



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL ENVASADO DE FRIJOL NEGRO EN GRANO
(*Phaseolus Vulgaris L.*) EN UNA EMPRESA DE EMPAQUE**

Johann Alexander Masaya de León

Asesorado por la M. Sc. Natalia María Valdez Argueta

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL ENVASADO DE FRIJOL NEGRO EN GRANO (*Phaseolus Vulgaris L.*) EN UNA EMPRESA DE EMPAQUE

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOHANN ALEXANDER MASAYA DE LEÓN
ASESORADO POR LA M. Sc. NATALIA MARÍA VALDEZ ARGUETA

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JULIO DEL 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. César Ariel Villela Rodas
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL ENVASADO DE FRIJOL NEGRO EN GRANO
(Phaseolus Vulgaris L.) EN UNA EMPRESA DE EMPAQUE

Tema que me fue asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 4 de abril de 2022.

Johann Alexander Masaya de León

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
- Mis padres** Susana de León y Ariel Masaya por haberme traído al mundo y guiado a través de él, mi eterno agradecimiento por todo su amor.
- Mis hermanos** José Ricardo, Juan Pedro y Erick Giovany Masaya de León, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Mis abuelos** Amanda Mazariegos, Hilario de León (q. d. e. p.), Elisa Gamboa (q. d. e. p.) y Otto Masaya (q. d. e. p.), por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
- Mi prometida** Luckrecia Lemus por su cariño y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida.
- Mis amigos** Anibal Rezzio, Allan Aguilar, Daniel Ramírez por alentarme a mejorar académicamente.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser el alma *mater* que me permitió nutrirme de conocimientos.

Facultad de Ingeniería

Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.

Empacadora de granos

Por haberme brindado la información necesaria para realizar este diseño de investigación.

Mis amigos

Por haberme acompañado durante la carrera.

Mi asesor

M. Sc. Inga. Natalia María Valdés Argueta, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.

**Familia y amigos en
general**

Por su apoyo durante todas las etapas de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.4. Delimitación del problema	8
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1 General	13
5.2 Específicos	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
7. MARCO TEÓRICO.....	17
7.1. Empresa envasadora	17
7.1.1. Historia de la empresa	17

7.1.2.	Misión	18
7.1.3.	Visión	18
7.1.4.	Valores.....	18
7.1.5.	Políticas	19
7.1.6.	Licencias y registros	19
7.1.7.	Alcance	19
7.1.8.	Organigrama.....	20
7.1.9.	Siguientes pasos.....	20
7.1.10.	Envasado de grano.....	20
7.1.11.	Frijol negro.....	21
7.1.12.	Equipo multicabezal.....	21
7.1.13.	Envasadora vertical	22
7.2.	Calidad.....	22
7.2.1.	Control de Calidad	23
7.2.2.	Control de procesos.....	23
7.2.3.	Herramientas en el control de calidad.....	25
7.2.4.	Costos de calidad	25
7.2.5.	Ciclo de Deming.....	26
7.2.6.	Norma COGUANOR	26
7.2.7.	RTCA	27
7.2.8.	Producto preempacado.....	27
7.2.9.	Plan piloto	28
7.3.	Conceptos y herramientas de estadísticas	28
7.3.1.	Muestra.....	28
7.3.2.	Observación.....	28
7.3.3.	Recopilación de Información.....	29
7.3.4.	Trazabilidad	29
7.3.5.	Diagrama de Ishikawa	29
7.3.6.	Hoja de comprobación	31

7.3.7.	Análisis estadístico.....	31
7.3.8.	Cantidad de muestras	31
7.3.9.	Control estadístico.....	32
7.3.10.	Medidas de tendencia central	32
7.3.11.	Distribución normal.....	33
7.3.12.	Variabilidad	34
7.3.13.	Histograma	34
7.3.14.	Diagrama de Pareto	35
7.3.15.	Diagramas de control	36
7.3.16.	Gráficos de dispersión.....	37
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39
9.	METODOLOGÍA.....	43
9.1.	Características del estudio	43
9.2.	Unidades de análisis	44
9.3.	VARIABLES	44
9.4.	Fases del estudio	45
9.4.1.	Fase 1: Establecer parámetros	45
9.4.2.	Fase 2: Recolección de datos	46
9.4.3.	Fase 3: Plan piloto.....	46
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	47
11.	CRONOGRAMA.....	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	51
12.1.	Acceso a la información	51
12.2.	Recurso tecnológico.....	51

12.3.	Recurso humano.....	51
12.4.	Equipo de laboratorio y materiales.....	51
13.	REFERENCIAS	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	20
2.	Representación esquemática del ciclo de control	24
3.	Ciclo de Deming para estudios de variación	26
4.	Diagrama de Ishikawa	30
5.	Diagrama de distribución normal estándar	34
6.	Histograma de frecuencias.....	35
7.	Diagrama de la distribución de Pareto	36
8.	Diagrama de dispersión	37
9.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	49

TABLAS

I.	Esquema de solución para desarrollar la propuesta de implementación..	16
II.	Variables y su definición teórica y operativa.....	44
III.	Recursos necesarios para la investigación.....	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
°C	Grado Celsius
GQ	Grano quebrado
GD	Grano dañado
GI	Grano infestado
GDI	Grano dudosamente infestado
g	Gramos
kg	Kilogramos
L	Litros
ME	Materias extrañas
mL	Mililitros
mg	Miligramos
mm	Milímetro
%	Porcentaje
°H	Porcentaje de humedad
s	Segundos
T	Temperatura
TC	Tiempo de cocción
VM	Vibración de multicabezales

GLOSARIO

Calidad	Conjunto de variables medibles o de apreciación propias de un producto al ser comparadas con un estándar.
Control	Proceso de comparación con un estándar para verificar en qué estado se encuentra un proceso.
COGUANOR	Comisión guatemalteca de normas, se encarga de normar y certificar en Guatemala.
Grano dañado	Son los granos enteros que estén germinados, deteriorados por insectos, hongos, fermentación, calentamiento o materialmente dañados por otras causas.
Grano dudosamente Infectado	Son los granos que presentan insectos muertos que son perjudiciales para el grano.
Grano infestado	Son los granos que presentan insectos vivos que son perjudiciales para el grano.
Grano quebrado	Son los granos y pedazos de grano que tengan un diámetro menor a 4.76 mm.

Impurezas	Se entiende por impurezas todo material diferente al grano con un diámetro mayor a 11.2 y menor a 2 mm.
Multicabezal	Parte metálica que se utiliza para realizar pesajes y dosificar de manera individual.
PDCA	Ciclo de Deming que es una herramienta de mejora continua y consta de 4 pasos: planificar, hacer, verificar y actuar.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano, se encarga de definir los diferentes estándares para proteger al consumidor.
Testa	Capa permeable y superficial de la semilla que la protege del ambiente.
Variables	Se define así a un valor desconocido para una característica que se encuentra por métodos directos o indirectos.

1. INTRODUCCIÓN

Hay granos que son de alto consumo y son catalogados como básicos en la alimentación de los guatemaltecos, debido a sus altos valores nutricionales y precio accesible, este es el caso del frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*), lo anterior hace que el consumo de este grano sea masivo y tradicional.

En el trabajo se sigue la línea de investigación de sistemas de control de calidad, debido a que se busca desarrollar una propuesta de implementación para un sistema de control de calidad, para el envasado de frijol negro en grano, cuyo funcionamiento se validará para el cumplimiento con la norma COGUANOR NGO34048 para frijol en grano y el RTCA 01.01.11:06 para cantidad de productos en preempacados, con lo cual se busca asegurar el cumplimiento de los requerimientos regulatorios para el envase de frijol en grano, y tener un producto competitivo en calidad y que pueda satisfacer el mercado.

El estudio consiste en 3 fases, en la primera fase se establecerán los parámetros de medición para cumplir con los requisitos regulatorios; en la fase dos, se determinará la variación en proceso, utilizando gráficos de control en el proceso de envasado; en la fase tres, se realizará el detalle y validación de un plan piloto, para controlar el sistema de control de calidad de envasado de frijol negro en grano.

