

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes históricos

El control de calidad estadístico (CCE) comenzó en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Dr. W.A. Shewhart, de Bell Laboratorios. La segunda guerra mundial fue el catalizador que permitió aplicar el cuadro de control de diversas industrias en los Estados Unidos, cuando la simple reorganización de los sistemas productivos resultó inadecuada para cumplir las exigencias del estado de guerra y semi guerra. Pero al utilizar el control de calidad, los Estados Unidos pudieron producir artículos militares de bajo costo y en gran cantidad. Las normas para tiempos de guerra que se publicaron entonces se denominaron Normas Z-I.

Inglaterra también desarrolló el control de calidad muy pronto. Había sido hogar de la estadística moderna, cuya aplicación se hizo evidente en la adopción de las Normas Británicas en 1935, basadas en el trabajo estadístico de E.S. Pearson.

1.1.2. Antecedentes de campo

Según la tesis de Andrea Arenas Benítez, Pablo Vélez Chavarriaga (2014), titulada Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso productivo de la empresa Rycar S.A señala que a través de un análisis y seguimiento al proceso de producción de Rycar S.A., se pudo comprobar que con metodologías simples y con recursos que ya se cuenta y otros de bajo costo es posible contribuir positivamente a la calidad y la productividad, enfocándose en el desarrollo de las habilidades de los colaboradores y en la mejora continua de los procesos que estos desarrollan.

En el proyecto de grado de Sandra Maribel Garate, (2014), titulado Propuesta de un sistema de control de calidad cero defectos en la empresa Gráficas Hernández Cía. LTDA., se consideró realizar una descripción de la empresa y el levantamiento de procesos para la elaboración de un manual de calidad que está compuesto por ocho apartados que establece como necesarios la norma ISO 9001:2008, la cual concluyó que con la implementación de este sistema la empresa podrá obtener patrones definidos para cada uno de sus procesos, procedimientos y actividades, en consecuencia,

conseguirá productos que cumplen con todas las especificaciones y los responsables de calidad en la empresa podrán determinar las falencias que provocan productos de no calidad mediante herramientas sencillas que permitirán evitar los inconvenientes.

1.1.3. Antecedentes de la empresa

Montecristo Bolivia S.R.L., es una empresa dedicada a la elaboración de alimentos, la cual fue constituida en el departamento de Tarija, en noviembre del 2009, por la familia Peñaloza Antuña, con el objetivo de ofrecer a las personas productos diferentes, nutritivos y naturales.

Paralelo al objetivo de ofrecer una alternativa de alimentación saludable, la empresa Montecristo, inicia este emprendimiento con la idea de involucrar cereales y oleaginosas de origen boliviano a sus productos, generando un valor agregado a los cereales como la soya, quinua, amaranto, etc.

En un inicio la empresa solo producía carne de soya, llegando a ser la primera fábrica de carne de soya en Bolivia y actualmente los líderes en este mercado. Con el paso de los años se logró implementar una línea de suplementos alimenticios a base de cereales andinos. El año 2020 la empresa decidió ampliar las instalaciones de su planta industrial con la construcción de un nuevo galpón, lugar donde se instaló la línea de extrusión de cereales y barras energéticas.

Actualmente Montecristo Bolivia S.R.L., se encuentra certificada bajo un Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 y de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Además, la empresa cuenta con la certificación de "Productos Orgánicos", según estándares de la norma NOP/USDA (Estados Unidos), UE 834/07, 889/2008(Europa), equivalencia NOP/COR (Canadá), Ley 3525 de producción de orgánico en Bolivia y se encuentra en proceso de certificación internacional como productos " Libres de Gluten".

1.2. Identificación del problema

1.2.1. Descripción de la situación

La planta industrial Montecristo Bolivia S.R.L., tiene varios puntos de proceso, dentro de los mismos se encuentra la línea de extrusado que permite obtener veinticinco tipos de cereales entre los cuales se destaca el cereal tipo mini ball, el cual presenta una mayor frecuencia de producción en comparación con otros tipos de cereales, debido a que es utilizado como materia prima en la elaboración de barras energéticas y granola caramelizada.

Si bien este cereal es un componente de otros productos, el mini ball al salir del extrusado puede consumirse de manera directa e incluso tiene un buen sabor, color y textura al igual que otros cereales que son extruidos, secados y envasados para su venta.

Uno de las falencias más grandes que se identificó en el proceso es que los controles de la materia prima son empíricos, debido a que no se tiene estandarizado las características físicas del granillo de maíz por lo que se utilizan diferentes tipos de granillos, provocando una alta variabilidad en el producto y pérdidas en el proceso.

En la etapa de extrusión se tiene un deficiente control de las variables de funcionamiento en la extrusora debido a que su operación actual está guiada por la experiencia del operador y los manuales de procedimientos están desactualizados, por lo cual no se realiza un control eficiente de la dosificación de agua, velocidad y calibración de la cuchilla, generando una gran cantidad de producto que no tiene el tamaño ni forma visiblemente aceptable y el porcentaje de humedad del producto es muy variado a tal punto que en lugar de obtener bolitas de cereales se consigue una masa pegajosa que debe ser desechada, lo cual incrementa los costos de producción.

Otro problema que presenta la línea es la escasa atención del operador en la etapa de mezclado y secado, lo cual genera una alta variación del producto en cuanto al sabor, textura y humedad, todo esto debido a que el mismo operador tiene programado realizar otras actividades en la misma jornada laboral buscando terminar la extrusión del cereal

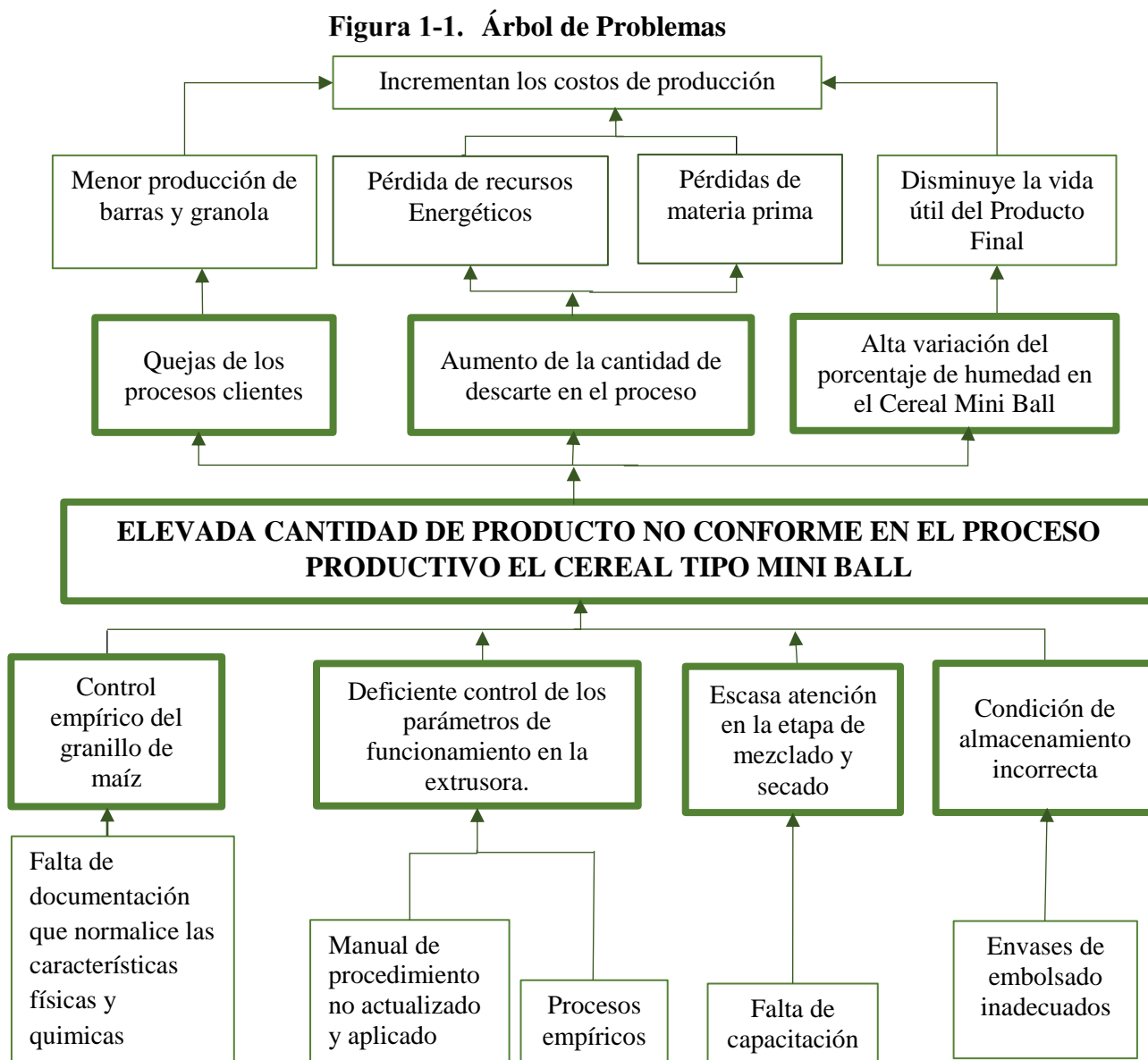
lo más antes posible y en varias ocasiones omiten estas etapas que no las consideran importante para el proceso productivo.

Al finalizar el proceso, el mini ball es almacenado en ambientes que tienen poca ventilación lo cual da lugar a que la humedad del producto aumente con el tiempo y provoque que en una determinada cantidad de bolsas con producto terminado se creen larvas por la alta humedad que alcanzan. Estas bolsas deben ser eliminadas o acondicionadas dependiendo de la situación en la que se encuentren.

A pesar de que la línea productiva del mini ball cuenta con un alto nivel de automatización, sus procedimientos tienen una alta deficiencia, lo cual provoca que se eleve la cantidad de producto no conforme determinado a través de un balance de masa , que se encuentra en el *Anexo N°2* y con ello quejas de los procesos clientes.

Toda esta situación provoca que el producto final no cumpla con las especificaciones técnicas requeridas por los procesos clientes y que se tengan grandes cantidades de descarte en el proceso.

1.2.2.Árbol de Problemas



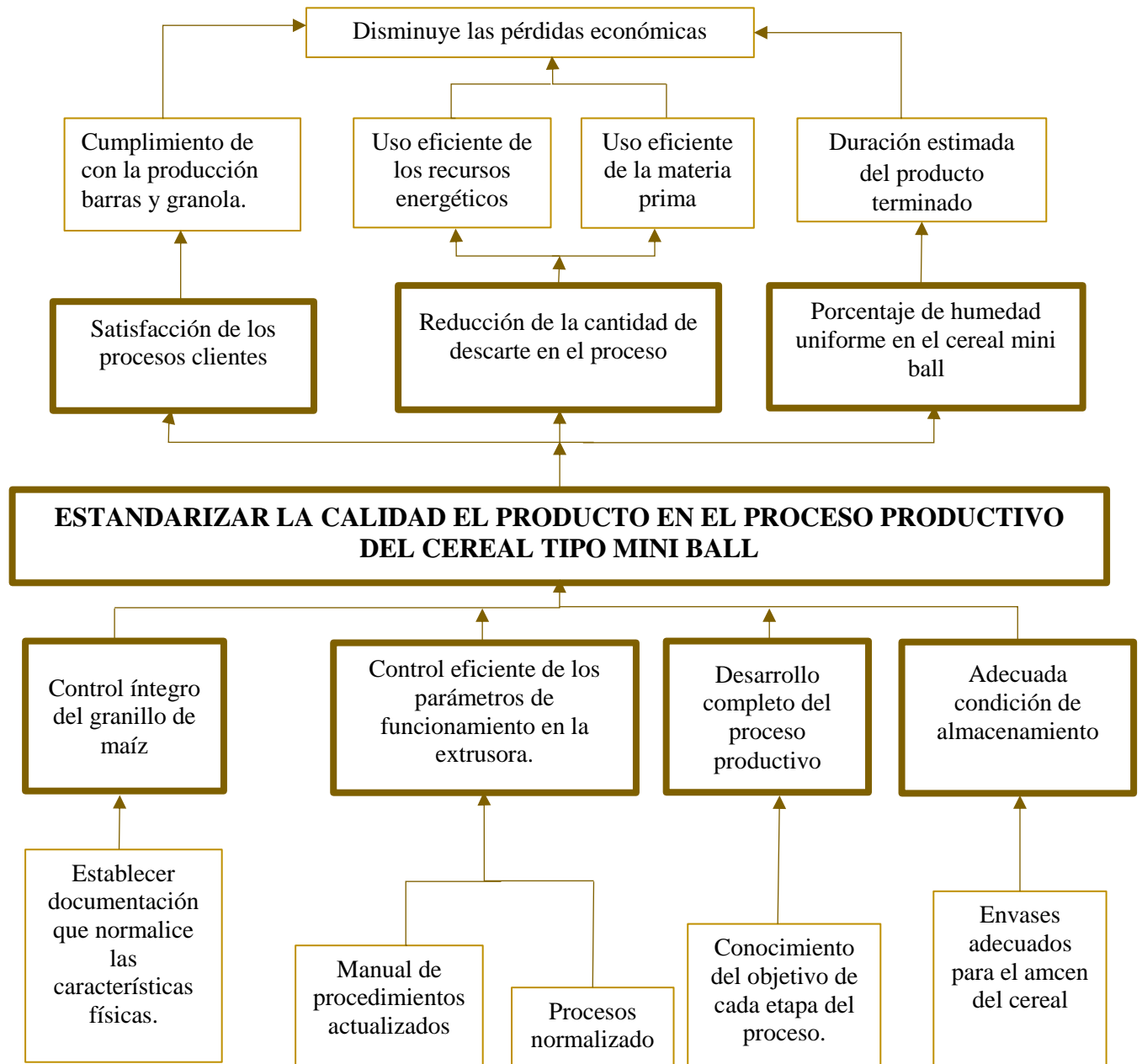
Fuente: Elaboración Propia (2023)

1.2.3. Formulación de la pregunta de problema

¿De qué manera se podría reducir la cantidad de producto no conforme en el proceso productivo del cereal mini ball de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L. con la finalidad de cumplir con las especificaciones de calidad requeridas y disminuir las pérdidas en el proceso?

1.2.4.Árbol de Soluciones/Objetivos

Figura 1-2. Árbol de Soluciones / Objetivos



Fuente: Elaboración Propia (2023)

1.3.Objetivos

1.3.1.Objetivos General

Diseñar un sistema de control de calidad en el proceso productivo del cereal tipo mini ball de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L., con la finalidad de estandarizar la calidad del producto y reducir las pérdidas en el proceso.

1.3.2.Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo del cereal tipo mini ball.
- Identificar los puntos de control en el proceso productivo del cereal mini ball.
- Definir variables y parámetros de control.
- Especificar acciones correctivas en caso de incumplimiento de parámetros en los puntos de control
- Estimar el costo del sistema de control propuesto.

1.4. Justificación

1.4.1.Justificación técnica

En las últimas producciones del cereal mini ball, el departamento de calidad ha identificado que el producto final que se obtiene presenta una alta variabilidad en sus características químicas y físicas, además que en los últimos meses se ha registrado un incremento de los costos de producción, debido a los desperdicios que se generan en este proceso.

La empresa desea disminuir los desperdicios y la variación que tienen las cargas de mini ball producidas, ya que esta afecta directamente la calidad de las barras energéticas y la granola, que prácticamente son los productos más demandados en la planta. Igual debe tomarse en cuenta que el departamento de desarrollo de nuevo producto constantemente diseña nuevos tipos barras y granola, que en su mayoría utilizan como base al cereal mini ball como materia prima.

Toda esta situación genera que la empresa se encuentre interesada en la realización de un estudio que les permita obtener un cereal mini ball homogéneo a partir de la estandarización de la materia prima, el proceso, los métodos y procedimientos.

1.4.2. Justificación Económica

El estudio que se realizará en la propuesta de un sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal mini ball, puede ayudar a reducir los costos de producción a través de la disminución de los desperdicios en el proceso y la obtención de un producto homogéneo, que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas por los procesos clientes que al trabajar con materia prima uniforme les permitirá tener mayor control de su proceso y ser más productivo, lo cual mejorará la competitividad de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L.

1.4.3. Justificación personal

Durante el desarrollo de mi práctica pre profesional en la empresa Montecristo Bolivia S.R.L., tuve la oportunidad de ser parte de la línea productiva de barras energéticas y granola, donde se pudo observar que los encargados de ambas líneas constantemente presentaban quejas acerca del cereal mini ball que recibían para la elaboración de estos productos, siendo que el cereal no cumplía con las especificaciones técnicas que requerían, motivada por este acontecimiento participe en el proceso productivo del cereal mini ball , en el cual se pudo identificar diferentes falencias relacionadas con la calidad, despertando en mi persona el interés de brindar una solución a esta situación , por medio de un estudio donde se aplicarán herramientas y conocimientos propios de la carrera de ingeniería industrial aprendidas en el transcurso de la carrera.

1.5. Metodología de investigación

1.5.1. Tipo de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto se optará por la investigación descriptiva y correlacional, siendo que a través del estudio descriptivo se logrará describir las características fundamentales y recolectar información relevante del proceso en estudio. A través de la investigación correlacional se podrá analizar las distintas variables que se presenten durante el desarrollo del proyecto.

1.5.2. Tipo de enfoque

Se selecciona el enfoque mixto, debido a que en el estudio obtendrá variables de tipo cuantitativas y cualitativas, que posteriormente serán analizadas.

1.5.3. Tipo de muestreo

El presente proyecto optará por un tipo de muestreo aleatorio simple.

1.5.4. Método

Para el desarrollo de la investigación se aplicará el método experimental, que permitirá realizar un diagnóstico y analizar las variables de control en el proceso. De igual manera se tendrá que optar por el método de análisis y síntesis para procesar todos los datos obtenidos.

1.5.5. Técnicas e instrumentos

Para la recolección de datos se aplicará la técnica de observación y registro de información. Se realizarán visitas a la empresa en la empresa Montecristo Bolivia, más específicamente a la línea de extrusado de cereales para poder recabar datos del proceso productivo y se realizarán pruebas de la materia prima.

1.6. Identificación de la empresa

1.6.1. Presentación de la empresa

- + **Razón social:** Montecristo Bolivia
- + **Tipo de sociedad:** Sociedad de Responsabilidad Limitada
- + **Registro de comercio (SEPREC) NIT:** N°153566021
- + **Régimen:** General
- + **Tipo de contribuyente:** Persona Jurídica
- + **Representante legal:** César Milciades Peñaloza Antuña
- + **Actividad:** Agroindustriales
- + **Certificado de Registro Sanitario:** N° 0787/2019
- + **Registro sanitario:** 09-01-03-05-0001
- + **Nivel de mercado:** Nacional
- + **Tipo de empresa:** Industrial

1.6.2. Ubicación

La industria de alimentos Montecristo Bolivia S.R.L., se encuentra ubicada en el departamento de Tarija más exactamente en el km 12 de la carretera al Chaco, en la zona del Portillo.

Figura 1-3. Ubicación de la planta industrial de Montecristo Bolivia S.R.L.

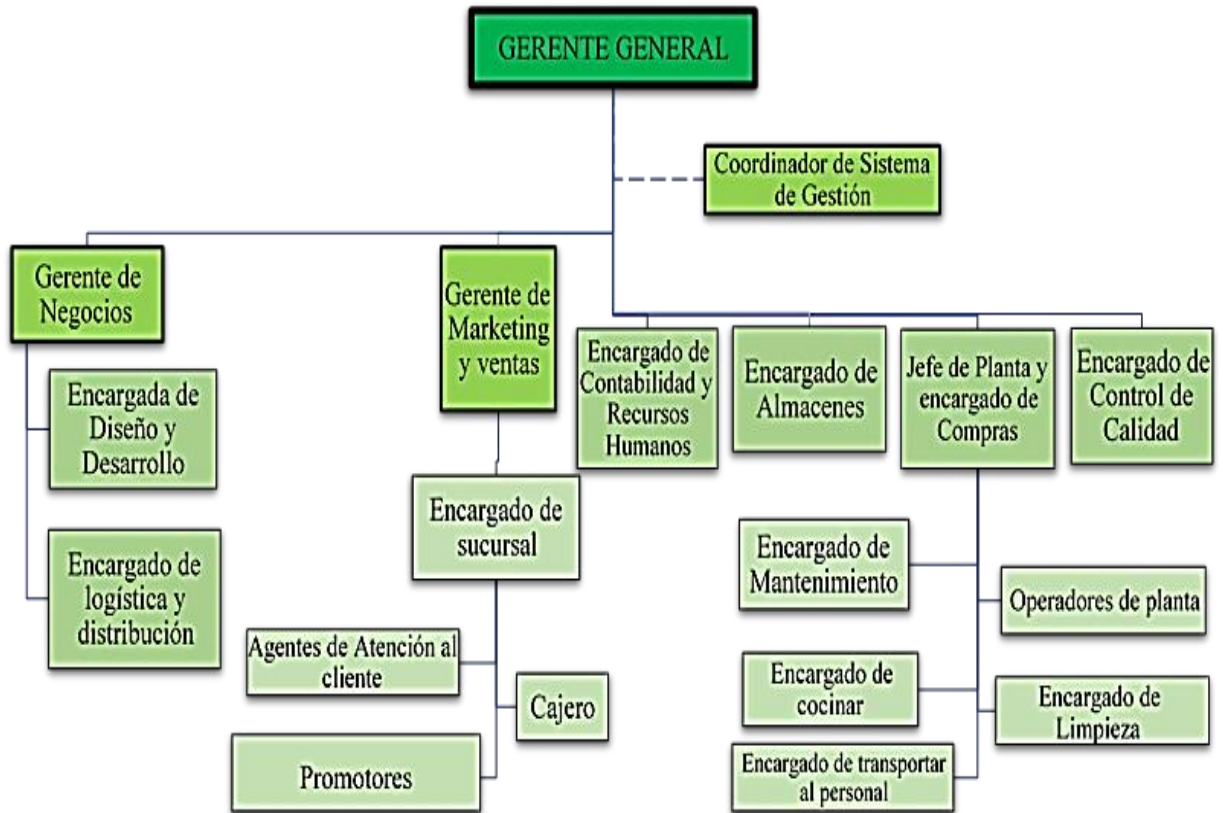


Fuente: Google Earth, (2023)

1.6.3. Estructura Organizacional

La planta presenta un modelo de organización simple, que se caracteriza por seguir un orden jerárquico basado en competencias.

