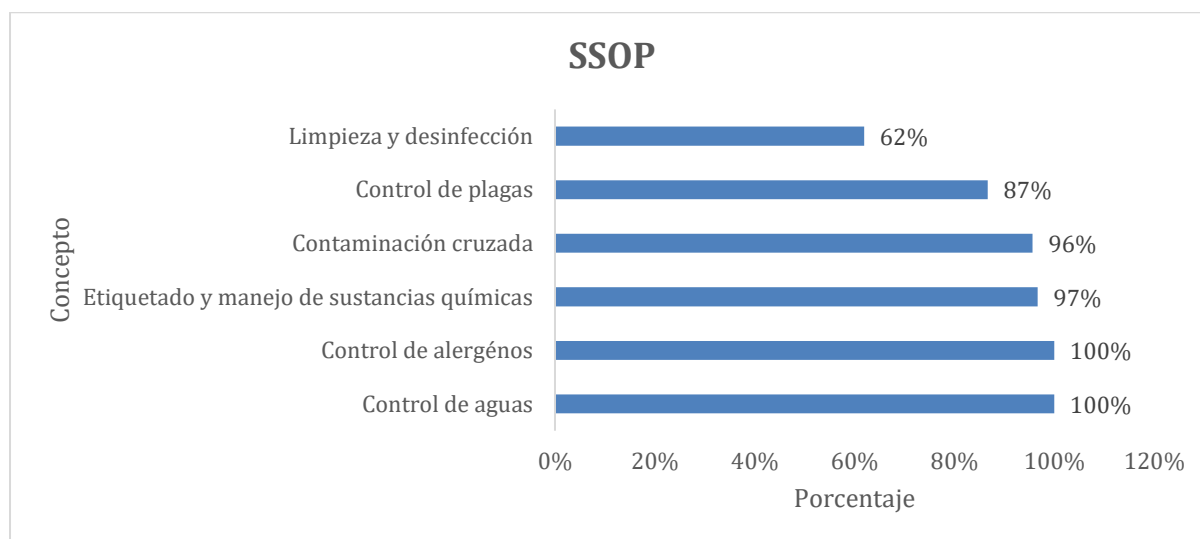
En la evaluación de la categoría de equipos y utensilios, se registró una calificación del 69%, señalando deficiencias en la gestión, como la falta de identificación de utensilios y su fabricación improvisada en ocasiones, como el empleo de baldes plásticos y sacos reutilizados.

Varias partes de las máquinas tienen herrumbre y están en contacto directo con el frijol y la máquina seleccionadora y la desterronadora no están operando a niveles ideales.

Es de suma importancia destacar que la empresa tiende a tomar medidas correctivas de manera constante, abordando las deficiencias una vez identificadas en lugar de anticiparse proactivamente a posibles problemas. A pesar de estas irregularidades identificadas, es importante destacar que la empresa, en su mayoría, sigue cumpliendo con las regulaciones establecidas en las buenas prácticas de manufactura.

En cuanto a las instalaciones, esta puntúa la calificación más baja, registrando un 59% de cumplimiento, lo que se debe a diversas deficiencias estructurales, presencia de herrumbre y agujeros en las paredes de lata, falta de uniones redondeadas en las paredes, pisos sin propiedades antideslizantes y con grietas, ventanas sin mallas protectoras, ausencia de recubrimientos protectores en algunos fluorescentes y falta de buena ventilación en las instalaciones de producción. Estas observaciones resaltan áreas críticas que requieren atención y mejoras para garantizar un entorno de trabajo seguro, eficiente y limpio.

Estos resultados subrayan la necesidad de abordar específicamente las áreas con calificaciones más bajas para mejorar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y garantizar la calidad y seguridad en todas las operaciones de la empresa.

Figura 47*Crterios SSOP*

Fuente: elaboración propia (2023).

Continuando con la evaluación, la Figura 47 presenta las calificaciones obtenidas por la empresa en la evaluación de los procedimientos estandarizados de limpieza y desinfección (SSOP), donde se destacan los siguientes resultados.

En el rubro de la contaminación cruzada, la calificación de 96 % muestra un buen desempeño, con una pérdida mínima de puntos debido a que no todos los basureros de la empresa se encuentran rotulados, limpios y con tapa de acción con pedal, ya que se observó que muchos de los contenedores de basura, en el área productiva, son baldes de plástico. Esta área específica se puede mejorar con el fin de garantizar la prevención efectiva de la contaminación cruzada.

En el ámbito de limpieza y desinfección, se obtuvo la calificación más baja, alcanzando un 62%, lo que señala deficiencias en los procedimientos. Aunque existen protocolos de limpieza, se observa la ausencia de actividades de limpieza previas al inicio de operaciones. Además, el área de producción exhibe un exceso de polvo y suciedad, y no se realizan pruebas ATP como parte de las actividades de limpieza.

Es imperativo abordar estas deficiencias mediante una revisión exhaustiva y mejoras en los procesos de limpieza y desinfección. Proporcionar más capacitación adicional al personal puede ser esencial para elevar la efectividad de estas prácticas y, por ende, mejorar la calificación en este aspecto crítico de las SSOP.

En la evaluación de control de aguas, la empresa obtuvo una calificación sobresaliente del 100%. Este logro resalta la implementación de procedimientos, registros y controles minuciosos en la gestión del agua, donde se destaca especialmente el suministro adecuado de agua potable para las áreas de producción, testificando un manejo seguro y apropiado de los alimentos. Este resultado refleja un compromiso excepcional con los estándares de calidad y seguridad en el manejo del recurso hídrico en el proceso productivo.

En el ámbito de control de plagas, a pesar de mostrar un rendimiento satisfactorio del 87%, se detectaron oportunidades de mejora durante las inspecciones. La pérdida de puntos está vinculada a la falta de cordones de seguridad externos, la presencia de huecos en las paredes y ventanas sin protección, lo que potencialmente permite el ingreso de microorganismos. Estas observaciones muestran la inquietud de abordar estas deficiencias para fortalecer la integridad y seguridad de las instalaciones, aspectos cruciales en el contexto de las SSOP.

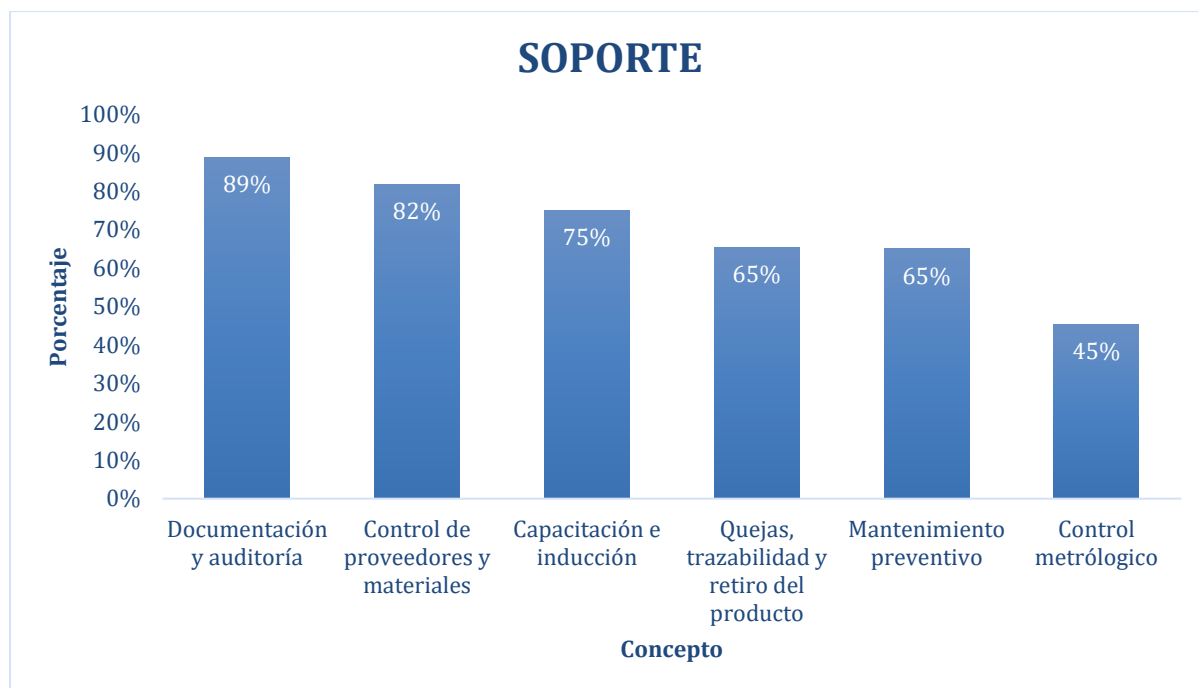
La empresa ha alcanzado un rendimiento excepcional en las medidas para prevenir la contaminación cruzada con alérgenos, logrando una calificación del 100%. Esto incluye procedimientos efectivos para evitar la contaminación de materias primas almacenadas, la realización de limpiezas especializadas tras la producción de alimentos con alérgenos y la identificación clara y separación de materias primas y productos terminados con alérgenos. Estos resultados reflejan un compromiso integral con el control de este criterio.

Por otro lado, el etiquetado y manejo de sustancias químicas muestra una calificación de 97 %, lo que refleja un buen desempeño, con una pérdida mínima de puntos debido a que sí

existen hojas de seguridad de los productos, pero no se encuentran impresas en el área de producción. La empresa demuestra un manejo adecuado mediante el almacenamiento separado, hojas de datos de seguridad y capacitación del personal para disoluciones.

Figura 48

Crterios de soporte



Fuente: elaboración propia (2023).

En la evaluación de los programas de soporte, se observan distintas calificaciones que proporcionan una visión integral del desempeño de la empresa en áreas clave.

En el ámbito específico del control metrológico, la calificación de 45% resalta la necesidad crítica de mejoras sustanciales en la gestión de la medición y control de instrumentos en la empresa. La ausencia de procedimientos formales para la calibración y control riguroso de equipos, especialmente en máquinas específicas como la seleccionadora, representa un desafío significativo. La carencia de servicios de calibración post venta por parte de algunos fabricantes agrega complejidad al proceso.

Además, se observa que muchos ajustes y calibraciones se llevan a cabo de manera empírica, sin seguir procedimientos estandarizados. Este enfoque, basado en la experiencia propia, puede resultar en medidas correctivas subjetivas y carece de respaldo oficial. Implementar procedimientos formales de calibración, buscar soluciones para la falta de servicios post venta y establecer prácticas más estructuradas mejorarán la gestión metrológica de la empresa, lo cual contribuirá a un control más preciso y confiable de sus instrumentos.

Aunque el control de proveedores y materiales muestra una calificación significativa del 82%, indica que existen oportunidades para fortalecer las prácticas de evaluación y gestión de proveedores en la empresa. Actualmente, la falta de registros de evaluaciones a los proveedores en relación con SSOP, BPM y HACCP revela un vacío con respecto a la evaluación integral de los suplidores.

En este contexto, se sugiere que la empresa enfoque sus esfuerzos en recalificar y actualizar la lista de proveedores, así como mejorar el proceso de evaluación de materiales. Estas acciones permitirán asegurar estándares más rigurosos y una selección de vendedores más alineada con los requisitos específicos de SSOP, BPM y HACCP. Fortalecer estos aspectos contribuirá a una cadena de suministros más robusta y a la mejora continua de la calidad de los materiales utilizados en los procesos de la empresa.

La calificación de 65% en mantenimiento preventivo sugiere la existencia de puntos de mejora en la gestión y ejecución de las tareas de mantenimiento. Se observa la ausencia de procedimientos específicos para mantenimientos preventivos, lo que impacta negativamente en la calidad y eficiencia de los equipos. Es notable que la grasa utilizada en los elevadores no cumple con los estándares de grado alimentario necesario.

Para optimizar esta área, sería fundamental implementar procedimientos, cronogramas y responsables formales para el cuidado preventivo, asegurando que aborden de manera detallada y específica cada componente relevante. Además, la selección de lubricantes

adecuados, en este caso, de grado alimentario para los elevadores, contribuirá significativamente a la eficacia y seguridad de las operaciones.

La empresa ha obtenido una calificación del 75% en capacitación e inducción, demostrando una deficiencia notable en su nivel de cumplimiento, ya que, actualmente la empresa no está certificada en HACCP, lo que genera desconocimiento general del personal en temas como: puntos críticos de control, límites críticos de operación, identificación de peligros potenciales por cada proceso, entre otros.

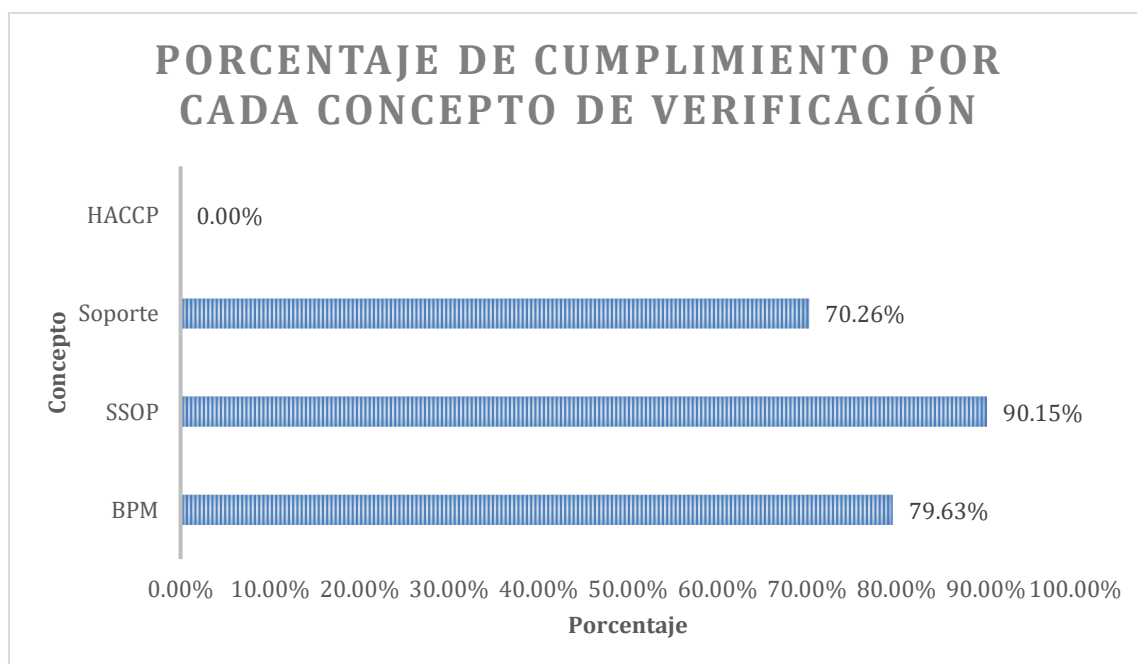
La calificación obtenida en no conformidades, trazabilidad y retiro del producto es del 65%, señalando áreas con oportunidades para fortalecer los procesos asociados a la gestión de no conformidades, trazabilidad y retiro de productos. Se identifican carencias en la trazabilidad de productos durante el proceso, con dificultades para asignar correctamente un producto a su lote correspondiente. Además, existen conflictos al proporcionar una trazabilidad eficiente después de procesar la materia prima, y se encuentran limitaciones para dar un seguimiento efectivo a productos no conformes.

Se sugiere que la empresa examine y mejore sus procedimientos para abordar de manera más acertada las situaciones de emergencia, especialmente en lo que respecta a la identificación y seguimiento preciso de productos a lo largo de su ciclo de vida. Este enfoque podría fortalecer significativamente la capacidad de la empresa para manejar eficientemente no conformidades, mantener una trazabilidad clara y realizar retiros de productos de manera más efectiva.

La calificación de 89% en documentación y auditoría refleja una gestión eficiente de la documentación en la empresa. Sin embargo, se identificaron áreas por optimizar, como la ausencia de registros completos relacionados con acciones correctivas derivadas de las auditorías. Se observó que la documentación generada no se está registrando de manera adecuada y segura, por lo cual la empresa está tomando medidas para mejorar este proceso y garantizar una documentación más completa e inequívoca en el futuro.

Figura 49

Porcentaje de cumplimiento por cada concepto de verificación



Fuente: elaboración propia (2023).

En la figura previa, se presentan las calificaciones globales obtenidas por la empresa GranoPack en cada una de las áreas evaluadas durante el diagnóstico del estado actual, donde las puntuaciones reflejan el porcentaje de cumplimiento en cada concepto de verificación, destacando las fortalezas y debilidades en los procesos de calidad. A continuación, se detallan las interpretaciones para cada área.

La evaluación del apartado total del BPM indica un nivel de cumplimiento en las prácticas de manufactura que se sitúa en un rango neutro, pero, a pesar de ello, es crucial destacar las oportunidades significativas para mejorar y optimizar estas prácticas, lo que contribuirá a elevar el porcentaje y fortalecer aún más la calidad en este ámbito. El puntaje obtenido por la empresa GranoPack, que asciende al 79.6%, refleja el esfuerzo continuo dedicado al desarrollo y atención a este aspecto a lo largo del tiempo. Este resultado sugiere un trabajo diligente, aunque también señala un espacio para el crecimiento y la perfección.

Para el ámbito de SSOP, a nivel global, se registra una nota de 90.15%, evidenciando un nivel satisfactorio en cuanto al seguimiento y adherencia a los procedimientos de esta norma. Este resultado señala la eficacia con la que la empresa aborda la limpieza y el saneamiento en sus operaciones, resaltando su enfoque efectivo en mantener estándares elevados en estos aspectos clave.

Por otra parte, con una evaluación de 70.26% en la categoría de soporte, se identificaron áreas específicas que requieren mayor atención. En particular, los aspectos de control metrológico, mantenimiento preventivo y el manejo de no conformidades, trazabilidad y retiro del producto obtuvieron calificaciones más bajas, lo cual contribuye al resultado general. Estos datos señalan la necesidad urgente de abordar deficiencias en dichos campos, con el objetivo de fortalecer la validez operativa y la calidad de los servicios ofrecidos por la empresa.

Para finalizar, la puntuación de 0% en HACCP es crítica y refleja la ausencia total en la aplicación de esta norma fundamental. En este caso, la empresa GranoPack debe abordar urgentemente esta carencia, ya que HACCP desempeña un papel crucial en identificar y controlar riesgos en la producción alimentaria específicamente en el proceso de empaque de frijol.

En conclusión, al analizar el desempeño de la empresa en cada área, se identifican diversas calificaciones, subrayando la necesidad de implementar mejoras específicas. Por ende, enfocarse en las áreas con menor rendimiento emerge como una oportunidad clave para asegurar el cumplimiento integral de todas las reglas y normativas.