Es necesario establecer los parámetros regulatorios, cuantificar la variación en el proceso de envasado tomando en cuenta el equipo. El estudio ayudará a validar el sistema, con el cual la empresa realizará el empacado de frijol manteniendo la calidad y cumpliendo con los requisitos regulatorios.

2. ANTECEDENTES

Los granos o semillas se pueden clasificar taxonómicamente en diferentes grupos, según su estructura y propiedades las cuales deben ser tomadas en cuenta al momento de almacenarlos. El frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*), pertenece a la familia de las leguminosas, dicotiledóneas con un fruto de tipo monocarpelar dehiscente envuelto en la testa, toda la semilla tiene un alto valor proteico y ricas en aminoácidos (Ospina, 2001).

El frijol negro es catalogado como básico en la alimentación del guatemalteco y de consumo masivo en los países en vías de desarrollo. El frijol se consume en Guatemala por tener un costo accesible, además de aportar un alto valor nutricional, también es una excelente fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales (Tandon, Bressani y Scrimshaw, 1959).

Respecto a la calidad del grano, toma en cuenta aspectos fisicoquímicos y culinarios, que se relacionan directamente con el valor nutricional del grano. Los factores que determinan la calidad del grano son el contenido de testa, capacidad de absorción de agua y tiempo de cocción, siendo este último un factor que generalmente mide el consumidor y lo relaciona directamente con la calidad del grano (Mederos, 2006).

El proceso de regulación universal se aplica para mantener la calidad en el producto y se aplica en siete pasos, cuando este se aplica a problemas de calidad, le denominan control de calidad y se utilizan para medir, comparar y actuar sobre las diferencias encontradas (Juran, 1990).

La implementación de sistemas de calidad es variada, aunque no es un tema nuevo, ya que se puede encontrar literatura que viene desde hace más de 30 años, y se aplican en diferentes industrias y con base a diferentes metodologías (Fernández, 2011)

Una de las muchas ventajas de tener un sistema de control de calidad, es obtener mayor productividad ya que se necesita menos personal para vigilar los controles establecidos (Besterfield, 2009).

Los sistemas para mantener y mejorar la calidad se definen como el conjunto de actividades técnicas, administrativas y de gestión enfocadas en los productos y servicios en cumplir con las expectativas del consumidor (Acuña, 2012).

El control estadístico asegurara que un proceso se mantenga controlado y uniforme. Con cartas de control se logra mantener el proceso identificado y determinar sus límites (Eljach, Penagos y Peña-Baena, 2006).

Es común realizar pruebas piloto para determinar la efectividad de una propuesta, generalmente se utiliza una metodología genérica que consiste en utilizar una muestra con características idénticas y situación similar a la población para poder determinar si el piloto se ajusta, es confiable, tiene repetibilidad y reproducibilidad (Burjos y Escalona, 2017).

Para continuar con el proceso de mejora en calidad se puede aplicar el conocido ciclo de Deming que consiste en planear, realizar o poner en práctica, revisar o verificar y acción o ajuste, este es aplicado de manera amplia y en él se basan muchas de las metodologías que aparecen posteriormente (Gillet-Goinard y Seno, 2014).

En la empresa se tiene necesidad de un sistema que ayude a controlar la calidad en el proceso de envasado. Por lo anterior, se realizará una un estudio para proponer los estándares de calidad, evitar errores en proceso y en producto terminado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

El estudio se plantea en una empresa de envasado de frijol en grano establecida en Guatemala en el municipio de Sacatepéquez; en el año 2021 se inició con el diseño y construcción de las instalaciones, las cuales constan de un área administrativa, área de envasado y una bodega.

Para realizar el envasado se utiliza una llenadora vertical alimentada por un sistema multicabezal de pesaje automático que aún no ha sido utilizado.

La fábrica aún no tiene procesos establecidos, debido a que se acaba de terminar la construcción de esta, por lo que es relativamente nueva en el mercado y no tiene implementado un sistema de control de calidad, que tome en cuenta la variación de proceso y ayude a garantizar que se cumplen con los aspectos regulatorios.

3.2. Descripción del problema

Al no haber iniciado operaciones, no se tienen procedimientos establecidos, para lo cual se va a realizar la propuesta de un sistema que ayude a mantener la calidad en aspectos regulatorios y así evitar posibles problemas, que se pueden dar más adelante por la falta de control en el proceso de envasado. Los criterios que servirán de base para esto son los establecidos por el RTCA y la norma COGUANOR.

3.3. Formulación del problema

La formulación del problema ayuda a encontrar una solución para la implementación de un sistema de control de calidad en la empacadora de granos, así evitar desperdicios y futuros problemas.

Pregunta central

¿Qué procedimiento de control se puede utilizar para realizar envasado de grano de frijol negro y que cumpla con los requerimientos regulatorios para el producto?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son los parámetros regulatorios que se deben cumplir para poder envasar frijol negro en grano?
- ¿Cuál es la variación que se tiene en el proceso de envasado de frijol negro en grano?
- ¿Cómo asegurarnos que el sistema de control de calidad que se quiere implementar sea funcional y cumpla con los requisitos regulatorios?

3.4. Delimitación del problema

Se desarrollará una propuesta de implementación para un sistema de control de calidad, para el envasado de frijol negro basados en norma de frijol en grano COGUANOR NGO34048 y el RTCA 01.01.11:06, para cantidad de

producto en preempacados, para una empresa que empaca frijol ubicada en Sacatepéquez.

4. JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo sigue la línea de investigación de sistemas de control de calidad, busca desarrollar una propuesta de implementación para un sistema de control de calidad para el envasado de frijol negro en grano, en el área de envasado, esto para asegurar mantener la calidad a través de cumplir con la norma NGO34048 para frijol en grano y el RTCA 01.01.11:06, para cantidad de producto en preempacados.

Para conocer la capacidad de proceso, se tomarán datos poblacionales de las primeras producciones y utilizando gráficos de control, para cada una de las variables que serán analizadas con gráficos de control y así establecer los límites.

La implementación de estos sistemas es una práctica que se viene dando desde el siglo pasado, ya que al mantener estable un proceso se logra evitar desperdicios de material, producto, mano de obra y por lo mismo se producen productividades. Es necesario que el área de envasado cuente con un sistema que le ayude a mantener y controlar la calidad para tener un proceso estable.

Existen diferentes metodologías para realizar las implementaciones en calidad y estas varían en la cantidad de pasos, pero esencialmente tienen una estructura, en la cual se determina el criterio a medir, se definen estándares, se comparan y se realizan ajustes en la parte del proceso que lo requiera.

Aparentemente se ocupa tiempo en generar y validar un piloto para un sistema de control de calidad, pero esto evita los costos de la no calidad, entre

ellos entran todos los retrabajos, cuando se conoce y controlan los procesos se pueden tener mejoras continuas por medio de las mediciones.

El otro aspecto en el que ayuda el control de calidad es que se pueden evitar tener reclamos por los clientes que están insatisfechos, debido a que las variaciones de proceso no están controladas.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Proponer un sistema de control de calidad para el envasado de frijol negro en grano (*Phaseolus Vulgaris L.*), basados en la norma de frijol en grano COGUANOR NGO34048 y el RTCA 01.01.11:06, para asegurar el cumplimiento de los parámetros establecidos.

5.2 Específicos

1. Seleccionar los parámetros de medición para que el envasado de frijol negro en grano cumpla con la norma COGUANOR NGO34048 y el RTCA 01.01.11:06.
2. Cuantificar utilizando herramientas estadísticas y gráficos de control la variación en el proceso de envasado de frijol en grano para poder determinar los puntos de mejora.
3. Establecer mediante un plan piloto de 2 meses el cumplimiento de los requisitos regulatorios identificados del proceso de envasado de frijol negro en grano.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En una empresa que está iniciando operaciones y aún no inicia con el proceso de envasado, se va a proponer un sistema de control de calidad para frijol negro en grano, para cumplir con la norma de frijol en grano COGUANOR NGO34048 y el RTCA 01.01.11:06 para cantidad de producto preempacado.