Figura 1-4. Organigrama General de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L.



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L., 2021

1.6.4.Componentes Estratégicos

1.6.4.1.Misión

Fabricar alimentos, a través de la transformación de los cereales andinos, fuente inagotable de salud, bienestar y nutrición. (Montecristo Bolivia S.R.L).

1.6.4.2.Visión

Ser líder en Bolivia, nuestro país, en el procesamiento de alimentos sanos, nutritivos, ecológicos y naturales. Con el desarrollo de productos bajo nuestra marca y también marcas privadas, tanto para el mercado nacional como internacional. (Montecristo Bolivia S.R.L.)

1.6.4.3.Valores

- ✚ La honestidad está por encima de cualquier negocio o utilidad.
- ✚ Creemos en la posibilidad de obtener ganancias justas a través de un interés genuino en el ser humano.
- ✚ Estamos orgullosos de nuestra gente y de nuestro país, de ser una empresa boliviana al servicio de nuestra comunidad.
- ✚ Creemos en hacer realidad los sueños y expectativas de nuestro equipo de trabajo. Es tarea esencial para nuestra empresa.

1.6.5.Productos ofertados por la empresa

Actualmente la planta industrial de Montecristo, produce alrededor de cincuenta productos, que cumplen con todos los requisitos de inocuidad y salubridad, cada uno de ellos pertenece a una de las siete marcas establecidas y registradas en SENASAG. En el siguiente cuadro se enlistan los productos y las siete marcas de la empresa.

Cuadro I-1. Productos Elaborados por Montecristo Bolivia S.R.L.

MARCA MAMA SOJA	MARCA PROVECHO	MARCA MOLINOS
Carne de soya clásica	Avena instantánea en polvo	Harina de arroz
Carne de soya con quinua	Hojuela de Avena	Harina de avena
Arroz Valenciana	Mix de avena	Harina de maíz
Lagüita de maíz	Arroz con leche	Harina de cañahua
Sopa de maní	Avena instantánea con leche y canela	Harina de amaranto
Guiso de fideo	Procalcio	Harina de Quinua
	Cerelum	Harina de Soya
	Active +50	Harina Crudas de 25 Kg
		Apanador
MARCA FOODNES	MARCA VERDE MADRE	MARCA ALMA NUTRIENTS
Barras energéticas de cereales	Cereales extruidos orgánicos	Proteína vegana
Granola de cereales	Barra de cereales orgánicos	Mega gen
Termogénicos	Snacks salados orgánicos	Suplemento nutricional familiar
Fibra forte	Harinas instantáneas	Multivitamínico
Musli		
MARCA INDUSTRIAL		
-Carne de Soya 15 kg	-Cereales de maíz 5 kg	-Granola de 15 kg

Fuente: Montecristo S.R.L.
Elaboración Propia.

1.6.6.Materia Prima e insumos

Se recibe la materia prima e insumos en el almacén de la planta industrial de Montecristo Bolivia S.R.L., verificando y controlando las cantidades a través de una nota de entrega del proveedor.

A continuación, se enlistarán las principales materias primas e insumos que emplea la empresa en sus procesos.

Materia Prima:

- Grano de Maíz
- Granillo de Arroz
- Grano de Soya
- Grano de Cañahua
- Grano de Amaranto
- Grano de Quinoa
- Hojuela de Avena
- Azúcar blanca y morena
- Grano de Chía
- Glucosa
- Semilla de Linaza
- Cacao en Barra y en Polvo
- Café molido
- Canela molida
- Aromas de Frutilla, Vainilla, Chocolate y frutas
- Leche deshidratada
- Miel
- Pasas de Uva
- Almendras
- Coco Rallado
- Futa deshidratada
- Verduras Deshidrata
- Grano de Maní
- Aceite Vegetal





Insumos:



- Envases de Plástico
- Etiquetas
- Envases de Hojalata
- Envases de plástico Zip
- Tapas platicas
- Cucharas plásticas
- Bobinas de plástico de polipropileno
- Cajas de cartón corrugado
- Cintas de Embalaje
- Bolsas de papel Kraft
- Tinta

1.6.7. Maquinaria, equipo e instrumentos de la línea de extrusado de cereales

En los siguientes cuadros se podrá apreciar todos los equipos, máquinas e instrumentos que forman parte de la línea de extrusado del cereal tipo mini ball.

Cuadro I-2. Maquinaria y equipo

DESCRIPCIÓN	IMAGEN
<p align="center">Mezcladora 1 con un eje rotativo</p> <p>Permite la mezcla de los granillos con el azúcar. Material: Acero Inoxidable Longitud: 1,20 mt. Altura: 1,55 mt. Ancho: 0,85 mt.</p>	
<p align="center">Tornillos transportadores</p> <p>Permite el transporte de la materia prima. La línea tiene 3 tornillos transportadores Longitud: 5 mt Diámetro: 0,50 mt</p>	
<p align="center">Molino de Pino</p> <p>Molino de Pino Logra transformar los granillos y el azúcar en harina. Máximo Amperaje: 20 A. Máximo voltaje: 380 V.</p>	
<p align="center">Extrusora doble tornillo</p> <p>Largo:3,5 mt Ancho:1,20 mt Alto: 3 mt Capacidad: 200 kg por hora Potencia: 59 Kw Temperatura de funcionamiento mínima y máxima: 60 ° C - 120 ° C Rendimiento: 96 %</p>	

Tornillo Neumático	
<p>Funciona con una turbina de aire para transportar los cereales al secador.</p> <p>Largo: 7,20 mt</p> <p>Diámetro: 0,50 mt</p>	
Secador	
<p>Longitud 1: 2,5 mt.</p> <p>Diámetro 1: 0,80 mt.</p> <p>Longitud 2: 3,5 mt.</p> <p>Diámetro 2: 1 mt</p>	

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

Cuadro I-3. Instrumentos

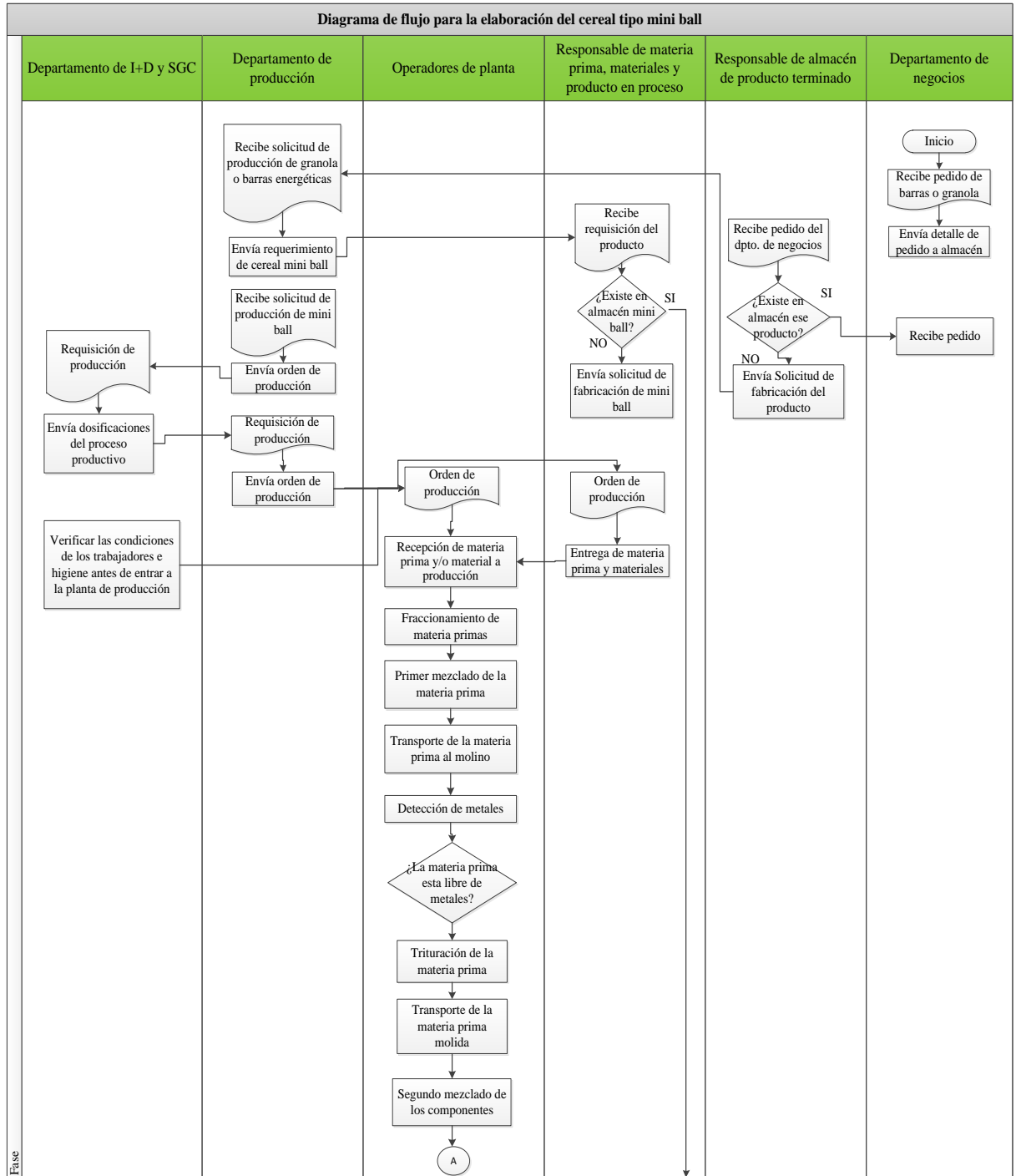
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>Balanza</p> <p>Permite realizar el fraccionado de las materias primas.</p>		<p>Bolsas de Yute</p> <p>En estas bolsas se coloca el cereal para posteriormente almacenarlo.</p>
	<p>Carrito de Acero Inoxidable</p> <p>En este carrito se debe recepcionar el producto final para después embolsar.</p>		<p>Fuente Inoxidable y Malla #60</p> <p>Con esta fuente se recoge el cereal</p>

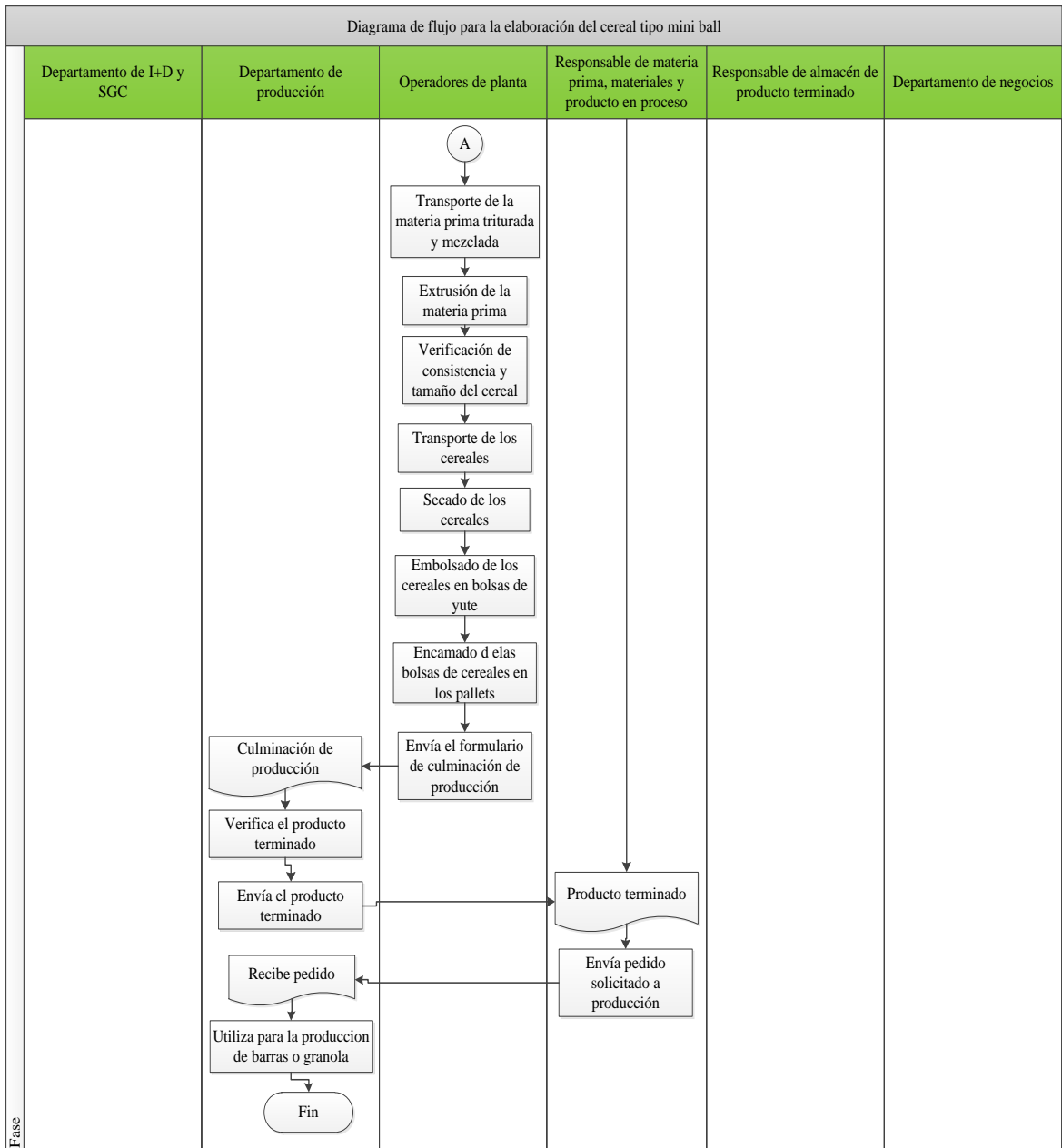
Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

1.6.8. Proceso productivo

1.6.8.1. Diagrama de flujo

Figura 1-5. Flujograma del cereal tipo mini ball





Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboracion Propia

1.6.8.2.Descripción del proceso

El proceso de elaboración del cereal tipo mini ball contiene un conjunto de etapas que transforman el granillo de maíz, granillo de arroz, quinua, amaranto, cañahua y azúcar en cereales listos para ser utilizados por sus procesos clientes o ser consumidos de manera directa.

Los operadores de la línea reciben la materia prima en bolsas quintaleras de yute pesándolas e inspeccionando que no contengan ningún gorgojo. Los granos libres de cualquier larva son fraccionados con ayuda de una balanza hasta completar una carga de 200 kilogramos, para que posteriormente estos sean mezclados durante un determinado tiempo y puedan ser transportados al molino para ser triturados.

La línea cuenta con un segundo mezclador que busca integrar mejor la materia triturada y lograr que la mezcla tenga un sabor uniforme antes de que la misma sea transportada a la extrusora, en donde la mezclada es arrastrada y comprimida por los tornillos transportadores, humedecida por el agua para que posteriormente sea extruída por efecto de la presión, temperatura y al finalizar sale a través de los orificios del molde de la matriz elegida y es cortada a su salida por una cuchilla rotatoria.

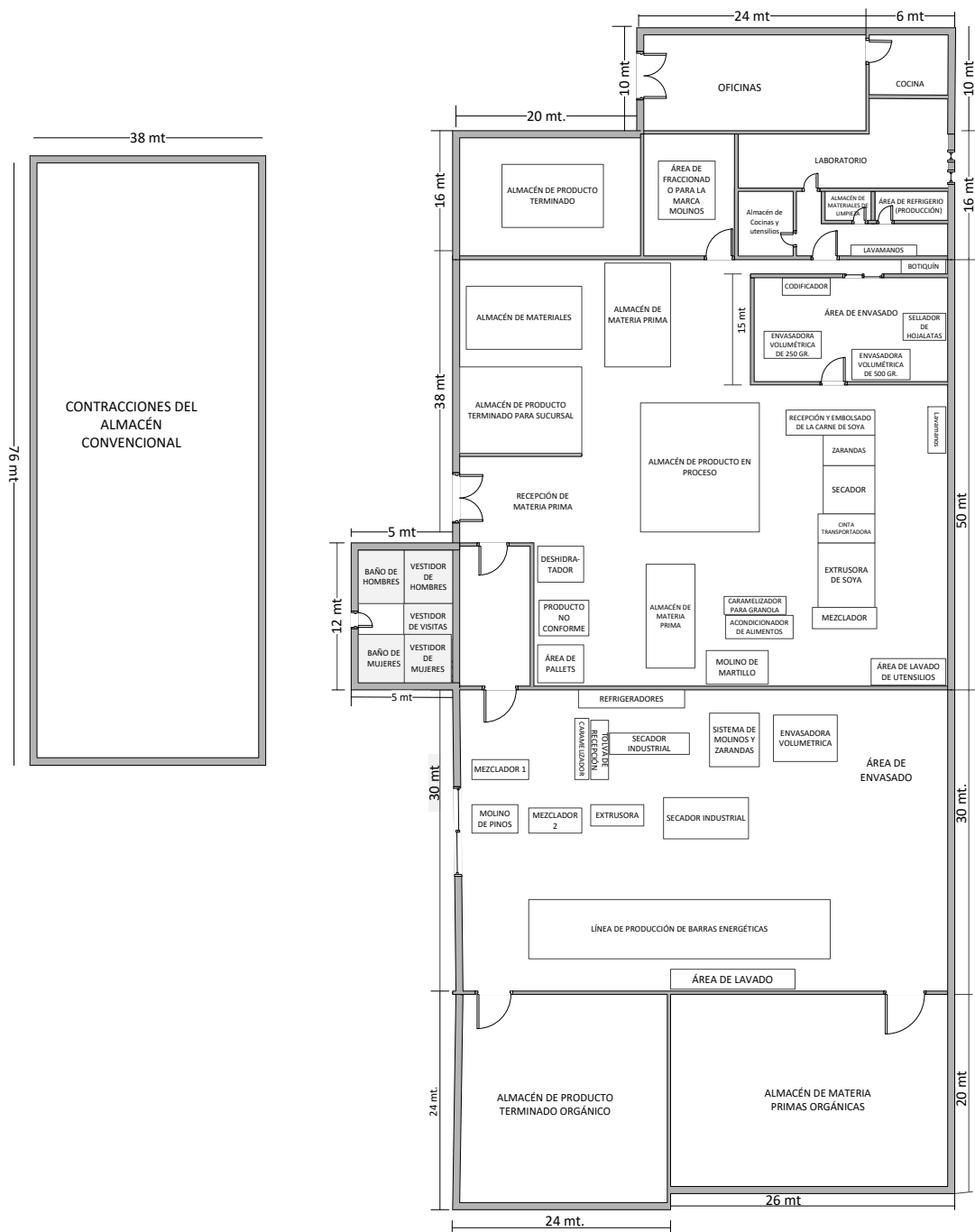
La máquina extrusora de doble tornillo se enciende mediante calentadores eléctricos hasta que la temperatura llega a los 105 °C. Inmediatamente se debe tratar con 4 kilogramos de materia prima, esta se pierde para que la máquina extrusora arranque apropiadamente, hasta que se estabilice la mezcla, y el producto extrusado salga uniforme y no quemado.

Los cereales que salen de la extrusora son transportados por una turbina de aire a un secador que logra reducir la humedad del cereal y obtener una textura crujiente.