En el contexto del sistema HACCP, se destaca la relevancia de una implementación efectiva de estas normativas, lo cual podría resultar en un significativo aumento del promedio global actual, situado en un 76%. Por ende, resulta imperativo subrayar la importancia de focalizar los esfuerzos en el desarrollo e integración de las disposiciones para la certificación en la norma HACCP en todas las operaciones. Este énfasis constituye la esencia misma del

proyecto de graduación actual, resaltando la urgente necesidad de aplicación, dado que la mejora específica únicamente en este punto del HACCP tiene el potencial de elevar la calificación de manera considerable, aproximándola al 81%.

5.3 Guía para clientes y proveedores

Debido a la elevada incidencia de no conformidades 2, que hace referencia al terrón, y la no conformidad 3, que cita al infestado, la empresa ha identificado que los proveedores de origen nicaragüense y costarricense son particularmente propensos a enfrentar estos problemas vinculados a la aparición de terrones. En respuesta a esta situación, se ha concebido la iniciativa de proporcionar una serie de consejos. El objetivo es que tanto los proveedores como los clientes que adquieren el producto dispongan de una lista con recomendaciones específicas para mejorar las prácticas de cosecha y almacenaje de las bolsas de frijoles.

5.3.1 Proveedores

Los frijoles desempeñan un papel fundamental en la dieta de los costarricenses, por lo que es crucial examinar detenidamente el proceso de recolección para minimizar la presencia de objetos extraños y garantizar un resultado final acorde con los estándares de calidad buscados. Con el fin de comprender mejor este proceso, el señor Enrique Rodríguez Arce (comunicación personal, 03 noviembre de 2023), un agricultor de frijoles oriundo de la zona de Atenas con una trayectoria de más de 30 años, junto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG, 2018), ofrecen una serie de recomendaciones enfocadas en los proveedores para la fase de cosecha nivel nacional:

1. Preparación del suelo

La correcta preparación del suelo es esencial para el desarrollo del cultivo y puede cambiar en función del método de siembra seleccionado. Este comienza alistando el terreno para mantener una limpieza y desinfección de la zona con minerales como la cal para el pH y hongos, en conjunto con otros fungicidas específicos como Abak y Carbendazim. Por otra

parte, cuando la siembra es muy grande se utilizan chapulines de rastra para suavizar el terreno y recoger las malezas, aunque también existen otros sistemas de siembra a nivel nacional mencionados por el MAG (2023):

- Sistema espeque o macana: esta técnica se puede ejecutar en cualquier tipo de terreno y se utiliza principalmente cuando los terrenos no son aptos para la mecanización o las áreas seleccionadas son muy pequeñas. (p.14)
- Sistema mecanizado: método se caracteriza por hacer uso de maquinaria y agroquímicos en forma intensiva; los productores la utilizan porque tienen terrenos con condiciones edáficas aptas para la mecanización y grandes extensiones de siembra. (p.14)
- Mínima labranza: este sistema tiene como objetivo reducir los procesos de degradación en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que ocurren al utilizar mecanización intensiva; ya que no perturba tanto el suelo, aprovecha los rastrojos de la cosecha anterior que quedan en la superficie, reduce la presencia de malezas y la pérdida de nutrientes. (p.14)
- Frijol tapado: el método de frijol tapado es muy utilizado en áreas muy pequeñas para autoconsumo y la mayoría de las veces usa mano de obra de familiar. Se caracteriza por realizar la siembra al voleo por encima de las malezas y se estima un gasto de semilla de alrededor de 34-44 kg por hectárea. (p.14)
- Sistema de siembra con arados: esta labor se realiza después de la preparación de suelo con arados manuales o azadones para formar los surcos. La distancia entre surcos es de alrededor de 60 cm, se depositan entre 13-15 semillas por metro lineal para alcanzar densidades de siembra entre 200 000 y 250 000 plantas por hectárea. (pp.14-15)

Estos sistemas son seleccionados por el proveedor y dependen de las necesidades y características del terreno donde se da la siembra.

2. Fertilización

Para optimizar la producción, es esencial llevar a cabo una preparación meticulosa del suelo. Esto implica permitir que el terreno repose durante aproximadamente 22 días para facilitar la germinación y crecimiento de las malezas, evitando así su brote durante la siembra. Posteriormente, se aplica un herbicida para eliminar la maleza crecida antes de proceder con la siembra, seguido de otros 8 días de reposo del suelo. Resulta deseable realizar un estudio del suelo, llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, para evaluar la disponibilidad de cada elemento en relación con las curvas de absorción del cultivo establecidas por el MAG (2023), con un promedio recomendado de alrededor de 53 kg de N, 15 kg de P_2O_5 y 66 kg de K_2O para producir una tonelada de granos, lo que permite desarrollar un programa de fertilización adecuado.

3. Siembra y cosecha

Para el proceso de siembra, si es en grandes cantidades, se realiza con máquinas sembradoras para frijol, y si es poca cantidad se puede realizar manualmente haciendo un agujero en la tierra y se agregan 3 granos por hueco, con una distancia de separación de unos 40 cm entre orificios. A los 8 días de sembrado se aplican abonos altos en fósforo y otros nutrientes con poco nitrógeno para ayudar al fortalecimiento de las raíces, ya que si se aplica mucho de este elemento se pueden quemar. Al día siguiente, se emplean fungicidas y venenos para prevenir las plagas.

Después de cuatro días de aplicado el veneno, se adiciona nutrición foliar rica en nitrógeno, fósforo, calcio, ayudando a alimentar las hojas para contribuir al crecimiento de la planta. Esto se aplica por medio de atomizado para que ingrese a la planta a través de las hojas, las cuales ya deben de estar crecidas. Luego de que hayan pasado 15 días del atomizado foliar, se usan herbicidas especiales para el control de la maleza como zacate y hojas anchas. Se puede hacer una mezcla entre los dos productos llamados Fusilade y Flosil, para combatir dicha

maleza. En los siguientes ocho días, se usa abono más enfocado en elementos como fósforo, potasio y nitrógeno, tal como la “fórmula completa” que contiene una mezcla balanceada con todos los elementos esenciales para que la planta crezca.

En promedio, tres días después se aplican fungicidas para el control de hongos o enfermedades en las hojas, así como insecticidas para controlar la propagación de gusanos y otros animales, esto prepara la planta para la próxima floración y futura cosecha. Según el tipo de planta o lugar, se puede realizar otro proceso para abonar o atomizar con fungicidas; de lo contrario, se espera hasta la arranca de frijoles, lo cual le toma un tiempo aproximado de 22 días.

El frijol dura un promedio de 2 a 2 ½ meses para el arranque, posterior a la siembra. Las semillas de frijol alcanzan su peso seco máximo aproximadamente 30-35 días después de la floración en la mayoría de las variedades. Para lograr determinar la madurez de la cosecha en el campo, se debe tomar una vaina y aplicar una suave presión; si se abre con facilidad, indica que está lista para ser cosechada.

4. Arranque

Cuando las plantas están listas, son arrancadas a mano y se colocan en montones en líneas o hileras, con el sistema de raíces hacia arriba y se les deja reposar durante tres días para completar el proceso de secado. Durante la temporada de lluvias, es necesario construir una especie de refugio o rancho utilizando tarimas de madera en el suelo para colocar los frijoles. Este espacio debe ser cubierto con plástico negro para proteger los frijoles del agua. No obstante, se recomienda calcular que el proceso de arranque del frijol se dé en época seca o con poca lluvia.

La práctica tradicional para determinar la madurez de la planta es observar cuándo se vuelve amarilla y pierde el tono verde de las hojas. En este punto, las vainas comienzan a madurar, por lo que se espera un par de días para que la planta pierda la mayoría de sus hojas

antes de arrancarla. Después de la cosecha, se otorgan 15 días para que las vainas se sequen adecuadamente antes de realizar la aporrea, ya sea de forma manual o con una máquina. Al día siguiente, se dispersa el frijol aporreado en áreas bien secas para completar el proceso de secado durante 24 horas. En ocasiones, se emplean bombas de turbinas de aire para el proceso de aventado, eliminando así residuos de plantas y otros desechos del frijol.

Es importante destacar que, al llevar a cabo el proceso de arranque, se debe agitar minuciosamente las raíces de la planta de frijol entre sí. Esta práctica resulta esencial para evitar la acumulación de terrones y piedras, factores que podrían afectar negativamente el empaque de este.

5. Control de malezas

El momento crucial en la competencia entre las malezas y el cultivo ocurre en la etapa inicial, durante los primeros 25 días después de la siembra. La gestión de malezas se lleva a cabo utilizando aplicaciones químicas en etapas pre emergentes, como Pendimetalina, Atrazina o Cianazina, que se aplican después de la siembra para prevenir la aparición de malezas. También se realizan aplicaciones de herbicidas post emergentes como Paraquat, pero recomendablemente usar el flosil y fusilade que le genera menos daño a la planta.

Como bien se menciona, la clave fundamental para llevar a cabo una limpieza adecuada del frijol reside en prevenir la formación de terrones y la presencia de malezas. Por esta razón, se opta por arrancar la planta para poder agitar minuciosamente sus raíces, utilizando un rodillo entre ellas. Este método permite eliminar eficazmente cualquier sedimento de tierra, asegurando que las raíces no queden cargadas de materiales extraños o malezas, lo cual contribuye al desarrollo saludable de la planta.

6. Control de enfermedades

La propagación de la enfermedad puede ser gestionada mediante el uso de semillas certificadas, libres del patógeno. Además, se lleva a cabo un tratamiento previo a la siembra

con productos químicos, se practica la rotación de cultivos y se utilizan principalmente productos químicos sintéticos, de modo particular, aquellos a base de cobre. Dentro de las principales enfermedades que afectan los cultivos del frijol según MAG (2018) están:

- Telaraña o mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*): es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de frijol. Se desarrolla en temperaturas que oscilan entre los 19-33°C, con alta humedad relativa y se favorece en zonas con clima lluvioso. (p.16)
- Mancha angular (*Pseudocercospora griseola*): el patógeno se desarrolla en periodos de alta humedad relativa y periodos prolongados de clima cálido, con temperaturas que oscilan entre los 16-28°C y un desarrollo óptimo de 24°C en condiciones de alta humedad. (p.16)
- Amachamiento (*Aphelenchoides besseyi*): pueden sobrevivir en los residuos de cosecha en forma anhidrobiótica; después que se establece el cultivo y por medio de la caída de lluvias y salpique, el nematodo es trasladado hasta el follaje para ocasionar lesiones angulares necróticas conocidas anteriormente como falsa mancha angular. (p.17)
- Antracnosis: es una enfermedad que se desarrolla principalmente en zonas superiores a los 1000 msnm, con temperaturas frescas alrededor de 18-22°C y en condiciones de alta precipitación el porcentaje de incidencia aumenta. (p.17)
- Roya (*Uromyces phaseoli* (Pers). Ungers): es una enfermedad que se desarrolla en época seca y con la influencia de altas temperaturas (17-27°C). Se disemina principalmente por medio del viento, residuos de cosecha y malezas hospederas del patógeno. (p.17)
- Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis*): es una enfermedad ocasionada por una bacteria que se presenta en zonas con altitudes inferiores a los 1000 msnm, con temperaturas que van desde los 20 a los 28 °C y alta humedad relativa. (p.17)

Todas estas enfermedades presentes en las cosechas pueden variar según la región, el clima o el tratamiento que se dé a los frijoles.

7.Control de plagas

A lo largo del crecimiento de los cultivos, las plagas generan diversos tipos de daño y tienen el potencial de causar pérdidas económicas significativas. Según el MAG (2018), destacan:

Gusanos cortadores (*Agrotis* sp., *Spodoptera* sp. y *Trichoplusia* nii): estos son larvas que afectan principalmente las primeras etapas del cultivo, ya que cortan los tallos tiernos de las plántulas a nivel del suelo cuando emergen, se alimentan de cotiledones y su incidencia se localiza en focos o puntos localizados en el cultivo. (p.18)

1. Jobotos (*Phyllophaga* spp.): es una de las principales plagas que afecta a la mayoría de los cultivos en el país, los daños son ocasionados en estado larval, se distribuyen en parches localizados y se alimentan de las raíces de las plantas, lo cual causa el marchitamiento y volcamiento de plantas que disminuyen la productividad. (p.18)
2. Vaquitas: es una de las plagas de mayor importancia en el cultivo, ya que existen alrededor de ocho géneros de este insecto que se relacionan con daños en frijol. (p.18)
3. Babosa: es el principal molusco que afecta al cultivo de frijol, son de hábito nocturno y durante el día se resguardan bajo los residuos vegetales en condiciones de alta humedad relativa o debajo del suelo. (p.19)
4. Lorito verde (*Empoasca kraemari* Ross y More): esta plaga se considera como de las más importantes en América Latina y se encuentra en todas las épocas del año; sin embargo, las poblaciones aumentan durante la época seca. Las ninfas atacan en las partes bajas de la planta, mientras que los adultos se distribuyen en forma generalizada y afecta durante todo el ciclo del cultivo. (p.19)

5. Mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*): es uno de los insectos que presentan una gran cantidad de hospederos y es uno de los principales vectores de virus; las ninfas y adultos se alimentan al introducir sus estiletes para succionar la savia de los tejidos, ocasionando deshidratación de tejidos, amarillamiento de las hojas, necrosis y, por último, defoliación. (p.19)
6. Chinche verde (*Nezara viridula*(L)): las hembras de esta plaga colocan los huevos en las hojas y no tan comúnmente en las vainas; después de que emergen las ninfas empiezan a absorber la savia de los tejidos de la planta y una vez desarrolladas empiezan alimentarse de forma individual de las semillas dentro de las vainas. (p.19)

Las plagas mencionadas anteriormente pueden resultar perjudiciales para cualquier cultivo. Por ello, es fundamental aplicar un tratamiento adecuado como medida preventiva para evitar este tipo de desastres durante el proceso de cultivo y garantizar el rendimiento en la salud de la planta.

Para continuar con el tema de la cosecha, se destacó previamente que GranoPack adquiere frijoles provenientes de los hermanos nicaragüenses. Por esta razón, resulta crucial comprender el proceso productivo a nivel internacional. En consecuencia, se está investigando el método de cultivo en estas regiones. La publicación elaborada por los autores Estrada González et al. (2015), en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, menciona cómo se hace el proceso de cultivo de este.

Abordando el tema, se debe empezar comprendiendo que los agricultores con recursos económicos significativos emplean tecnología un poco más avanzada, como tractores y maquinaria de siembra, además de implementar sistemas de riego para el mantenimiento eficiente de sus cultivos. En contraste, en otras regiones del país donde los productores tienen recursos económicos limitados, utilizan tecnología predominantemente artesanal. (Estrada González et al., 2015, p. 34)

El proceso de siembra de frijoles engloba diversas prácticas que reflejan la variabilidad económica entre los agricultores, definiendo así el panorama del cultivo de frijoles en el país. A continuación, se detalla paso a paso cómo se lleva a cabo este proceso. (Estrada González et al., 2015, pp.34-36)

1. Preparación del suelo

Antes de comenzar la siembra, es esencial asegurarse de la ausencia de plagas. Por ello, los agricultores realizan inspecciones detalladas del terreno, creando agujeros cuadrados de 20 centímetros de profundidad. Este proceso busca establecer condiciones óptimas para una germinación favorable y prevenir el crecimiento prematuro de maleza. Nicaragua cultiva con dos métodos:

- ❖ La labranza mínima, efectuada con bueyes y un arado de punta angosta, implica un disturbio leve al suelo para crear límites de siembra. Se utilizan bueyes para formar surcos finos; las semillas y fertilizante se aplican manualmente, cubriéndolos para prevenir daños. Esta práctica es idónea para suelos con texturas francas, arcillosas o arenosas, con pendientes inferiores al 15%.
- ❖ Máquina labradora: esta otra alternativa combina siembra y fertilización al mismo tiempo, ya sea motorizada o tirada por animales, mediante una herramienta manual llamada espeque. Este método reduce el desgaste del suelo, mejora la materia orgánica, controla enfermedades y disminuye los costos.

Aunque se requiere el uso de herbicidas post emergencia de la planta, esta práctica tiene limitaciones en el control de malezas y moluscos. Además, se aconseja roturar los suelos cada 3 a 4 años para romper la compactación y eliminar elementos leñosos.

2. Fertilización

2.1 Fertilización orgánica y natural

Los agricultores nicaragüenses prefieren emplear abonos orgánicos, como estiércol de bovino y gallinaza, en lugar de fertilizantes químicos debido a su rendimiento comparable y su enfoque ambiental. Aunque estos mejoran la calidad del suelo, el alto costo de transporte y aplicación sigue siendo un inconveniente.

La aplicación se realiza durante la siembra, debajo de la semilla, y la cantidad depende de la disponibilidad del producto. Es fundamental aplicarlo en toda la producción para obtener beneficios secundarios.

2.2 Fertilización de forma química

Las recomendaciones para la fertilización química del cultivo de frijol se centran en variedades que responden positivamente a altos niveles de vitaminas y fósforo. Estudios recientes indican respuestas diversas según las variedades, ubicaciones y características de los productores. Para cultivares comerciales como INTA-Rojo, INTA-Matagalpa e INTA-Cárdenas, se sugiere la aplicación de fertilizantes como 18-46-00, 12-30-10 o 10-30-10, en dosis de 64-92 Kg/ha o 1-3 qq/mz, también conocido como fertilizante completo.

Por otra parte, los cultivares criollos muestran escasa o nula respuesta a la fertilización, por lo que no se recomienda su uso. Independientemente de si se fertiliza o no, los resultados son similares.

Es crucial comprender las variaciones en los procesos de siembra entre los países vecinos, ya que esto influye directamente en la calidad de los frijoles al llegar a la empresa, incluso, se destaca la importancia fundamental de manejar adecuadamente los suelos al inicio del proceso, así como de implementar estrategias efectivas para controlar plagas y enfermedades en los cultivos. El éxito del tratamiento inicial de la tierra y la gestión proactiva de posibles amenazas son pilares fundamentales para asegurar un proceso de producción eficiente y de alta calidad.

5.3.2 Clientes

Para continuar, es importante que los clientes tengan en cuenta algunas recomendaciones cruciales para el almacenamiento de los frijoles ya listos que serán comercializados en tiendas o supermercados. Estos deben prestar atención a las características específicas de almacenamiento en bodegas, estantes o urnas donde serán dispuestos.

Según el artículo N.º 18825-MEIC, llamado Norma oficial de calidad para frijol en grano (2023), los frijoles deben ser acondicionados en su almacenamiento:

- Recintos libres de contaminantes y olores objetables.
- Lugares limpios.
- Lugares secos e higiénicos.
- Libres de insectos y roedores.
- Con temperatura y humedad relativa adecuadas, que permitan mantener inalterables sus características organolépticas.
- Los sacos para el empaque deben estar limpios y ser de primer uso, preferentemente.
- En el reúso de sacos queda prohibida la utilización de aquellos que hayan estado en contacto o contenido productos agroquímicos.
- La etiqueta debe especificar la denominación FRIJOL, seguido de su color y grado de calidad.