La propuesta de solución tiene 3 fases y se utilizará el ciclo de DEMING para hacer todo el desarrollo, en la primera etapa se establecen en base a las normas los parámetros a cumplir en el envasado que va desde la humedad, cantidad de grano quebrado, variabilidad en el tamaño de grano, tiempo de cocción, pesos por unidad, pesos por lote, todo para cumplir con el tema regulatorio.

En la segunda fase se determina la variación que tiene el proceso de dosificación, tiempos y temperatura de sellado, esto cuando se inicien las pruebas se determina la cantidad de muestras que se debe de tomar para que sea representativo y se logre determinar el estándar. Se utilizarán gráficos de control para poder identificar claramente el estándar y si el proceso está controlado o no.

Al tener los estándares definidos construirá el plan piloto para el sistema de control de calidad en el que se determinarán los pasos a seguir, el proceso de ejecución del sistema para detectar desviaciones y luego se procede a validar el sistema para determinar la efectividad y de acuerdo con los resultados se determina si hay que hacer ajustes.

Durante 8 semanas se harán mediciones de la muestra para toda la población de datos, se utilizarán histogramas y gráficos de dispersión para revisar el comportamiento del proceso.

A continuación, se presenta el esquema de solución para desarrollar la propuesta de implementación para un sistema de control de calidad:

Tabla I. **Esquema de solución para desarrollar la propuesta de implementación**

No.	Fase	Metodología	Herramientas	Tiempo
1	Establecer parámetros	Definir parámetros en función de normativa	Diagrama de Ishikawa Hoja de comprobación Análisis descriptivo	4 semanas
2	Análisis estadístico	Control estadístico para conocer la capacidad de proceso	Toma de datos muestral Diagrama de Pareto Gráficos de control Gráficos de dispersión	6 semanas
3	Detalle y validación de plan piloto	Prueba piloto	Toma de datos muestral Histograma Gráficos de dispersión	8 semanas

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Empresa envasadora

En el año 2021, se inician los trámites de permisos y registros para poner en marcha el proceso de envasado de frijol, cumpliendo con los requisitos que solicita el ministerio de salud, y poder envasar las presentaciones que van desde 400 hasta 2270 g.

7.1.1. Historia de la empresa

En los años setenta un pequeño comerciante inicia llevando especias de la Ciudad de Guatemala para el interior de la república. Posteriormente comienza a importar el producto desde Sudamérica y continúa con la distribución de éste en territorio guatemalteco.

Aproximadamente 20 años después, toma la decisión de diversificarse e importar además de especias, granos, parafinas, semillas y condimentos los cuales envía a toda Centro América.

En el año 2002, con el conocimiento logístico adquirido la empresa comienza a importar productos desde Asia, África y Sudamérica, por contenedores para disminuir costos y ser más competitivos, impulsando el crecimiento de la empresa.

En el año 2021 se inician las gestiones para fundar una empacadora de granos, para poder ampliar el sector de negocio y ofrecer producto en presentaciones más pequeñas, para que el producto se venda en mercado tradicional y supermercados.

7.1.2. Misión

Llevar granos básicos que nutran y alimenten los momentos que comparten las familias guatemaltecas, con altos estándares de calidad y a un costo competitivo.

7.1.3. Visión

Convertirse en la empresa guatemalteca empacadora de granos más grande de todo el país, a través de un sistema de producción y distribución rentable, sostenible y de alta calidad para lograr satisfacer a los consumidores.

7.1.4. Valores

La empresa se basa en tres valores, que se identifican con el acrónimo RIE que son la base para el trabajo en armonía.

- Respeto: el respeto a uno mismo y a todos los compañeros de la organización, para mantener las buenas relaciones interpersonales.
- Integridad: nos manejamos bajo un sistema de integridad total esto aplica para todos los miembros de la empresa.

- Excelencia: en la planificación y en la ejecución, esta es la forma en que realizamos todas las actividades para lograr ser una empresa de alto desempeño.

7.1.5. Políticas

Las políticas bajo las que se trabaja en la organización se encuentran descritas en el reglamento interno de trabajo.

La empresa busca cumplir con sus responsabilidades y como mínimo cumple con lo establecido en el código de trabajo. Además, se busca que el trabajador tenga incentivos adicionales a los que solicita la ley, lo anterior junto con un ambiente agradable de trabajo ayuda a mantener motivado al personal y evitar fugas de talento.

7.1.6. Licencias y registros

Actualmente se cuenta con licencia sanitaria para producción y empaque de alimentos, se está tramitando el registro sanitario para poder comercializar productos en el mercado tradicional y en supermercados.

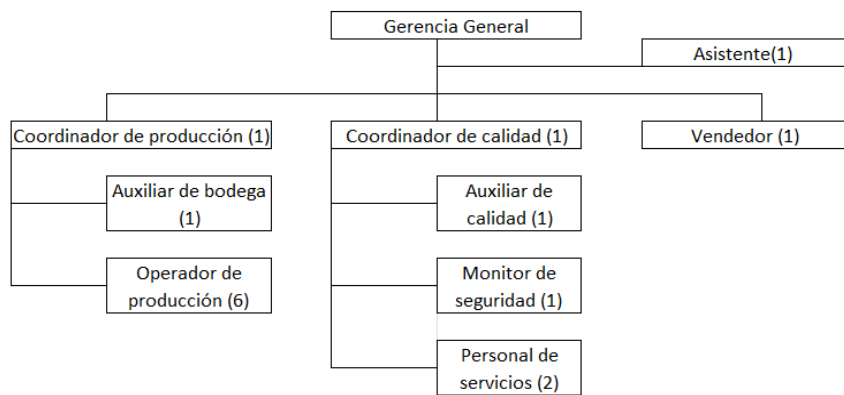
7.1.7. Alcance

Esta empresa guatemalteca busca tener un alcance a nivel nacional, trabajando tanto mercado tradicional como supermercados, manteniendo altos estándares de calidad, precios competitivos, generando utilidad y empleo.

7.1.8. Organigrama

La empresa actualmente cuenta con 16 colaboradores que se distribuyen como se puede observar en el siguiente organigrama.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

7.1.9. Sigüientes pasos

Al consolidar la marca de frijol, se continuará con una segunda fase para empacar otros granos básicos y posteriormente, se desarrollará una tercera fase donde se implementará el empaque de especias con el fin de distribuir las en los diferentes segmentos y canales de mercado nacional.

7.1.10. Envasado de grano

Los clientes principales de la empresa consisten en distribuidores y vendedores mayoristas, a los cuales se distribuye en la caja, saco o contenedor. Se planea realizar el envasado en presentaciones de 400 g, para abarcar también otro sector del mercado y generar así más ingresos.

Actualmente no se tiene el conocimiento de cómo realizar el proceso de envasado. Se realizó una revisión del RTCA para conocer los requisitos de calidad y etiquetado que aplica para Guatemala. (Dávila, et al., 2019)

7.1.11. Frijol negro

Los hábitos alimenticios están vinculados a la cultura en Guatemala. El frijol negro común (*Phaseolus vulgaris L.*), es un producto de consumo tradicional en el país, se estima que el consumo per cápita es de 70 g al día. Es importante por ser la principal fuente de proteína de origen vegetal, además de su bajo costo, fácil preparación y acceso para la población. (Serrano y Goñi, 2004).

Como Indica Permuy, Chaveco, González, García e Hidalget, (2008) el frijol debe tener una humedad de 13 - 14 % para mantener la calidad del grano durante el almacenamiento, evitando así la germinación prematura, el ataque de insectos y microorganismos que degradan la calidad del grano.

7.1.12. Equipo multicabezal

El equipo multicabezal está diseñado para pesar y dosificar cualquier tipo de producto, siempre y cuando este no se adhiera a la superficie de acero INOX del equipo (Pulido, 2017).

La fábrica tiene un equipo que consta de catorce unidades pesadoras llamadas buckets, los cuales tienen una capacidad máxima de 1 kg. Para envasar productos mayores a 1 kg, se puede configurar el equipo para que dosifique con varias unidades pesadoras, de manera simultánea y obtener empaques con mayor capacidad.

7.1.13. Envasadora vertical

Las envasadoras verticales pueden ser específicas para llenar sólidos o líquidos. El equipo con el que cuenta la empresa es específico para llenar sólidos, tiene un módulo único formador de empaque y un sello de mordazas de 0.5 cm de ancho.