El producto cae del secador un carrito de acero inoxidable, donde un operador debe embolsar el cereal en bolsas de yute y luego llevarlo al área de almacén de producto en proceso.

1.6.9.Lay Out

Figura 1-6. Distribución de Planta de Montecristo Bolivia S.R.L.



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia

1.6.10.Desechos

Actualmente la planta industrial de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L., genera únicamente desechos sólidos, en sus diferentes procesos productivo.

Todo aquel producto no conforme que no contiene dulce es vendido a criaderos de cerdos, sin embargo, aquellos que tienen en su formulación azúcar son desechados.

Figura 1-7. Desecho de la línea de texturizado de cereales



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.

Figura 1-8. Recipiente de desecho



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Calidad

De acuerdo a la ISO 9000 la calidad es grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos.

La calidad es satisfacer o exceder las expectativas del cliente. (McGraw, 2007)

La calidad puede ser un concepto confuso debido a que las personas consideran la calidad de acuerdo a diversos criterios (Evans, 2015). Por tanto, es importante entender las diferentes perspectivas desde las cuales se ve la calidad:

- **Perspectiva con base en el producto:** La calidad es que es una función de una variable medible, específica y que las diferencias en la calidad reflejan diferencias en la cantidad de algún atributo del producto.
- **Perspectiva con base en el usuario:** La calidad se define como la adecuación al uso, o cuán bien desempeña su función el producto.
- **Perspectiva con base en la manufactura:** Define a la calidad como el resultado deseable de la práctica de ingeniería y manufactura o la conformidad con las especificaciones. Las especificaciones son objetivos y tolerancias que determinan los diseñadores de productos y servicios. Los objetivos son los valores ideales por los que se esforzará la producción; las tolerancias se especifican porque los diseñadores reconocen que es imposible alcanzar los objetivos en todo momento.

2.1.1. La calidad en los Alimentos

Los alimentos pueden ser descritos mediante una serie de parámetros o variables que se transforman en atributos por la percepción y preferencias del consumidor. Un atributo innegociable de cualquier producto es la calidad higiénica y sanitaria, ligada a la seguridad alimentaria.

La calidad del producto es así un concepto variable basado en atributos, y determinada por el grado de adecuación para usos y consumos.

2.1.2. Costes de la calidad

Los costes de la calidad son los derivados de la consecución del nivel de calidad asumido y se clasifican en:

- **Costes de prevención:** Son aquellos que resultan de evitar o reducir errores y problemas de calidad en cualquier proceso, función o actividad de la empresa, mediante una planificación preventiva de la calidad.
- **Costes de evaluación:** En este apartado se incluyen los costes de medición, análisis, inspección y control de los servicios o productos ya elaborados, así como de los productos en recepción y en proceso de fabricación o semielaborados.

2.1.3. Costes de no calidad

Son aquellos que se derivan de la ausencia de calidad y, por tanto, de los fallos y errores en el diseño, desarrollo y producción, y que puedan trascender o no hasta el cliente o consumidor.

- **Costes de calidad interna:** Este tipo de costes es el que llega a detectarse antes de que el producto acceda al consumidor externo, es decir, aquellos que se producen, y se detectan dentro del sistema de producción.
- **Costes de calidad externa:** Constituyen el tipo de costes originados una vez que el producto o servicio trasciende al cliente o consumidor.

2.2. Control de calidad

El control de calidad es un conjunto de técnicas y actividades que permiten detectar errores, mantener, mejorar la calidad de un producto o servicio y proporciona el mejor producto al cliente, con un costo mínimo. (Besterfield,2009)

2.2.1. Ventajas del Control de Calidad por toda la empresa

- Aumenta la calidad y disminuye el número de productos defectuosos.
- La calidad se hace más uniforme y disminuye el número de reclamaciones.
- La fiabilidad aumenta, mejora la confianza en los productos, y se logra la confianza de los clientes.

- Mejoran los costes unitarios y aumenta la productividad y el valor añadido.
 - Aumentan los volúmenes de producción y es posible preparar planes de producción racionales.
 - Desaparece el trabajo desperdiciado, disminuyen los reprocesos y mejora la eficiencia.
- (Ishikawa, 1989)

2.2.2. Control de calidad de acuerdo a la ISO 9001:2015

2.2.2.1. Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente

La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente son conformes a los requisitos y se deben determinar los controles cuando los productos y servicios de proveedores externos están destinados a incorporarse dentro de los propios productos y servicios de la organización. (ISO 9001)

➤ Tipo y alcance del control

La organización debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afectan la capacidad de la organización de entregar productos y servicios conformes a sus clientes. La organización debe

- a. Definir los controles que pretende aplicar a un proveedor externo y los que pretende aplicar a las salidas resultantes.
- b. Determinar la verificación, u otras actividades necesarias para asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos.

➤ Información para los proveedores externos

La organización debe comunicar a los proveedores externos sus requisitos para:

- a. Los procesos, productos y servicios a proporcionar.
- b. El control y el seguimiento del desempeño del proveedor externo a aplicar por parte de la organización.

- c. Las actividades de verificación o validación que la organización, o su cliente, pretende llevar a cabo en las instalaciones del proveedor externo.

2.2.2.2. Control de la producción

La organización debe implementar la producción y provisión del servicio bajo condiciones controladas, que debe incluir:

- a. La disponibilidad de información documentada que defina las características de los productos a producir y las actividades a desempeñar.
- b. La disponibilidad y el uso de los recursos de seguimiento y medición adecuados.
- c. La implementación de actividades de seguimiento y medición en las etapas apropiadas para verificar que se cumplen los criterios para el control de los procesos o sus salidas, y los criterios de aceptación para los productos.
- d. El uso de la infraestructura y el entorno adecuados para la operación de los procesos.
- e. La designación de personas competentes, incluyendo cualquier calificación requerida.
- f. La implementación de acciones para prevenir los errores humanos;
- g. La implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

- Identificación y trazabilidad

- a. La organización debe utilizar los medios apropiados para identificar las salidas, cuando sea necesario, para asegurar la conformidad de los productos y servicios.
- b. La organización debe identificar el estado de las salidas con respecto a los requisitos de seguimiento y medición a través de la producción y prestación del servicio.

- c. La organización debe controlar la identificación única de las salidas cuando la trazabilidad sea un requisito, y debe conservar la información documentada necesaria para permitir la trazabilidad.

2.2.2.3. Control de las salidas no conformes

La organización debe asegurarse de que las salidas que no sean conformes con sus requisitos se identifican y se controlan para prevenir su uso o entrega no intencionada.

La organización debe tratar las salidas no conformes de una o más de las siguientes maneras:

- Corrección.
- Separación, contención, devolución o suspensión de provisión de productos.
- Información al cliente.
- Obtención de autorización para su aceptación bajo concesión.

Debe verificarse la conformidad con los requisitos cuando se corrigen las salidas no conformes. La organización debe conservar la información documentada que:

- Describa la no conformidad.
- Describa las acciones tomadas.
- Describa todas las concesiones obtenidas.
- Identifique la autoridad que decide la acción con respecto a la no conformidad.

2.2.3. Conformidad

Consiste en cumplir con las especificaciones de calidad y enfocarse a reducir el re trabajos y los desperdicios. (Pulido, 2013).

2.3. Sistema de control de control de calidad

Un sistema de control de calidad es un método planificado y sistemático de medios y acciones, encaminado a asegurar suficiente confianza en que los productos o servicios, se ajusten a las especificaciones. Un sistema de calidad es una herramienta para alcanzar, mantener y mejorar la calidad. No solo se trata de conseguir que un producto

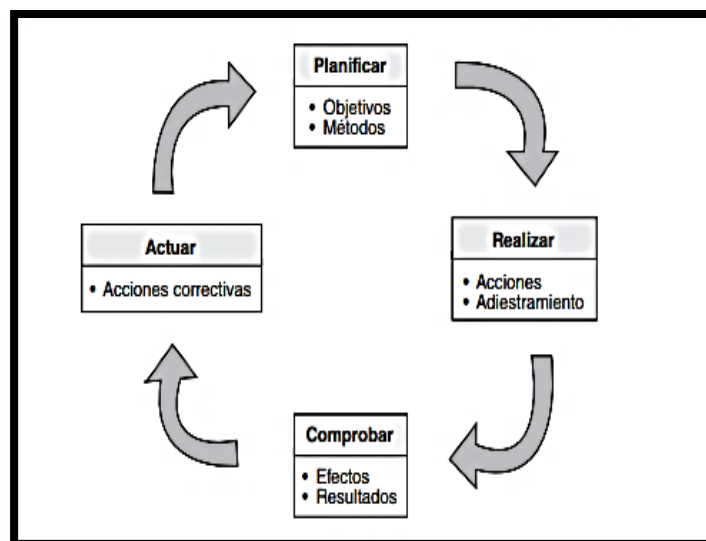
o servicio se ajuste a los requisitos establecidos, sino que el sistema nos permitirá mantener y mejorar la calidad.

2.3.1. Ciclo de Deming

El ciclo Deming o ciclo de mejora actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr la resolución de problemas. Está constituido básicamente por cuatro actividades:

- **Planificar:** En esta primera fase cabe preguntarse cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos.
- **Hacer:** Consiste en implementar los procesos, ejecutar y aplicar las tareas tal como han sido planificadas. Realizar la formación y educación de las personas involucradas.
- **Verificar:** Realizar el seguimiento y medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar los resultados.
- **Actuar:** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Si hay que modificar el modelo, ello remite nuevamente a la etapa de planificación.

Figura 2-1. Ciclo PHVA



Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010) Gestión Integral de la Calidad.

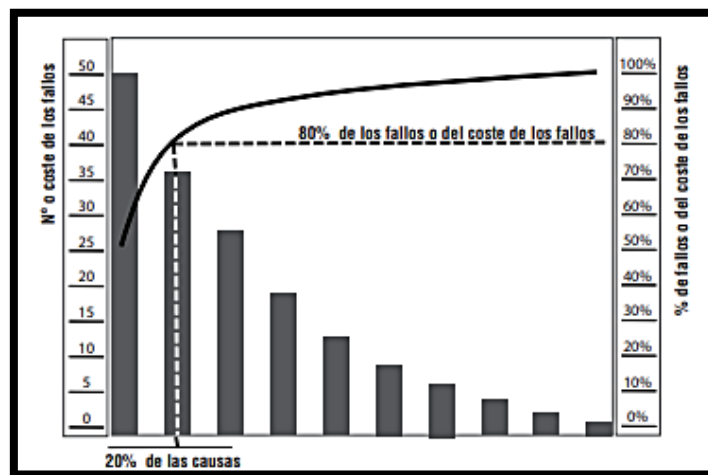
2.4. Herramientas de control de calidad

El control de calidad de los procesos y los productos se puede llevar a cabo por medio de técnicas estadísticas para controlar su evolución, eliminando o reduciendo en lo posible las causas que originan la variabilidad de las características de calidad.

2.4.1. Diagrama de Pareto

Representan el efecto de la ley de Pareto o regla 20/80, que dice que el 80 % de los defectos vienen producidos por el 20 % de causas. Se trata de una herramienta para tomar decisiones sobre qué causas hay que resolver prioritariamente para lograr mayor efectividad en la resolución de problemas.

Figura 2-2. Diagrama de Pareto



Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010) Gestión Integral de la Calidad.

2.4.2. Hojas de verificación

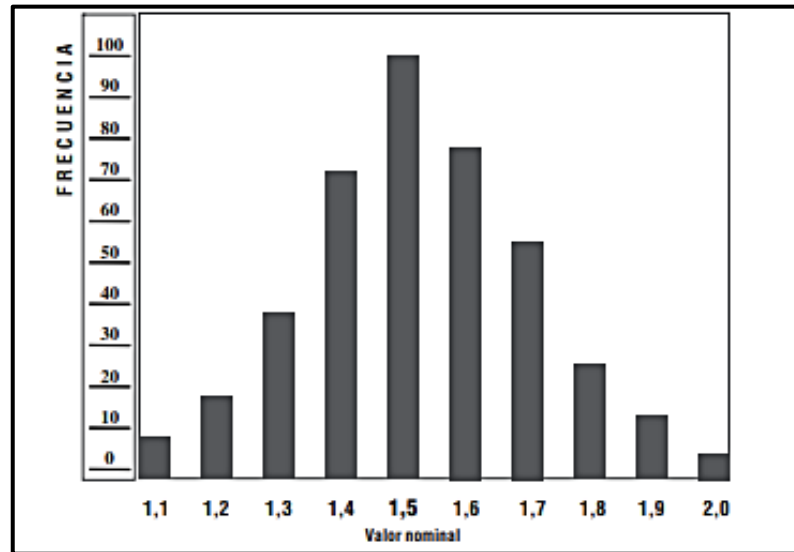
La hoja de verificación es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos.

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente. (Pulido, 2013)

2.4.3. Histograma

El histograma representa, de una forma gráfica (figura 2-3), la variabilidad que puede presentar una característica de calidad. Es decir, muestra qué tipo de distribución estadística presentan los datos.

Figura 2-3. Histograma

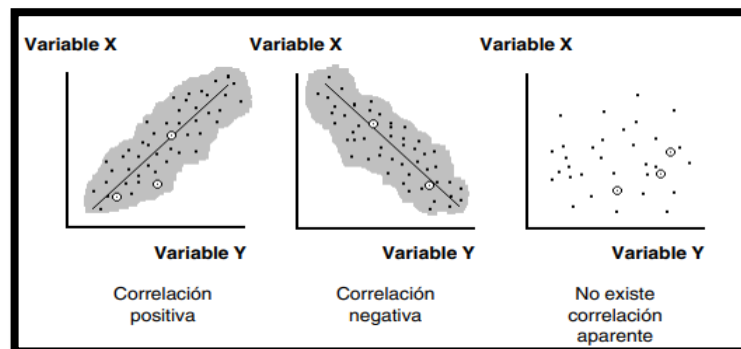


Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010) Gestión Integral de la Calidad.

2.4.4. Diagramas de dispersión

Es un diagrama se utiliza un gráfico de ejes cartesianos para 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.

Figura 2-4. Gráficas de dispersión



Fuente: Cuatrecasas Lluís (2010) Gestión Integral de la Calidad.

2.4.5. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de procesos, el diagrama (SIPOC) son de gran utilidad para entender y describir los procesos. Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso. (Pulido, 2013)

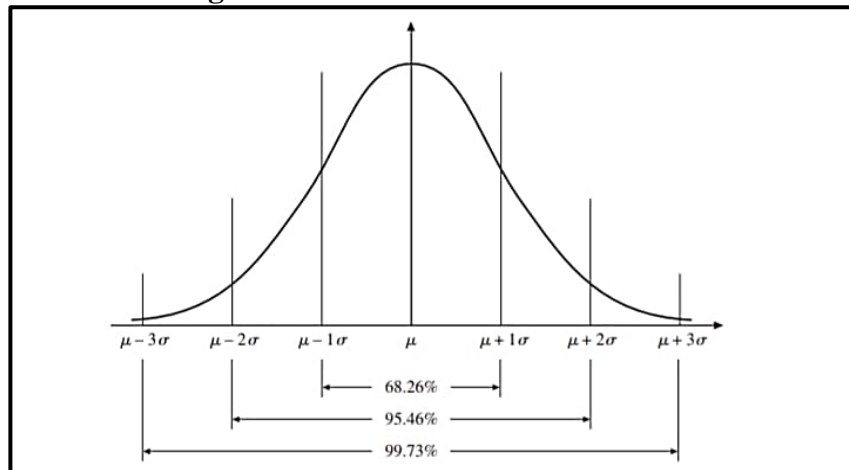
2.4.6. Diagramas de tendencias

Son una representación en forma de gráfica de la evolución de una variable determinada. Se representa la evolución que han tenido a lo largo del tiempo para identificar la existencia de posibles problemas

2.4.7. Distribución normal y desviación estándar

- **Distribución normal:** Es una distribución continua cuya densidad tiene forma de campana. Es muy importante tanto en la estadística teórica como en la aplicada para conocer el estado de un proceso.

Figura 2-5. Curva de distribución normal



Fuente: Pulido. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

La figura 2-5. muestra las áreas representativas debajo de la curva de distribución normal. Así, 68.26 por ciento de la población caerá entre el promedio de la población más o menos 1 desviación estándar de la población, 95.46 por ciento de la población

caerá dentro del promedio y $\pm 2\sigma$, y, por último, $\pm 3\sigma$ incluirá a 99.73 por ciento de la población.

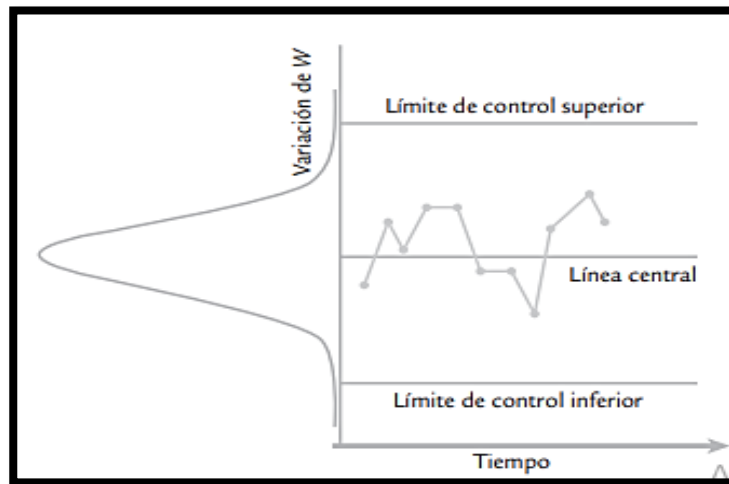
- **Desviación estándar del proceso (σ):** Refleja la variabilidad de un proceso y para su cálculo se debe utilizar un número grande de datos que hayan sido obtenidos en el transcurso de un lapso de tiempo amplio.

2.4.8. Gráficas de control

Es una herramienta estadística utilizada con fines de control, que consiste en un gráfico con unas líneas que son los límites de control calculadas estadísticamente.

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso. Esto permitirá distinguir las variaciones por causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y de mejora.

Figura 2-6. Gráfico de control y sus elementos



Fuente: Pulido. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

La figura 2-6. muestra una carta de control, la cual se compone básicamente de tres líneas paralelas, comúnmente horizontales. La línea central representa el promedio del estadístico que se está graficando, cuando el proceso se encuentra en control estadístico. Las otras dos líneas se llaman límites de control, superior e inferior.

2.4.8.1. Tipos de gráficas de control

Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos.

2.4.8.1.1. Gráficas de control para variables

Las gráficas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etcétera).

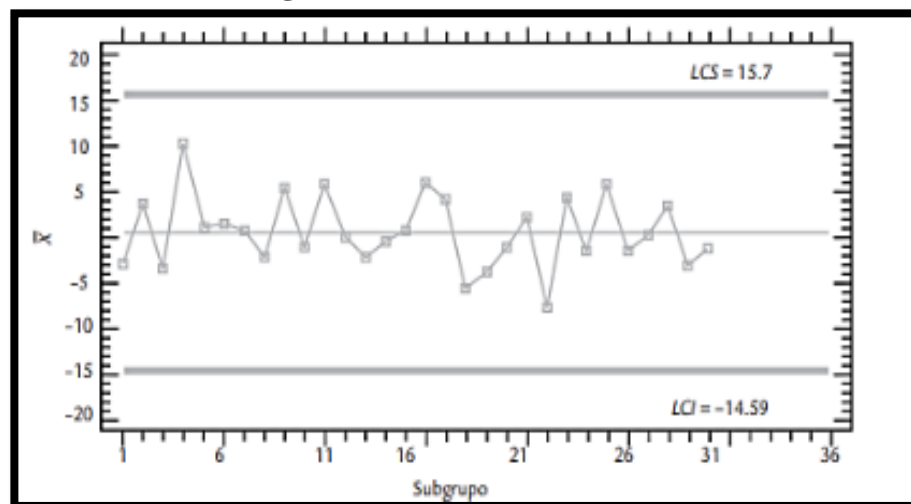
Gráficas de promedios y rangos " \bar{x} --R "

Diagramas para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R para registrarlos en la carta correspondiente.

- Gráfica \bar{x} (Valor promedio)

La "gráfica \bar{x} " significa el promedio de una muestra o subgrupo y mide la tendencia central de la variable de respuesta en el tiempo.