Es fundamental destacar que el cliente debe cerciorarse de que los productos ubicados en proximidad a los frijoles estén libres de plagas de insectos. De lo contrario, existe el riesgo de contaminación cruzada, lo cual podría resultar perjudicial para la calidad del producto.

En línea con las recomendaciones anteriores, GranoPack propone la iniciativa de brindar fichas técnicas, las cuales estarían dirigidas tanto a los clientes finales, para guiar en el almacenamiento adecuado, como a los proveedores, para instruir en el proceso de siembra de los cultivos. Dicha medida busca mejorar la comprensión y aplicación óptima de los productos

en cada etapa de la cadena de suministro. Esta práctica fortalece la transparencia a lo largo de la trazabilidad de los productos, desde la cosecha hasta el consumo, y actúa como un respaldo fundamental en casos de posibles divergencias respecto a la calidad del producto.

A continuación, se proporciona la ficha técnica destinada a los clientes, que consolida la información esencial sobre el almacenamiento adecuado de los productos ofrecidos.

Figura 50

Ficha cliente

Nombre del cliente:			
Nombre del producto:			
Fecha:			
N° de lote:			
N° de ficha			
Lista de recomendaciones para Clientes:	Cumple	No cumple	Verificado por
Recintos libres de contaminantes y olores objetables.			
Lugares limpios.			
Lugares secos e higiénicos.			
Libres de insectos y roedores.			
Con temperatura y humedad relativa adecuadas, que permitan mantener inalterables sus características organolépticas.			
Los sacos para el empaque deben estar limpios y ser de primer uso, preferentemente.			
En el reuso de sacos queda prohibido la utilización de aquellos que hayan estado en contacto o contenido productos agroquímicos.			
La etiqueta debe especificar la denominación FRIJOL, seguido de su color y grado de calidad.			
Comentarios:			

Fuente: elaboración propia (2023).

Conforme se detalla en la ficha, la persona encargada de recibir el material debe completar minuciosamente todas las casillas especificadas. Esta iniciativa se presenta como un método eficaz para asegurar que el cliente reciba el producto conforme a los estándares de

calidad esperados, al mismo tiempo que impulsa al comprador a almacenar adecuadamente los frijoles en su bodega o destino final.

Asimismo, la figura siguiente exhibe la ficha diseñada para los proveedores.

Figura 51

Ficha para proveedores

Nombre del proveedor:			
Nombre del producto:			
Fecha:			
N° de lote:			
N° de ficha			
Lista de recomendaciones para proveedores:	Cumple	No cumple	Verificado por
Preparación del suelo: Desinfección con cal u otros productos y suavización del terreno 15 días previo a la siembra como mínimo.			
Fertilización: Se recomienda el estudio del suelo para validar los componentes del mismo y evitar exceso de algún nutriente.			
Siembra: Se recomienda una distancia de 40 cm entre orificios y 40 cm entre surcos, ya que si las plantas están muy cerca su tallo es muy débil y no crecen eficientemente.			
Siembra: Verificar las mezclas ideales de atomizos que se vayan a requerir según la presencia de enfermedades o plagas.			
Siembra: Verificar la nutrición de la planta para evitar deficiencias de sus elementos esenciales (Fósforo, Potasio y Nitrógeno).			
Arranque: Sacudir intensamente las raíces de las plantas para eliminar exceso de piedra y terrón.			
Control de malezas: Garantizar que 25 días después de la siembra, se utilicen los productos químicos adecuados para el control de maleza, recomendando el Flosil y Fusilade.			
Control de enfermedades: Verificar correctamente el tipo de enfermedad que esta afectando para aplicar su tratamiento correspondiente. Aplicar medidas preventivas y no correctivas de ser posible.			
Control de plagas: Verificar correctamente el tipo de plaga que esta afectando para aplicar su tratamiento correspondiente. Aplicar medidas preventivas y no correctivas de ser posible.			
Comentarios:			

Fuente: elaboración propia (2023).

Mediante esta herramienta, se busca estandarizar la metodología empleada por los agricultores a nivel nacional e internacional, ofreciendo recomendaciones fundamentales para

asegurar un producto de alta calidad, que satisfaga las necesidades de GranoPack, minimizando la cantidad de no conformidades que se presentan durante el proceso productivo.

5.4 Propuesta de rediseño de orden de compra

En el dinámico entorno empresarial de GranoPack, donde la excelencia en la calidad de productos es crucial, la claridad en los términos y condiciones de las órdenes de compra se vuelve esencial. Recientemente, la empresa experimentó desafíos significativos debido a discrepancias en la aprobación de productos por parte del Consejo Nacional de Producción (CNP), específicamente en la adquisición de un lote de frijoles.

Este incidente resaltó la necesidad crítica de una revisión profunda en la formulación de las condiciones de compra para evitar futuras contingencias. En el caso mencionado, GranoPack se vio obligada a asumir la responsabilidad financiera de un producto que no cumplió con las normativas del CNP, mientras que el proveedor correspondiente no compartió dicha responsabilidad.

Para abordar este problema y salvaguardar los intereses de GranoPack, se propone una redefinición exhaustiva de los términos y condiciones en las órdenes de compra. Es imperativo que la totalidad del pago por cualquier producto, especialmente aquellos sujetos a la aprobación del CNP, se realice únicamente después de haber superado exitosamente los filtros y estándares establecidos por dicha institución.

Esta nueva política busca garantizar que la compañía no asuma riesgos financieros innecesarios y que la responsabilidad recaiga adecuadamente en los proveedores en caso de incumplimiento de las normativas. Esta propuesta no solo protegerá los intereses económicos de la empresa, sino que también establecerá una base sólida para una colaboración más transparente y eficiente con los valiosos proveedores.

Capítulo 6. Conclusiones

1. La alta incidencia de no conformidades reportadas por los clientes se traduce en pérdidas anuales significativas de ¢89 667 088,55, lo cual ha generado preocupación en la dirección de la empresa. No obstante, este proyecto se centró en detectar los problemas existentes en el proceso, que conducen a discrepancias en la fase productiva, pero también busca establecer prácticas y controles que aseguren la calidad del producto a lo largo del tiempo, a través de la propuesta de implementación del programa de inocuidad basado en HACCP.
2. La proposición para obtener una certificación de inocuidad en seguridad alimentaria se expone de manera satisfactoria. A pesar de esto, se destaca como principal desafío para su implementación la falta de instalaciones adecuadas en términos de salud alimentaria, por lo que la ejecución del plan HACCP emerge como un elemento crucial en este proyecto, pues permite identificar de manera precisa todos los puntos y áreas críticas de control que requieren atención inmediata.
3. Tras el análisis económico realizado en la compañía y considerando los antecedentes actuales, se identificó una pérdida aproximada de ¢51 000 000 debido a la presencia del terrón. Sin embargo, gracias al diseño de experimentos llevado a cabo, se logró un ahorro estimado de aproximadamente ¢21 000 000, lo que representa una reducción del 41,18% en dichas pérdidas.
4. Los resultados del estudio indican que la combinación óptima corresponde a una velocidad de 9 y una apertura de 3 cm en la máquina desterradora, generando los ahorros previamente mencionados. Esta mejora tiene un impacto financiero positivo y también contribuye a fortalecer la posición competitiva de GranoPack en el mercado.
5. Se generan grandes contribuciones en el control de desperdicios en las diferentes etapas del proceso. Gracias al DMAIC, se crea una ficha de verificación para la entrada de la

materia prima en la empresa, para los proveedores y clientes final. Esto con el fin de establecer medidas de control en la manipulación de los frijoles.

6. El análisis del costo financiero de las fallas internas y externas por falta de calidad en el proceso ha demostrado un ahorro potencial significativo con las mejoras propuestas. Con un ROI estimado del 581%, la inversión inicial se recuperará y generará beneficios sustanciales.

Capítulo 7. Recomendaciones

1. Indudablemente, entre las múltiples ventajas inherentes a la implementación de mapeos de procesos y análisis de riesgos en el seno de una empresa, destaca la capacidad de visualizar oportunidades de mejora que al ser debidamente abordadas, se traducen en incrementos significativos de la productividad operacional. En este contexto, se sugiere encarecidamente a la empresa GranoPack la evaluación de la imperante necesidad de incorporar técnicas más avanzadas y eficaces de limpieza e higiene, comenzando por sus instalaciones en su conjunto.
2. Resulta evidente que en dichas instalaciones prevalece la presencia notable de contaminantes físicos, tales como polvo, grasa y partículas de basura o granos fragmentados. A pesar de que la compañía se dedica al empaque de diversas variedades de granos y leguminosas que requieren procesos de cocción y de limpieza para preconsumo, es imperativo reconocer su posición dentro de la industria alimentaria. En este sentido, la higiene y la inocuidad de sus productos deben ser reflejadas de manera incuestionable en todas las facetas de sus operaciones.
3. Es fundamental establecer un sistema de seguimiento y evaluación periódica del plan de aseguramiento de la inocuidad, basado en HACCP, utilizando indicadores clave de desempeño para medir su efectividad y realizar ajustes según sea necesario, tal y como establece la metodología DMAIC.
4. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema de inocuidad, basado en HACCP, se recomienda la asignación de los recursos adecuados y el compromiso continuo de la alta dirección de GranoPack en el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad alimentaria.
5. Se le propone a la alta gerencia enfocarse en realizar mantenimiento preventivo en lugar de solo del tipo correctivo. Durante el transcurso del proyecto, se ha constatado la utilización de materiales de reparación poco adecuados para la maquinaria. Por

consiguiente, se recomienda seguir meticulosamente las instrucciones proporcionadas en los manuales de fábrica, en lugar de adoptar métodos improvisados o poco convencionales.

6. Se aconseja la obtención de máquinas más flexibles operativamente, dado que el equipo actual presenta rigidez, lo que dificulta la manipulación de ciertas variables que podrían mejorar su rendimiento. En otras palabras, estas limitaciones impiden la realización de pruebas y ajustes para evaluar su comportamiento.
7. Se recomienda a GranoPack implementar de manera inmediata la nueva configuración de la máquina desterronadora, con una velocidad de grado 9 y una apertura de 3 cm, para aprovechar los beneficios económicos proyectados y mejorar la calidad del producto final.
8. Es importante realizar un monitoreo continuo del proceso productivo para evaluar el impacto real de la nueva configuración en la reducción de pérdidas y la mejora de la calidad. Se sugiere ajustar los procedimientos según sea necesario para optimizar los resultados a lo largo del tiempo.

Referencia

Agrario. (s.f.). Organoléptico - ¿Qué es organoléptico? Significado, definiciones y traducciones para organoléptico. Boletín Agrario.

<https://boletinagrario.com/glosario/963/organoleptico.html>

Agrotico. (s.f.). CIANAZINA 50 SC. <http://agrotico.net/web/index.php/cianazina-50-sc>

Álvarez, G. y Del Villar, A. (2022). Aplicación del criterio de minimización de movimientos totales en una fábrica de armas y municiones. Biblioteca UTN, ProQuest.

<https://www.proquest.com/docview/2714752882/AE44C5163F374D1BPQ/1?accountid=162647>

Amisada, L y Huerta, Z. (2016). Mapeo de procesos.[pdf]. <https://www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2016/11/definicion-etapas-mapeo-procesos-1.pdf>

Aron, A., Coups, E. J. y Aron, E. N. (2019). Estadística para psicología (7a ed.). Pearson Educación.

Arroyo, N. (2021). Marco de trabajo para la gestión de proyectos de desarrollo de nuevos productos en la Organización Alimentos.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13893>

Azuero, E. (2018). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. <https://doi.org/10.35381/r.k.v4i8.274>

Ballina, F. (2004). Paradigmas y perspectivas teórico-metodológicas en el estudio de la administración. <https://www.uv.mx/iesca/files/2013/01/paradigmas2004-2.pdf>

Barrantes, R. (2013). Investigación: un camino al conocimiento. Editorial UNED.

Bazán, C. (2021). Propuesta de mejora para la reducción de merma en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo utilizando la metodología Six Sigma, en una empresa de hidrocarburos de lima – callao (*Order* 29292188). ProQuest One Academic (2724695415).

<https://ezproxy.utn.ac.cr/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/propuesta-de-mejora-para-la-reducci3n-merma-en-el/docview/2724695415/se-2>

Benavente, M. (2021). ¿Cuáles son las fases del sistema HACCP? <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/cuales-son-las-fases-del-sistema-haccp>

Blanco, E. (2023). ROI–Retorno de la inversión. RDSTATION. <https://www.rdstation.com/blog/es/roi/>

Brito, G. (2019). Industria alimentaria: Conoce más acerca de ella. <https://www.metalboss.com.mx/industria-alimentaria>

Cabrera, E. (2021). Control en la empresa. Qué es, importancia, principios, proceso básico, ámbitos, técnicas. gestiopolis.com. <https://www.gestiopolis.com/control-como-funcion-administrativa-en-la-empresa/>

Campo, C., Fonseca, B. y García, S. (2019). Desarrollo de una materia prima para alimentos, a partir de granos germinados, basado en diseño de experimentos. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/13362>

Cardenas, R. (2019). Mejora de la eficiencia de formación de una planta de fabricación de envases de vidrio (*Order* 27824747). ProQuest One Academic. (2400318615). <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15597>

Chopra, S. y Meindl, P. (2020). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (6th ed.). Pearson.

Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 4. <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>

- Daros, W. R. (2002). ¿Qué es un marco teórico? *Enfoques*, 14(1), 73-112.
<https://www.redalyc.org/pdf/259/25914108.pdf>
- Dávila, K. E. (2018). Sistema HACCP: en qué consiste, historia y actualidad - TSI Group - Tecnosoluciones integrales. TSI Group - Tecnosoluciones Integrales.
<https://tecnosolucionescr.net/blog/41-sistema-haccp-en-qu%C3%A9-consiste,-historia-y-actualidad>
- Del Carmen, J., Soler, V. G. y Molina, A. I. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). 3C Empresa. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.1-9>
- Disagro. (2023). Abak® - Disagro El Salvador. Disagro El Salvador.
[https://www.disagro.com.sv/product/abak/#:~:text=Es%20un%20fungicida%20sist%C3%A9mico%20a,de%20concentrado%20emulsionable%20\(EC\).&text=Alta%20eficiencia%20sobre%20hongos%20del%20suelo%20Oomycetos.](https://www.disagro.com.sv/product/abak/#:~:text=Es%20un%20fungicida%20sist%C3%A9mico%20a,de%20concentrado%20emulsionable%20(EC).&text=Alta%20eficiencia%20sobre%20hongos%20del%20suelo%20Oomycetos.)
- Doménech, J. (s.f.). Diagrama de Pareto.
https://www.uteq.edu.mx/files/docs/Curso_Estadistica_MARS/Diagrama_de_Pareto.pdf
- Durán, F. (2007). Ingeniería de métodos.
https://www.academia.edu/34727817/Libro_INGENIERIA_DE_METODOS_Freddy_Alfonso_Dur%C3%A1n
- Duwest. (s.f.). Atrazina 80 WP. <https://duwest.com/product/herbicidas/atrazina-80-wp/>
- Elizalde, O. (2022). Triangulación de datos. lamalditatisis.
<https://www.lamalditatisis.org/post/triangulacion-de-datos>
- ESAN. (2016). El control y seguimiento de los indicadores en la gestión del potencial humano. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-control-y-seguimiento-de-los-indicadores-en-la-gestion-del-potencial-humano>

- Escobar-Pérez, J. y Martínez, A. C. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion
- Estrada, O., Morales, J. y Arteaga, M. (2015). La producción y destino del frijol en Nicaragua 2008-2013. [Tesis para optar por el título de Licenciatura en Economía]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/3897/1/8016.pdf>
- Fernández, A. Z. (2022). Marco teórico. *Significados*. <https://www.significados.com/marco-teorico/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20marco%20te%C3%B3rico,%20an%C3%A1lisis%20hip%C3%B3tesis%20o%20experimento.>
- Fernández, S. (2020). Diseño de experimentos: Diseño factorial. [Tesis para optar por el máster universitario en Ingeniería Química]. Universidad Politécnica de Cataluña. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/339723/TFM_Fernandez_Bao_Sheila.pdf?sequence=1
- Gálvez, L. (2020). Horticultura general. Universidad Nacional de Rosario. [PDF]. <https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/04/Apunte-Siembra-2020.pdf>
- Garzona, R. (2012). Estandarización de los procedimientos técnicos y administrativos para la ejecución de obras *in situ*, en proyectos realizados con los sistemas constructivos prefabricados de ESCOSA. [Trabajo final de graduación para optar por la licenciatura en Ingeniería Industrial]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6063/estandarizaci%C3%B3n-procedimientos-escosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giannasi, E. (2012). Desperdicios en la producción. <https://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf>

- Guimarey, F. A., Hernández, L. L. y Vásquez, M. H. (2021). Mejora de la productividad empleando la metodología DMAIC. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología Innovación*, 8(2), 77–91. <https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1907>
- Gutiérrez, H. y De La Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (segunda edición). McGraw-Hill Interamericana. https://www.academia.edu/15747434/Analisis_y_diseno_de_experimentos
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (Tercera edición). McGraw Hill. https://labibliotecadelacuarentena.blogspot.com/2019/10/control-estadistico-de-calidad-y-seis_28.html
- Hermosilla, N. (2019). Aplicación de metodología DMAIC para la disminución de pérdida en fabricación chocolate de una planta productora de chocolates. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/191407>
- Hernández, J. C., Arguedas, F. y Acosta, M. (2003). Curvas de absorción de nutrimentos en dos variedades, bribi y sacapobres, de frijol común de grano rojo. *Agronomía Costarricense* 27(2): 75-81. 2003. [PDF.] https://www.mag.go.cr/rev_agr/v27n02_075.pdf
- Hernández, M. (2010). Planes de mejora. <https://calidad.umh.es/files/2010/11/PLANES-DE-MEJORA.pdf>
- Horcalsa. (2022). Beneficios de la cal en la agricultura. <https://www.horcalsa.com/blog/beneficios-de-la-cal-en-la-agricultura/>
<https://www.normas-iso.com/iso-22000/>
- Huilcapi, S. y Gallegos, D. (2020) Importancia del diagnóstico situacional de la empresa. *Revista Espacios*, 41 (40). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n40/a20v41n40p02.pdf>

Imai, M. (2022). Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua.