7.2. Calidad

La calidad es un concepto que puede parecer intangible y se basa en las expectativas que tiene el consumidor respecto a un producto o servicio. (Besterfield, 2009)

Acuña indica que para identificar la calidad se debe conocer el uso del producto o servicio y al público para el cual fue diseñado:

Bajo este concepto de calidad es necesario definir dos términos desde dos ángulos. El del productor y el del consumidor. Es así como nacen los conceptos de calidad absoluta o de concordancia y calidad relativa de diseño.

La calidad absoluta es el grado en que un proceso es capaz de reproducir un diseño. En la actualidad es absolutamente necesario que en el diseño de productos y procesos se considere la voz del cliente y no solo los conceptos de ingeniería y las pruebas experimentales que sustentan la fabricación del producto. La calidad relativa es el grado en que un producto cumple con el fin para el cual fue creado. Esta es la definición del consumidor y es la de más importancia, pues todo esfuerzo que conlleva

mejorar la calidad relativa se refleja en el volumen de ventas. (Acuña, 2012, pp. 22-23).

Los resultados del proceso de empaçado dependen de la recepción de materia prima, las condiciones del equipo y de la capacitación del personal operativo. Por lo anterior expuesto es importante tener un sistema que controle los parámetros para mantener los resultados dentro del estándar, evitar tener desviaciones y reclamos de clientes.

7.2.1. Control de calidad

Según Juran (2021) el control de calidad es el proceso de regulación a través del cual podemos medir la calidad real, compararla con las normas y actuar sobre la diferencia.

Otra definición según Besterfield (2009) es el uso de técnicas y actividades para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio, para encontrar errores en un proceso antes de y después de haber producido un bien o servicio.

Hay tres elementos esenciales del control: especificaciones, procedimientos de control y medición y planes de acción correctivas y preventivas.

7.2.2. Control de procesos

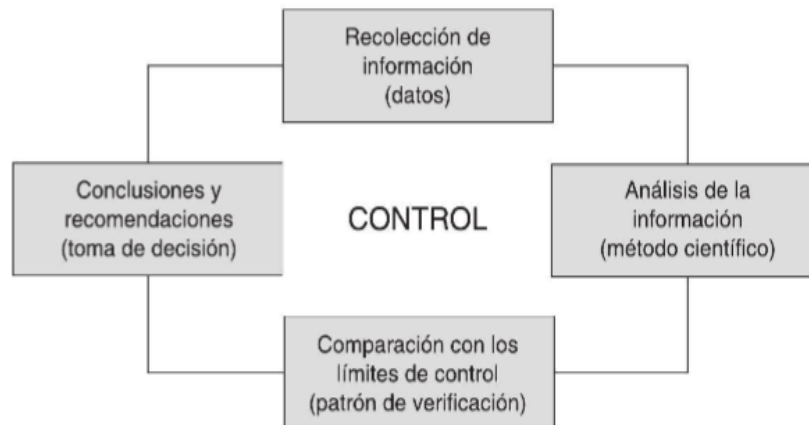
El control de procesos es necesario se utiliza para mantener dentro de un rango los productos o servicios que se ofrecen al consumidor, por lo que un autor indica lo siguiente:

El control de los procesos de manufactura debe ejecutarse a lo largo de todas las etapas de la producción y no al final, ya que esta última debe ser una actividad de auditoría y no correctiva.

El control preventivo es el que brinda las oportunidades de mejorar, detectando fallas en el momento que ocurren evitando altos volúmenes de producción defectuosa o no conforme con los requerimientos. Esto nos lleva a identificar que hay tres elementos esenciales del control: especificaciones, procedimientos de control y medición y planes de acciones correctivas y preventivas. (Acuña, 2012, pp. 21-35).

El control se convierte en un ciclo, pues cada vez que se ejerce una acción se debe evaluar su efectividad.

Figura 2. **Representación esquemática del ciclo de control**



Fuente: Acuña, (2012), *Control de Calidad, Un enfoque integral y estadístico*.

Seguir un proceso de control de procesos nos permite realizar mejoras en la manufactura de los productos lo cual a su vez permitirá mejorar el nivel de satisfacción al cliente. (Besterfield, 2009).

7.2.3. Herramientas en el control de calidad

Como indica Maldonado y Graziani (2007) utilizando las siete herramientas de calidad, haciendo una recopilación y medición efectiva se logran reducir hasta el 75 % de los problemas de las empresas.

Las principales herramientas de la calidad que se utilizan son: gráficas de control, histograma, diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto, gráfica de dispersión, diagrama de flujo y hojas de revisión.

7.2.4. Costos de calidad

Implementar un sistema de control de calidad puede parecer innecesario, pero al no tener un sistema que controle la producción se puede incurrir en costos de no tener calidad.

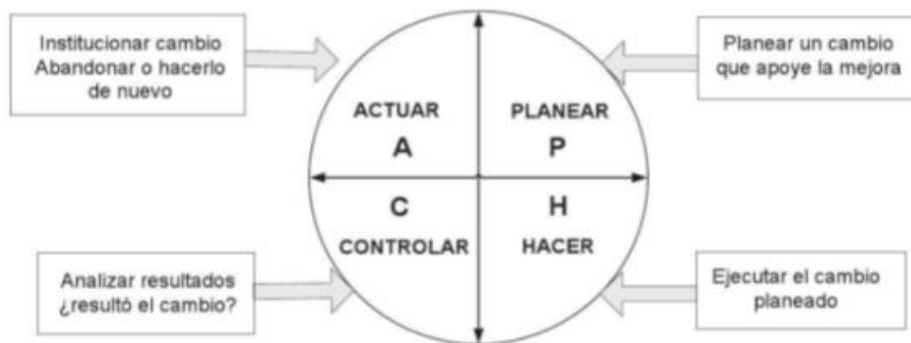
Según Cuatrecasas y González (2010) subdividen los costos en: costos por obtención de calidad y costos por ausencia de calidad.

- Costos por obtención de calidad: por evaluación, se obtienen cuando se mide directa o indirectamente una variable para mantener la calidad y por prevención, colocando un equipo, método o sistema que mantenga la calidad durante el proceso.
- Costos por falta de calidad: costos internos, son desperdicios y reprocesos durante procesos de producción y costos externos, son reclamos, costo por recoger producto y perder mercado, estos se dan después del proceso de producción.

7.2.5. Ciclo de Deming

El ciclo de Deming es una herramienta de calidad, muy utilizada en mejora continua para estudios de variabilidad que consiste en 4 fases: planificar, hacer, controlar y actuar.

Figura 3. **Ciclo de Deming para estudios de variación**



Fuente: Acuña (2012), *Control de Calidad, un enfoque integral y estadístico*.

Esta herramienta es sumamente importante en el control de calidad, para la implementación de un proceso, con vistas a la mejora continua. La herramienta utiliza procedimientos de estadística, para las diferentes variables y atributos.

El proceso por ser de mejora continua trabaja de una manera cíclica maximizando o minimizando los resultados, según sea el requerimiento de los interesados.

7.2.6. Norma COGUANOR

El ministerio de Economía de Guatemala es el encargado de dirigir a la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), esta organización fue creada en el decreto No. 78 del año 2005, en la Ley del Sistema Nacional de Calidad.

El objetivo de COGUANOR, es tener estándares para poder evaluar las características que definen la calidad, en diferentes productos o servicios a nivel nacional.

Las normas COGUANOR se han creado para los sectores que tienen mayor importancia económica en la industria guatemalteca. Hay diversos sectores o productos muy específicos o disruptivos, que no cuentan con estos estándares debido a lo novedoso del producto, bien o servicio. La empresa empacadora de grano busca tener un sistema de control de calidad que cumpla con la norma NGO 34048.