Figura 2-7. Grafica \bar{x} (Media)

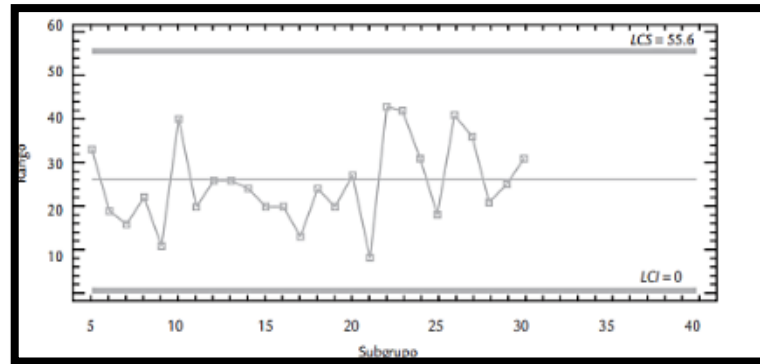


Fuente: Pulido. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

- **Gráfico de R (Rango)**

Las gráficas de R miden la ganancia o pérdida de uniformidad dentro de un subgrupo que representa la variabilidad en la variable de respuesta en el tiempo.

Figura 2-8. Gráfico de R (Rango)



Fuente: Pulido. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

- **Pasos para la construcción de diagramas X-R**

- a. **Primer paso:** El primer paso para desarrollar diagramas de medias y rango es reunir k muestras durante un periodo, cada una de tamaño n . Por lo común, se reúnen aproximadamente entre $k = 25$ a 30 muestras.
- b. **Segundo paso:** Se suma el total de cada grupo y se calcula la media (\bar{x}) y el rango (R), con las siguiente formula.

$$\bar{X}_I = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{k} \quad (1)$$

- c. **Tercer paso:** Se calcula el rango (R) de cada grupo, con las siguiente formula.

$$R_i = \text{Valor max } x_i - \text{Valor min } x_i \quad (2)$$

- d. **Cuarto paso:** Luego se realizan los cálculos del promedio bruto $\bar{\bar{x}}$ (suma de los promedios de los subgrupos dividida entre la cantidad de subgrupos).

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{n=1}^i \bar{X}_i}{k} \quad (3)$$

- e. **Quinto paso:** Se calcula el promedio del Rango (suma de los rangos dividida entre cantidad de subgrupos).

$$\bar{R} = \frac{\sum_{n=1}^i R_i}{k} \quad (4)$$

- f. **Sexto paso:** Para calcular los límites de control superior e inferior (LCS y LCI) en los diagramas se utilizan las fórmulas:

Tabla II-1. Ecuaciones para determinar los límites en la gráficas \bar{X} - R

Ecuaciones para los límites de control en la gráfica de medias (\bar{X})	
Límite de control Superior	LCS: $\bar{X} + A_2\bar{R}$ (5)
Línea Central	LC : \bar{X} (6)
Límite de control inferior	LCI : $\bar{X} - A_2\bar{R}$ (7)
Ecuaciones para los límites de control en la gráfica de rangos (R)	
Límite de control superior	LCS: $D_4\bar{R}$ (8)
Limite central	LC: \bar{R} (9)
Límite de control inferior	LCI : $D_3\bar{R}$ (10)

Fuente: Pulido. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma.

2.4.8.1.2. Cartas de control para atributos

Diagramas que se aplican al monitoreo de características de calidad del tipo “pasa, o no pasa”, o donde se cuenta el número de no conformidades que tienen los productos analizados. (Método Juran análisis y planeación de la calidad)

Las cartas para atributos más usuales son:

- **Diagrama np (números de unidades defectuosas en muestra de tamaño constante)**

Esta gráfica se usa cuando la característica de calidad se representa por el número de unidades defectuosa. Se usa para muestra de tamaño constante.

- **Diagrama p (fracción de unidades defectuosas en muestra de tamaño variable)**

Esta gráfica se usa cuando la característica de calidad se representa por la fracción defectuosa de unidades. Se usa para muestra de tamaño variable.

- **Diagrama c (números de defectos en producto de dimensiones constantes)**

Esta gráfica se usa para controlar y analizar un proceso por los defectos de un producto, tales como rayones en placas de metal, número de soldaduras defectuosas de un televisor o tejido desigual en telas. La gráfica “c” referida al número de defectos se usa para un producto cuyas dimensiones son constantes.

2.5. Indicadores

Los indicadores son parámetros utilizados para medir el nivel de cumplimiento de una actividad o un evento. Un indicador se debe contar con un nombre, forma de medición, unidad de medida y una meta.

2.5.1. Indicadores de Calidad

Son aquellos que se asocian a los resultados y operación de los procesos clave de una organización y se determinan a través de acciones concretas y los resultados finales de los procesos que garanticen el logro de los objetivos.

2.5.2. Satisfacción del cliente

En el documento de la ISO 10004 se proporcionan las directrices para definir e implementar procesos para el seguimiento y la medición de la satisfacción del cliente.

Para el seguimiento y la medición de la satisfacción del cliente la organización debería:

2.5.2.1. Identificar las expectativas del cliente

La organización debe identificar a los clientes, tanto actuales como potenciales con la finalidad de poder determinar sus expectativas y entender las mismas, debido a que la satisfacción de estas expectativas influirá en la satisfacción del cliente.

2.5.2.2. Recopilar los datos sobre la satisfacción del cliente

En esta etapa se debe tomar en cuenta las características de calidad del producto o servicio (Desempeño, confiabilidad, características fundamentales, estética, durabilidad, precio, valor percibido, garantía), características de entrega (entregas a tiempo, integridad de pedido, tiempo de respuesta, información operativa, entre otras), las características organizacionales del personal (cortesía, comunicación, competencia) y el comportamiento organizacional (ética empresarial, imagen de responsabilidad social, transparencia).

- a) **Método de recopilación:** El método más utilizado para recopilar datos es una encuesta.
- b) **Tamaño de muestra:** Se debe aplicar un método de muestreo para obtener mayor precisión de los datos recopilados.
- c) **Desarrollo de preguntas:** La organización debe determinar las áreas de interés y luego realizar el subconjunto de preguntas dentro de estas áreas.
- d) **Recopilación de datos:** La recopilación de datos debe ser ordenada, sistemática y documentada, donde de considerar:
 - El tipo de cliente y accesibilidad.
 - Plazos para la recopilación de datos.
 - Tecnologías disponibles.
 - Recursos disponibles.

2.5.2.3. Analizar los datos sobre la satisfacción del cliente

La organización debe examinar las fuentes de información existentes en busca de datos que reflejen las características relacionadas con la satisfacción, como las siguientes:

- Frecuencia o tendencia en las quejas y disputas de los clientes.
- Frecuencia o tendencia en las devoluciones del producto.
- Frecuencia o tendencias en las no conformidades del servicio de entrega a tiempo.
- Informes de grupos de consumidores en la percepción del producto.

Para finalizar con el ciclo de seguimiento de la satisfacción del cliente se debe:

- Comunicar y brindar información de la satisfacción del cliente a las partes involucradas
- Realizar el seguimiento de la satisfacción del cliente de manera continua.

Figura 2-9. Seguimiento de la satisfacción del cliente



Fuente: ISO 10004: 2018 (Norma internacional de la estandarización)

2.6. Componentes de un sistema de control de calidad

2.6.1. Punto crítico de control

Etapa en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable. (ISO 22000)

2.6.2. Variables

Las variables son aquellas características de la calidad que se pueden medir, como peso en gramos. Es una característica, magnitud cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición y control en una investigación. (Besterfield, 2009)

2.6.3. Atributos

Los atributos, por otra parte, son aquellas características de calidad que se clasifican como conformes o no conformes a las especificaciones, como un “calibrador pasa-no pasa.” (Besterfield, 2009).

2.6.4. Parámetros de control

Se considera que los parámetros son valores fijos (estándar o patrón) de referencia, o que son la mejor estimación disponible de esos valores en determinado momento. (Besterfield, 2009).

2.6.5. Estandarización

Harrington (1994) establece que la estandarización de procesos consiste en definir y uniformar procedimientos, de modo que todas las personas que participan en él usan permanentemente los mismos procedimientos. La falta de estándares genera procedimientos diferentes, desacuerdo y menor eficiencia, la estandarización está directamente ligada a la calidad, productividad y posición competitiva de una empresa.

2.6.6. Fichas Técnicas

Es un documento en el cual se prescribe de forma clara y concisa las características técnicas (físicas, químicas) de un producto, proceso o sistema.

2.6.7. Manuales de procedimientos

Para Franklin (2009) los manuales de procedimientos “Constituyen un documento técnico que incluye información sobre la sucesión cronológica y secuencial de operaciones concatenadas entre sí, que se constituye en una unidad para la realización de una función, actividad o tarea específica en una organización”.

2.6.8. Cursogramas analíticos

Diagrama que representa todas las acciones (operación, transporte, inspección, espera y almacenaje) que tienen lugar en el desarrollo de un trabajo, mostrando, de este modo, la trayectoria de un producto e incluyendo los tiempos requeridos para cada acción y las distancias recorridas.

2.6.9 Instructivos operativo

Es un documento que contiene los pasos a seguir para la ejecución de una actividad. (ISO, 2015)

2.7. Cereales extruidos

Los cereales para desayuno son productos elaborados a partir de uno o diversos granos que son sometidos a procesos tecnológicos de alimentos, para obtener como resultado distintos productos, y muchos de ellos están listos para ser consumidos

2.7.1. Extrusión de doble tornillo

La extrusión de doble tornillo es un proceso donde el alimento es forzado a fluir, bajo una o más condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, el cual es conducido por dos tornillos sin fin que lo hace fluir hasta salir por un pequeño orificio de un dado o boquilla, y este último da forma al producto final (Riaz, 2003).

2.7.1.1. Etapas en el proceso de extrusión

En breve se describirá el proceso convencional de extrusión, mediante la explicación de las zonas de alimentación, amasado, cocción y formado.

- Zona de alimentación

En esta área se introduce al extrusor un material granulado crudo, comúnmente harinas de cereales (trigo, cebada, maíz, arroz, centeno, avena y otros materiales relacionados) La velocidad de alimentación total es limitada por la capacidad de los tornillos de esta sección, para transportar una alimentación seca (Sharman et al., 2003). Entonces el material es transportado por la acción del tornillo y comienza a formarse una masa (al mezclar un material alimenticio con agua).

- Zona de amasamiento

En esta zona se lleva a cabo la compresión, alcanzando los tornillos del extrusor un mayor grado de llenado, conforme disminuye el paso del tornillo. Las materias primas cambian sus propiedades debido a la adición de agua y se incrementa la presión al interior del cilindro.

- Zona de cocimiento

En esta área, comúnmente la temperatura y presión aumentan muy rápido, debido a que recibe el material que fue transportado para ser comprimido y obtener el producto extrudido (Barraza, 1993)

- **Formado**

El producto realmente se forma al pasar a través de un dado, boquilla, troquel o matriz y utilizando un mecanismo de corte como parte del extrusor para fijar la longitud y forma final del producto (Sharman et al., 2003).

2.7.1.2. Control en el proceso de extrusión

Por conciencia se ha solicitado a la industria de los alimentos, poner más énfasis en cuanto a la calidad de los productos, sin embargo, para alcanzarlo, es necesario controlar diversos parámetros fundamentales durante el proceso de extrusión como: la velocidad de alimentación, ingredientes alimentados, el contenido de humedad inicial, humedad del proceso, caudal másico, temperatura, presión, entre otros (Barraza, 1993; Adaptado Guy, 2002).

2.7.2. Materia prima para la elaboración de cereales

2.7.2.1. Maíz

La Norma Boliviana NB 312008 “Cereales – Maíz – Clasificación, requisitos y métodos de ensayo norma establece la definición, clasificación y requisitos del maíz en grano para su comercialización e industrialización.

- **Maíz:** Granos procedentes de cualquier tipo y variedad de la gramínea.
- **Maíz limpio y seco:** Granos de maíz después de someterlos a un proceso de limpieza y eventual secado.
- **Granillo:** Son aquellos pedazos de granos de maíz que pasan por una zaranda de 4,76 milímetros de diámetro.

2.7.2.2. Clasificación del grano de maíz

A los efectos de esta Norma el maíz se clasifica:

2.7.2.2.1. Clasificación del grano de maíz por su color

- Maíz blanco
- Maíz amarillo
- Maíz perlado
- Maíz colorado
- Maíz morado
- Maíz plumizo

Figura 2-10. Granillo de maíz



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

2.7.2.2.2. Clasificación del grano de maíz por su textura

- **Tipo duro:** Incluirá las variedades de maíz cuyas características predominantes tengan una forma redondeada o alargada, alto grado de dureza, apariencia córnea o vítrea. Almidones de constitución fina y muy compactos, de textura dura localizados sobre la corona y alguna cantidad de almidones de textura suave localizados en el centro del grano.
- **Tipo blando:** Incluirá las variedades de maíz cuyas características predominantes tengan una forma redondeada o alargada, almidones de textura blanda o harinosa, constitución gruesa, porosa, poco compactos con una capa muy delgada de almidones en los costados del grano, de textura dura; granos medianos a grandes, opacos y blandos.
- **Tipo semiduro:** Incluirá las variedades de maíz cuyas características sean diferentes o intermedias de los tipos anteriores.

CIPCA realizó la presente investigación sobre los maíces en general en Bolivia y específicamente de cinco variedades: morocho, kulli, perla, hualtaco y amarillo duro, que son producidos por campesinos indígenas y pequeños productores de los Valles y el Chaco. (Ortiz, 2012)

- **Morocho:** El Morocho es un maíz andino con granos medianos de forma redonda de color amarillo.
- **Perla:** El maíz Perla destaca de forma principal en el Chaco. El MACIA (2003) señala que este maíz se caracteriza especialmente por tener granos blancos redondeados.
- **Hualtaco:** El maíz hualtaco es una variedad que principalmente se siembra para choclo o venta en grano. Los granos del hualtaco son muy grandes de color blanco y de consistencia harinosa, y muy suaves, tiene un sabor agradable, y facilidad de cocción.
- **Amarrillo duro:** La variedad de maíz amarillo tiene granos más largos y grandes que las de las otras razas del complejo racial morocho, de sección ovoide, de color amarillo o naranja, de almidón duro.

2.7.2.2.3. Estructura del grano de maíz

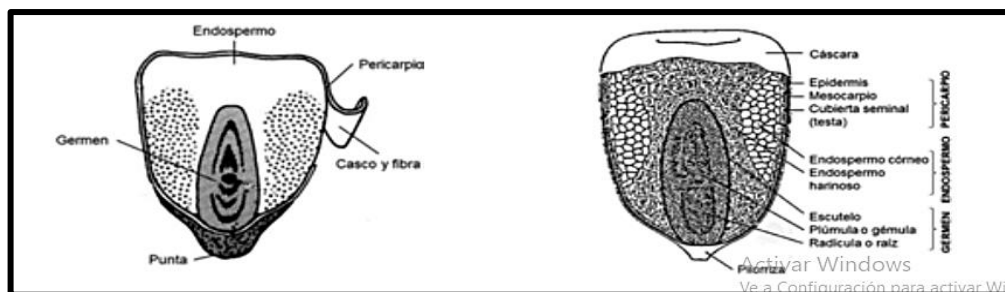
Dentro de los componentes más importantes del maíz (Tabla II-2) se encuentran:

Tabla II-2. Distribución de los principales componentes del grano de maíz

Composición	Grano entero (%)	Componentes en bases seca (%)			
		Pericarpio	Endospermo	Germen	Punta
Almidón	62,00	87,00	8,30	7,30	5,30
Proteína	7,80	8,00	18,40	3,70	9,10
Extracto etéreo	3,80	0,80	1,00	33,20	3,80
Cenizas	1,20	0,30	10,50	0,80	1,60
Otros	25,20	3,90	29,60	87,20	80,20

Fuente: Carlos Grande. Producción y procesamiento del maíz. (2013)

Figura 2-11. Componentes estructurales del grano de maíz



Fuente: Carlos Grande. Producción y procesamiento del maíz. (2013)

2.7.2.3. Requisitos de calidad del maíz

- **Humedad del grano de Maíz:** El porcentaje de agua en el grano de maíz, es expresado en porcentaje (m/m).

Tabla II-3. Requisitos de calidad del Maíz

Grado de calidad	Peso hectolítrico mínimo	Límites máximos (% en masa)				
		Humedad	Granos dañados	Granos infestados	Granos partidos	Impurezas
1	75	14	2	0	2	1,0
2	72	14	3	0	3	1,0
3	69	14	4	2	4	1,0

Fuente: NB 312008. Cereales- Maíz- Requisitos y Métodos de ensayo (IBNORCA)

- **Requisitos microbiológicos:** Los requisitos microbiológicos que debe cumplir este cereal son los siguientes:

Tabla II-4. Requisitos microbiológicos del grano de maíz

Parámetro	Límite máximo permisible	Método de ensayo
Mesófilos aeróbios viables	10^5 UFC/g	NB 32003
Eschericha Coli	10 UFC/g	NB 32005
Mohos y levaduras	10^4 UFC/g	NB 658
Salmonella	Exento en 25 g	NB 659

Fuente: NB 312008. Cereales- Maíz- Requisitos y Métodos de ensayo (IBNORCA)

2.7.2.3.1. Envase y almacenamiento

- **Envase:** El maíz podrá comercializarse a granel o en envases de yute, lino, algodón u otras fibras naturales o sintéticas resistentes adecuadas que no transmitan olores o sabores extraños al producto.
- **Almacenamiento:** Las bolsas o sacos de maíz, deben ser almacenadas en compartimientos o estantes que estén por encima del suelo, a una altura mínima de 10 cm y con una separación de 40 cm entre filas del mismo producto y 50 cm entre producto y pared, para favorecer la circulación del aire y las labores de muestreo,

2.7.2.3.2. Secado del grano de maíz

Capacidad de secado" tiene una importancia fundamental, porque es un parámetro, quizás el más utilizado en el desempeño de las secadoras.

Los granos muy húmedos no deben estar expuestos a altas temperaturas, pero esto es válido si el tiempo de permanencia a esas temperaturas es prolongado. En caso de ser breve, por el contrario, los granos húmedos pueden admitir más altas temperaturas de aire, pues evaporan gran cantidad de agua y no llegan a calentarse en exceso.

Berhaut (1989) aconseja que el maíz blando cosechados húmedos mas de 18% deberían ser secados a temperaturas no superiores a 90°C.

Los maíces casi secos de 15 a 16% para ser llevados a 14% requieren una temperatura inferior a 80° C y el casi secos que se sobre secan a propósito a 10-12% para futuras mezclas, no deberían ser secados a temperaturas mayores a 58°C y no deben superar esta temperatura del grano, para no ver comprometida su calidad.

2.7.2.4. Grano de cañahua

Para la elaboración del cereal mini ball, la planta recibe grano de cañahua beneficiado y convencional. Por lo cual se destacan las dos definiciones de la Norma Boliviana 336001 (IBNORCA, NB 336001:2004 Cañahua - Cañahua en grano - Definiciones,2004):

- **Cañahua beneficiada:** Son granos que han pasado por una cadena de procesos: selección, clasificado, lavado, escurrido, secado, envasado y etiquetado.
- **Cañahua convencional:** Es aquel grano que se obtuvo con la aplicación de agroquímicos, los cuales se aplican durante el desarrollo del cultivo.

Figura 2-12. Grano de cañahua



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

2.7.2.5. Granillo de arroz

De acuerdo a las normas internacionales de los alimentos (2019), el granillo de arroz es definido como un arroz quebrado medio siendo el fragmento de grano cuya longitud es menor o igual que la mitad, pero mayor que la cuarta parte de la longitud media del grano entero correspondiente.

Figura 2-13. Granillo de Arroz

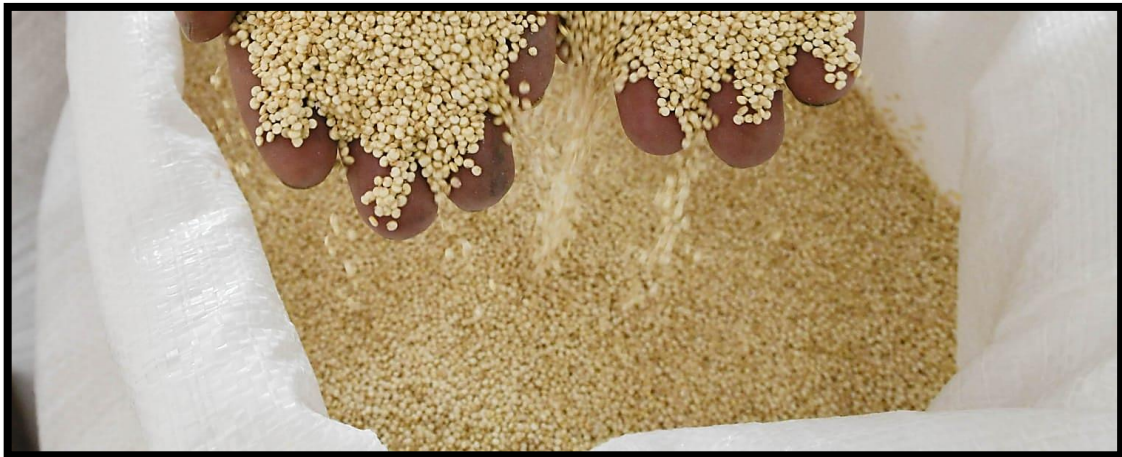


Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

2.7.2.6. Quinua

La quinua es un grano originario de los Andes se caracteriza por su alto contenido de nutrientes principalmente contiene todos los aminoácidos esenciales. El promedio de proteínas en el grano es de 16 %, pero puede contener hasta 23 %. La quinua es ligera, sabrosa y fácil de digerir. Tiene un sabor delicado, similar a las nueces, de acuerdo a la FAO (2013).