[www.academia.edu.https://www.academia.edu/74105446/Gemba Kaizen un enfoque de sentido com%C3%BAn para una estrategia de mejora continua](https://www.academia.edu/74105446/Gemba_Kaizen_un_enfoque_de_sentido_com%C3%BAn_para_una_estrategia_de_mejora_continua)

INA. (2023). Curso: Material de apoyo - HACCP para industria alimentaria. <https://www.inapidte.ac.cr/course/view.php?id=284>

Instituto Nacional de Aprendizaje. (2023). 1.2. Generalidades de las BPM. Origen de las normas de BPM. https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/14235/mod_resource/content/3/BPM%20R1/generalidades.html

ISO (2023). Normas ISO. ¿Qué son y cuáles son las más importantes?

Pérez, P., y Merino, M. (2022). Muestra - Qué es, definición, en el lenguaje coloquial y usos. <https://definicion.de/muestra/#:~:text=Una%20muestra%20es%20una%20parte,de%20otelas%2C%20por%20favor%E2%80%9D.>

Jara, H. (2020). Diseño, evaluación y gestión de proyectos. <https://proyectosuntref.wixsite.com/proyectos/post/cu%C3%A1l-es-la-diferencia-entre-evaluaci%C3%B3n-financiera-y-evaluaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica>

JMP Statistical Software. (2024). ANOVA de un factor. https://www.jmp.com/es_es/statistics-knowledge-portal/one-way-anova.html#404f1893-ae56-43ed-b84c-f6c99f313eca

Jrez, M. (2015). Diagrama de Ishikawa. [www.academia.edu.https://www.academia.edu/16164757/DIAGRAMA_DE_ISHIKAWA](https://www.academia.edu/16164757/DIAGRAMA_DE_ISHIKAWA)

Levín, F. y Bengochea, N. (2012). Estado de la cuestión. [PDF]. <https://wac.colostate.edu/docs/books/encarrera/bengochea.pdf>

Loaiza, M. y Molina, D. (2021). *Norma internacional HACCP para las buenas prácticas acuícolas en el proceso de cultivo de moluscos bivalvos (crassostrea gigas), en el centro de valor agregado ASOPAR del jobo, Guanacaste, Costa Rica*. Repositorio UNA.

<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/22776/Norma%20internacional%20HACCP%20para%20las%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20acu%C3%ADcolas%20en%20el%20proceso%20de%20cultivo%20de%20moluscos%20bivalvos%20%28crassostea%20gigas%29%2C%20en%20el%20centro%20de%20valor%20agregado%20ASOPAR%20del%20Jobo%2C%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

López, E. (2021). Optimización del proceso de extrusión de una botana de tercera generación a base de leguminosas. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2849>

Lucena, P. (2023). ¿Qué es el cumplimiento normativo en una empresa? | 2023. Maestrías y MBA. <https://www.cesuma.mx/blog/que-es-el-cumplimiento-normativo-en-una-empresa.html> Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2023, 26 mayo). *Códex Alimentarius*. GOV.CO. <https://www.mincit.gov.co/minindustria/estrategia-transversal/regulacion/codexalimentarius#:~:text=El%20Codex%20Alimentarius%20es%20un,de%20los%20alimentos%2C%20y%20cuya>

Morales, M. (2021). *Desarrollo y planificación para la implementación del sistema HCCP para el proceso de desposte y charqueo en cortes de carne vacuna envasada y refrigerada en supermercado mayorista Makro S.A.* [Tesis para optar por el título de licenciatura en Bromatología]. Universidad Nacional de Cuyo. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitaes/17784/tesis-mauricio-morales.pdf

Muguirra, A. (2023). ¿Qué es la investigación descriptiva? QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>

- Muñoz, F. (2023). CLM como herramienta de gestión en el proceso de mejora continua | Webdox CLM. <https://www.webdoxclm.com/blog/clm-como-herramienta-de-gestion-en-el-proceso-de-mejora-continua#:~:text=El%20concepto%20de%20mejora%20continua,forma%20ininterrumpida%2C%20tendr%C3%A1%20resultados%20transformadores>
- Normas ISO. (2023). ISO 22000 Sistema de Gestión de la Seguridad Alimentaria ISO 22000.
- Ocampo, J. y Pavón, A. (2012). Integrando la metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en Flexsim. <https://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>
- Ortega, C. (2023). Investigación mixta. Qué es y tipos que existen. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-mixta/>
- Pérez-López, E. y García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Revista Tecnología En Marcha, 27(3), pág. 88–106. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>
- Pico, F. (2020). Producto defectuoso: tipos de defecto. <https://www.ambitojuridico.com/noticias/columnista-online/mercantil-propiedad-intelectual-y-arbitraje/producto-defectuoso-tipos-de>
- Piña, J. y Aguayo, H. (2017). La ética en la investigación de posgrado. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5919107.pdf>
- Ramírez, L. (2023). 4 técnicas de investigación probadas para universitarios. La concordia. <https://www.universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/tecnicas-de-investigacion#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,conocimiento%20para%20resolver%20nuestras%20preguntas.>

- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://www.rae.es/drae2001/pH>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://www.rae.es/drae2001/hongo>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/ed%C3%A1fico>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/roturar?m=form&m=form&wq=roturar>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/bajero?m=form>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/estilete?m=form&m=form&wq=estilete>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/savia?m=form&m=form&wq=savia>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/defoliaci%C3%B3n?m=form&m=form&wq=defoliaci%C3%B3n>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/pl%C3%A1ntula?m=form>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/cotiled%C3%B3n?m=form>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/faner%C3%B3gamo>
- Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/ninfa?m=form&m=form&wq=ninfa>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/arado?m=form&m=form&wq=arado>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/azad%C3%B3n?m=form>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/xer%C3%B3filo?m=form>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/nematodo?m=form&m=form&wq=nematodo>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española.
<https://dle.rae.es/diseminar?m=form&m=form&wq=diseminar>

Real Academia Española. (2023). Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es>

INTECO. (s.f.). Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. Recuperado de
<https://www.inteco.org>.

Rocha, J. P. (2022). *DMAIC*: Qué es y cuáles son sus pasos - Instituto Mudanai.
<https://blog.mudanai.org/kaizen-mejora-continua/calidad/dmaic-que-es-y-cuales-son-sus-pasos/>

Rodríguez, A. (1975). Determinación de tamaño de muestra mediante programación no-lineal
 (Order 28922171). ProQuest One Academic. (2632791857).
<https://ezproxy.utn.ac.cr/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/determinación-de-tamaño-muestra-mediante/docview/2632791857/se-2>

Rodríguez, N. (2023). Cómo elaborar un plan de mejora en 7 pasos. Hubspot.
<https://blog.hubspot.es/sales/plan-de-mejora>
<https://www.ambit-bst.com/blog/normas-iso.-qu%C3%A9-son-y-cu%C3%A1les-son-las-m>

Sánchez, M. M. (2015). SIPOC. www.academia.edu.
<https://www.academia.edu/10166664/SIPOC>

Salazar, L. y Muñoz, G. (2019). Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe.

<https://doi.org/10.18235/0001784>

SCIJ. (2023). Reglamento técnico: RTCR:384: Frijol en grano.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=54163&nValor3=59249&strTipM=TC

Scotiabank. (2023). El análisis financiero. [https://www.scotiabankcolpatria.com/educacion-](https://www.scotiabankcolpatria.com/educacion-financiera/finanzas-personales/analisis-financiero)

[financiera/finanzas-personales/analisis-financiero](https://www.scotiabankcolpatria.com/educacion-financiera/finanzas-personales/analisis-financiero)

Seracsa. (s.f.). Flosil 25 SL. <https://www.seracsa.com/nacional/herbicida/flosil/>

Serrano, M. (2019). Plan de soluciones estructuradas para el problema de la variabilidad en el

proceso que afecta el contenido de sodio en un producto frito, mediante la metodología

DMAIC de Lean Six Sigma.

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/11004>

Silva, V. (2019). Importancia de los indicadores | AGROCOLUN. AGROCOLUN.

<https://agrocolun.cl/importancia-de-los-indicadores/#:~:text=Los%20indicadores%20son%20variables%20que,%2C%20simplicidad%2C%20especificidad%20y%20confiabilidad.>

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2023). Establece “Sello SENASA de Sanidad

y Calidad”. Servicio Nacional de Salud Animal. Dirección general. Directriz SENASA-

DG-D08-2009.

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=66593&nValor3=78416&strTipM=TC#:~:text=\(De%20las%20siglas%20SSOP's%20en,%20despu%C3%A9s%20de%20la%20operaci%C3%B3n.](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=66593&nValor3=78416&strTipM=TC#:~:text=(De%20las%20siglas%20SSOP's%20en,%20despu%C3%A9s%20de%20la%20operaci%C3%B3n.)

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2023). Norma Oficial de Calidad para Frijol

en Grano. N.º 18825 - MEIC. S - COM.
225

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53545&nValor3=58429&strTipM=TC

Soto, M. (s.f.). Los *therbligs*: esos movimientos que aportan valor (o no) a tus servicios turísticos <https://www.andalucialab.org/blog/therbligs-productividad-turismo/#:~:text=De%20manera%20muy%20resumida%2C%20los,de%20producci%C3%B3n%20de%20la%20empresa>.

Syngenta. (2021). Paraquat Full® 20 SL. Syngenta. <https://www.syngenta.cr/product/crop-protection/paraquat-fullr-20-sl>

Syngenta. (2021). Syngenta, FUSILADE 12.5 EC. <https://www.syngenta.cr/product/crop-protection/herbicida/fusilade-125-ec>

[C3%A1s-importantes](#)

Técnicas de Investigación - Conceptos, tipos y ejemplos. (n.d.). Concepto. <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>

Vargas, A., Watler, W., Morales, M. y Vignola, R. (2018). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en Costa Rica. [PDF]. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8160.pdf>

VECOL. (2023). Empresa Colombiana de Productos Veterinarios. Pendimetalina Vecol 400 EC - VECOL. VECOL. <https://www.vecol.com.co/producto/pendimetalina/#:~:text=Pendimetalina%20Vecol%20400%20EC%2C%20es,400%20EC%20posee%20acci%C3%B3n%20sist%C3%A9mica.&text=DESCRIPCI%C3%93N-.Pendimetalina%20Vecol%20400%20EC%2C%20es%20un%20herbicida%20que%20controla,malezas%20antes%20de%20la%20emergencia>.

Villalobos, K. (2013). *Implementación del plan de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) para la familia de productos Toppings elaborado en Grupo NTQ.*

[Tesis para optar por licenciatura en Ingeniería Química]. Repositorio UCR.

<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1863/1/35316.pdf>

Winatie, A., Dana, S. S., Humiras, H. P. y Wirani, A. P. (2020). *Reducing of defects in the drug tablets production process with DMAIC to improve quality – study case of pharmaceutical industry. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 852(1) doi: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/852/1/012126>

Anexos

Anexo 1. Encuesta Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa-efecto, es una herramienta valiosa para identificar y clasificar las posibles causas de un problema en varias áreas clave. Según F. Hernández (comunicación personal, 11 octubre 2023), estos conceptos de las 6M se obtienen de la siguiente manera:

1. **Personas:** en esta categoría, puedes incluir causas relacionadas con las personas involucradas, como la falta de capacitación, falta de comunicación, falta de habilidades, motivación insuficiente, entre otros.
2. **Procesos:** aquí, puedes abordar causas relacionadas con los procedimientos y métodos utilizados en la organización, como procesos ineficientes, falta de estándares, falta de documentación, flujos de trabajo complicados, etc.
3. **Materiales:** en esta categoría, se consideran factores relacionados con los materiales utilizados, como la calidad de los materiales, problemas de suministro, disponibilidad de recursos, etc.
4. **Máquinas (equipos):** si el problema está relacionado con la maquinaria o equipos, puedes incluir causas como mantenimiento inadecuado, obsolescencia de equipos, falta de inversión en tecnología, entre otros.
5. **Medioambiente:** esta categoría se refiere a las condiciones ambientales o externas que pueden afectar el problema, como condiciones climáticas, factores geográficos, regulaciones gubernamentales, entre otros.
6. **Métodos:** aquí se consideran las causas relacionadas con los métodos utilizados en la organización, como la falta de estándares, procesos de trabajo no eficientes, métodos obsoletos, etc.

Las preguntas por realizar están basadas en el libro Control estadístico de calidad y Seis Sigmas, en donde los autores Gutiérrez y De La Vara (2009) hacen mención de los factores por considerar de las 6M para hacer el diagrama de Ishikawa.

Encuesta

Mano de obra o gente

Entrenamiento: ¿Se siente completamente entrenado en su área de trabajo?

Sí – No – Intermedio

Habilidad: ¿Ha demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?

Sí – No – Intermedio

¿Para usted es importante la calidad en su trabajo?

Sí – No – Intermedio

¿Se siente motivado en su posición de trabajo actual?

Sí – No – Intermedio

Métodos

Estandarización: ¿Las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada?

Sí – No – Intermedio

Excepciones: Cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo, ¿existe un procedimiento alternativo definido claramente?

Sí – No – Intermedio

Definición de operaciones: ¿Considera usted que existe un mejor método para realizar su trabajo?

Sí – No – Intermedio

Máquinas o equipos

Capacidad: ¿Las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?

Sí – No – Intermedio

Condiciones de operación: ¿Se ha realizado algún estudio donde se respalde que las máquinas están en las mejores condiciones para trabajar?

Sí – No – Intermedio

Herramientas: ¿Hay cambios de herramientas periódicamente?

Sí – No – Intermedio

Ajustes: ¿Los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?

Sí – No – Intermedio

Mantenimiento: ¿Hay programas de mantenimiento preventivo?

Sí – No – Intermedio

Material

Variabilidad: ¿Se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?

Sí – No – Intermedio

Cambios: ¿Ha habido algún cambio reciente en los materiales?

Sí – No – Intermedio

Proveedores: ¿Se sabe si hay diferencias significativas entre proveedores de frijoles?

Sí – No – Intermedio

Mediciones

Definiciones: ¿Conoce con exactitud en qué parte del proceso se toman mediciones para determinar la calidad del producto?

Sí – No – Intermedio

Repetibilidad: ¿Se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir una medida con la precisión requerida?

Sí – No – Intermedio

Reproducibilidad: ¿Cree usted que tienen los métodos y criterios adecuados para tomar mediciones?

Sí – No – Intermedio

Calibración o sesgo: ¿Existen algunas anomalías en las medidas generadas por el sistema de medición?

Sí – No – Intermedio

Medioambiente

Ciclos: ¿Existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de las condiciones del medioambiente?

Sí – No – Intermedio

Temperatura: ¿La temperatura ambiental influye en las operaciones?

Sí – No – Intermedio

Anexo 2. Plantilla Cronograma HACCP

	Requisitos	Actividades a desarrollar	Avance	Fecha estimada para iniciar la actividad	Fecha estimada para finalizar la actividad	10-nov-23	17-nov-23	24-nov-23	1-dic-23	8-dic-23	15-dic-23	22-dic-23	29-dic-23
Planeación del proyecto													
1		Formación del equipo HACCP											
2		Descripción del producto y su distribución											
3		Definir el uso previsto (uso intencionado y consumidores)											
4		Desarrollo del diagrama de flujo del proceso y croquis											
5		Verificación del diagrama de flujo											
6		Principio 1. Realizar un análisis de peligros											
7		Principio 2. Determinar los puntos críticos de control (PCC)											
8		Principio 3. Establecer límites críticos											
9		Principio 4. Sistema de vigilancia de los PCC											
10		Principio 5. Establecer medidas correctivas											
11		Principio 6. Actividades de comprobación											
12		Principio 7. Calibración de equipos											

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 3. Plantilla Equipo HACCP

Se define como Líder del Sistema de Gestión de Inocuidad de la empresa GranoPack, a _____, el cual ocupa el puesto de _____, quien además de las funciones de su puesto es responsable y tiene autoridad para:

- Dirigir al equipo de inocuidad y organizar su trabajo.
- Asegurar la formación y educación del equipo de inocuidad.
- Coordinar el establecimiento, mantenimiento y actualización del Sistema de Gestión.
- Informar a la alta dirección de la eficacia y adecuación del Sistema de Gestión.
- Sugerir los cambios que sean necesarios en el equipo.
- Asegurar que se cumpla el plan establecido.
- Asegurar que se aplique una metodología sistemática.
- Asegurar que se cumpla con el propósito del estudio.
- Presentar a la dirección los datos relativos al tiempo, el dinero y el trabajo que se requiere para el estudio

Los integrantes del equipo son los siguientes:

Nombre	Departamento	Funciones y experiencia	Firma

Lider HACCP

Director General

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 4. Plantilla descripción del producto HACCP

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS	
Elaborado por:	
Fecha:	
Versión:	
Nombre o nombres del producto	<i>Se pueden colocar agrupacion de prod similares.</i>
Características importantes del producto final	<i>Se coloca propiedades y características del alimento, tipo de agua, ph, temperatura, conservadores.</i>
Cómo se utiliza el producto	<i>Se escribe si esta listo para consumir o si hay que hacerle algun otro procedimeintos, como hervir, cocinar, calentar,etc.</i>
Envasado	<i>Se incluye el material del envase y las condiciones del envasado, es decir si ese usa algun gas o condiciones ambientales.</i>
Duración en el mercado(vida de anaquel)	<i>Se incluye el tiempo y si se necesita una temperatura para que se conserve el producto, o si se necesita humedad en especifico para almacenar.</i>
Dónde se vendeda el producto/identificación del usuario final	<i>Se coloca si se vende minorista, a instituciones, u otras plantas donde se reprocesa. Describir también las características de la población meta, es decir si es para diabeticos, señores, adultos, etc.</i>
Instrucciones para el etiquetado	<i>Se coloca instrucciones de manipulación, uso, consumo o preparación.</i>
Control especial de la distribución	<i>Condiciones que necesita el producto para transportarse, ej: no sol, no húmedad, en tarimas, en sacos, en cajas.</i>

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 5. Plantilla ingredientes del producto HACCP

INGREDIENTES DEL PRODUCTO Y OTROS MATERIALES INCORPORADOS		
Nombre del producto:		
Materia prima	Material de envase	Ingredientes
<i>Se coloca la materia prima para producir el producto.</i>	<i>Se coloca el material que se usa para el envase o empaque.</i>	<i>Si se coloca algún otro insumo o ingrediente durante el proceso, incluyendo el empaque si lleva algún ingrediente.</i>
Otros		
<i>Se coloca otro tipo de material usado en el proceso.</i>		
Elaborado por:		
Fecha:		
Versión:		

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Plantilla identificación de peligros HACCP

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS			
Nombre del producto:			
Elaborado por:			
Versión:			
Fecha:			
Etapa/ingredientes o materiales	Peligros identificados	Causas	Medidas preventivas
<i>Etapa o proceso específico</i>	<i>Se deben de enumerar todos los posibles peligros para la inocuidad alimentaria que se puedan dar en esa parte del proceso.</i>	<i>Colocar todo aquello que pueda causarme dichos peligros</i>	<i>Colocar las medidas que existen para evitar esa ocurrencia,</i>