7.2.7. RTCA

El Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), establece los requisitos mínimos que deben cumplirse, al momento de ejecutar actividades específicas. Los reglamentos son elaborados por el “Consejo de ministros de Integración Económica” por sus siglas COMIECO, es un consejo en el que participan entidades de toda Centroamérica, hay 4 reglamentos técnicos de normalización el que se utilizará es el RTCA 01.01.11:06 Cantidad de productos en preempacados. (COMIECO, 2012)

7.2.8. Producto preempacado

La definición para producto preempacado de la COMIECO es la siguiente: Ítem individual para presentación como tal al consumidor, que consiste en un producto y su material de empaque dentro del cual fue colocado antes de ser ofrecido para su venta y en el cual la cantidad de producto tiene un valor predeterminado, ya sea que el material de empaque envuelva el producto completamente o solo parcialmente, pero en cualquier caso, de

manera tal que la cantidad real del producto no pueda ser alterada sin que el material de empaque sea abierto o muestre una modificación perceptible. (COMIECO, 2012, p. 2).

7.2.9. Plan piloto

El plan piloto se utiliza para realizar una prueba de campo previo a la prueba definitiva, con el objetivo de que pueda ser mejorada y se logre una versión final validada que se adapte a las condiciones específicas del entorno para el cual fue diseñado.

7.3. Conceptos y herramientas de estadísticas

Algunos de los conceptos que se utilizan en estadística, son palabras de uso cotidiano, pero su significado popular no representa la aplicación en la ciencia.

7.3.1. Muestra

Grupo de elementos que se obtienen de una población, por medio de una selección definida, para que se pueda obtener datos de las características y que estas, sean representativas de toda la población. Durante la toma de muestra, se debe validar que todos los elementos tengan la misma probabilidad de ser seleccionados. (Salazar y Del Castillo, 2018).

7.3.2. Observación

La observación o toma de datos es la primera fase del trabajo estadístico, la observación científica se busca cumplir con procedimientos para obtener datos

confiables que serán de utilidad en la investigación que está en curso y para futuras. (Fernández, Cordero y Córdoba, 2002).

7.3.3. Recopilación de Información

Los sistemas de calidad deben tener trazabilidad, para poder hacer un seguimiento desde el ingreso de la materia prima, el almacenamiento, el proceso de producción, almacenaje y distribución de producto terminado. El concepto de trazabilidad está muy amarrado con el de ISO, pero lo más importante es el seguimiento que se le pueda dar a un producto terminado, para asegurar mantener posibles desviaciones bajo control.

La trazabilidad puede ayudar a encontrar si existe una diferencia por materia prima o proceso. Su alcance no es únicamente en el proceso productivo, también identifica el producto que llega con el cliente o consumidor utilizando ingeniería inversa, así se determina si un reclamo tiene o no fundamento.

7.3.4. Trazabilidad

Es un proceso de recopilación de información que se ejecuta de manera sistemática, para obtener datos que puedan ser utilizados con un objetivo definido. Un producto terminado que se encuentra codificado puede rastrearse.

7.3.5. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una técnica que se utiliza para resolver problemas, buscando la relación con las causas que lo originan de manera gráfica. Por la forma en la que se colocan los datos se forma una imagen similar a un esqueleto de pescado. Se utiliza para organizar información sobre una

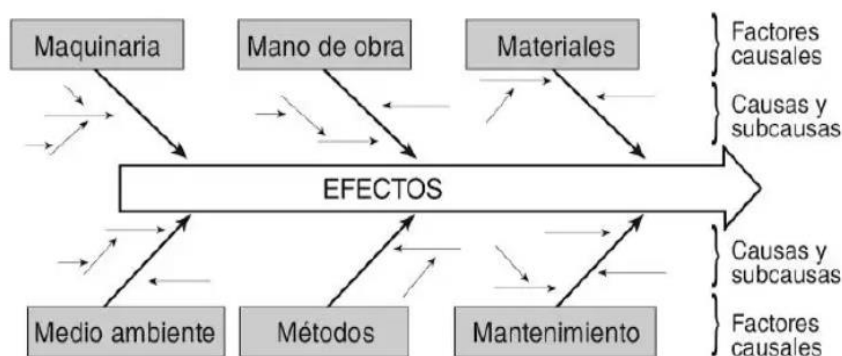
situación, representada de forma detallada y de fácil visualización para determinar las posibles causas. (Moya y Robles, 2010).

Es útil en casos en los que se necesita buscar resolver un problema complejo ya que ayuda a identificar todas las causas y aplicar acciones correctivas. La gráfica se divide en dos secciones

- Primera sección: consiste en el nombre de la característica de calidad, las características que se utilizan son las siguientes: hombre, máquina, entorno, material, método y medida.
- Segunda sección: en la característica de calidad se colocan las causas y si existen subcausas, éstas se alinean por medio de una flecha hacia las causas.

La utilidad de este diagrama disminuye al analizar problemas que son demasiado complejos porque al haber muchas causas y muchos problemas, se pueden correlacionar entre sí.

Figura 4. **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Cuatrecasas y González, (2010). *Gestión Integral de la Calidad*.

7.3.6. Hoja de comprobación

La hoja de comprobación se utiliza para verificar la ejecución de una serie de pasos y realizar las actividades de forma estándar.

7.3.7. Análisis estadístico

Salazar y Del Castillo (2018) indican que se pueden realizar dos tipos de análisis estadísticos, el primero es un descriptivo, cuando se realiza un análisis descriptivo se define que este análisis es específico para un grupo de datos, para ejecutar el análisis se recolecta, tabula la información y es válido solo para el estudio, este análisis puede aplicarse en los datos deportivos.

Por otro lado, se puede hacer un análisis inferencial, en el cual se obtienen conclusiones generales a partir de una muestra y se infiere, que este es aplicable a toda la población; Por ejemplo, para la validación de las propiedades nutricionales de un alimento. La estadística inferencial, ha desarrollado mayor número de aplicaciones prácticas, por su versatilidad y la cantidad de métodos son diversos para poder realizar sus resultados.

7.3.8. Cantidad de muestras

La cantidad de muestras se refiere al número de eventos que deben de tomarse en cuenta en la población, la cantidad debe ser representativa y se calcula según las características de la muestra. El tamaño de la muestra es importante para asegurar los intervalos de confianza, para ello se es necesario conocer el error máximo permitido (E), el nivel de confianza asociado al parámetro estadístico ($Z_{\alpha/2}$) y la desviación estándar (σ), se utiliza de la siguiente ecuación (Moya y Robles, 2010):

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{E} \right]^2 \quad (1)$$

Si tenemos un nivel de confianza del 95 % asociado a un $Z_{\alpha/2}$ de 1.96, una desviación 3 gramos y un error máximo permitido de 0.05 %, se tiene que el número de muestras es de 13,830 datos para poder cumplir con lo solicitado

7.3.9. Control estadístico

Busca asegurar la calidad en la producción de bienes o servicios, empleando técnicas estadísticas para medir la variación de un producto en comparación a un estándar. El control estadístico tiene 6 principios básicos los cuales son: los productos no son idénticos, las variaciones son medibles, existe un patrón en las variaciones, las lecturas de un mismo tipo tienden a agruparse, la curva de distribución de procesos se estandariza, la curva normal de distribución se deforma por causas puntuales.

Los procesos son únicos y no son perfectos, por lo que generan variaciones mínimas pero que pueden ser cuantificadas.

La variación que se da en un producto o servicio que viene de la misma línea de producción debe de mantener rangos óptimos y aceptables para evitar problemas de calidad y reclamos.

7.3.10. Medidas de tendencia central

Salazar y Del Castillo (2018) indican que son una forma analítica de describir un conjunto de datos. Describen la posición central de los datos o la forma en que tienden a agruparse.