Figura 2-14. Grano de quinua



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

2.7.2.7. Amaranto

De acuerdo a la FAO (2013) los granos del amaranto son, en su composición física, parecidos a los de la quinua, pero más pequeños, el sabor del grano del amaranto es muy agradable, un poco parecido al de la nuez. El grano es muy pequeño, mide de 1 a 1,5 mm de diámetro y el número de semillas por grano oscila entre 1.000 entre 3.000.

Figura 2-15. Grano de amaranto



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

2.7.2.8. Azúcar blanca Refinada

Azúcar blanco Sacarosa purificada y cristalizada (sucrosa) con una polarización no menor de 99,7oZ (FAO 2008).

Figura 2-16. Azúcar



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)

CAPÍTULO III
ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Diagnóstico del proceso productivo del cereal tipo mini ball

Para el desarrollo del diagnóstico se toma como base la información obtenida a través de la observación y registro de datos que se realizó durante la visita en el mes de julio y agosto a la empresa Montecristo Bolivia S.R.L

3.1.1. Descripción del proceso productivo del cereal tipo mini ball

El texturizado de los cereales, es uno de los procesos más importantes de la empresa, A través de este se obtienen 25 tipos de cereales, sin embargo, el presente trabajo se enfocará en el proceso productivo del cereal tipo mini ball, el cual es utilizado como materia prima en la elaboración barras energéticas y granola.

➤ Entrega de materia prima y/o material a producción para una carga

El responsable del proceso productivo debe solicitar al encargado de almacén la cantidad de materia prima y materiales necesarios, de acuerdo al programa de producción que se tiene. Las materias primas y materiales para el proceso productivo de los cereales mini ball son:

- ✚ Granillo de maíz.
- ✚ Granillo de arroz.
- ✚ Grano de amaranto.
- ✚ Agua.
- ✚ Grano de cañahua.
- ✚ Azúcar.
- ✚ Bolsas de yute.

➤ Fraccionado de la Materia Prima

En esta etapa del proceso se utiliza una balanza para pesar las distintas materias primas con la finalidad de completar una carga de 200 kilogramos entre todos los insumos. A medida que se va fraccionando cada una de las materias primas, estas se colocan en el primer mezclador de la línea.

➤ **Mezclado 1**

Una vez que se completa una carga de 200 kg, inicia la fase de mezclado que permite la integración de toda la materia prima para que luego sea transportadas al molino con ayuda de un tornillo transportador.

➤ **Molienda**

Por medio del primer tornillo transportador de la línea, los ingredientes del cereal llegan a una tolva que tiene instalada imanes que detectan y atrapan todos los metales que tiene la materia prima, para que posteriormente esta ingrese al molino de pinos.

En el molino los granos y granillos son triturados hasta alcanzar una determinada granulometría que es definida por una malla, que rechaza todo aquel componente que no cumpla con el tamaño deseado para posteriormente caer a una tolva que está conectada al segundo tornillo transportador.

➤ **Mezclado 2**

Con ayuda del segundo tornillo transportador de la línea se traslada la materia molida al siguiente mezclador, donde se logrará una mejor integración de los insumos molidos.

➤ **Extrusión**

En la parte superior de la extrusora se tiene una tolva que se encarga de recepcionar toda la materia prima molida e integrada, cuando esta se llena la harina comienza a caer al área de alimentación de la extrusora y por efecto de las altas temperaturas, presión y dosificación de agua, se logra la cocción y formación de los cereales.

Esta etapa se subdivide en las siguientes fases:

- a) **Alimentación de la máquina de extrusión:** La mezcla se introduce en la máquina de extrusión a través de una tolva de alimentación que debe llenarse previamente para posteriormente la mezcla sea depositada gradualmente en la extrusora. La tolva de la extrusora tiene una capacidad de 50 kilogramos, la cual se llena aproximadamente en 5 minutos.
- b) **Acondicionamiento:** En esta fase, la mezcla se somete a un proceso de acondicionamiento, que implica humedecerla para aumentar su plasticidad y

facilitar la extrusión, esta etapa se logra gracias a la dosificación de agua que se realiza a través de una manguera conectada al área de alimentación de la extrusora.

- c) **Extrusión:** La mezcla acondicionada se empuja a través de un barril en la máquina de extrusión con la ayuda de dos tornillos sin fin. En el barril, la mezcla se calienta mediante el uso de calentadores eléctricos. La combinación de calor, presión y fricción dentro del barril causa la cocción y expansión de los cereales. La mezcla alcanza altas temperaturas y presiones antes de salir por una la matriz en la forma deseada.
- d) **Expansión, forma y corte:** Al salir de la boquilla, la mezcla se expande rápidamente debido a la liberación de presión, lo que da como resultado una forma y textura específicas del producto final, para que posteriormente el producto extruido sea cortado en trozos pequeños, formado bolitas.

➤ **Secado**

El secado de cereales es un proceso importante que tiene por objetivo principal reducir la humedad del producto, debido a que estos contienen cierto nivel de humedad al salir de la extrusión lo cual puede afectar negativamente la calidad del cereal.

Después del extrusado, los cereales son transportados por un tornillo neumático a un secador con la finalidad de que el producto pueda alcanzar una textura crujiente.

➤ **Envasado manual**

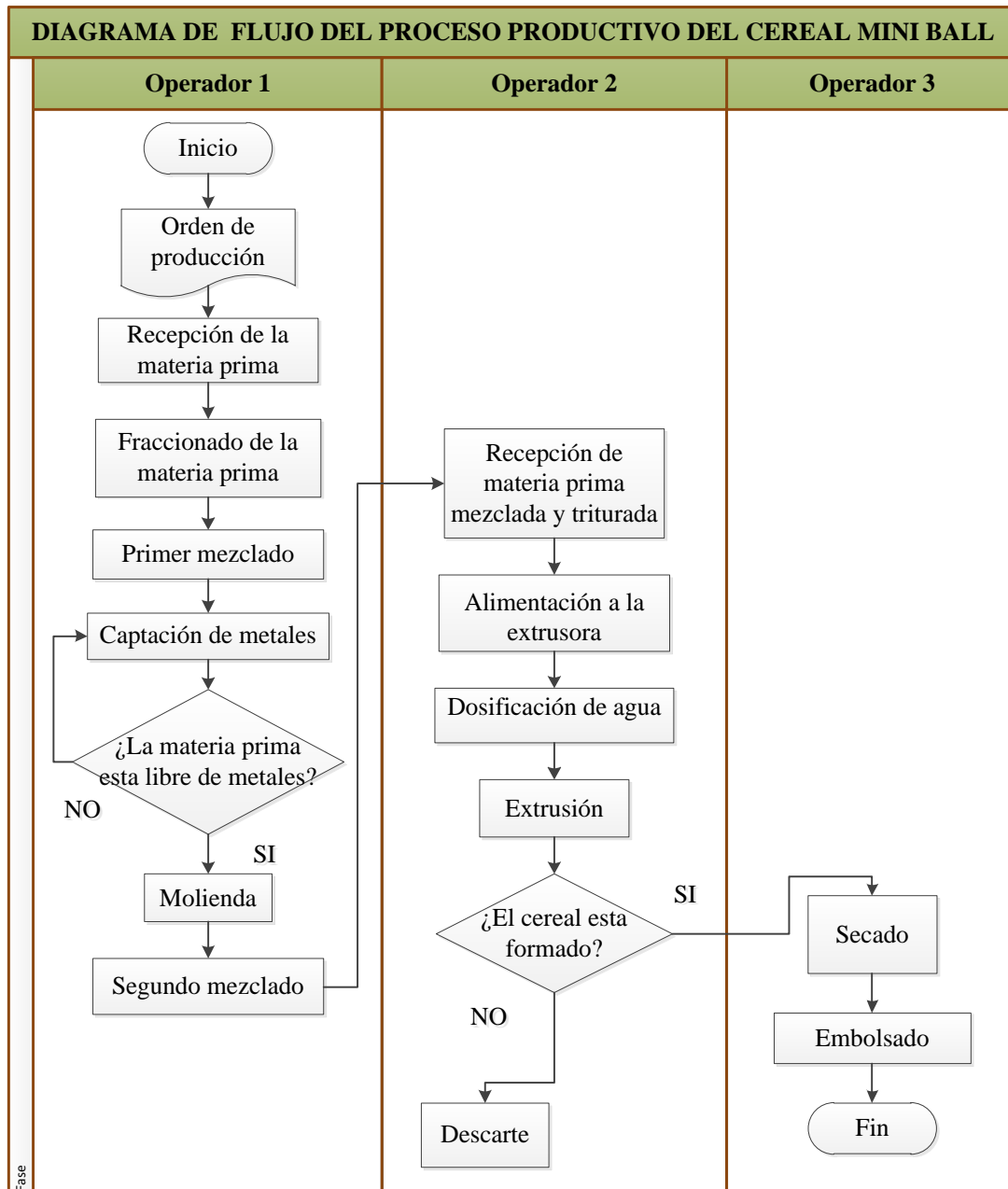
El cereal es recibido en carrito para luego ser embolsados en bolsas de yute por un operador con ayuda de una fuente inoxidable y posteriormente trasladar el producto al área de almacén de producto en proceso.

➤ **Almacenamiento del cereal mini ball**

Las bolsas con cereal se colocan en pallets, para luego trasladarlas al almacén de producto en proceso.

3.1.3. Flujograma de funciones cruzadas del proceso productivo del cereal tipo mini ball

Figura 3-1. Flujograma del proceso productivo del cereal mini ball



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

3.1.2. Análisis del control de calidad en la materia prima

La materia prima es una parte vital en la elaboración de cualquier producto, por lo que es muy importante realizar un análisis de cada una con el objetivo de evaluar sus características.

3.1.2.1. Granillo de maíz

Actualmente la empresa tiene tres proveedores de este producto los cuales son excluyentes, es decir se utiliza la materia prima del proveedor A, B o bien del C, pero ninguno de ellos proporciona alguna ficha técnica a la empresa, sin embargo, control de calidad maneja notas de compra donde solo se registra al proveedor, el tipo de maíz, cantidad y se cerciora de que el mismo esté libre de cualquier tipo de larva, generando confiabilidad por lo cual no se realiza ningún otro tipo de observación y análisis, antes de iniciar el proceso de extrusión, si bien la calidad sanitaria está garantizada en este proceso, la humedad del granillo es una variable que afecta al producto final.

3.1.2.2. Granillo de Arroz

La empresa cuenta un único proveedor para el granillo de arroz, el cual proporciona una ficha técnica de su materia prima que entrega la empresa, no obstante, antes de que el granillo ingrese al almacén de materia prima y sea utilizado en producción, la encargada de control de calidad debe evaluar y emitir su nota de aprobación.

3.1.2.3. Granos Andinos

La quinua, el amaranto y la cañahua son denominados como los elementos adicionales que enriquecen el valor nutricional de los cereales.

Se cuenta con un solo proveedor para estos productos y la cantidad que se agrega al proceso es reducida, sin embargo, realiza un buen aporte nutricional al cereal. La humedad de estos cereales de acuerdo al proveedor no debe superar el 12% y con finalidad de conocer la situación real en la etapa de recepción de la materia prima se recolecta una muestra de cada uno de estos granos y se pudo observar que cada uno de estos tienen una humedad por debajo de valor máximo aceptable.

3.1.2.4. Azúcar

Esta materia prima cuenta con su propia ficha técnica de fábrica donde se especifican sus características fisicoquímicas, nutricionales y organolépticas. Al igual que otros componentes del cereal, la empresa tiene un proveedor fijo para la adquisición de azúcar.

3.1.2.5. Agua

Este elemento ingresa en la fase de dosificación de agua en la extrusora, debido a que la cantidad que ingresa al proceso es variable no se tiene un volumen exacto, sin embargo, respecto al control de calidad del agua, la empresa cuenta con un programa interno de potabilización del agua, siendo que esta tiene su propio pozo de agua.

La especificación de calidad de arroz, los granos andinos, el azúcar y el agua se encuentran en el *Anexo N° 1*.

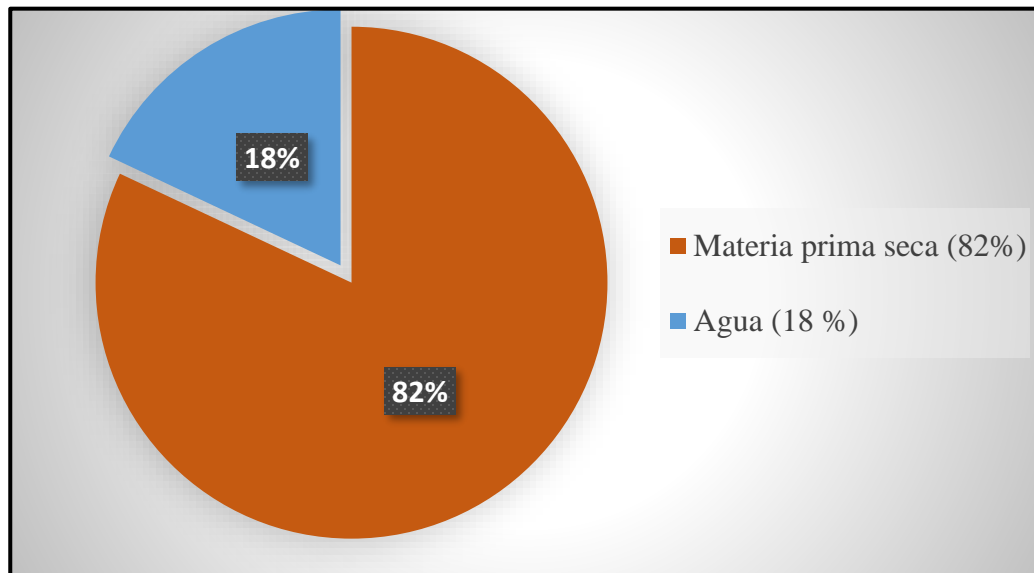
3.1.2.6. Composición porcentual del cereal mini ball

A continuación, se muestra la composición porcentual del cereal mini ball, donde indica las materias primas que componen al cereal.

Se debe destacar que al proceso productivo ingresa 200 kilogramos de materiaseca y aproximadamente entre 40 a 52 litros de agua.

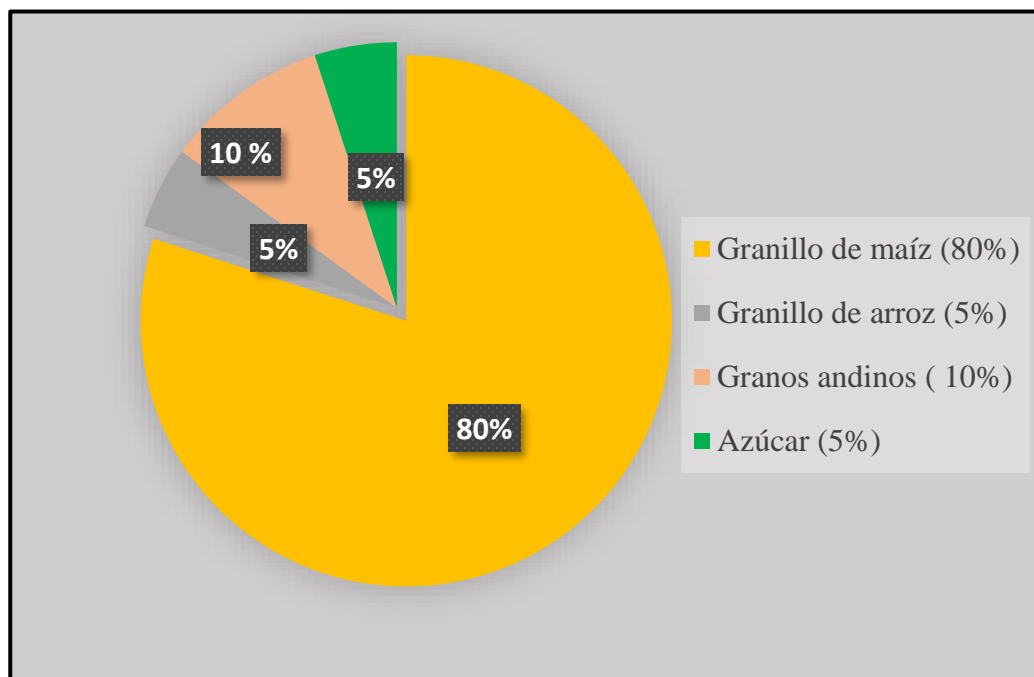
En la figura 3-2. se refleja la composición general (la materia seca y líquida) del cereal mini ball y en la figura 3-3. es posible observar la composición de la materia prima seca.

Figura 3-2. Composición general del cereal mini ball



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

Figura 3-3. Composición de la materia prima seca en el cereal mini ball



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

Cuadro III-1. Resumen del análisis de control de calidad en la materia prima

Composición general	Composición Porcentual (%)	Materia Prima	Composición Porcentual (%)	Responsable	Proveedor	Humedad (%)	Aceite (%)	¿Control?	Observación
Materia prima seca (200 kg.)	82	Granillo de maíz	80	Control de calidad	No definido	Variable	Variable	No	No se realiza un control regular del granillo de maíz por la falta de documentación que establezca características
		Granillo de arroz	10	Control de calidad	Ingenio arrocero Debanhi	Max. 15	Max. 1	Si	Ficha técnica del proveedor
		Grano de Cañahua	5	Control de calidad	Granja Samiri Foods	Max. 12	Max. 3	Si	Ficha técnica del proveedor
		Grano de quinua							
		Grano de amaranto							
		Azúcar	5	Control de calidad	Ingenio Aguai S.A.	Max.0,06	N/	Si	Ficha técnica del proveedor
		Total	100						
Materia prima líquida	18	Agua	100	Control de calidad	Montecristo Bolivia S.R.L.	-	-	Existe control de calidad	Parámetros NB 512
Total	100								

Fuente : Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboracion Propia,

3.1.3. Análisis del control en la primera sección de la línea de texturizado

La línea de texturizado se divide en tres secciones, la primera está conformada por el proceso de mezclado 1, molienda y mezclado 2.

3.1.3.1. Mezclado 1

La etapa de mezclado es uno de los puntos más importantes en el proceso, puesto que tiene como finalidad lograr una mezcla homogénea de las materias primas, sin embargo, a través de la curva de frecuencias desarrollada en el Anexo N° 2, se puede observar que el tiempo de mezclado es variado y no se encuentra definido.

3.1.3.2. Molienda

El molino tiene la capacidad de triturar 200 kilogramos en 30 minutos, tiempo que es controlado con ayuda de un tablero, donde igual se puede revisar la potencia y voltaje con la que se trabaja, que no debe superar los 380 voltios.

La granulometría de la mezcla triturada está controlada por una malla que se encuentra en el interior del molino y que permite pasar partículas menores o iguales a 0,06 mm.

3.1.3.3. Mezclado 2

El segundo mezclado de la línea permite mejorar la integración de los componentes ya triturados, sin embargo, se ha observado que al igual que en el primer mezclado no se tiene un tiempo de operación definido.

Figura 3-4. Tablero de molino y mezcladores



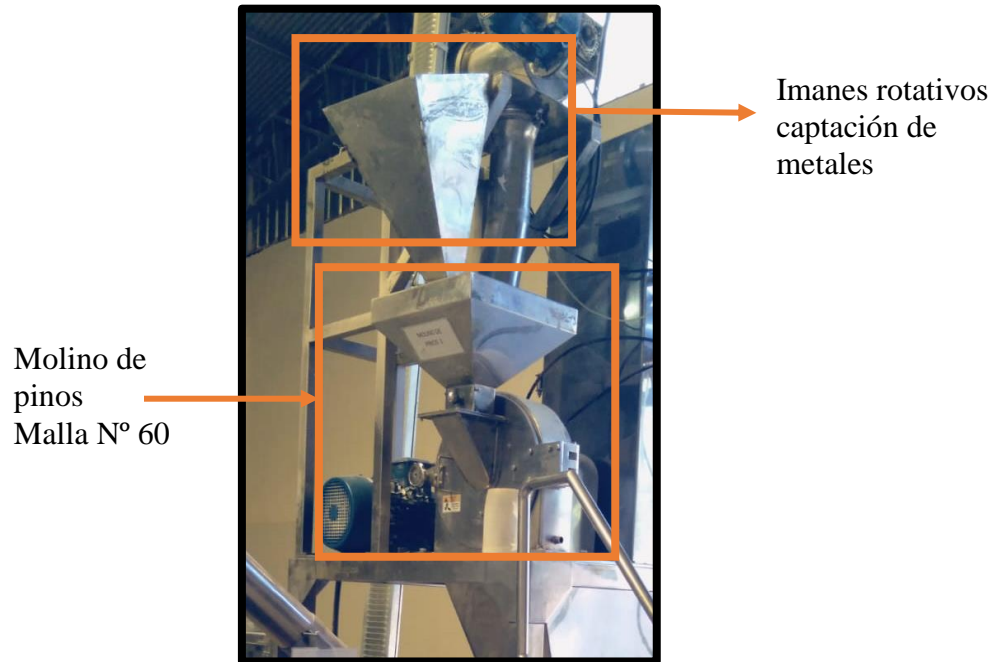
Pantalla del primer mezclador

Pantalla del segundo mezclador

Control de voltaje, corriente y potencia del molino

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración propia.