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 7. Plantilla determinación de los PCC en HACCP

DETERMINACIÓN DE LOS PCC							
Nombre del producto:							
Elaborado por:							
Versión:							
Fecha:							
Etapa/materiales	Peligro identificado y su categoría	Causa	Pregunta 1: ¿Existen una o varias medidas preventivas de control?	Pregunta 2: ¿Ha sido la fase específicamente concebida para eliminar o reducir a un nivel aceptable la posible presencia de un peligro?	Pregunta 3: ¿Podría uno o varios peligros identificados producir una contaminación superior a los niveles aceptables, o aumentar a niveles inaceptables?	Pregunta 4: ¿Se eliminarán los peligros identificados o se reducirá su posible presencia a un nivel aceptable en una fase posterior?	¿Es un PCC?, Número de PCC
			SI - NO	SI - NO	SI - NO	SI - NO	
Actividad/material 1							
Actividad/material 2							
Actividad/material 3							

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 8. Plantilla determinación de los límites críticos en HACCP

LÍMITES CRÍTICOS POR CADA PCC				
Nombre del producto:				
Elaborado por:				
Versión:				
Fecha:				
Etapa/ingrediente	Peligro	Medida preventiva	¿Es un PCC?	Límites críticos y operativos
Actividad/material 1		<i>Describir las medidas preventivas existentes para dicho peligro</i>	<i>Se coloca el número de PCC</i>	<i>Definir que límites se tienen para cada uno de esos peligros</i>
Actividad/material 2				
Actividad/material 3				
Actividad/material 4				

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 9. Plantilla sistema de vigilancia y medidas correctivas para HACCP

SISTEMA DE VIGILANCIA Y MEDIDAS CORRECTIVAS										
Nombre del producto:										
Elaborado por:										
Versión:										
Fecha:										
<i>Sistema de vigilancia</i>									<i>Medida correctiva</i>	
Peligro	Medida preventiva	PCC	Límite crítico	¿Qué se va a medir?	¿Cómo lo voy a medir?	¿Dónde lo voy a medir?	Frecuencia	Responsable	Procedimiento	Responsable
El peligro detectado	Lo que se hace actualmente para prevenir ese peligro	Colocar el número de pcc que es, es decir, pcc1...pcc5		Es el parámetro que voy a medir de ese peligro	Si utilizo algún instrumento de medición y como	En qué parte del proceso, o en cual producto	La frecuencia de medición	Persona a cargo de realizar la medición	Se realiza una descripción del procedimiento que debo hacer para corregir ese peligro y que no vuelva a pasar.	Persona a cargo de realizar la medición

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 10. Plantilla actividades de comprobación de HACCP

ACTIVIDADES DE COMPROBACIÓN				
Nombre del producto:				
Elaborado por:				
Versión:				
Fecha:				
Objetivo	Método de comprobación	Lugar de comprobación	Frecuencia	Responsable
<i>Se describe cual es el objetivo del procedimiento de verificación</i>	<i>Se describe qué es lo que voy a comprobar y cómo paso a paso. Se colocan los parámetros en los cuales debe de estar esa medición y se pueden colocar la referencia de donde saque ese parámetro</i>	<i>Lugares donde se van a tomar las muestras para esa medición</i>	<i>Cada cuanto lo voy a hacer</i>	<i>Persona a cargo de realizar la medición</i>

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 11. Plantilla calibración de equipos de HACCP

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MONITOREO			
Nombre del producto:			
Elaborado por:			
Versión:			
Fecha:			
Instrumento	Frecuencia	Método de calibración	Responsable
<i>Se coloca el instrumento de medición que son utilizados durante el proceso de monitoreo</i>	<i>Frecuencia con la que se debería realizar la calibración</i>	<i>Se debe tener un manual de como se hace la calibración y colocarlo acá. Se pueden poner parámetros.</i>	<i>Persona a cargo de realizar la medición</i>

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 12. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 1

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
<i>Buenas prácticas de manufactura (BPM)</i>					
INSTALACIONES					
1	Áreas externas de la empresa limpias, sin basura, zacate recortado, ubicada en zona no expuesta a peligros (físicos, químicos, biológicos), inexistencia de lugares atractivos para plagas.	1	1	100	
2	Diseño de la empresa fácil de mantenimiento, que impida ingreso de plagas, mínimo ingreso de humo, polvo, vapor entre otros, áreas específicas para cada producto y materia prima.	2	1	50	Paredes de lata con presencia de herrumbre y agujeros.
3	Paredes lisas de material resistente sin grietas uniones redondeadas.	2	1	50	Las paredes no tienen uniones redondeadas.
4	Pisos de material antideslizantes con desnivel, sin grietas, uniones redondeadas, desagües adecuados.	2	0	0	Los pisos no son antideslizantes y tienen grietas.
5	Techos accesibles para limpieza, contruidos con acabados que reducen acumulación de suciedad o condensación.	3	1	33	
6	Ventanas fáciles de limpiar, que impidan entrada de plagas (mallas).	3	1	33	Algunas ventanas no poseen mallas protectoras.
7	Puertas en buen estado lisas, no absorbentes y que abran hacia afuera.	2	2	100	
8	Iluminación con todas las lámparas protegidas, con luz natural o artificial adecuada de acuerdo al Reglamento Centroamericano de BPM en todas las áreas.	3	2	67	Varios de los fluorescentes no poseen recubrimientos protectores.
9	Ventilación adecuada que evite el calor excesivo, permita circulación de aire, con extracción de aire y vapor, flujo de aire de zona limpia a zona contaminada.	3	1	33	Las instalaciones de producción no cuentan con buena ventilación.
10	Abastecimiento de agua potable, contar con instalaciones apropiadas para almacenamiento de aguas, aguas potables y no potables deben ser independientes.	3	3	100	
11	Tuberías y drenajes: Tamaño y diseño de las tuberías debe ser capaz de transportar el agua suficiente, transporte adecuado de aguas negras y servidas de la planta, sistema e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos.	3	3	100	
Total		27	16	Porcentaje obtenido	59%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 13. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 2

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
<i>Buenas prácticas de manufactura (BPM)</i>					
II. EQUIPOS Y UTENSILIOS					
1	Equipos con contacto directo con los alimentos son de material resistente no tóxico, diseño sanitario, no absorbente ni corrosivo.	5	3	60	Varias partes de las máquinas tienen herrumbre y están en contacto directo con el frijol.
2	Equipos fáciles de desmontar para limpieza y desinfección.	1	1	100	
3	Todos los utensilios y los equipos de transporte para la producción son de materiales aprobados, se encuentran bien identificados y se guardan en lugar seguro.	3	2	67	Utilizan baldes plásticos y sacos reutilizados.
4	Los equipos funcionan a conformidad con el uso al que está destinado.	3	2	67	La máquina seleccionadora y la desterronadora no están operando a niveles ideales.
5	Existe programa de mantenimiento preventivo del equipo con registro de reparaciones y condiciones.	1	1	100	
Total		13	9	Porcentaje obtenido	69%
III. INSTALACIONES SANITARIAS Y PARA EL PERSONAL					
1	Se cuenta con área de almacenamiento de comida y de esparcimiento para el personal fuera del área de producción.	1	1	100	
2	El personal cuenta con casilleros en número suficientes con diseño adecuado en buen estado y separados de las áreas de servicios sanitarios.	1	1	100	
3	La entrada a la planta cuenta con lavamanos con indicaciones de lavado y no existen otras entradas al área de producción.	5	4	80	Si existe una entrada de oficinas a producción, la misma no cuenta con lavamanos.
4	Servicios sanitarios suficientes es decir 1 por cada 10 empleados, 1 orinal por cada 15 y que los servicios no se encuentren dentro del área de producción.	3	2	67	Los servicios se encuentran en plena área de producción.
5	Instalaciones sanitarias en buen funcionamiento.	3	2	67	El servicio sanitario de mujeres fue destinado para lavandería, y el de discapacitados para mujeres y discapacitados.
6	Sanitarios con papel higiénico, basureros con pedal, jabón, toallas y alcohol en gel.	5	5	100	
7	Procedimiento y registros diarios de limpieza de sanitarios como evidencia de la actividad.	5	3	60	No existe evidencia de registros diarios de limpieza de baños.
8	Lavamanos adecuadamente equipados con letreros recordando obligatoriedad de lavado de manos.	5	5	100	
Total		28	23	Porcentaje obtenido	82%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 14. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 3

Lista de verificación						
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.						
Empresa:	GranoPack					
Fecha:	13/12/2023					
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones		
<i>Buenas prácticas de manufactura (BPM)</i>						
IV. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA DEL PERSONAL						
1	En la empresa se cuenta con una política de prácticas de higiene que incluya todas las áreas del personal y a los visitantes. Esta es conocida por todo el personal.	3	3	100		
2	El personal cuenta con uniforme completo, limpio, redecillas, cobertor de boca.	3	3	100		
3	Ausencia de personas enfermas o heridas expuestas en el área de producción o donde haya manipulación de alimentos.	5	5	100		
4	Personal sigue normas de higiene adecuada.	5	5	100		
5	Ausencia de joyas, maquillaje, ni con implementos en los bolsillos.	3	3	100		
6	Ausencia de artículos personales o alimentos en el área de producción por parte del personal.	1	1	100		
7	Registro de inspección diaria de las practicas del personal.	2	2	100		
Total		22	22	Porcentaje obtenido	100%	
V. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE						
1	Cámaras de refrigeración se mantienen a temperaturas adecuadas, registros de temperatura.	5	5	100		
2	No se observan materias primas con productos terminados.	3	1,5	50	En la bodega se almacena tanto MP como PT.	
3	Todos los productos separados por lo menos 45 cm de la pared y ausencia de productos en el piso.	1	1	100		
4	Todos los productos bien identificados con lote y fecha de vencimiento visibles.	2	1	50	Existen conflictos en la trazabilidad.	
5	Producto no conforme se encuentra en un área separada bien identificada.	3	3	100		
6	Utilización del sistema PEPS.	1	1	100		
7	Tarimas de plástico. Si hay de madera que se encuentren en buen estado.	1	1	100		
8	Vehículos son de uso exclusivo para alimentos, cerrados y en buen estado.	2	2	100		
9	Se limpian y fumigan los vehículos adecuadamente con control con registros.	2	2	100		
Total		20	17,5	Porcentaje obtenido	88%	
					Promedio BPM	80%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 15. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 4

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
<i>Procedimientos estandarizados de limpieza y desinfección (SSOP)</i>					
VI. CONTROL DE CONTAMINACIÓN CRUZADA					
1	Se realiza inspección pre-operacional antes de cada producción (BPM).	2	2	100	
2	Flujo de trabajo está diseñado para evitar la contaminación cruzada.	3	3	100	
3	Área de producción separadas de las otras áreas de la empresa, se cuenta con restricción a las áreas de producción.	2	2	100	
4	Se cuenta con detector de metales, el equipo se prueba con patrones aprobados regularmente.	3	3	100	
5	Se cuenta con un programa de control de vidrio y material quebradizo, regulaciones de ingreso a la planta con vidrio.	3	3	100	
6	Existe un área de almacenamiento lejos de la planta, para desechos sólidos y equipo en desuso.	5	5	100	
7	Todos los basureros se encuentran rotulados, limpios y con tapa de acción con pedal.	2	1	50	Muchos de los basureros en el área productiva son baldes de plásticos.
8	No se encuentra ninguna situación que pueda provocar contaminación cruzada entre los productos.	3	3	100	
Total		23	22	Porcentaje obtenido	96%
VII. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN					
1	Procedimiento de limpieza y desinfección que incluye todos los equipos y superficies.	5	3	60	El área de producción presenta exceso de polvo y suciedad.
2	Procedimientos que incluyen actividades preliminares, enjuagues, limpieza, desinfección, enjuagues finales y tiempos de contacto.	3	2	67	Existen procedimientos de limpieza, no obstante, no se observan actividades de limpieza previo a la producción.
3	Se realiza verificaciones de las operaciones de limpieza incluyendo residuos de detergente. Registros.	2	2	100	
4	El personal está capacitado para llevar a cabo todas las actividades de limpieza y desinfección. Registros.	3	2	67	No se observan registros diarios de limpieza.
5	Se hace una verificación de la concentración de los productos utilizados para la limpieza.	5	3	60	
6	Se realiza prueba de ATP para determinar residuos de materia orgánica.	3	1	33	No se observan actividades que incluyan pruebas ATP.
Total		21	13	Porcentaje obtenido	62%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 16. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 5

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
VIII. CONTROL DE AGUAS					
1	El agua utilizada para lavado de las máquinas y la que entra en contacto con el alimento es de calidad potable. Análisis periódicos totales.	3	3	100	
2	El suministro de agua es suficiente para las operaciones de producción y limpieza. Las cañerías se encuentran en buen estado.	5	5	100	
3	Se cuenta con métodos para prevenir el flujo inverso del agua potable que se dirige a la planta.	5	5	100	
Total		13	13	Porcentaje obtenido	100%
IX. CONTROL DE PLAGAS					
1	Procedimiento de control de plagas que incluya áreas a tratar, mapeo, productos autorizados, cronograma de aplicaciones y registro de cumplimiento.	5	5	100	
2	La empresa contratada para control de plagas cuenta con los permisos para realizar esta labor.	1	1	100	
3	Acciones para evitar el anidamiento e ingreso de plagas en las instalaciones.	3	2	67	Poseen huecos en las paredes y ventanas sin protección donde pueden ingresar microorganismos.
4	Cordones externos e internos de seguridad para el control de plagas, todas las estaciones ancladas, numeradas y con registro interno.	3	2	67	No se observan cordones de seguridad de manera externa.
5	Fumigaciones periódicas a las áreas de proceso y se cuenta con la información técnica de los insecticidas utilizados, en áreas de proceso se utilizan solo insecticidas no residuales.	2	2	100	
6	La empresa encargada de la fumigación da información detallada sobre el estado del control de plagas en la empresa, se toman medidas a partir de los mismos.	1	1	100	
Total		15	13	Porcentaje obtenido	87%
X. CONTROL DE ALERGÉNICOS					
1	Procedimiento para evitar contaminación cruzada con los alérgenos en productos que no lo reportan.	3	3	100	
2	Medidas adecuadas para evitar que las materias primas de bodega sean contaminadas con alérgenos.	2	2	100	
3	Se realizan limpiezas especiales cuando se termina la producción de alimentos con alérgenos y se continua con alimentos sin alérgenos.	3	3	100	
4	Materia prima y productos terminados con alérgenos bien identificados y separados.	5	5	100	
Total		13	13	Porcentaje obtenido	100%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 17. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 6

XI. ETIQUETADO Y MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS						
1	Procedimiento del control de la utilización de productos químicos en áreas de producción.	2	2	100		
2	Se tienen hojas de seguridad (MSDS) de todos los productos químicos.	2	1,5	75	Si existen hojas de seguridad de los productos, pero no se encuentran impresas en el área de producción.	
3	Existe bodega separada del área de producción para almacenamiento de productos químicos con rotulación adecuada.	3	3	100		
4	Personal encargado de realizar las diluciones cuenta con capacitación adecuada.	3	3	100		
5	Todos los productos químicos utilizados para limpieza y mantenimiento se encuentran debidamente rotulados y en envases adecuados.	5	5	100		
Total		15	14,5	Porcentaje obtenido	97%	
					Promedio SSOP	90%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 18. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 7

Lista de verificación					
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.					
Empresa:	GranoPack				
Fecha:	13/12/2023				
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones	
<i>Programas de soporte</i>					
XII. CONTROL METROLÓGICO					
1	Procedimiento de control metrológico que contenga equipos necesarios para controlar inocuidad de alimentos y frecuencia de calibración y verificación.	3	1	33	No se observan procedimientos para una calibración y control riguroso de los equipos.
2	Empresa contratada para calibración esta acreditado, patrones que utiliza tienen trazabilidad con patrones internacionales.	3	1	33	Algunos fabricantes de máquinas específicas no brindan servicios de calibración post-venta. Ej: maq seleccionadora.
3	Los equipos que se calibran internamente cuentan con patrones calibrados por ente autorizado. El personal interno tiene la capacitación adecuada.	2	1	50	Muchos ajustes y calibraciones se realizan de manera empírica.
4	Se cuenta con medidas correctivas si algún instrumento de medición se encuentra descalibrado.	3	2	67	Hacen medidas correctivas bajo experiencia propia, sin un ente o documento oficial.
Total		11	5	Porcentaje obtenido	45%
XIII. CONTROL DE PROVEEDORES Y MATERIALES					
1	Procedimiento con criterio de selección de proveedores y métodos de evaluación con respecto a inocuidad.	3	3	100	
2	Se cuenta con lista actualizada de proveedores autorizados.	1	1	100	
3	Se le realiza evaluaciones o auditorias a los proveedores con respecto SSOP, BPM y HACCP y se les clasifica de acuerdo a los resultados.	3	1	33	Actualmente no hay registros de estas evaluaciones.
4	Se cuenta con especificaciones de las materias primas con respecto a parámetros de inocuidad.	2	2	100	
5	Procedimientos de recepción de materia prima que cuente con verificación de especificaciones, inspección de camiones y recepción de certificados de calidad.	2	2	100	
Total		11	9	Porcentaje obtenido	82%
XIV. MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
1	Procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya inventario de equipos, ubicación de los mismos y calendario de actividades.	3	1,5	50	No se visualizan procedimientos para mantenimientos preventivos.
2	Materiales que se utilizan en el mantenimiento son de grado alimenticio.	3	2	67	Grasa de los elevadores no es de grado alimenticio.
3	Instructivos para llevar a cabo de forma correcta el mantenimiento preventivo.	1	0	0	Ausencia de procedimientos para mantenimiento preventivo.
4	Documento de normas de higiene personal que deben seguir al realizar mantenimientos correctivos mientras los equipos se encuentran en operación.	3	3	100	
Total		10	6,5	Porcentaje obtenido	65%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 19. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 8