Las medidas de tendencia central son fundamentales para estudios y cálculos, las más utilizadas para los análisis estadísticos son las siguientes:

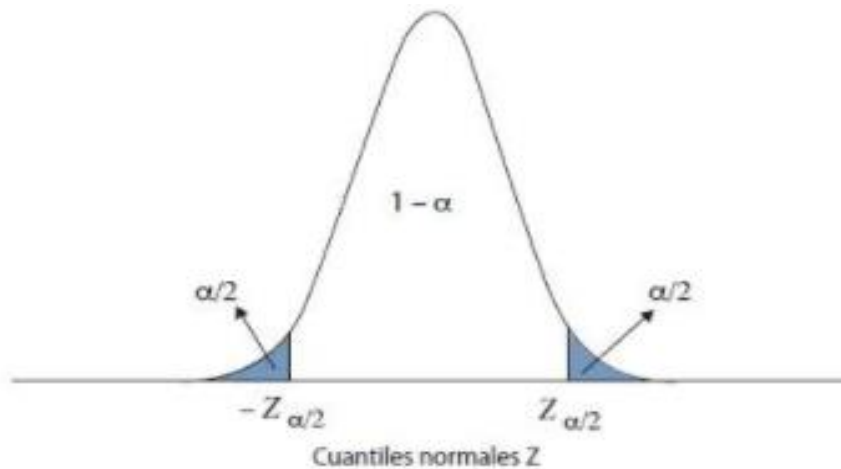
- **Media aritmética:** es la medida más utilizada, también conocida como promedio y nos familiarizamos con ella por su uso práctico, se diferencia cuando es para uso muestral o poblacional. Es afectada por valores atípicos, cuando estos son altos o bajos respecto a la mayoría de los datos.
- **Mediana:** es el punto medio de todos los datos, se obtiene ordenando los datos de mayor a menor y el dato del centro es la mediana en el caso de número de datos par, en el caso de número de datos impar se calculan dos medianas y se promedian. Es importante en el caso que existan valores altos o bajos y la media aritmética no es representativa.
- **Moda:** es el valor que tiene mayor cantidad de repeticiones o frecuencia, se puede tener el caso donde hay datos que tienen más de una moda llamados bimodales o plurimodales.

7.3.11. Distribución normal

La distribución normal es la forma en que generalmente los datos muestrales o poblaciones se agrupan, en forma de campana con distribución al centro, aunque esto puede variar según las variables de tendencia. Para construir una gráfica de distribución se utilizan dos medidas de tendencia central, la media y la desviación estándar.

Las siguientes son propiedades de una distribución normal: existe una única moda, que es igual a su media y mediana, es simétrica respecto de la media, la forma de la campana depende de la media y de la desviación estándar.

Figura 5. **Diagrama de distribución normal estándar**



Fuente: Moya y Robles, (2010), *Probabilidad y Estadística, un enfoque teórico práctico*.

7.3.12. Variabilidad

Está relacionada con la dispersión de datos para la muestra, puede ser conocidas o desconocidas y muchas veces está ligada a errores en la medición. Para conocerla utilizamos las medidas de tendencia central.

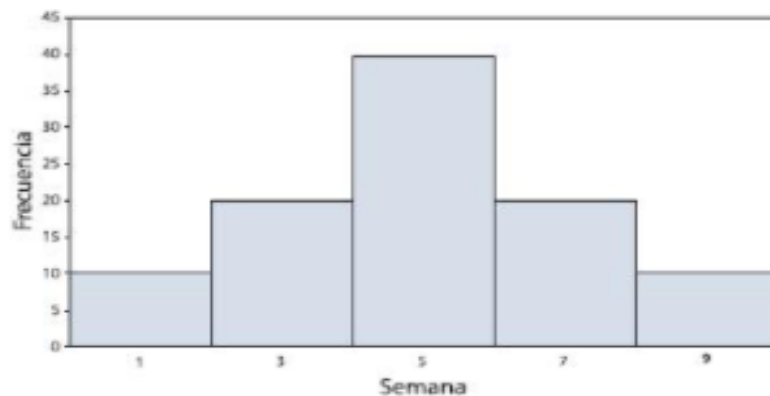
Cuando se toma una muestra aleatoria de una población, se observa una de muchas posibles muestras aleatorias de la población de interés.

7.3.13. Histograma

El histograma se utiliza para representar la frecuencia con rectángulos, cada rectángulo pertenece a una categoría y deben visualizarse juntos. Las

frecuencias pueden representar al número de eventos, el porcentaje absoluto o relativo. Con el histograma podemos ver el comportamiento de nuestra variable independiente. (Salazar y Del Castillo, 2018).

Figura 6. **Histograma de frecuencias**



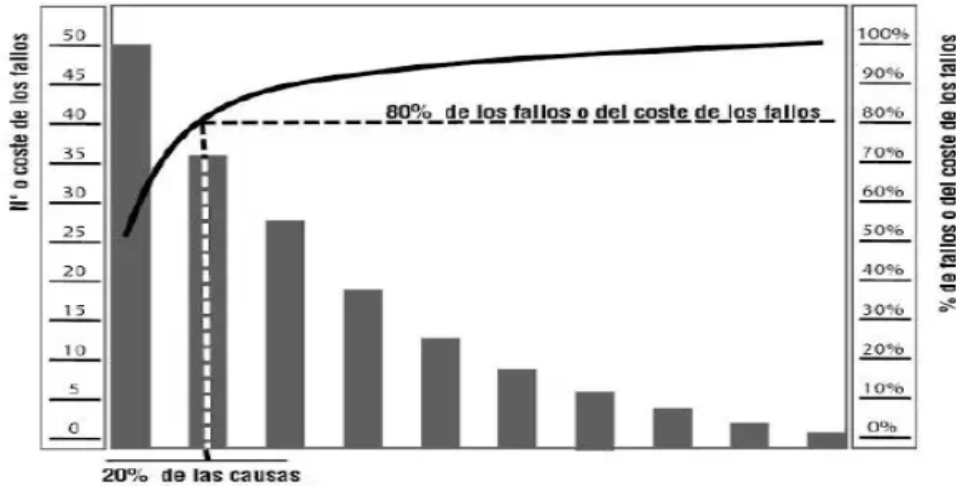
Fuente: Moya y Robles, (2010), *Probabilidad y Estadística, un enfoque teórico práctico*.

7.3.14. Diagrama de Pareto

Este diagrama se basa en el principio de Pareto, el 80 % de los resultados se obtiene con el 20 % de las causas y el 20 % de los resultados depende del 80% de las causas restantes. Al momento de realizar el diagrama se grafica al lado izquierdo las causas que provocan la mayor cantidad de resultados y más a la derecha la que provocan menos resultados. (Juran, 2021).

El diagrama de Pareto ayuda a visualizar esfuerzos en las causas que provoquen el mayor porcentaje de los resultados, para poder focalizar los resultados.

Figura 7. Diagrama de la distribución de Pareto



Fuente: Cuatrecasas y González, (2010). *Gestión Integral de la Calidad*.

7.3.15. Diagramas de control

Los diagramas en el control estadístico de procesos industriales son muy utilizados, debido a lo práctico que resulta para una persona leerlo e interpretarlo. Además, es fácil reconocer tendencias mientras se toman los datos, debido a que es algo visual y la persona que lo está revisando, no necesita mucha capacitación.

Para un diagrama de control es necesario hacer un plan en el muestreo, en función de la cantidad de producción, el tiempo de toma de datos. Los diagramas de control tienen límites superiores e inferiores, los límites están definidos por la capacidad del proceso.

Al centro de un diagrama de control, hay una línea central en la que se agrupa la mayoría de los datos y a partir de esta, se identifica si existe una

distancia simétrica entre los límites superior e inferior, dependiendo del resultado se hace un ajuste en los límites o en el proceso.

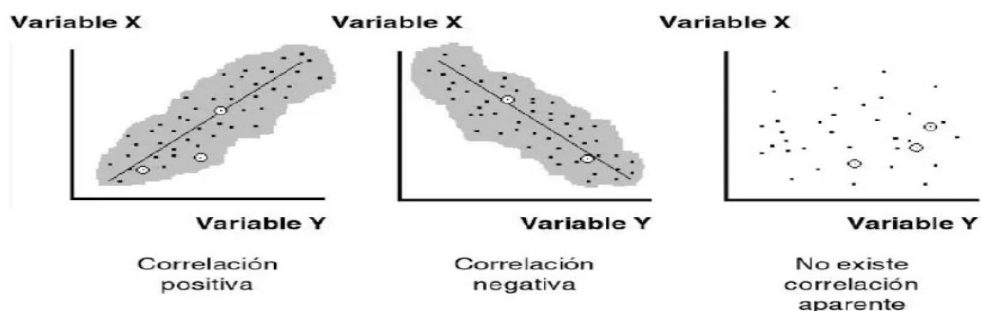
7.3.16. Gráficos de dispersión

En un gráfico de dispersión, se visualiza si existe una relación entre las variables dependiente e independiente, la variable dependiente se asigna en el eje X y la variable dependiente se colocará en el eje Y, en este gráfico normalmente no se unen los puntos. (Salazar y Del Castillo, 2018).