Figura 3-5. Molino de pinos de la línea de texturizado de cereales



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

3.1.4. Análisis del control en la segunda sección de la línea de texturizado

La segunda sección es la etapa de extrusión que está conformada por las siguientes operaciones y en su proceso tiene diferentes variables de las cuales algunas son controladas y otras no.

3.1.4.1. Alimentación de la máquina de extrusión

La extrusora se llena a través de la tolva instalada en la parte superior que deja caer la mezcla al área de alimentación de la extrusora, sin embargo, el caudal (Lb/hora) de alimentación carece de control.

3.1.4.2. Acondicionamiento

Humedecer la mezcla mejora la plasticidad y facilita la extrusión, pero esto se logra gracias a la dosificación de agua (lt/min) que es una de las variables más cambiante y no cuenta con un parámetro definido.

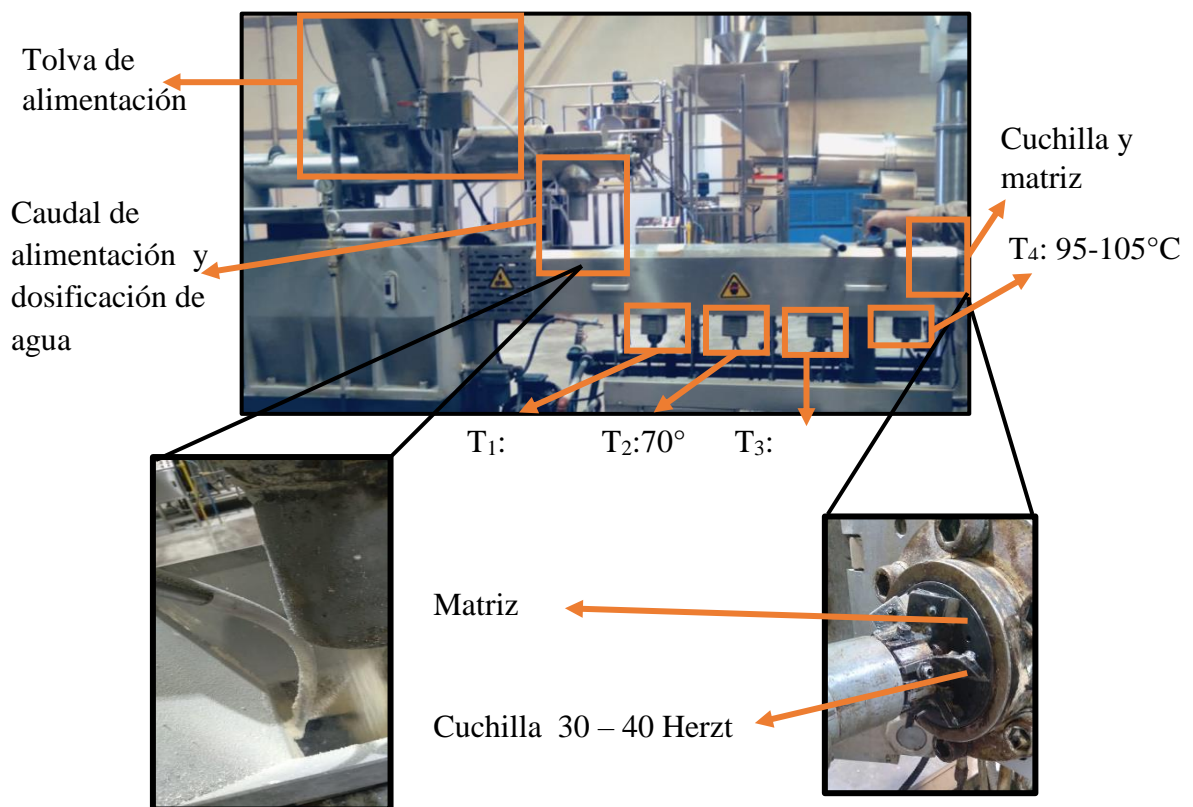
3.1.4.3. Extrusión

La temperatura permite la cocción de la mezcla por lo cual es una de las variables más importante en el proceso y tiene un control riguroso en cada una de las resistencias que tiene la extrusora, al igual que la presión de salida que tiene un valor constante que no debe superar los 20 MPasc.

3.1.4.4. Expansión, forma y corte

Para que el producto extruido sea cortado en trozos pequeños y formado en bolitas, previamente el operador de manera visual calibra la cuchilla para adjuntarla cerca de la matriz, la cual ya tiene defina en su estructura en forma circular y la velocidad de corte ya tiene un valor establecido de 30 a 40 Hertz.

Figura 3-6. Extrusora de doble tornillo de la línea de texturizado



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración propia.

3.1.5. Análisis del control en la tercera sección de la línea de texturizado

La última sección se encuentra el proceso de secado y embolsado.

3.1.5.1. Secado

En esta fase se pudo observar que se presentan las siguientes situaciones:

- En varias ocasiones no se presta la debida atención y no se encienden los calentadores del secador, por lo cual la humedad final del producto es muy alta.
- Se enciende los calentadores del secador, pero no se controla la temperatura de sacado, provocando una inadecuada reducción de humedad en el cereal.
- En el peor de los casos, se omite esta etapa y los cereales son transportados directamente por una turbina de aire a una tolva para después embolsarlos.

3.1.4.6. Etapa de Embolsado

Por efecto de gravedad los cereales caen del secador a un carrito de acero inoxidable que puede almacenar hasta 350 kilogramos, para que posteriormente el operador pueda colocar el producto en bolsas de yute de 46 kilogramos con ayuda de una fuente inoxidable y una vez que se llenan las bolsas están se encaman a un pallet para luego ser llevadas al almacén de producto en proceso.

Durante el desarrollo de la práctica se pudo observar que bolsas no pueden proteger adecuadamente el cereal y ni prevenir la entrada de humedad y contaminantes.

3.1.4.7. Etapa de Almacenaje

Posterior a la producción y embolsado de los cereales, estos son almacenados en ambientes que tienen una baja ventilación lo cual aporta al aumento del porcentaje de humedad en el producto, a tal punto que llegan a generarse larvas. La humedad del cereal en un mes puede incrementar hasta en un 23 % desde el día de su elaboración, para definir este porcentaje se utilizó la balanza de humedad del laboratorio de la planta industrial de Montecristo y se estudió la producción del mes julio de la presente gestión.

Cuadro III-2. Resumen del análisis del control de calidad en las etapas del proceso productivo del cereal tipo mini ball

Etapa		Responsable	VARIABLES	¿Control ?	Observaciones
Mezclado 1	Producción	Tiempo	Empírico	Control empírico del tiempo	
		Velocidad	45 a 50 rpm.		
Molienda	Producción	Velocidad	500 a 600 rpm.	Velocidad, tiempo y granulometría estandarizada	
		Tiempo	200 kg. en 30 minutos.		
		Granulometría	Igual o menor a 0.06 mm		
Mezclado 2	Producción	Tiempo	Empírico	Control empírico del tiempo	
		Velocidad	45 a 50 rpm		
Extrusión	Alimentación	Producción	Caudal de alimentación	Empírico	El caudal de alimentación variable
	Acondicionamiento	Producción	Dosificación de Agua	Empírico	No se cuenta con parámetros definidos
	Extrusión	Producción	Temperatura	T1: 60° C T2: 70° C T3: 80° C T4: 95-105 ° C	Temperaturas y Presión estandarizadas
			Presión	Max.:20 Mpas	
	Expansión, forma y corte	Producción	Forma de la Matriz	Normalizado	Estructura de la matriz definida y velocidad de la cuchilla estandarizada.
			Calibración de la cuchilla	Control visual	
			Velocidad de la cuchilla	30 a 40 Hertz	
Secado	Producción	Temperatura	Empírico	Reducido control en esta etapa.	

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.


3.1.5. Análisis del control de calidad del producto terminado

Los controles más importantes que deben realizarse al cereal mini ball antes de que este ingrese a otras líneas es el fisicoquímico (humedad, tamaño) y el control de las características organolépticas (color, sabor y olor), sin embargo, la línea no cuenta con una persona que se encargue del control de calidad del producto terminado.

3.1.5.1. Descripción del cereal mini ball

La empresa cuenta con una ficha técnica que permite conocer las especificaciones de calidad que debe cumplir el producto.

Cuadro III-3. Especificaciones de calidad del cereal tipo mini ball

	MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.									
Nombre del producto	Cereal tipo Mini Ball									
Descripción del producto	Producto elaborado a base de una mezcla de (granillo de maíz, arroz, amaranto, quinua, cañahua y azúcar). El producto debe ser obtenido a partir de los procesos de mezclado, molienda, extruido, secado, enfriado y posteriormente embolsado.									
Uso previsto	Forma de consumo	Consumo directo Materia Prima para la línea de barras energéticas y granola								
Propiedades organolépticas	Sabor	Característico a cereal de maíz, libre de sabores extraños.								
	Olor	Característico a cereal de maíz, libre de olores extraños.								
	Color	Beige								
	Textura	Firme, crujiente, seco y forma redonda.								
Parámetros Fisicoquímicos	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Parámetros</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Valores Permitidos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Humedad (%)</td> <td style="text-align: center;">Máximo 5,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cenizas (g/100)</td> <td style="text-align: center;">Máximo 3,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Diámetro (mm)</td> <td style="text-align: center;">Máximo 4,00 Mínimo 2,00</td> </tr> </tbody> </table>		Parámetros	Valores Permitidos	Humedad (%)	Máximo 5,00	Cenizas (g/100)	Máximo 3,00	Diámetro (mm)	Máximo 4,00 Mínimo 2,00
	Parámetros	Valores Permitidos								
	Humedad (%)	Máximo 5,00								
	Cenizas (g/100)	Máximo 3,00								
Diámetro (mm)	Máximo 4,00 Mínimo 2,00									

Parámetros microbiológicos	Parámetros	Valores permitidos
	Mohos (UFC/g)	Máximo 1×10^2
	Levaduras (UFC/g)	Máximo 1×10^2
	Salmonella (en 25 g)	Ausencia
Norma	Parámetros de acuerdo a normativa técnica vigente: NB 312057:2013 Cereales - Cereales para desayuno - Requisitos.	
Tiempo de vida útil	El tiempo de vida útil mínimo del extruido, deberá ser de 4 meses a partir de la fecha de elaboración.	

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L. (2023)
Elaboración Propia.

3.1.5.2. No conformidades en el cereal tipo mini ball

Para identificar las principales no conformidades en el producto final se realizó entrevistas a los encargados de los procesos clientes y se recolectó información histórica, determinando de esta manera que el producto presenta una alta variabilidad en la humedad, tamaño, color y textura, estos a causa de que no se tiene definido los parámetros de calidad en la materia prima y también afecta en gran parte la inexistencia de controles en diferentes etapas del proceso.

Cuadro III-4 Descripción de las no conformidades en el cereal mini ball.

No conformidad	Descripción
Humedad	Cuando el producto tiene un alto porcentaje de humedad
Tamaño	Cuando se observa que la mayor parte del producto tiene formas circulares muy pequeñas por debajo de 2mm o el producto tiene un tamaño muy grande.
Textura	Cuando el producto no tiene una textura crujiente.
Color	Cuando el producto tiene un color poco intenso o se observa con un tono oscuro.

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

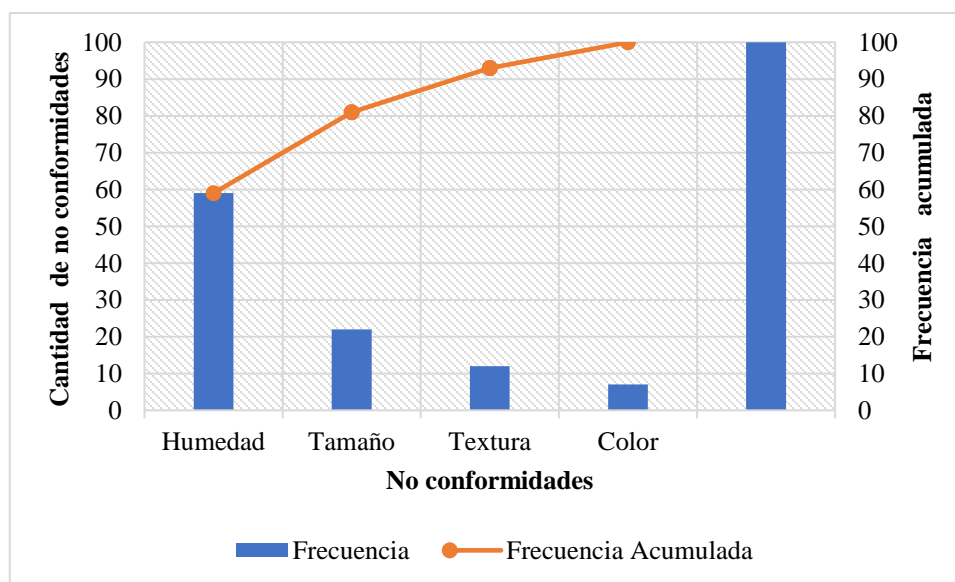
A través de los datos estadísticos proporcionados por la empresa para el periodo comprendido entre julio y agosto del 2023 sobre la ocurrencia de defectos, se realiza un diagrama de Pareto. Estos se evidencian en el Gráfico 3-7 y Tabla III-1 de manera acumulada.

Tabla III-1. No conformidades del producto

No conformidad	Frecuencia	%	Frecuencia Acumulada
Humedad	71	59	59
Tamaño	26	22	81
Textura	15	12	93
Color	8	7	100
Total	120	100	

Fuente: Elaboracion Propia.

Figura 3-7. Diagrama de Pareto



Fuente : Elaboración Propia.

3.2. Identificación los puntos de control en el proceso productivo del cereal mini ball.

Es importante destacar que en base a la información recopilada en el diagnóstico del proceso productivo se realizó la identificación de los puntos de control.

Cuadro III-5. Identificación de puntos de control y variables




N°	PROCESO	VARIABLES
1	Recepción del granillo de maíz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humedad ➤ Aceite ➤ Características organolépticas
	El bajo control del granillo maíz genera que se desconozca el porcentaje de humedad y aceite con la que ingresa este al proceso ,lo cual afecta directamente el proceso y calidad el producto.	
2	Mezclado de la materia prima	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo
	El proceso de mezclado tiene un impacto significativo en el sabor del producto final y su falta de control afecta la uniformidad de la mezcla y calidad del producto.	
3	Alimentación a la extrusora	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caudal de alimentación
	Una alimentación variada da lugar a que la mezcla no ingrese y ni se caliente de manera uniformidad, lo cual afecta la consistencia del producto.	
4	Dosificación de agua a la extrusora	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caudal de la dosificación de agua
	La dosificación de agua permite humedecer la masa para lograr la extrusión, sin embargo el bajo control de esta fase genera que ingrese cantidades de gua variadas afectando la humedad y consistencia de los cereales.	
5	Secado de cereales	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura
	Una baja temperatura de secado, genera que se obtengan cereales con un alto contenido de humedad lo que los hace susceptibles a la descomposición rápida.	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Identificación de instrumentos complementarias

Para mejorar la calidad del cereal mini ball, es necesario enfocar el mayor esfuerzo en el control del proceso, sin embargo, el proceso requiere de elementos complementarios que ayuden a cumplir con el objetivo de este trabajo.

Cuadro III-6. Requerimiento de instrumentos complementarios

Instrumentos	Descripción
<p data-bbox="316 588 771 661">Balanza para medir el contenido de aceite</p> 	<p data-bbox="803 588 1372 955">El control del contenido de aceite en la materia prima es un parámetro importante que debe controlarse de manera especial en el granillo de maíz, debido a que un alto porcentaje de aceite no permite una formación adecuada del cereal por que el maíz presenta una textura blanda.</p> <p data-bbox="803 966 966 997"><i>Anexo N° 12.</i></p>
<p data-bbox="316 1029 771 1102">Bolsas herméticas para el embolsado de los cereales</p> 	<p data-bbox="803 1029 1372 1396">Actualmente el embolsado de los cereales se realiza en bolsas de polipropileno (yute) , las cuales no ofrecen una protección adecuada al producto de la humedad y microorganismos, siendo necesario utilizar bolsas herméticas con una capacidad de 46 kilogramos que permitan la conservación correcta del cereal.</p>
<p data-bbox="316 1417 771 1491">Cronometro en el mezclado 1 y 2</p> 	<p data-bbox="803 1470 1372 1732">El tiempo es un parámetro variable dentro del mezclado 1 y 2 , una ruta para que éste sea más normalizado sería el de manejar un cronometro que permita al operador cumplir con el tiempo establecido y no omitirlo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Definición de los parámetros en los puntos de control.

Antes de realizar la definición de los parámetros, se desarrolló graficas de distribución de datos para cada operación identificada como punto control, con el fin de conocer el estado en el que se encuentran y a través de estas graficas se puede observar que las distintas operaciones presentan una desviación estándar alta, sus datos no se encuentran agrupados y muchos de ellos están alejados del valor promedio, todo este estudio se encuentra en *Anexo N° 2*.

Para definir los parámetros en el proceso productivo del cereal mini ball se participó en la producción del mes de julio y agosto, se utilizó el método de observación y medición de variables para la recolección de datos.

3.4.1. Recepción del granillo de maíz

La empresa cuenta con cuatro proveedores para el granillo de maíz como se describe detalladamente en diagnóstico y en base al análisis realizado se define que debe controlarse los siguientes parámetros para garantizar la calidad del producto.

3.4.1.1. Control de humedad del granillo de maíz

La muestra que se utilizó para el análisis se acomodó al programa que tiene la balanza de humedad del laboratorio de Montecristo Bolivia S.R.L., puesto que, la balanza en su programa número uno (granos) permite un pasaje de 4 gramos y para el análisis del porcentaje de aceite de la materia prima se optó por una muestra de 100 gramos determinada por el laboratorio de Cianid, donde se desarrolló el análisis.

Cuadro III-7. Humedad y aceite del granillo de maíz

Proveedor	Muestra	Peso	Humedad (%)	Peso	Aceite (%)
A	1	4 gramos	11,12	100 gramos	3,98
B	2	4 gramos	9,38	100 gramos	0,55
C	3	4 gramos	10,65	100 gramos	2,57
D	4	4 gramos	13,73		

Fuente: Laboratorio de Montecristo Bolivia S.R.L. y Laboratorio de CIANID (2023)
Elaboración Propia.

Para definir el porcentaje de humedad y aceite se realiza el siguiente estudio:

Paso 1: Recolección de pares ordenados

Para observar esta relación de las variables se realiza la siguiente tabla y diagrama de dispersión:

Tabla III-2- Relación de la humedad del granillo de maíz- humedad de la mezcla

Tipo de maíz	Variable Independiente	Variable dependiente
	X	Y
	Humedad (%) del granillo de maíz	Humedad (%) de la materia prima mezclada
Gritz	9,50	9,78
Granillo de maíz amarillo	10,65	10,84
Granillo de maíz	11,12	11,47
Grano de maíz	13,73	13,95

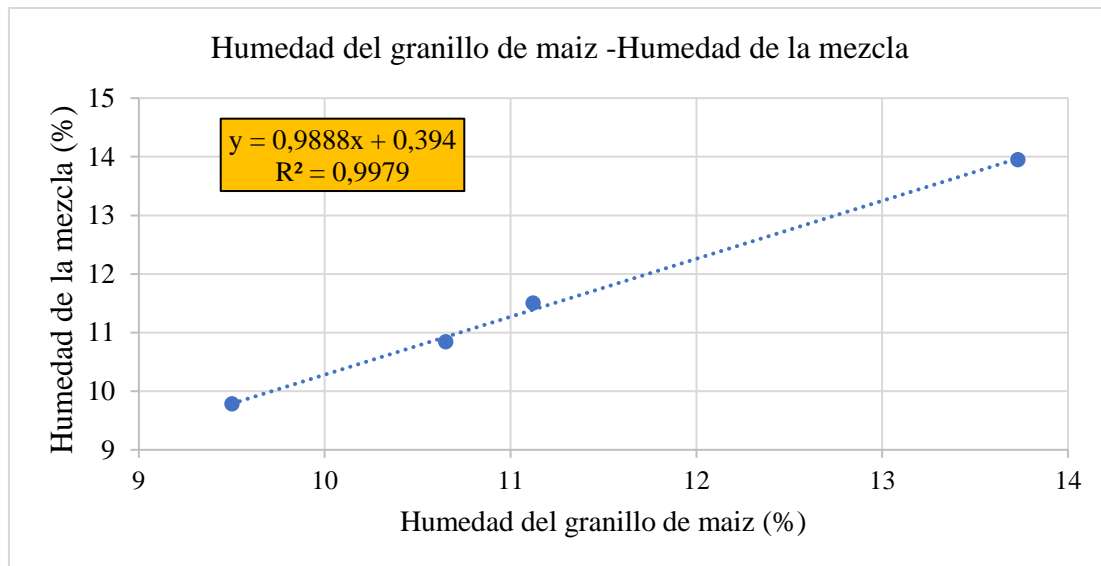
Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración propia.