Lista de verificación						
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.						
Empresa:	GranoPack					
Fecha:	13/12/2023					
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones		
XV. CAPACITACIÓN E INDUCCIÓN						
1	Capacitaciones y concientización del personal en temas de Inocuidad de alimentos (BPM, SSOP, HACCP).	5	3	60	No existe capacitación en HACCP.	
2	Capacitaciones específicas de acuerdo al puesto del personal (limpieza, PCC, prácticas del personal).	2	1	50	No se tienen identificados los PCC.	
3	Personal nuevo recibe charlas básicas sobre BPM antes de iniciar en su puesto.	2	2	100		
4	La efectividad de las actividades de capacitación se mide periódicamente.	3	3	100		
Total		12	9	Porcentaje obtenido	75%	
XVI. QUEJAS, TRAZABILIDAD Y RETIRO DEL PRODUCTO						
1	Procedimiento para la recepción y manejo de quejas referentes a inocuidad de los productos.	3	3	100		
2	Procedimiento de trazabilidad y retiro de productos donde se explique claramente fuentes de información a consultar para dar trazabilidad en ambos sentidos a los productos.	3	1,5	50	Existen deficiencias con la trazabilidad de un producto durante el proceso, ya que en ocasiones les cuesta identificar a cual lote pertenece un producto.	
3	Se puede dar trazabilidad a un producto en cualquiera de sus etapas.	3	1	33	Existen conflictos para dar una trazabilidad eficiente después de procesar la MP.	
4	Se tienen bien definidas las acciones a tomar cuando se detecta producto no conforme que a salido al mercado.	3	3	100		
5	Se realiza ensayos para determinar la efectividad del procedimiento en ambos sentidos.	1	0	0	Existen limitaciones para dar seguimiento efectivo a productos no conformes.	
Total		13	8,5	Porcentaje obtenido	65%	
XVII. DOCUMENTACIÓN Y AUDITORÍA						
1	Procedimiento de manejo de documentos que permite localizar fácilmente su ubicación.	5	5	100		
2	Documentación generada se documenta adecuadamente y de forma segura.	3	2	67	En la actualidad se están implementando mejores medidas de documentación y registros.	
3	Se tiene procedimiento de auditorías internas que incluyan temas de inocuidad.	5	5	100		
4	Grupo de auditores internos cuenta con capacitación adecuada en temas de inocuidad.	3	3	100		
5	Se tiene registros de acciones correctivas derivadas y de las actividades realizadas para cerrarlas.	2	1	50	No se observan registros completos sobre dichas acciones.	
Total		18	16	Porcentaje obtenido	89%	
					Promedio Soporte	70%

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Anexo 20. Lista de verificación HACCP aplicada a GranoPack parte 9

Lista de verificación							
Buenas prácticas de manufactura (BPM) y operaciones de limpieza y sanitización (SSOP) para el cumplimiento de requisitos para la certificación HACCP.							
Empresa:	GranoPack						
Fecha:	13/12/2023						
Requerimiento	Puntaje	Puntaje Obtenido	Calificación	Observaciones			
<i>Análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP)</i>							
Análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP)							
1	Procedimientos estandarizados de operación para cada producto elaborado en la empresa incluidos en el sistema HACCP.	3	0	0	Actualmente la empresa no trabaja con esta normativa.		
2	Se tiene definido el equipo HACCP indicando al coordinador. Se lleva un registro con las reuniones y se registran capacitaciones de los integrantes del equipo.	3	0	0			
3	Los límites críticos se determinaron con evidencia científica que los respalde. Validaciones.	2	0	0			
4	Se cuenta con los diagramas de flujo para cada uno de los productos y los registros de la verificación realizada por el equipo HACCP.	2	0	0			
5	Se hizo un análisis de peligros para cada uno de los productos incluidos en HACCP donde se especifique las medidas preventivas para cada caso.	5	0	0			
6	Se determinaron los PCC con una metodología adecuada, son estos medibles y proporcionan criterio de decisión inmediata.	5	0	0			
7	Los límites críticos se determinaron con evidencia científica que los respalde. Validaciones	3	0	0			
8	Se tiene un formulario de sistema de vigilancia de los PCC. Registros del monitoreo.	5	0	0			
9	Se tiene un procedimiento con medidas correctivas en caso de que algún límite crítico se salga de control. Registros.	3	0	0			
10	Sistemas de comprobación de la efectividad de los PCC y del funcionamiento del sistema HACCP.	3	0	0			
Total		34	0	Porcentaje obtenido	0%	Promedio HACCP	0%
Nota		76%					

Fuente: elaboración propia basada en Villalobos (2013).

Apéndices

Apéndice 1. Manual de instrucciones del proceso de empaque de frijoles

Instructivo de procedimientos para empaque de Frijoles.

EMPRESA: PRONUTRE FOODS

Realizado en octubre 2023
FECHA APROBACIÓN DE CALIDAD: 13/5/2024

Propósito: Describir el proceso de empaque de frijoles en la empresa *Pronutre Foods*, mediante un manual e instructivo de procesos.

Objetivo: El instructivo de procesos para el empaque de frijoles en la empresa *Pronutre Foods* tiene como objetivo principal estandarizar, optimizar y controlar el proceso de empaque para garantizar la calidad del producto, la eficiencia operativa y el cumplimiento de

especificaciones de trabajo. Además, también facilita el proceso de capacitación de los empleados, quienes mediante este instructivo pueden comprender mejor sus funciones.

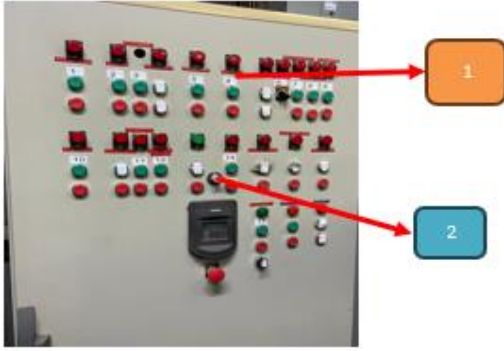


Alcance: Este manual aplica para el empaque de frijoles rojo y negro.




Códigos:


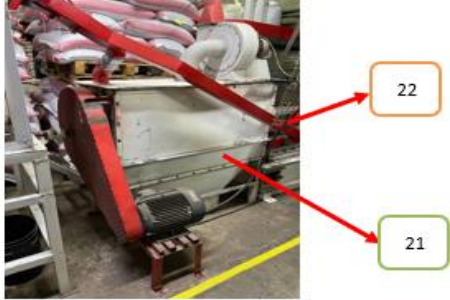

Producto	Código instructivo
Frijol rojo y negro	FRRN-0102
Frijol blanco	FRB-03
Arroz 99%	ARR-99
Arroz 95%	ARR-95
Arroz 91%	ARR-91
Garbanzos	GAR-04
Lentejas	LEN-05
Café	CAF-06
Maíz palomita	MAP-07
Subproductos	SUB-08

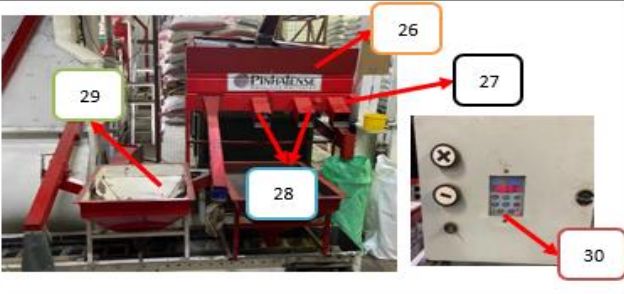



Fuente: elaboración propia (2023).

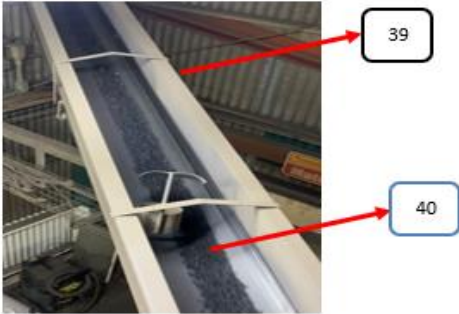


INSTRUCTIVO DE PROCESOS PARA EL EMPAQUE DE FRIJOLES NEGROS Y ROJOS


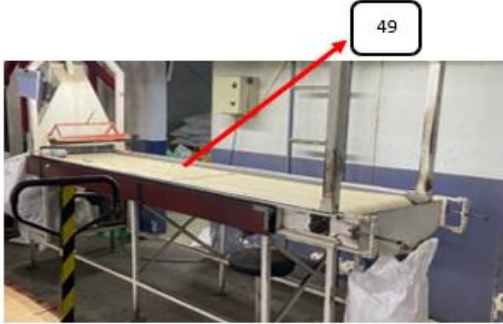

Instrucción	Referencia	Comentarios
<p>1. Encendido de la línea de producción: previo a dar inicio con las operaciones de empaque de frijoles es requerido inicializar la línea utilizando el tablero del panel de control. Para encender la línea se inicia siguiendo el orden desde la última máquina número 14 a la máquina 1; y para apagar la línea se inicia en la máquina 1 y se finaliza en la máquina 14, teniendo la intención de no desabastecer la línea productiva.</p>		<p>1 Se refiere a la numeración de encendido para cada máquina, es decir, 1 enciende máquina 1..10 enciende máquina 10.</p> <p>2 Regulador de velocidad de la banda transportadora.</p>
<p>2. Ingreso de la materia prima a la tolva de carga: los operarios deben traer los sacos de frijol correspondientes, abrirlos y colocar los frijoles dentro de la tolva para iniciar el proceso. El método de ingreso depende del modo de empaque del proveedor, puede ser big bags o en sacos.</p>		<p>3 Ingreso de materia prima a la tolva principal.</p> <p>4 Tolva principal o de ingreso.</p>
<p>3. Los frijoles ingresan al dosificador: en este proceso la materia prima cae al dosificador por gravedad para que los frijoles sean distribuidos equitativamente en la banda transportadora que alimenta la primer zaranda.</p>		<p>5 Dosificadora: permite agregar cantidades de frijoles exactas en cada una de sus descargas.</p> <p>6 Tolva de ingreso.</p>




<p>4. Ingreso a la zaranda 1: los frijoles provenientes del dosificador ingresan a la primer zaranda de manera ordenada, lo que evita la saturación de la máquina o el colapso de la misma. En este proceso se da la primera filtración de la materia prima y se tienen tres salidas principales: frijol de primera, frijol de segunda y desechos.</p>		<p>7 Zaranda 1.</p> <p>8 Salida frijol de segunda(lajillas).</p> <p>9 Salida frijol primera.</p> <p>10 Salida desechos.</p>
<p>5. Elevador de guacal 1: los frijoles de primera, provenientes de la zaranda 1, ingresan al primer elevador de guacal donde son transportados en contenedores denominados "guacales", los cuales se dirigen al proceso de pulido.</p>		<p>11 Contenedores (guacales).</p> <p>12 Elevador de guacal 1.</p>
<p>6. Pulidora 1: los frijoles provenientes del primer elevador de guacal ingresan a la pulidora 1 para darles brillo y limpieza. Cabe destacar que el uso de esta máquina es opcional, pues al existir dos, ambas no pueden funcionar al mismo instante para evitar excesivo pulido del frijol, generando daño total, pelado e inclusive lajillas. En este proceso existen dos salidas, basura u otros desechos y frijoles de calidad que continúan en el proceso.</p>		<p>13 Pulidor 1.</p> <p>14 Elevador de guacal 1.</p> <p>15 Salida frijol de primera.</p> <p>16 Salida de desechos.</p>

<p>7. Imán y Desterronadora: Al pasar por la pulidora 1, los frijoles provenientes de esa máquina ingresan al primer proceso de filtración por gravedad para la eliminación de terrones y de objetos metálicos en el frijol. Este proceso cuenta con dos salidas, la primera de material de desecho que contiene terrones, objetos metálicos u otro tipo de basura; mientras que la otra salida continua con el proceso.</p>		<p>17 Salida desechos.</p> <p>18 Imán y desterronadora.</p> <hr/> <p>19 Salida frijol primera.</p> <p>20 Vibrador que le da flujo al frijol.</p>
<p>8. Pulidora 2: El frijol proveniente de la desterronadora ingresa a la pulidora 2 (en caso de que esta sea la que esta en funcionamiento), donde el producto es limpiado por medio de una serie de filamentos o cepillos que le proporcionan el brillo adecuado.</p>		<p>21 Pulidora 2.</p> <hr/> <p>22 Salida a elevador de guacal 2.</p>
<p>9. Elevador de guacal 2: una vez que el frijol se encuentre limpio y pulido ingresa al elevador de guacal 2, donde se traslada hacia una tolva con dos salidas: la primera se dirige hacia la máquina saca lajillas para extraer las "lajillas" por medio del funcionamiento de dos cilindros, mientras que la otra salida conduce directamente a la máquina oliver, donde también se filtra el frijol para separar las lajillas por medio de vibración y densidad.</p>		<p>23 Elevador de guacal 2.</p> <p>24 Salida a saca lajillas.</p> <hr/> <p>25 Salida a máquina Oliver.</p>

<p>10. Vibración en máquina Densimétrica/Oliver: en este proceso, el material proveniente del elevador de guacal 2, ingresa a un proceso de zarandeo donde influyen otros factores externos como la inserción y dirección del aire, y la velocidad de vibración, pues lo que se pretende es lograr una separación mayor de las lajillas e impurezas. Existen tres salidas, en la primera se extrae frijol densidad baja, en la segunda frijol de densidad media(se reprocesa) y en la última frijol de calidad para continuar con el proceso.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 26 Máquina Oliver. 27 Salida de lajillas. 28 Salida frijol de primera. 29 Tolva con imán. 30 Regulador de velocidad de vibración de Oliver.
<p>11. Tolva con imán: en este proceso los frijoles de primera(sin lajilla),provenientes de la máquina Oliver, ingresan a la tolva con imán con la intención de extraer todo tipo de material metálico que pueda poner en riesgo la salud del consumidor; y posteriormente se dirigen a la banda transportadora para ingresar al elevador de guacal 3.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 31 Tolva receptora de frijol de primera calidad. 32 Imán: extrae todo tipo de cuerpo metálico.
<p>12. Elevador de guacal 3: en esta parte del proceso el producto tiene dos posibles salidas,la primera hacia la máquina saca lajillas nuevamente, y la segunda hacia la banda transportadora que conduce los frijoles a la máquina seleccionadora para continuar con el proceso.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 33 Elevador de guacal 2. 34 Salida a saca lajillas. 35 Elevador de guacal 3. 36 Salida a banda transportadora aérea.
<p>13. Saca lajillas: en esta parte del proceso los frijoles ingresan para ser filtrados nuevamente y extraer las "lajillas" restantes con la finalidad de que ingresen a la máquina seleccionadora lo más limpios posibles.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 37 Máquina saca lajillas. 38 Ingreso de frijoles a la máquina.

<p>14. Banda transportadora aérea: se encarga del traslado de material desde el elevador 3 y desde la saca lajillas hacia la máquina seleccionadora.</p>	 <p>39</p> <p>40</p>	<p>39 Banda transportadora aérea dirigida a la máquina seleccionadora.</p> <p>40 Producto transportado a máquina seleccionadora.</p>
<p>15. Tolva de reservorio: funciona como una medida preventiva para que los frijoles no ingresen abruptamente a la máquina seleccionadora, lo que permite que esta no colapse al desarrollar su función. Para este proceso existe un bypass 1 que es una característica clave para permitir el flujo controlado del producto, ya que actúa como una ruta alternativa que puede desviar o redirigir el flujo de frijoles hacia la máquina seleccionadora o hacia la banda transportadora 2.</p>	 <p>41</p> <p>42</p> <p>43</p>	<p>41 Tolva de reservorio.</p> <p>42 Salida a banda transportadora 2.</p> <p>43 Máquina seleccionadora.</p>
<p>16. Máquina seleccionadora: esta máquina automatizada tiene la función de realizar una inspección, mediante fotogramas, para separar aquellos frijoles que no cumplan los estándares establecidos previamente por el ingeniero, es decir, separa el producto que no cumpla con la "receta" digitada por el experto. Existen dos salidas, de producto no conforme y producto conforme el cual se dirige a otro bypass que controla el flujo y la dirección de los frijoles.</p>	 <p>44</p> <p>45</p>	<p>44 Máquina seleccionadora automatizada.</p> <p>45 Panel de control donde se introducen las "recetas".</p>

<p>17. Bypass 2: en esta parte del proceso existen tres salidas, a la banda transportadora 2, la salida al empaque en formato quintal y la salida a la tolva de frijol procesado.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 46 Salida a banda transportadora 2. 47 Salida a empaque tipo quintal. 48 Salida a tolva de frijol procesado.
<p>18. Banda transportadora #2: es alimentada por los dos bypass existentes en el proceso, para posteriormente redirigirse al empaque en formato quintal. La única diferencia del empaque en formato quintal con respecto al empaque en bolsas, es que el formato quintal no utiliza máquina empacadora, únicamente el frijol ingresa al saco, se le coloca una etiqueta y posteriormente se cose para trasladarlo al área de embalaje, donde puede realizarse un muestreo previo a salir al despacho.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 49 Banda transportadora #2.
<p>19. Tolva de frijol procesado: los frijoles provenientes del bypass 2 caen a un contenedor de frijol procesado para posteriormente dirigirse al elevador de guacal 4 e ingresar a la máquina de empaque.</p>		<ul style="list-style-type: none"> 50 Tolva de frijol procesado. 51 Ingreso de frijol proveniente del bypass 2.

<p>20. Elevador de guacal 4: el material proveniente de la tolva de frijol procesado ingresa al elevador de guacal 4 para ser transportarlo hacia la máquina empacadora.</p>		<p>52 Elevador de guacal 4.</p> <p>53 Salida a máquina empacadora.</p>
<p>21. Máquina empacadora: el producto ingresa a la máquina empacadora donde cada bolsa de frijol es abastecida de forma automática cumpliendo las especificaciones de peso y calidad para luego proceder al área de embalaje.</p>		<p>54 Ingreso del frijol procesado.</p> <p>55 Máquina empacadora.</p>
<p>22. Banda transportadora empaque: traslada las bolsas de frijol empacadas y debidamente selladas al área de embalaje, donde también se realizan muestreos para verificar el peso.</p>		<p>56 Banda transportadora empaque.</p> <p>57 Área de embalaje.</p>

<p>23. Muestreo: El Ingeniero de calidad hace un muestreo del producto final empacado, esto con la función de garantizar la calidad final y el cumplimiento de los requisitos establecidos en la orden de trabajo.</p>		<p>58 Área de muestreo e inspección visual.</p>
<p>24. Área de embalaje: en esta área el frijol se empaca en las presentaciones deseadas según la orden de producción.</p>		<p>59 Máquina empacadora.</p> <p>60 Área de embalaje.</p>
<p>25. Zona de picking: en esta área se preparan las tarimas con el producto terminado para ser trasladados a la bodega y posteriormente ser despachado.</p>		<p>61 Zona de picking del producto final.</p>

Fuente: elaboración propia (2023).

Apéndice 2. Programación en R-Studio diseño de experimentos

Como parte integral del diseño, se incluye la programación desarrollada en R-Studio, la elección de esta herramienta es crucial debido a su relevancia y eficacia en el análisis de datos. Por lo tanto, incluir la programación en este diseño es esencial para garantizar un análisis exhaustivo y riguroso de los datos.