La definición de Cuatrecasas y Gonzales es la siguiente:

La idea principal que persigue es poner de manifiesto la relación que pueda existir entre dos variables características de calidad en función de los valores medidos, al variar ambas en una determinada situación. De esta forma se aprecia gráficamente el comportamiento o correlación existente entre ambas variables o, por el contrario, comprobar su independencia o no correlación. (Cuatrecasas y González, 2010, p. 74).

Figura 8. Diagrama de dispersión



Fuente: Cuatrecasas y González, (2010). *Gestión Integral de la Calidad*.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. MARCO TEÓRICO
 - 2.1. Empresa envasadora
 - 2.1.1. Historia de la empresa
 - 2.1.2. Misión
 - 2.1.3. Visión
 - 2.1.4. Valores
 - 2.1.5. Políticas
 - 2.1.6. Licencias y registros
 - 2.1.7. Alcance
 - 2.1.8. Organigrama
 - 2.1.9. Sigüientes pasos
 - 2.2. Envasado de grano
 - 2.2.1. Frijol negro
 - 2.2.2. Equipo multicabezal

- 2.2.3. Envasadora vertical
- 2.3. Calidad
 - 2.3.1. Control de Calidad
 - 2.3.2. Control de procesos
 - 2.3.2.1. Herramientas en el control de calidad
 - 2.3.2.2. Costos de calidad
 - 2.3.2.3. Ciclo de Deming
 - 2.3.2.4. Norma COGUANOR
 - 2.3.2.5. RTCA
 - 2.3.2.6. Producto preempacado
 - 2.3.2.7. Plan piloto
 - 2.3.3. Control estadístico
 - 2.3.3.1. Muestra
 - 2.3.3.2. Observación
 - 2.3.3.3. Recopilación de información
 - 2.3.3.4. Trazabilidad
 - 2.3.3.5. Diagrama de Ishikawa
 - 2.3.3.6. Hoja de comprobación
 - 2.3.3.7. Análisis estadístico
 - 2.3.3.8. Cantidad de muestras
 - 2.3.3.9. Control estadístico
 - 2.3.3.10. Medidas de tendencia central
 - 2.3.3.11. Distribución normal
 - 2.3.3.12. Variabilidad
 - 2.3.3.13. Histograma
 - 2.3.3.14. Diagrama de Pareto
 - 2.3.3.15. Diagrama de control
 - 2.3.3.16. Gráficos de dispersión

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 3.1. PARAMETROS DE ENVASADO DE FRIJOL
 - 3.2. VARIACIÓN EN EL PROCESO DE ENVASADO DE FRIJOL
 - 3.3. PROPUESTA DE PLAN PILOTO

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. PARAMETROS DE ENVASADO DE FRIJOL
 - 4.2. VARIACIÓN EN EL PROCESO DE ENVASADO DE FRIJOL
 - 4.3. PROPUESTA DE PLAN PILOTO

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La calidad es importante para la producción ya que ayuda a reducir costos, evitar desperdicios y reclamos. Es por esta razón que se realizará una propuesta de control del proceso de envasado de frijol y cuya efectividad se validará mediante un plan piloto de dos meses, para asegurar el cumplimiento de los requisitos regulatorios identificados del proceso de envasado.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es mixto. Inicialmente es cualitativo, ya que se busca determinar las variables que influyen en el proceso de llenado, para caracterizarlas según las normas COGUANOR Y RTCA. Es cuantitativo, ya que se realizará un análisis numérico de recepción de materia prima y controles de envasado.

El alcance es descriptivo-correlacional, ya que se parte de la descripción de la situación actual del proceso de envasado de frijol y se busca dar una propuesta de un sistema de control de calidad, para tener una materia prima que cumpla con los requisitos de la norma COGUANOR NGO 034048. Y correlacional porque la vibración del multicabezal, se puede relacionar con la dosificación de grano y se verifica en función de las características del grano.

El estudio no es experimental, porque no se puede modificar la cantidad de grano a envasar, tampoco se pueden modificar las características del grano.

9.2. Unidades de análisis

La unidad de análisis es el proceso de llenado, realizado por el multicabezal de 14 *buckets*, que alimenta la llenadora vertical de 900 kg/hora y la materia prima.

La cantidad de muestras de materia prima y producto terminado se determinó utilizando la ecuación 1 de la página 30, con un nivel de confianza de 95 % equivale a un $Z_{\alpha/2}$ de 1.96 y un error máximo permitido del 5 %.

Diariamente ingresan 130 sacos de materia prima, se analizará una muestra de 1 kg, sacando 50 g de 20 sacos de manera aleatoria. Para el producto terminado se pesarán 154 muestras de producto terminado por hora, para tener 1,386 datos diarios. Los datos se obtendrán durante dos semanas, que corresponde a 10 días hábiles, cada día tiene 9 horas efectivas de trabajo, con una velocidad nominal de 32 unidades por minuto y una eficiencia del 85 %.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación en la tabla II:

Tabla II. **Variables y su definición teórica y operativa**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Humedad	Es la cantidad de agua porcentual que tiene un cuerpo, para el frijol el parámetro es de 12-14 %.	$^{\circ}H = (m_i - m_f) / m_i$ Donde: $^{\circ}H$: Humedad m_i : masa inicial m_f : masa final

Continuación de la tabla II.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Grano limpio	Se entiende por grano comercialmente limpio aquel que su porcentaje de impurezas y materias extrañas no sean mayor a 2 % y que no se encuentre infestado 0 %.	$FL = M - I - ME - GI$ Donde: GL: Frijol limpio M: Muestra I: Impurezas ME: Materias extrañas GI: Grano Infestado
Grano sano	Grano que tenga hongos, que no esté dañado, no presente olores, no esté caliente, fermentado o germinado.	$GS = FL - GD - GQ$ Donde: GS: Grano sano M: Muestra GD: Grano Dañado GQ: Grano Quebrado
Tiempo de cocción	Es la cantidad de tiempo requerido para que el 96 % de la muestra este cocida.	$T_c = T_i - T_f$ Donde: Tc: Tiempo de cocción Ti: Tiempo inicial Tf: Tiempo final
Dosificación de multicabezales	La cantidad de producto que se dosifica por la vibración del multicabezal.	Se verifica por el peso del preempacado en la balanza.

Fuente: MINECO (1981), *Norma COGUANOR NGO 034048*

9.4. Fases del estudio

La propuesta de solución tiene 3 fases y se utilizará el ciclo de Deming para ejecutar el desarrollo.

9.4.1. Fase 1: Establecer parámetros

En base a las normas COGUANOR NGO34048 y el RTCA 01.01.11:06 se establecen los parámetros para cumplir los requerimientos en el envasado.

Las variables por estandarizar son humedad, impurezas, materias extrañas, grano quebrado, grano dañado, grano infestado, grano dudosamente infestado, tiempo de cocción cantidad de grano quebrado, variabilidad en el tamaño de grano, tiempo de cocción, pesos por unidad, pesos por lote, todo para cumplir con el tema regulatorio.

9.4.2. Fase 2: Recolección de datos

Para determinar la calidad de grano, se toma un kg por cada 3 toneladas que ingresan a la bodega y se comparan con los datos de la norma COGUANOR, se pesara la población completa de empaque durante un periodo de dos semanas para tener datos suficientes para realizar los análisis estadísticos.

Se utilizarán gráficos de control, para poder identificar la capacidad de proceso y ajustar la vibración, para que el contenido del empaque cumpla con el RTCA 01.01.11:06. Según los resultados obtenidos se determinará la capacidad del proceso y se define cuántas muestras se deben de tomar. Todo esto será validado en un plan piloto de dos meses de duración.

9.4.3. Fase 3: Plan piloto

Se validará durante 40 días para determinar la efectividad y de acuerdo con los resultados se determina si hay que hacer ajustes.