Paso 2: Grafica de dispersión y ecuación de la recta

Con los datos de la tabla se realiza la gráfica de dispersión y el cálculo de la ecuación de la recta.

En la gráfica es posible observar que existe una relación proporcional entre la humedad de cada tipo de granillo de maíz y la humedad de la mezcla, por lo cual para cada tipo de mezcla se realizó un estudio, con la finalidad de medir y conocer el porcentaje de humedad que se pierde en el proceso y definir con qué tipo de granillo de maíz se logra cumplir con la especificación de humedad requerida, este análisis se puede observar en el *Anexo N° 4*.

Figura 3-8. Diagrama de dispersión Relación de la humedad del granillo de maíz – humedad de la mezcla de materia primas



Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración propia.

Posterior al análisis realizado en el *Anexo 4* , se determina el valor de la humedad optima que debe tener la mezcla para lograr obtener un cereal con el porcentaje de humedad requerida.

Tabla III-3. Resultado del tipo de maíz y la humedad optima de la mezcla

Numero de mezcla	Tipo de granillo	Humedad de la mezcla	Humedad del producto final (salida del secador)
1	Grizt	9,78 (Y_1)	4,23
2	Amarillo	10,84 (Y_2)	4,86

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración propia.

Paso 3: Definición de los parámetros

- Se desea conocer los parámetros del granillo de maíz , que es la variable independiente ,para lo cual se despeja la x de la ecuación de la recta y se facilita el cálculo debido a que se tiene el valor de la variable dependiente (Y_1) :

Ecuación de la recta:

$$Y_i = 0,9888X_i + 0,394$$

Se despeja X_i para conocer el valor de la humedad del granillo de maíz:

$$x_i = \frac{y_i - 0,394}{0,988}$$

$$\text{Valor mínimo} = x_1 = \frac{9,78 - 0,394}{0,988} = 9,5 \%$$

$$\text{Valor máximo} = x_2 = \frac{9,78 - 0,394}{0,988} = 10,58 \%$$

Para determinar el porcentaje de aceite se considera el tipo de granillo de maíz obtenido en el análisis de la humedad.

Cuadro III-8. Parámetros de control de la humedad y aceite en el granillo de maíz

Tipo de granillo	Valor	Humedad(%)	Aceite(%)
Grizt o granillo amarillo de maíz	Mínimo	9,50	0,55
	Máximo	10,84	3

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.2. Control organoléptico

De acuerdo a una evaluación sensorial se determina las características organolépticas del granillo de maíz.

Cuadro III-9. Evaluación sensorial del granillo de maíz

Evaluación sensorial	Granillo de maíz	
Características organolépticas	Visual (color)	Amarillo, característico del maíz
	Sabor	Característico del maíz.
	Aroma	Característico del maíz.
	Apariencia	Maíz molido, sin o bajo en fragmentos blancos.

Fuente: Elaboración Propia.

Para definir los parámetros de los puntos de control identificados en las siguientes etapas del proceso, se siguió una serie de pasos desde la recolección de datos hasta la aplicación de las gráficas de control \bar{x} -R .

3.4.2. Mezclado

Mediante el análisis realizado del proceso de producción del cereal mini ball, se determinó la etapa de mezclado como punto importante de control porque de esta depende en gran medida el sabor que tiene el producto final.

El parámetro que se debe controlarse en esta etapa es el tiempo del primer y segundo mezclado en la línea.

3.4.2.1. Control del tiempo de mezclado

En base al análisis realizado en esta etapa se define que debe controlarse el tiempo de mezclado 1 y 2, debido a que este tiene un efecto directo sobre el sabor del producto.

Cuadro III-10. Parámetros para el control del tiempo en el primer y segundo mezclado de la materia prima

Parámetro	Unidad	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Tiempo de mezclado 1	Minuto	14,03	17,20	20,36
Tiempo de mezclado 2	Minuto	5,08	7,10	9,12

Fuente: Carta de control por variable, pag.73
Elaboración Propia.

Recolección de datos

Para la determinación los parámetros de control del tiempo de mezclado 1 y 2, se recolectaron los diferentes datos del tiempo de mezclado con ayuda de un cronómetro.

Tabla III-4. Recolección de tiempos expresado en minutos

Tiempo de mezclado 1				Tiempo de mezclado 2			
19,02	16,89	16,02	15,46	6,59	5,35	7,05	8,98
16,76	15,23	16,89	19,12	6,95	9,67	6,02	8,30
21,23	21,18	19,05	16,59	7,05	10,45	9,43	6,00
16,46	23,45	14,45	15,46	8,23	5,45	4,70	6,89
19,45	18,9	18,09	19,98	8,04	8,98	9,50	7,89
16,34	17,8	18,78	12,67	7,00	6,50	5,89	4,89
14,89	15,78	13,78	15,89	6,50	7,60	5,80	5,60
11,78	13,98	17,03	14,06	6,50	7,86	8,89	6,90
20,67	21,89	17,12	14,45	9,45	8,78	6,45	9,91
16,75	15,78	16,34	16,43	5,56	6,04	7,56	4,78
16,69	23,78	15,25	20,12	8,67	7,78	3,45	6,45
12,55	18,02	14,15	14,67	8,97	5,90	6,00	5,92
15,45	15,99	22,16	17,15	6,78	8,56	7,93	6,83
15,22	16,03	12,1	13,67	8,23	4,67	5,04	6,43
18,78	15,12	14,23	0,00	7,78	9,78	8,12	0,00
17,18	14,56	19,83	0,00	7,87	8,78	7,45	0,00
14,17	17,24	13,56	17,67	5,43	6,81	7,56	8,86
14,09	16,89	17,45	21,34	4,98	7,54	4,56	7,21
20,76	17,87	15,67	21,12	5,89	10,44	8,11	6,43
14,54	14,67	17,12	15,78	5,14	6,45	5,54	4,87
16,23	18,15	19,27	18,45	9,14	8,91	6,89	9,00
15,76	11,23	12,98	14,11	5,89	7,67	8,20	5,78
17,65	17,67	22,56	20,78	5,78	6,90	7,64	9,10
17,09	19,67	15,49	20,01	6,45	5,43	6,56	7,21
18,4	17,56	20,76	19,56	8,90	8,34	9,45	7,02
15,34	16,78	17,16	15,25	5,78	6,51	5,05	5,34
16,36	18,89	15,74	16,23	8,43	9,76	8,72	7,20
18,78	19,89	16,48	18,98	6,78	8,11	5,90	6,22
20,34	21,39	20,7	0,00	5,80	5,58	7,89	6,83
14,23	17,07	15,17	0,00	6,20	7,65	5,87	5,80
20,58	18,7	20,71	19,67	5,78	4,80	7,89	0,00
16,89	15,56	17,82	19,22	6,00	9,89	5,98	0,00

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

Una vez que se recolectan los datos, se desarrolla una serie de pasos desde la estratificación, organizan de los datos, cálculo de las medias, rangos, desviación estándar y límites de control que puede observarse en el *Anexo N°5*, a través de estos pasos se obtienen los límites y gráficas de control, es necesario destacar que después de definir los límites de control las operaciones presentan una desviación estándar menor.

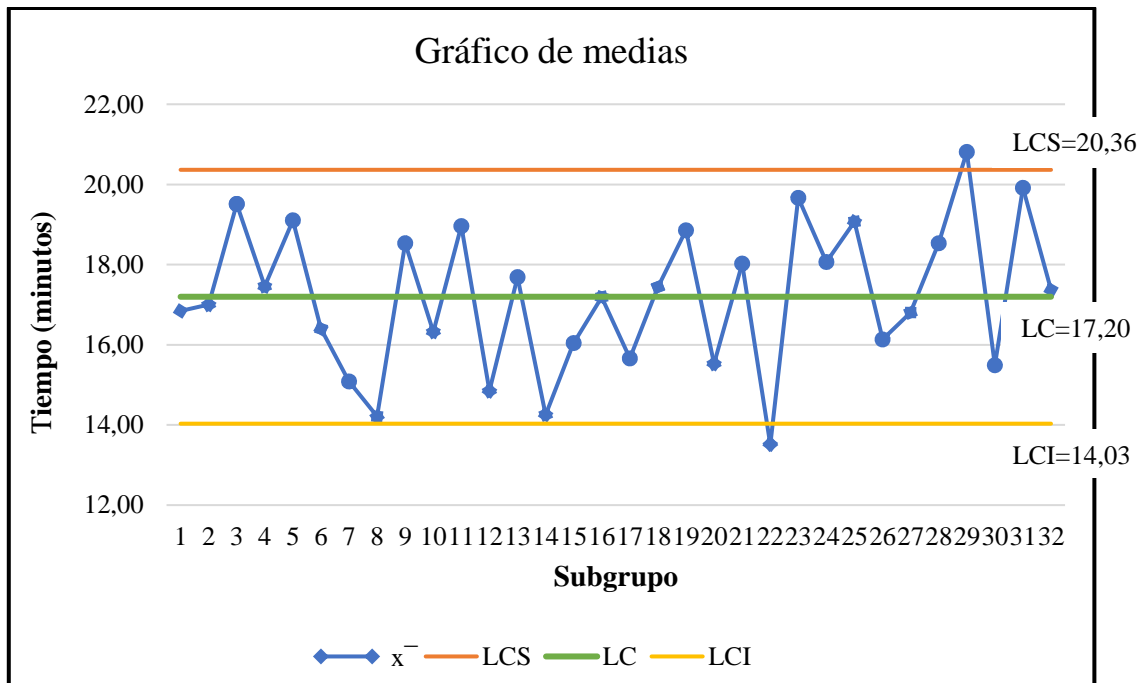
A continuación, se observa la tabla y graficas con los límites de control definidos para ambos mezclados.

**Tabla III-5. Determinación de límites de control en el tiempo de mezclado 1
expresado en minutos**

Subgrupo	Grafica \bar{x}					Grafica Rangos			
	\bar{x}	LCS	LC	LCI	Desv.	R	LCS	LC	LCI
1	16,85	20,36	17,20	14,03	1,83	3,56	9,91	4,34	0,00
2	17,00	20,36	17,20	14,03	1,83	3,89	9,91	4,34	0,00
3	19,51	20,36	17,20	14,03	1,83	4,64	9,91	4,34	0,00
4	17,46	20,36	17,20	14,03	1,83	9,00	9,91	4,34	0,00
5	19,11	20,36	17,20	14,03	1,83	1,89	9,91	4,34	0,00
6	16,40	20,36	17,20	14,03	1,83	6,11	9,91	4,34	0,00
7	15,09	20,36	17,20	14,03	1,83	2,11	9,91	4,34	0,00
8	14,21	20,36	17,20	14,03	1,83	5,25	9,91	4,34	0,00
9	18,53	20,36	17,20	14,03	1,83	7,44	9,91	4,34	0,00
10	16,33	20,36	17,20	14,03	1,83	0,97	9,91	4,34	0,00
11	18,96	20,36	17,20	14,03	1,83	8,53	9,91	4,34	0,00
12	14,85	20,36	17,20	14,03	1,83	5,47	9,91	4,34	0,00
13	17,69	20,36	17,20	14,03	1,83	6,71	9,91	4,34	0,00
14	14,26	20,36	17,20	14,03	1,83	3,93	9,91	4,34	0,00
15	16,04	20,36	17,20	14,03	1,83	5,55	9,91	4,34	0,00
16	17,19	20,36	17,20	14,03	1,83	5,27	9,91	4,34	0,00
17	15,66	20,36	17,20	14,03	1,83	4,11	9,91	4,34	0,00
18	17,44	20,36	17,20	14,03	1,83	7,25	9,91	4,34	0,00
19	18,86	20,36	17,20	14,03	1,83	5,45	9,91	4,34	0,00
20	15,53	20,36	17,20	14,03	1,83	2,58	9,91	4,34	0,00
21	18,03	20,36	17,20	14,03	1,83	3,04	9,91	4,34	0,00
22	13,52	20,36	17,20	14,03	1,83	4,53	9,91	4,34	0,00
23	19,67	20,36	17,20	14,03	1,83	4,91	9,91	4,34	0,00
24	18,07	20,36	17,20	14,03	1,83	4,52	9,91	4,34	0,00
25	19,07	20,36	17,20	14,03	1,83	3,20	9,91	4,34	0,00
26	16,13	20,36	17,20	14,03	1,83	1,91	9,91	4,34	0,00
27	16,81	20,36	17,20	14,03	1,83	3,15	9,91	4,34	0,00
28	18,53	20,36	17,20	14,03	1,83	3,41	9,91	4,34	0,00
29	20,81	20,36	17,20	14,03	1,83	1,05	9,91	4,34	0,00
30	15,49	20,36	17,20	14,03	1,83	3,90	9,91	4,34	0,00
31	19,92	20,36	17,20	14,03	1,83	2,01	9,91	4,34	0,00
32	17,37	20,36	17,20	14,03	1,83	3,66	9,91	4,34	0,00

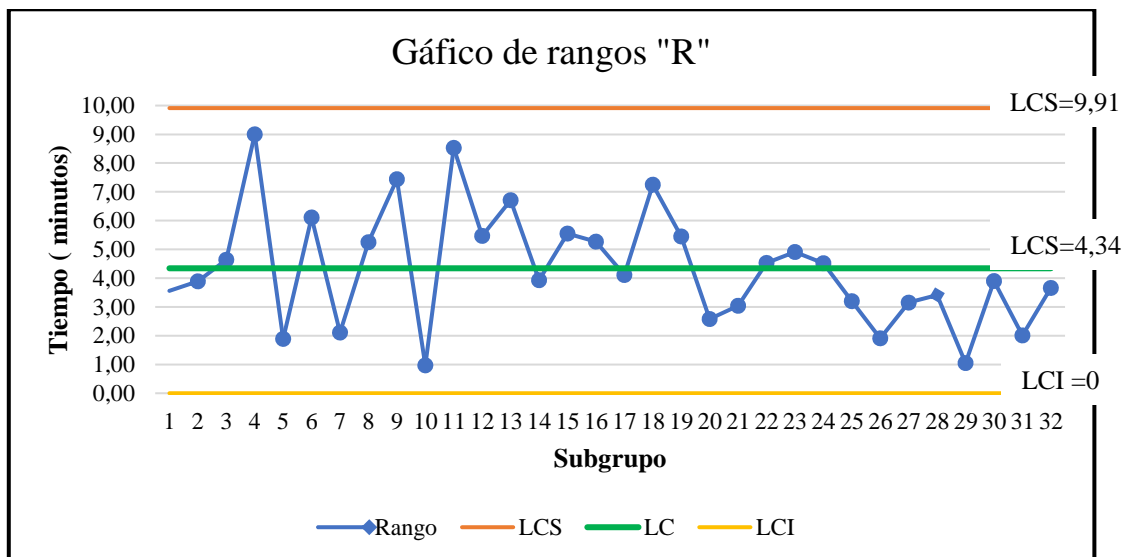
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-9. Límites del tiempo para el control del mezclado 1 (minutos)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-10. Límites para el control de rangos del tiempo en el mezclado 1 (minutos)



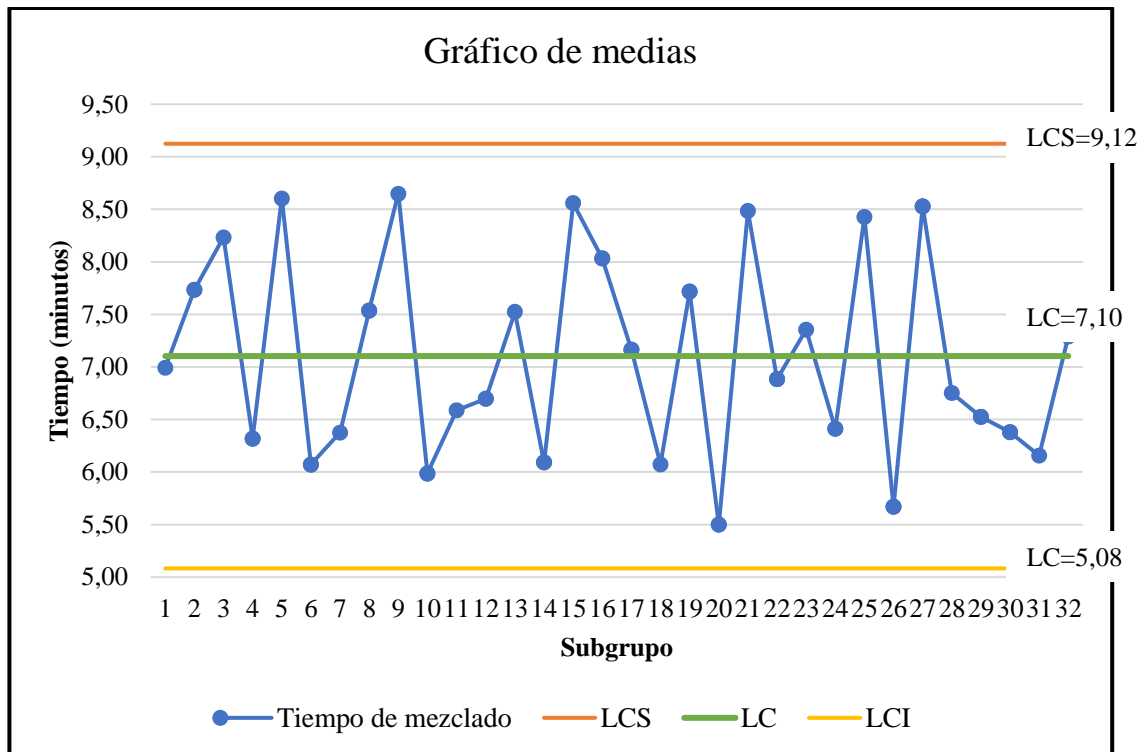
Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla III-6. Determinación de límites de control en el tiempo de mezclado 2
expresado en minutos**

Subgrupo	Grafica \bar{x}					Graficas de R			
	\bar{x}	LCS	LC	LCI	Desv.	Rango	LCS	LC	LCI
1	6,99	9,12	7,10	5,08	0,96	3,63	6,33	2,77	0,00
2	7,74	9,12	7,10	5,08	0,96	3,65	6,33	2,77	0,00
3	8,23	9,12	7,10	5,08	0,96	4,45	6,33	2,77	0,00
4	6,32	9,12	7,10	5,08	0,96	3,53	6,33	2,77	0,00
5	8,60	9,12	7,10	5,08	0,96	1,61	6,33	2,77	0,00
6	6,07	9,12	7,10	5,08	0,96	2,11	6,33	2,77	0,00
7	6,38	9,12	7,10	5,08	0,96	2,00	6,33	2,77	0,00
8	7,54	9,12	7,10	5,08	0,96	2,39	6,33	2,77	0,00
9	8,65	9,12	7,10	5,08	0,96	3,46	6,33	2,77	0,00
10	5,99	9,12	7,10	5,08	0,96	2,78	6,33	2,77	0,00
11	6,59	9,12	7,10	5,08	0,96	5,22	6,33	2,77	0,00
12	6,70	9,12	7,10	5,08	0,96	3,07	6,33	2,77	0,00
13	7,53	9,12	7,10	5,08	0,96	1,78	6,33	2,77	0,00
14	6,09	9,12	7,10	5,08	0,96	3,56	6,33	2,77	0,00
15	8,56	9,12	7,10	5,08	0,96	2,00	6,33	2,77	0,00
16	8,03	9,12	7,10	5,08	0,96	1,33	6,33	2,77	0,00
17	7,17	9,12	7,10	5,08	0,96	3,43	6,33	2,77	0,00
18	6,07	9,12	7,10	5,08	0,96	2,98	6,33	2,77	0,00
19	7,72	9,12	7,10	5,08	0,96	4,55	6,33	2,77	0,00
20	5,50	9,12	7,10	5,08	0,96	1,58	6,33	2,77	0,00
21	8,49	9,12	7,10	5,08	0,96	2,25	6,33	2,77	0,00
22	6,89	9,12	7,10	5,08	0,96	2,42	6,33	2,77	0,00
23	7,36	9,12	7,10	5,08	0,96	3,32	6,33	2,77	0,00
24	6,41	9,12	7,10	5,08	0,96	1,78	6,33	2,77	0,00
25	8,43	9,12	7,10	5,08	0,96	2,43	6,33	2,77	0,00
26	5,67	9,12	7,10	5,08	0,96	1,46	6,33	2,77	0,00
27	8,53	9,12	7,10	5,08	0,96	2,56	6,33	2,77	0,00
28	6,75	9,12	7,10	5,08	0,96	2,21	6,33	2,77	0,00
29	6,53	9,12	7,10	5,08	0,96	2,31	6,33	2,77	0,00
30	6,38	9,12	7,10	5,08	0,96	1,85	6,33	2,77	0,00
31	6,16	9,12	7,10	5,08	0,96	3,09	6,33	2,77	0,00
32	7,29	9,12	7,10	5,08	0,96	3,91	6,33	2,77	0,00