Creando librerías

```
library(tidyverse)
```

```
library(readr)
```

Diseño completamente al azar de dos factores (DCA2F)

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Resolviendo el caso de GranoPack

```
# Incluyendo los datos
F1 <-
c("1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","1","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","2","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3","3")
F2 <-
c("1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3","1","2","3")
resp <-
c(1.63,1.98,1.4,1.76,1.87,1.65,1.76,2.0,1.43,1.74,1.86,1.32,1.85,1.85,1.48,1.86,1.94,1.35,1.86,1.88,1.55,1.73,1.87,1.58,1.69,2.1,2.11,1.73,2.28,2.03,1.41,2.1,2.17,1.42,2.21,2.47,1.6,2.32,2.36,1.39,2.15,2.11,1.61,2.14,2.42,1.38,2.16,2.33,1.61,1.93,1.5,1.74,1.96,1.42,1.71,1.96,1.57,1.72,1.93,1.51,1.53,1.87,1.47,1.55,1.96,1.68,1.75,1.78,1.58,1.66,1.82,1.64)

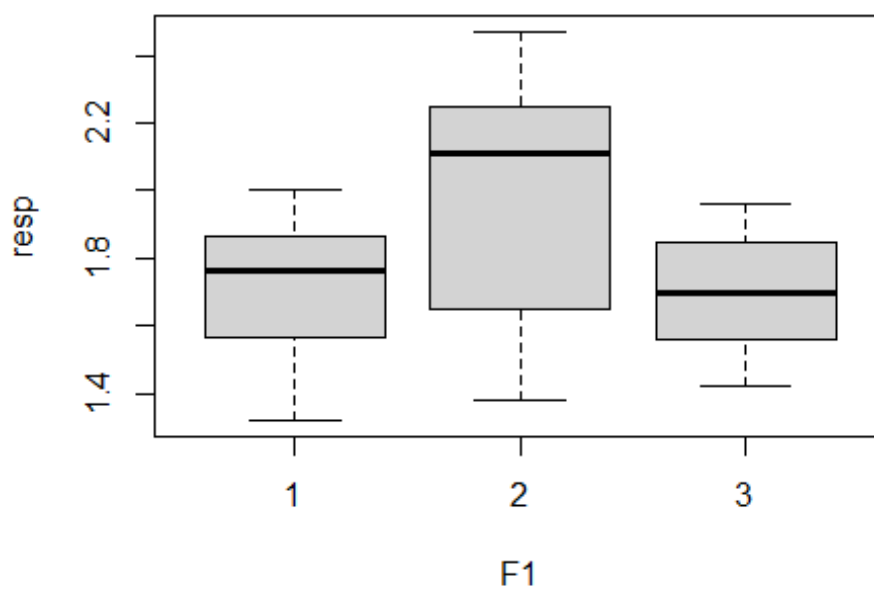
datos <- data.frame(F1,F2,resp)
datos

##   F1 F2 resp
## 1  1  1 1.63
## 2  1  2 1.98
## 3  1  3 1.40
## 4  1  1 1.76
## 5  1  2 1.87
## 6  1  3 1.65
## 7  1  1 1.76
```

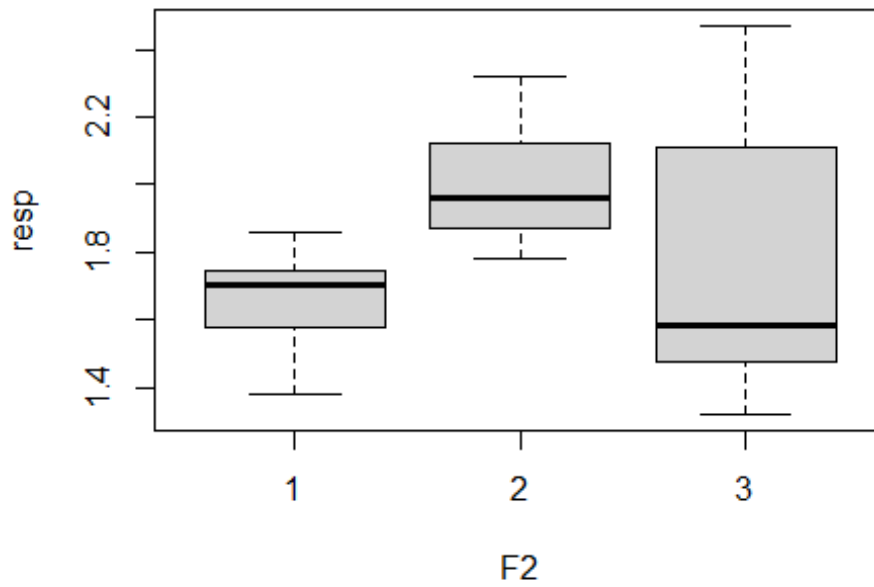
8 1 2 2.00
9 1 3 1.43
10 1 1 1.74
11 1 2 1.86
12 1 3 1.32
13 1 1 1.85
14 1 2 1.85
15 1 3 1.48
16 1 1 1.86
17 1 2 1.94
18 1 3 1.35
19 1 1 1.86
20 1 2 1.88
21 1 3 1.55
22 1 1 1.73
23 1 2 1.87
24 1 3 1.58
25 2 1 1.69
26 2 2 2.10
27 2 3 2.11
28 2 1 1.73
29 2 2 2.28
30 2 3 2.03
31 2 1 1.41
32 2 2 2.10
33 2 3 2.17
34 2 1 1.42
35 2 2 2.21
36 2 3 2.47
37 2 1 1.60
38 2 2 2.32
39 2 3 2.36
40 2 1 1.39
41 2 2 2.15
42 2 3 2.11
43 2 1 1.61
44 2 2 2.14
45 2 3 2.42
46 2 1 1.38
47 2 2 2.16
48 2 3 2.33
49 3 1 1.61
50 3 2 1.93
51 3 3 1.50
52 3 1 1.74
53 3 2 1.96
54 3 3 1.42
55 3 1 1.71
56 3 2 1.96
57 3 3 1.57

```
## 58 3 1 1.72
## 59 3 2 1.93
## 60 3 3 1.51
## 61 3 1 1.53
## 62 3 2 1.87
## 63 3 3 1.47
## 64 3 1 1.55
## 65 3 2 1.96
## 66 3 3 1.68
## 67 3 1 1.75
## 68 3 2 1.78
## 69 3 3 1.58
## 70 3 1 1.66
## 71 3 2 1.82
## 72 3 3 1.64
```

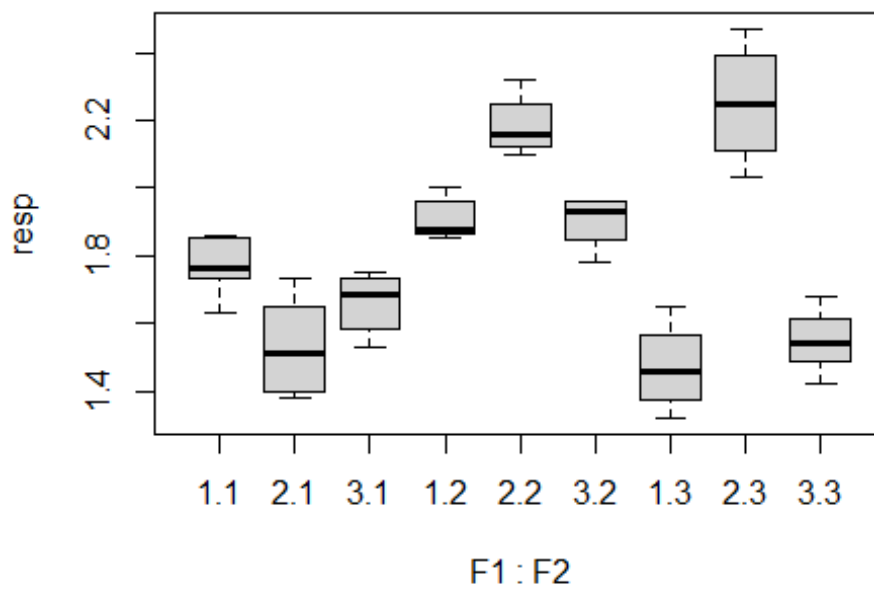
```
## Realizando un primer análisis descriptivo
boxplot(resp ~ F1)
```



```
boxplot(resp ~ F2)
```



```
boxplot(resp ~ F1:F2)
```



Interpretación factor F1. La velocidad de 9 es la que tiene mayor media; no obstante, muestra más variabilidad. Mientras que la velocidad 3, es la que muestra menor variabilidad de los datos.

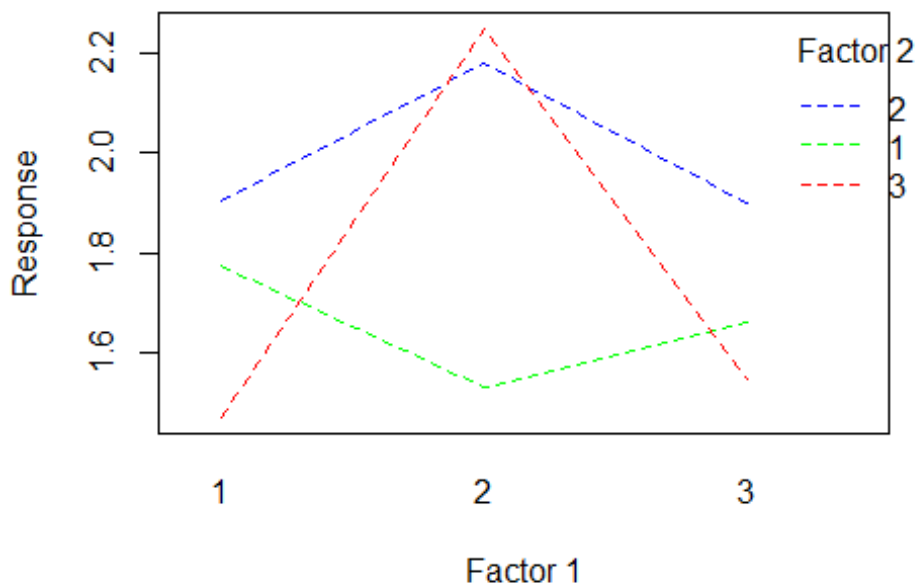
Interpretación factor F2. La apertura de 4.5 cm es la que presenta menos variabilidad y mayor media; sin embargo, la apertura de 3cm es la que presenta más variabilidad.

Interpretación factor combinado de F1:F2. la combinación 2.3 es la que debería de sacar más terror, que se traduce en sacar mucho *scrap*, significando un ahorro en la no conformidad 2.

IMPORTANTE PARA 2.3, tiene sentido que a una menor velocidad de llegada del frijol y una apertura más pequeña, se saque mayor cantidad de terrón y que no salga frijol bueno dentro del desecho. Actualmente, lo usan con una velocidad de 11 y una apertura de 4.5cm generando que la no conformidad 2 que es el terrón sea la mayor pérdida económica.

Incluyendo gráficos de perfiles

```
interaction.plot(F1,F2,resp, fun = mean,
  ylab = "Response",
  xlab = "Factor 1",
  col = c("green", "blue", "red"),
  lty = 2, #line type
  lwd = 1, #line width
  trace.label = "Factor 2")
```



Al no existir paralelismo, sí hay interacción de las variables. Si hay interacción en un diseño experimental de dos factores, significa que el efecto de la velocidad en la variable de respuesta depende del nivel o la presencia de la apertura.

Calculando las sumas de cuadrados

Tabla para Factor 1

```
table1 <- datos %>% group_by(F1) %>%
  summarise(
    media = mean(resp),
```

```

  suma = sum(resp)
)
table1

## # A tibble: 3 × 3
##   F1   media suma
##   <chr> <dbl> <dbl>
## 1 1     1.72 41.2
## 2 2     1.99 47.7
## 3 3     1.70 40.8

```

La mejor media es para la velocidad del factor 2, que es la velocidad de 9.

```

## Tabla para factor 2
table2 <- datos %>% group_by(F2) %>%
  summarise(
    media = mean(resp),
    suma = sum(resp)
  )
table2

## # A tibble: 3 × 3
##   F2   media suma
##   <chr> <dbl> <dbl>
## 1 1     1.65 39.7
## 2 2     2.00 47.9
## 3 3     1.76 42.1

```

En este caso, para la apertura la mejor se considera la de 4.5cm, que es la que utilizan actualmente en el proceso.

```

## Tabla para Interacción
table3 <- datos %>% group_by(F1,F2) %>%
  summarise(
    media = mean(resp),
    suma = sum(resp)
  )

## `summarise()` has grouped output by 'F1'. You can override using the `.groups`
## argument.

table3

## # A tibble: 9 × 4
## # Groups:   F1 [3]
##   F1   F2   media suma
##   <chr> <chr> <dbl> <dbl>
## 1 1     1     1.77 14.2
## 2 1     2     1.91 15.2
## 3 1     3     1.47 11.8
## 4 2     1     1.53 12.2
## 5 2     2     2.18 17.5

```

```
## 6 2 3 2.25 18
## 7 3 1 1.66 13.3
## 8 3 2 1.90 15.2
## 9 3 3 1.55 12.4

## Calculando las sumas de cuadrados
a <- length(table1$media)
b <- length(table2$media)
n <- 8
big_sum <- sum(table1$suma)

ssF1 <- (1/(b*n))*sum(table1$suma^2) - (big_sum^2/(a*b*n)) ;ssF1
## [1] 1.236503

ssF2 <- (1/(a*n))*sum(table2$suma^2) - (big_sum^2/(a*b*n)) ;ssF2
## [1] 1.489036

ssSUB <- 1/n * (sum(table3$suma^2)) - (big_sum^2/(a*b*n)) ;ssSUB
## [1] 5.102553

ssInt <- ssSUB - ssF2 - ssF1 ; ssInt
## [1] 2.377014

ssT <- sum(datos$resp^2) - (big_sum^2/(a*b*n)) ;ssT
## [1] 5.787128

ssR <- ssT - ssInt - ssF2 - ssF1 ;ssR
## [1] 0.684575
```

Interpretación de la suma de cuadrados: indica la variabilidad presente en los datos analizados, cuando el resultado de las sumas de cuadrados es menor, se observa una menor variabilidad, lo que implica que los datos se ajustan mejor al modelo en estudio. En este caso particular, los valores son relativamente bajos, lo que sugiere una menor variabilidad en los datos analizados.

Construyendo la tabla ANOVA

```
## Imprimiendo la tabla ANOVA
mod0 <- lm(resp ~ F1*F2, data = datos)
anova(mod0)

## Analysis of Variance Table
##
## Response: resp
##      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## F1    2 1.23650 0.61825  56.896 7.658e-15 ***
## F2    2 1.48904 0.74452  68.516 < 2.2e-16 ***
```

```

## F1:F2    4 2.37701 0.59425 54.688 < 2.2e-16 ***
## Residuals 63 0.68457 0.01087
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

mod1 <- lm(resp ~ F1 + F2 + F1*F2, data = datos)
anova(mod1)

## Analysis of Variance Table
##
## Response: resp
##      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## F1      2  1.23650  0.61825  56.896 7.658e-15 ***
## F2      2  1.48904  0.74452  68.516 < 2.2e-16 ***
## F1:F2    4  2.37701  0.59425  54.688 < 2.2e-16 ***
## Residuals 63 0.68457 0.01087
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

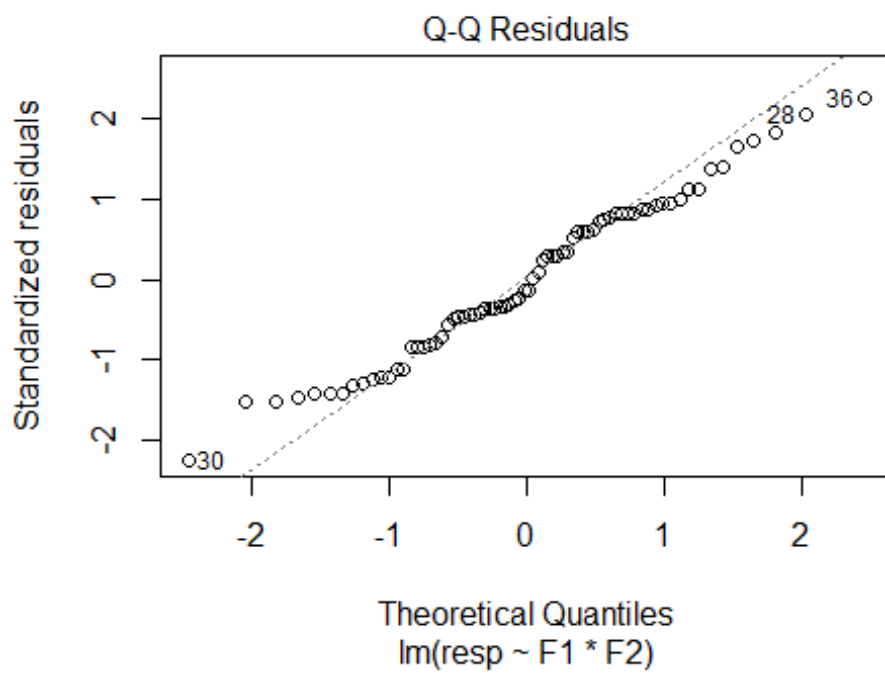
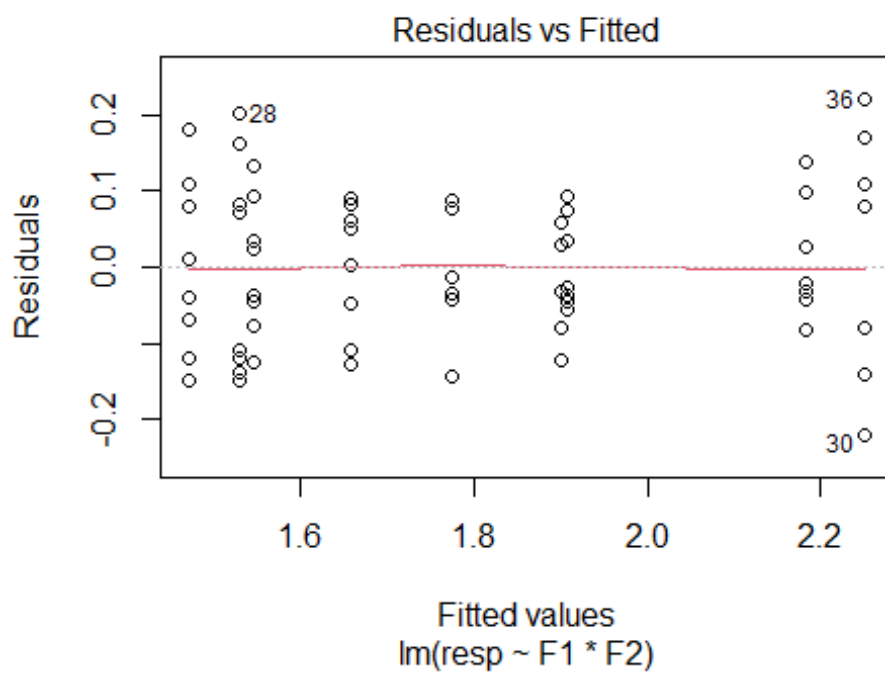
El P-Valor es $< \alpha$, por ende si hay interacción rechazando la H_0 .

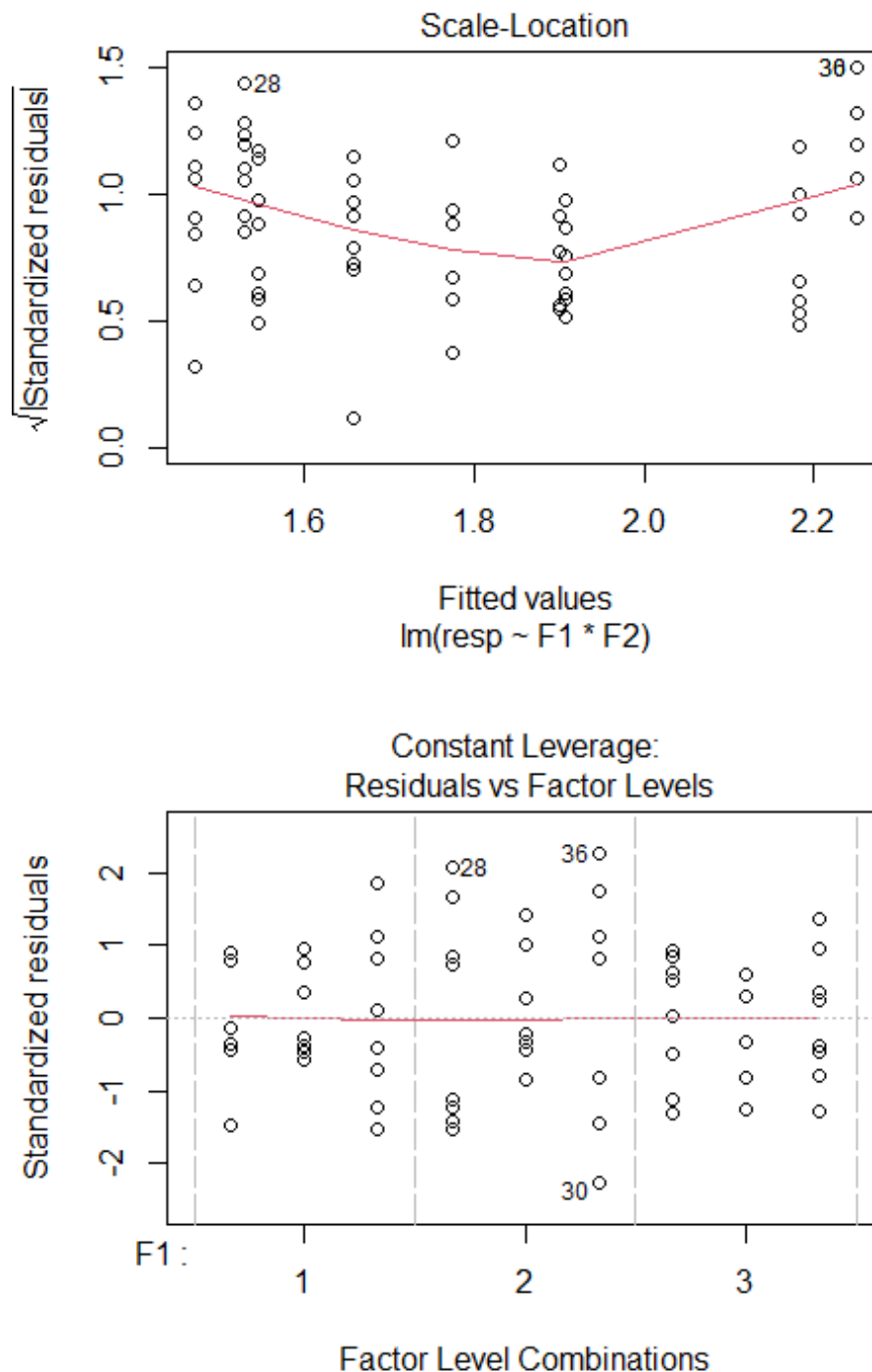
$H_0 = F_1F_2 = 0$, No hay interacción

$H_1 = F_1F_2 \neq 0$, Sí hay interacción

##Creando plot