Durante este tiempo se harán mediciones de la muestra que indican los estándares y se tomará mediciones para toda la población de datos para tener como determinar si es representativo o no el sistema. Se utilizará histograma y gráficos de dispersión para revisar el comportamiento del proceso.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos se obtendrán por medición directa, recopilando, tabulando y analizando para luego poder generar el plan piloto. Las herramientas se van a utilizar durante las tres fases según sean necesarias.

Para recopilar los datos se usarán la observación y los registros:

- Observación: se utilizará para validar la obtención de datos según el procedimiento para evitar error por uso de método incorrecto.
- Registros: tabulación y análisis de los datos obtenidos de los registros, para calcular las medidas de tendencia central.

Para el análisis e interpretación de datos se utilizarán las siguientes técnicas:

- Medidas de tendencia central: se usarán para verificar que los datos tengan una tendencia y su agrupación.
- Diagrama de Pareto: se utilizará para verificar las causas que afectan el llenado y poder darles importancia durante el plan piloto.
- Gráficos de control: se utilizarán para ver si el proceso se encuentra controlado, ya que se incluirán los límites mayor y menor.

- Gráficos de dispersión: gráfico utilizado para verificar la precisión y exactitud de los datos que se están tomando.
- Histogramas: para ver el comportamiento de los datos de una manera gráfica, agruparlos y definir las categorías a utilizar en el plan piloto.

Se utilizará Microsoft Word y Excel para la tabulación, procesamiento y presentación de datos, resultados e informe final.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible, se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar. La empresa empaedora autoriza que se lleve a cabo el estudio para realizar la propuesta del sistema de control de calidad; Brindará permiso a las instalaciones y recursos.

12.1. Acceso a la información

La empresa otorgará el permiso para utilizar los datos históricos y los que se obtengan durante la investigación para llevar a cabo el estudio.

12.2. Recurso tecnológico

Los recursos tecnológicos serán brindados por la empresa, por ejemplo: la computadora del investigador, software Office, impresora.

12.3. Recurso humano

Se puede disponer del personal que trabaja en el departamento de calidad para tomar muestras, medir las variables, tabular datos, interpretar la información y redactar el informe.

12.4. Equipo de laboratorio y materiales

Aquí se incluye la papelería, útiles y equipo para mediciones, tales como balanza, balanza de humedad, recipientes, juego de cribas y toma de muestras.

Tabla III. Recursos necesarios para la investigación

No.	Tipo de Recurso	Descripción	Costo	Porcentaje
1	Humano	Tiempo del investigador para ejecutar el trabajo de investigación	Q 2,500.00	19 %
2	Humano	Tiempo del auxiliar de calidad para tomar los datos	Q 6,000.00	44 %
3	Humano	Asesor	Q 3,000.00	22 %
4	Material	Papelería y útiles	Q 1,000.00	7 %
5	Varios	Imprevistos	Q 1,000.00	7 %
TOTAL			Q 13,500.00	100 %

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Acuña, J. (2012). *Control de Calidad un enfoque integral y estadístico*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FJnGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=que+es+un+sistema+de+control+de+calidad&ots=XI5uZbd7Mo&sig=ZsnJsJ7XPWZjaPDVRcpEC2FUnGc#v=onepage&q=que%20es%20un%20sistema%20de%20control%20de%20calidad&f=false>
2. Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. México, México: Pearson Hill. Recuperado de: <http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/528/1/Control%20de%20Calidad%20H.%20Besterfield.pdf>
3. Burjos, J., y Escalona, E. (mayo, 2017). *Prueba Piloto: Validación de instrumentos y procedimientos para recopilar data antropométrica con fines ergonómicos*. Valencia, Venezuela. Universidad Carabobo. *Ingeniería y sociedad*, 12(1) Recuperado de <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/bitstream/handle/654321/4293/art03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. COGUANOR (1981). *FRIJOL EN GRANO, Frijol elaborado*. Guatemala: Autor.

5. COMIECO (2012). *Cantidad de producto en preempacados*. Centroamérica: Autor.
6. Cuatrecasas, L. y González, B. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona, España: Profit Editorial. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/327951135/Libro-de-gestion-integral-de-la-calidad>
7. Dávila, G., Mirabales, P. Pérez, L y Hernández, L., (2019). *Cadena productiva del frijol común en cooprativas agropecuarias: Propuesta de intervención del proyecto AGROCADENAS*. *Coodes*. 7(1), 91-100. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-340X2019000200275&script=sci_arttext&lng=en
8. Eljach, F., Penagos, E., y Peña-Baena, R. (2006). *Evaluación del uso de las cartas de control X, EWMA Y CUSUM en un sistema de control de calidad para procesos no correlacionados*. *Ingeniería y Desarrollo* 20(1), 35-44. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/852/85202003.pdf>
9. Fernández, A., Cordero, J. y Córdova, A. (2002) *Estadística descriptiva*. Madrid: ESIC. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=31d5cGxXUnEC&oi=fnd&pg=PA9&dq=estadistica&ots=gCIRLiF-fU&sig=7E345dfGMG5o_9Qx6R-oVKHpl9E#v=onepage&q&f=false

10. Fernández, E. (2011). *Una experiencia en la implementación del sistema de gestión de la calidad de una empresa de servicio. Ingeniería Industrial* 32(1), 60-68. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433575009.pdf>
11. Gillet-Goinard, F., y Seno, B. (2014). F. *Control de Calidad*. México, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6tPhBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+es+un+sistema+de+control+de+calidad&ots=I0W5XokuLs&sig=R4t4HJ_FfOwzwkRmV-QYJq7kZPI#v=onepage&q=que%20es%20un%20sistema%20de%20control%20de%20calidad&f=false
12. Juran, M. (2021). *Manual de control de calidad*. Barcelona, España: Editorial Reverté. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=esYiEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=control+de+calidad&ots=FJAz_CyPZ2&sig=P-LrtDTUqGxqgAI70GV42XeYVDQ#v=onepage&q=control%20de%20calidad&f=false
13. Maldonado, R., y Graziani, L. (2007). *Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio en un caso en la industria de productos cárnicos*. Asociación Interciencia. 32(10), 707-711. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901011.pdf>
14. Mederos, Y. (2006). *Indicadores de la calidad en el grano de frijol (phaseolus vulgaris)*. *Cultivos Tropicales* 27(3), 55-62. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215825009.pdf>

15. Moya, M., y Robles, N., (2010) *Probabilidad y estadística, Un enfoque teórico y práctico*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. Recuperado de: https://es.scribd.com/read/282741182/Probabilidad-y-estadistica-un-enfoque-teorico-practico#__search-menu_585609

16. Ospina, J. (2001). *Características físico mecánicas y análisis de calidad de granos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2DWmqb6xP3wC&oi=fnd&pg=PA2&dq=post+cosecha+granos&ots=ICAoWfL5js&sig=CxT9xj4yt597f_g9XFq_8MJxGU8#v=onepage&q=post%20cosecha%20granos&f=false

17. Permuy, N., Chaveco, O., González, J., García, E. e Hidalgo, N. (2008). *Una experiencia en la implementación del sistema de gestión de la calidad de una empresa de servicio. Agricultura Técnica en México* 34(1), 91-100. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n1/v34n1a11.pdf>

18. Pulido, A. (2017). *Nuevas estrategias de optimización en procesos de pesaje multicabezal* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/81859/PULIDO%20-%20NUEVAS%20ESTRATEGIAS%20DE%20OPTIMIZACION%20EN%20PROCESOS%20DE%20PESAJE%20MULTICABEZAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. Serrano, J. y Goñi, I. (febrero, 2004). *Papel del frijol negro Phaseolus vulgaris en el estado nutricional de la población guatemalteca. Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 36-44. Recuperado de <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/71576/015633.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Salazar, C. y Del Castillo, S. (2018) *Fundamentos básicos de estadística*. doi 9789942306166
21. Tandon, O., Bressani, R., y Scrimshaw, N. (marzo, 1959). *The nutritional value of beans: Nutritional content of bean varieties cultivated in Central America. Boletín de la OPS* 46(3), 185-196. Recuperado de: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/14825/s3n3p185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>