```
plot(mod0)
```

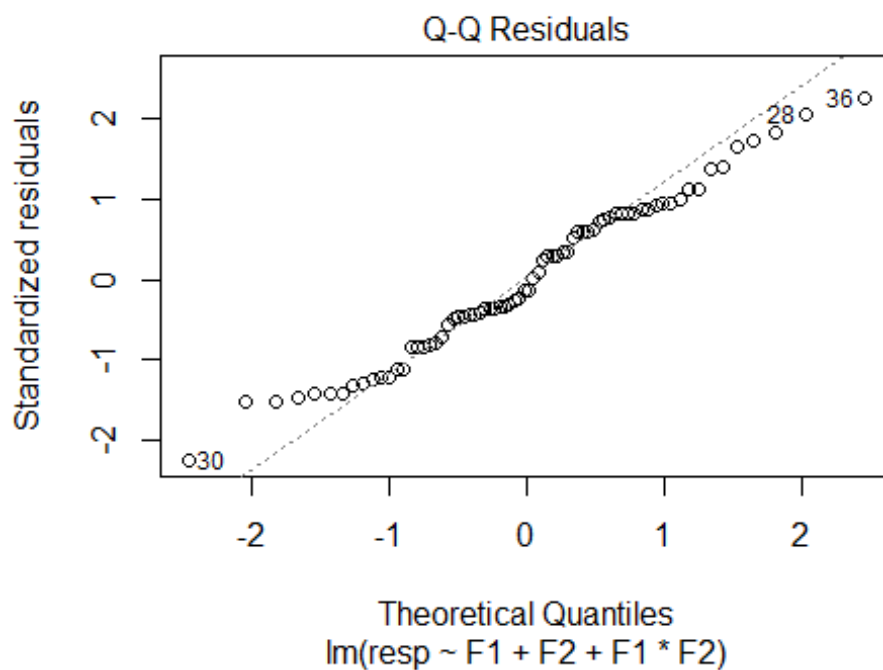
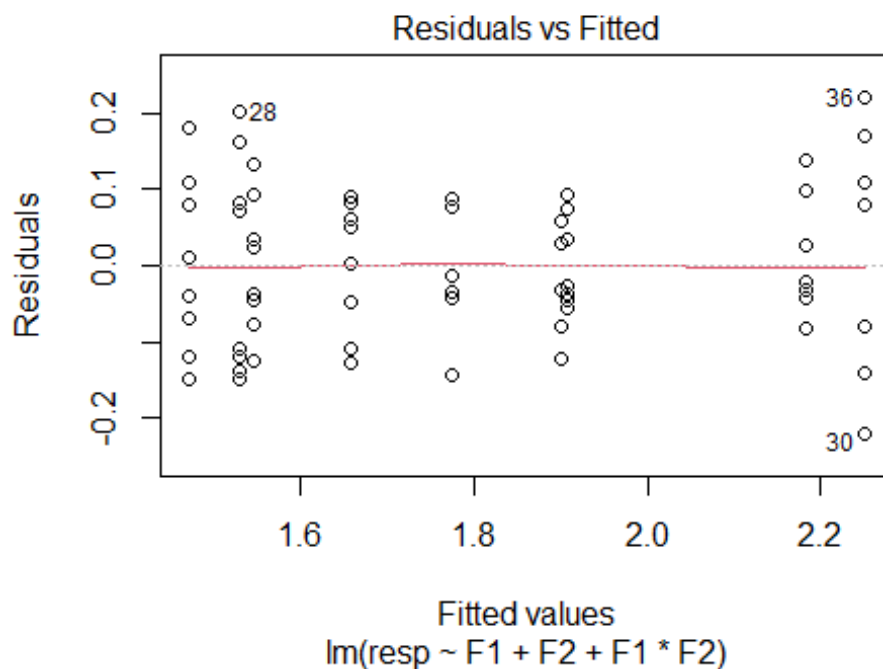


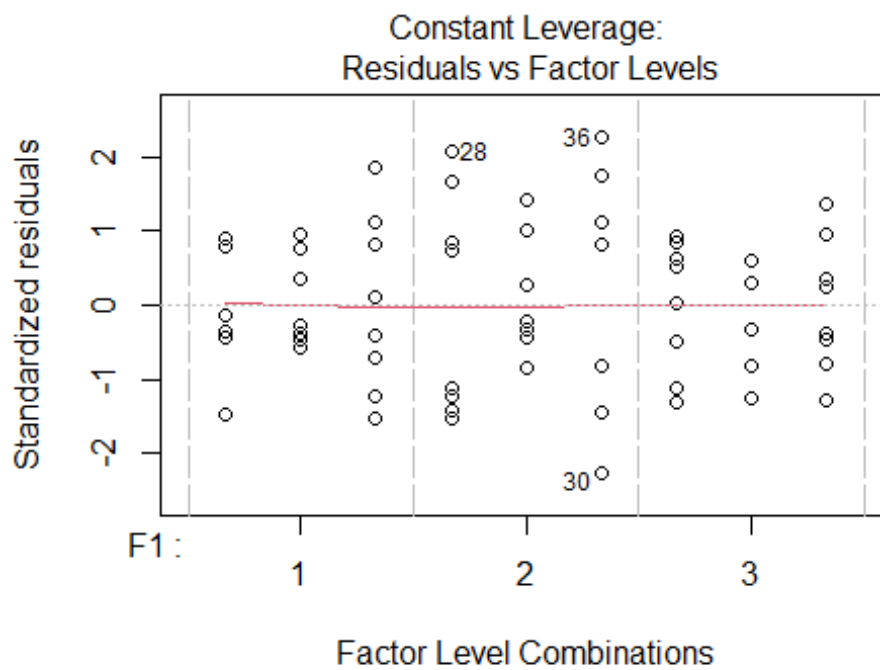
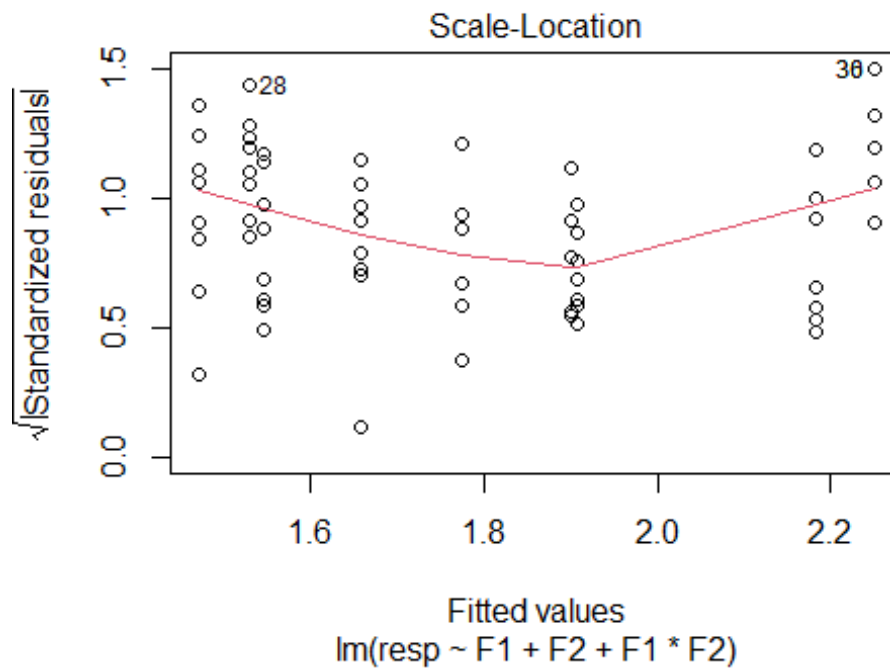


1. En el gráfico de residuales contra ajustados, se logra observar cómo no existe ningún patrón marcado en los valores de las muestras. Por ende, se comprueba como sí se cumple el supuesto de homocedasticidad. En resumen, no hay falta de homocedasticidad, lo que quiere decir que la varianza de los errores está siendo constante a lo largo del tiempo.

- Por otra parte, al observar la gráfica de normalidad Q-Q Residuals se evidencia claramente como los datos también siguen el patrón de normalidad, indicando que no hay falta de normalidad en los datos, únicamente se observan tres datos atípicos que pudo deberse a alguna causa especial.

```
plot(mod1)
```





```
## Realizando comparaciones múltiples
mod2 <- aov(resp ~ F1*F2, data = datos)
anova(mod2)
```

```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: resp
```

```
##      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
## F1      2 1.23650 0.61825  56.896 7.658e-15 ***
## F2      2 1.48904 0.74452  68.516 < 2.2e-16 ***
## F1:F2    4 2.37701 0.59425  54.688 < 2.2e-16 ***
## Residuals 63 0.68457 0.01087
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

TukeyHSD(mod2)

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
##
## Fit: aov(formula = resp ~ F1 * F2, data = datos)
##
## $F1
##      diff      lwr      upr    p adj
## 2-1 0.27041667 0.19818631 0.34264703 0.0000000
## 3-1 -0.01458333 -0.08681369 0.05764703 0.8788371
## 3-2 -0.28500000 -0.35723036 -0.21276964 0.0000000
##
## $F2
##      diff      lwr      upr    p adj
## 2-1 0.3429167 0.27068631 0.4151470 0.0000000
## 3-1 0.1016667 0.02943631 0.1738970 0.0035446
## 3-2 -0.2412500 -0.31348036 -0.1690196 0.0000000
##
## $`F1:F2`
##      diff      lwr      upr    p adj
## 2:1-1:1 -0.24500 -0.4124128 -0.0775872 0.0004707
## 3:1-1:1 -0.11500 -0.2824128 0.0524128 0.4143663
## 1:2-1:1 0.13250 -0.0349128 0.2999128 0.2324207
## 2:2-1:1 0.40875 0.2413372 0.5761628 0.0000000
## 3:2-1:1 0.12750 -0.0399128 0.2949128 0.2781699
## 1:3-1:1 -0.30375 -0.4711628 -0.1363372 0.0000072
## 2:3-1:1 0.47625 0.3088372 0.6436628 0.0000000
## 3:3-1:1 -0.22750 -0.3949128 -0.0600872 0.0015035
## 3:1-2:1 0.13000 -0.0374128 0.2974128 0.2546242
## 1:2-2:1 0.37750 0.2100872 0.5449128 0.0000000
## 2:2-2:1 0.65375 0.4863372 0.8211628 0.0000000
## 3:2-2:1 0.37250 0.2050872 0.5399128 0.0000000
## 1:3-2:1 -0.05875 -0.2261628 0.1086628 0.9677657
## 2:3-2:1 0.72125 0.5538372 0.8886628 0.0000000
## 3:3-2:1 0.01750 -0.1499128 0.1849128 0.9999946
## 1:2-3:1 0.24750 0.0800872 0.4149128 0.0003972
## 2:2-3:1 0.52375 0.3563372 0.6911628 0.0000000
## 3:2-3:1 0.24250 0.0750872 0.4099128 0.0005573
## 1:3-3:1 -0.18875 -0.3561628 -0.0213372 0.0159667
## 2:3-3:1 0.59125 0.4238372 0.7586628 0.0000000
## 3:3-3:1 -0.11250 -0.2799128 0.0549128 0.4446955
```

```
## 2:2-1:2 0.27625 0.1088372 0.4436628 0.0000532
## 3:2-1:2 -0.00500 -0.1724128 0.1624128 1.0000000
## 1:3-1:2 -0.43625 -0.6036628 -0.2688372 0.0000000
## 2:3-1:2 0.34375 0.1763372 0.5111628 0.0000004
## 3:3-1:2 -0.36000 -0.5274128 -0.1925872 0.0000001
## 3:2-2:2 -0.28125 -0.4486628 -0.1138372 0.0000371
## 1:3-2:2 -0.71250 -0.8799128 -0.5450872 0.0000000
## 2:3-2:2 0.06750 -0.0999128 0.2349128 0.9291437
## 3:3-2:2 -0.63625 -0.8036628 -0.4688372 0.0000000
## 1:3-3:2 -0.43125 -0.5986628 -0.2638372 0.0000000
## 2:3-3:2 0.34875 0.1813372 0.5161628 0.0000002
## 3:3-3:2 -0.35500 -0.5224128 -0.1875872 0.0000002
## 2:3-1:3 0.78000 0.6125872 0.9474128 0.0000000
## 3:3-1:3 0.07625 -0.0911628 0.2436628 0.8679934
## 3:3-2:3 -0.70375 -0.8711628 -0.5363372 0.0000000
```

Anexo IV

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE
LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA
NACIONAL**

(Trabajo colectivo)

Página | 40

Ciudad, *Alajuela*

Fecha. *20/09/2024*

Señores/as

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre completo de sustentantes	Número de identificación
<i>Joselin Rodríguez Castro</i>	<i>207810716</i>
<i>Roglan Vindas Elizondo</i>	<i>11779 0842</i>
<i>Fabiola Hidalgo Meléndez</i>	<i>20699 0247</i>

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

Propuesta de diseño para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria del proceso de empaque de granos de frijol en la empresa Grano Pack, basado en el programa HACCP, durante el período 2023-2024

El cual se presenta bajo la modalidad de, marque una opción:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación

Presentado en la fecha Día/Mes/Año autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, Sede 20/09/2024, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:


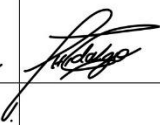
Página | 41

Autorizamos	
Ver CAPÍTULO V, DISPOSICIONES, FINALES. Artículo 43. RTFG.	
Marque con una X o un ✓	
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	✓
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN con una cantidad de 200 a 500 palabras.	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma

Joel Rodríguez	207810716	
Roglan Vinder	117790842	Refun V
Fabiola Hidalgo	206990247	

Página | 42

Día: 20/09/2024

Autorizamos	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca		X
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)		/
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional		/
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)		/
Consulta electrónica con texto protegido		/
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido		/
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.		/

Por otra parte declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Página | 43

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Joelín Rodríguez	207810716	
Roglan Vindas	11779 0842	
Fabiola Hidalgo	20699 0247	

Día: 20/09/2024

(Reformado mediante Acuerdo 9-3-2021, tomado por el Consejo Universitario en la Sesión Ordinaria No. 3-2021, celebrada el jueves 11 de febrero de 2021, a las nueve horas, según el Artículo 12. Publicado en el diario oficial La Gaceta No. 39 del 25 de febrero del 2021, sección de Reglamentos).