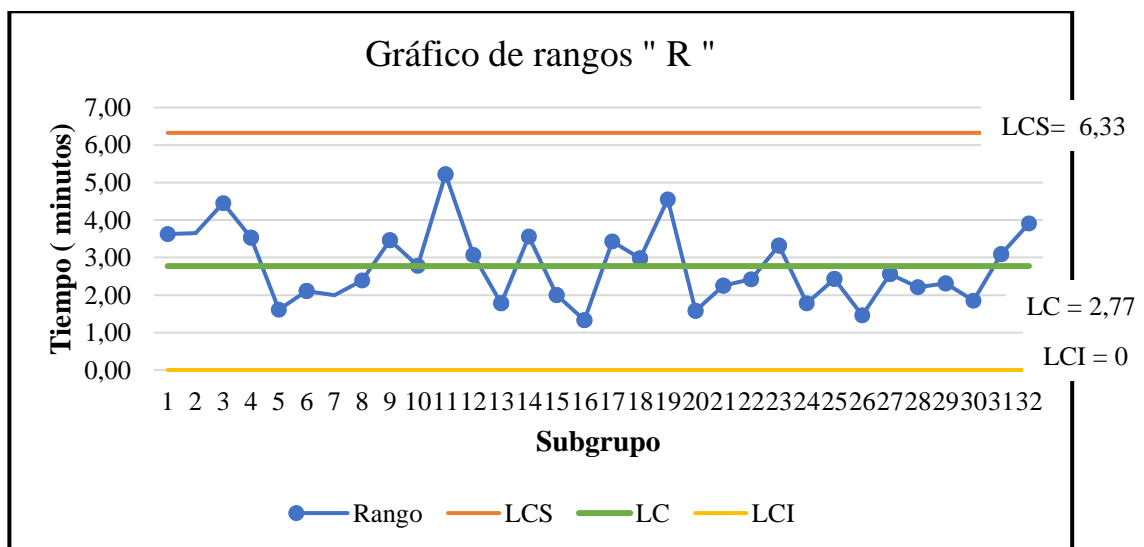
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-11. Límites del tiempo para el control del mezclado 2 (minutos)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-12. Límites para el control de rangos del tiempo en el mezclado 2 (minutos)



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3. Extrusion

Esta una etapa crítica e importante del proceso, puesto que en esta se define en gran medida la estructura física y química del producto, los parámetros que se deben controlarse son el caudal de alimentación y dosificación de agua a la extrusora.

3.4.3.1. Control del caudal de alimentación

Controlar el caudal de alimentación en la extrusora permitirá que la mezcla ingrese de manera regular a la extrusora y tenga una adecuada cocción, agregación de agua generando un color uniforme en el producto y evitara atascos la matriz.

Cuadro III-11. Parámetros para el control del caudal de alimentación en la extrusora

Parámetro	Unidad	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Caudal de alimentación	Libra/minuto	4,65	6,50	8,35

Fuente: Carta de control por variable (2023), pág. 78
Elaboración propia.

Recolección de datos

En esta operación se recolecto datos del caudal de alimentación a través del tablero de la extrusora que muestra información de distintas operaciones.

Tabla III-7. Recolección de caudales de alimentación

Caudales de alimentación en la extrusora (libras/minuto)			
7,50	8,00	6,50	7,00
4,50	7,00	8,50	7,50
5,00	3,50	8,00	7,00
6,00	6,00	7,25	7,50
7,50	7,80	8,00	6,50
5,50	6,00	4,50	7,00
7,70	4,00	5,60	7,60
6,50	7,00	6,00	8,00
4,00	5,50	5,50	6,10
7,80	8,00	7,20	6,00

7,00	7,50	5,00	8,00
8,50	4,50	6,80	7,50
7,50	7,80	6,00	6,50
5,50	8,00	6,20	6,00
4,80	5,20	4,80	5,00
5,50	6,80	4,90	8,50

Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

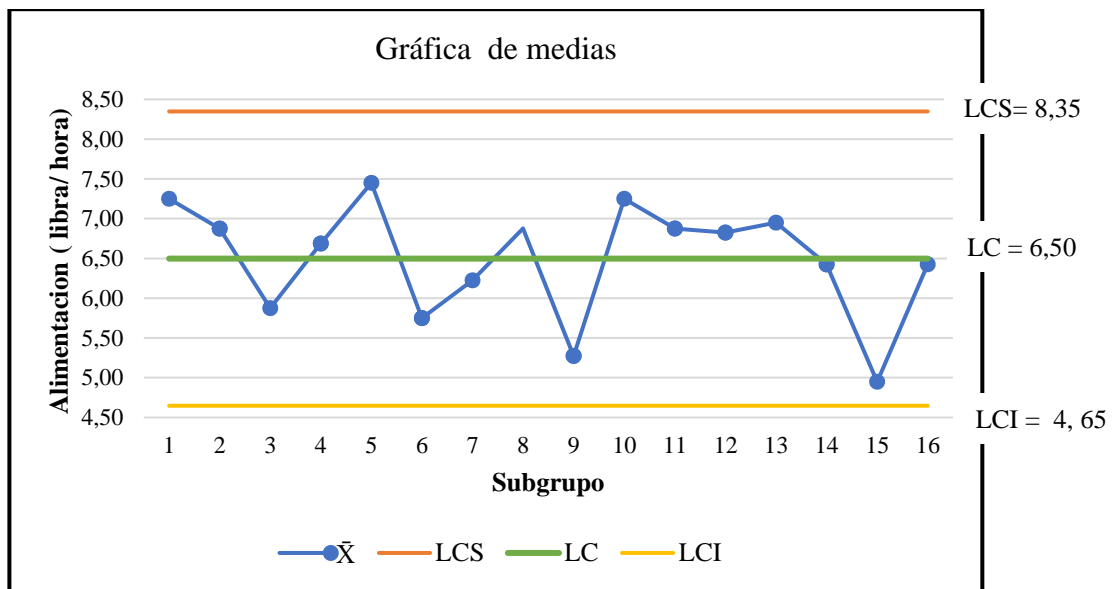
El desarrollo de los pasos para el cálculo de los límites de control que incluye la estratificación, organización de datos, cálculo de la media, rangos y límites se encuentran en el *Anexo N° 5*.

Tabla III-8. Determinación de los límites de control del caudal de alimentación expresado en libras /minuto

Subgrupo	Grafica \bar{X}					Grafica R			
	\bar{X}	LCS	LC	LCI	Desv.	Rango	LCS	LC	LCI
1	7,25	8,35	6,50	4,65	0,72	1,50	5,79	2,54	0,00
2	6,88	8,35	6,50	4,65	0,72	4,00	5,79	2,54	0,00
3	5,88	8,35	6,50	4,65	0,72	4,50	5,79	2,54	0,00
4	6,69	8,35	6,50	4,65	0,72	1,50	5,79	2,54	0,00
5	7,45	8,35	6,50	4,65	0,72	1,50	5,79	2,54	0,00
6	5,75	8,35	6,50	4,65	0,72	2,50	5,79	2,54	0,00
7	6,23	8,35	6,50	4,65	0,72	3,70	5,79	2,54	0,00
8	6,88	8,35	6,50	4,65	0,72	2,00	5,79	2,54	0,00
9	5,28	8,35	6,50	4,65	0,72	2,10	5,79	2,54	0,00
10	7,25	8,35	6,50	4,65	0,72	2,00	5,79	2,54	0,00
11	6,88	8,35	6,50	4,65	0,72	3,00	5,79	2,54	0,00
12	6,83	8,35	6,50	4,65	0,72	4,00	5,79	2,54	0,00
13	6,95	8,35	6,50	4,65	0,72	1,80	5,79	2,54	0,00
14	6,43	8,35	6,50	4,65	0,72	2,50	5,79	2,54	0,00
15	4,95	8,35	6,50	4,65	0,72	0,40	5,79	2,54	0,00
16	6,43	8,35	6,50	4,65	0,72	3,60	5,79	2,54	0,00

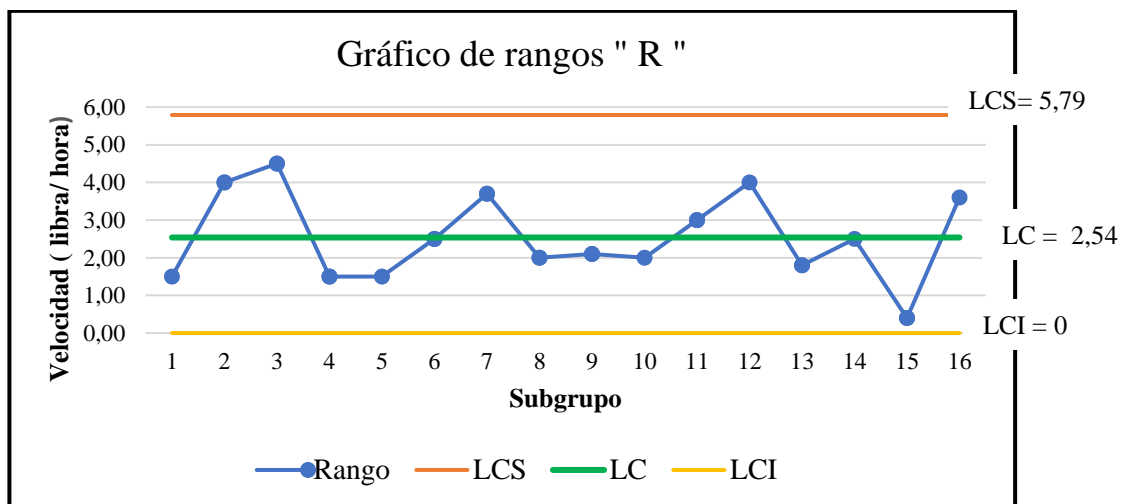
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-13. Límites del caudal para el control de la alimentación en la extrusora (libras/minuto)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3-14. Límites para el control de rangos en el caudal de alimentación (libra/minuto)



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.3.2. Control del caudal de agua

El control en esta etapa es esencial, puesto que de esta depende en gran medida la humedad y consistencia del producto final.

El parámetro que debe controlarse es la cantidad de agua que ingresa a la extrusora.

Cuadro III-12. Parámetros para controlar la dosificación de agua en la extrusora

Parámetro	Unidad	Valor		
		Mínimo	Optimo	Máximo
Caudal de dosificación de agua	Litro/minuto	0,22	0,26	0,30

Fuente: Carta de control por variable (2023), pág.81
Elaboración propia.

Recolección de datos

- Para esta operación se recolectaron datos del caudal de agua a través del dosificador de agua que tiene instalado la extrusora y muestra este dato.

Tabla III-9. Recolección de caudales de alimentación (mililitros/minuto)

Caudales de dosificación de agua			
320,00	265,00	270,00	250,00
290,00	350,00	295,00	280,00
235,00	270,00	250,00	270,00
260,00	230,00	225,00	300,00
310,00	330,00	340,00	280,00
290,00	210,00	260,00	230,00
250,00	270,00	280,00	220,00
260,00	230,00	275,00	230,00
290,00	250,00	300,00	250,00
220,00	225,00	210,00	240,00
290,00	280,00	260,00	280,00
255,00	300,00	240,00	250,00
310,00	245,00	220,00	240,00
245,00	230,00	235,00	235,00
280,00	300,00	250,00	265,00
240,00	310,00	250,00	280,00

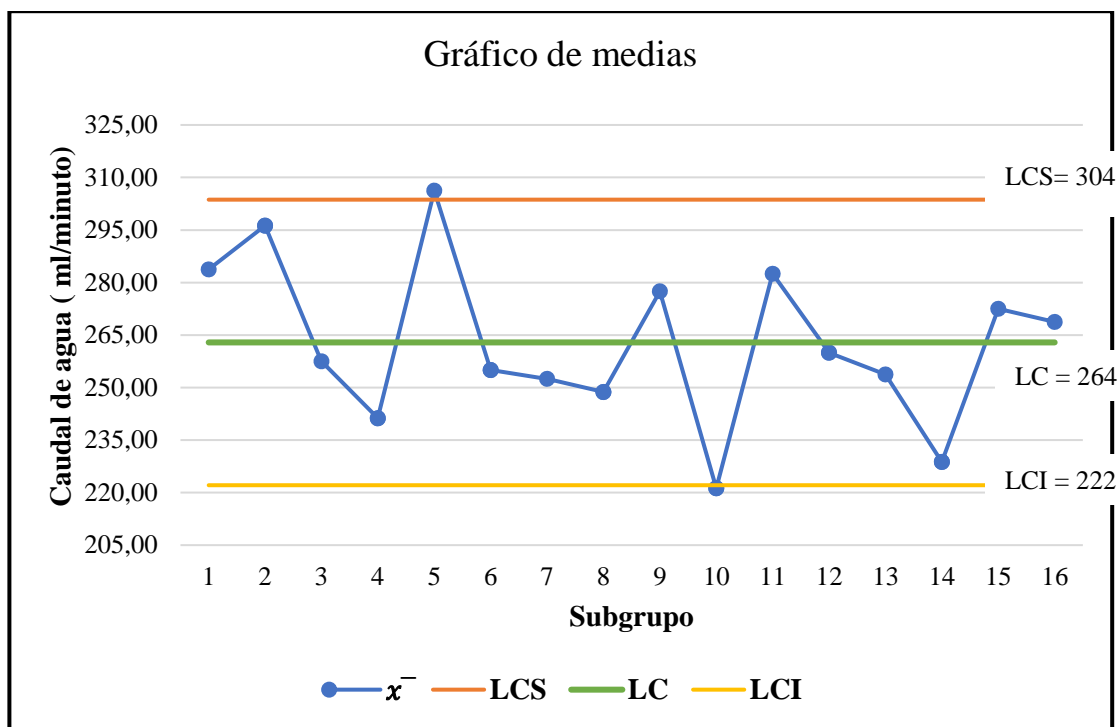
Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboración Propia.

Tabla III-10. Determinación de los límites de control (litros /minuto)

Subgrupo	Grafica \bar{x}					Grafica R			
	\bar{x}	LCS	LC	LCI	Desv.	Rango	LCS	LC	LCI
1	283,75	303,67	262,89	222,11	23,11	60	127,65	55,94	0,00
2	296,25	303,67	262,89	222,11	23,11	50	127,65	55,94	0,00
3	257,50	303,67	262,89	222,11	23,11	30	127,65	55,94	0,00
4	241,25	303,67	262,89	222,11	23,11	90	127,65	55,94	0,00
5	306,25	303,67	262,89	222,11	23,11	65	127,65	55,94	0,00
6	255,00	303,67	262,89	222,11	23,11	80	127,65	55,94	0,00
7	252,50	303,67	262,89	222,11	23,11	60	127,65	55,94	0,00
8	248,75	303,67	262,89	222,11	23,11	45	127,65	55,94	0,00
9	277,50	303,67	262,89	222,11	23,11	50	127,65	55,94	0,00
10	221,25	303,67	262,89	222,11	23,11	20	127,65	55,94	0,00
11	282,50	303,67	262,89	222,11	23,11	20	127,65	55,94	0,00
12	260,00	303,67	262,89	222,11	23,11	90	127,65	55,94	0,00
13	253,75	303,67	262,89	222,11	23,11	90	127,65	55,94	0,00
14	228,75	303,67	262,89	222,11	23,11	30	127,65	55,94	0,00
15	272,50	303,67	262,89	222,11	23,11	50	127,65	55,94	0,00
16	268,75	303,67	262,89	223,51	23,11	65	127,65	55,94	0,00

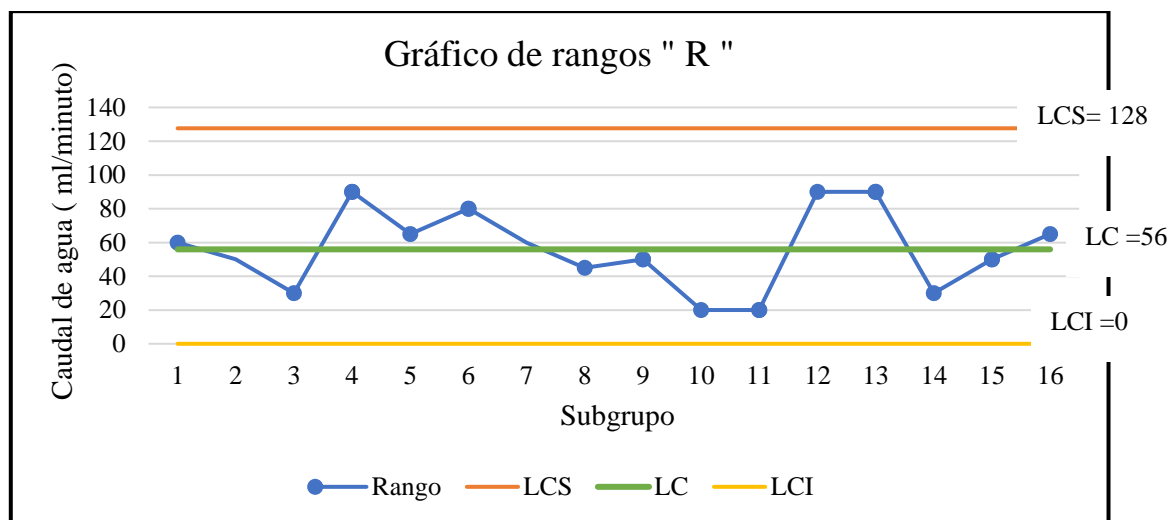
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-15. Límites del caudal para el control de la dosificación de agua
(mililitro/minuto)**



Fuente. Elaboración Propia.

**Figura 3-16. Límites para el control de rangos del caudal en la dosificación
de agua (mililitros/minuto)**



Fuente: Elaboración Propia.

3.4.4. Secado

El control del secado de los cereales, afecta la textura, color y humedad del producto final, por lo cual el parámetro que debe controlarse es la temperatura en el primer y segundo secador de la línea.

3.4.5.1. Control de la temperatura de secado

El control adecuado de la temperatura en el secado, permitirá obtener un producto con la humedad y la textura que especifica la ficha técnica del cereal mini ball.

Paso 1: Recolección de pares ordenados.

Para el análisis de este punto se utiliza el diagrama de dispersión, puesto que la temperatura del secador 1 y 2 depende de la cantidad de agua que se agrega al producto.

Las variables de estudio son las siguiente:

- Variable independiente X: Dosificación de agua (litro/minuto)
- Variable dependiente Y₁: Temperatura del primer secador (° C)
- Variable dependiente Y₂: Temperatura del segundo secador (° C)

Tabla III-11. Relación entre dos variables Dosificación de agua – Temperatura

Nº	X	Y ₁	Y ₂	Nº	X	Y ₁	Y ₂	Nº	X	Y ₁	Y ₂	Nº	X	Y ₁	Y ₂
1	320	80	87	17	260	68	74	33	265	68	75	49	290	78	82
2	285	75	80	18	330	82	87	34	290	76	80	50	280	72	80
3	240	60	68	19	270	68	76	35	250	65	73	51	270	70	75
4	250	64	72	20	200	50	64	36	225	55	67	52	290	78	82
5	310	80	86	21	300	78	84	37	340	82	87	53	275	72	78
6	290	75	83	22	230	58	67	38	290	78	82	54	210	50	65
7	240	62	70	23	270	68	77	39	280	72	78	55	220	55	66
8	260	65	74	24	230	58	67	40	275	70	78	56	230	58	67
9	290	76	80	25	270	70	78	41	300	80	85	57	250	65	74
10	220	55	65	26	225	55	66	42	210	50	65	58	230	58	67
11	290	76	80	27	280	75	78	43	270	70	76	59	290	78	82
12	240	62	70	28	300	79	84	44	210	50	65	60	290	78	83
13	310	80	86	29	245	64	72	45	220	55	66	61	240	64	72
14	240	64	70	30	210	50	64	46	235	60	68	62	230	60	68

15	280	75	78	31	300	79	84	47	250	65	73	63	260	68	74
16	240	62	70	32	305	80	85	48	250	65	74	64	280	72	80

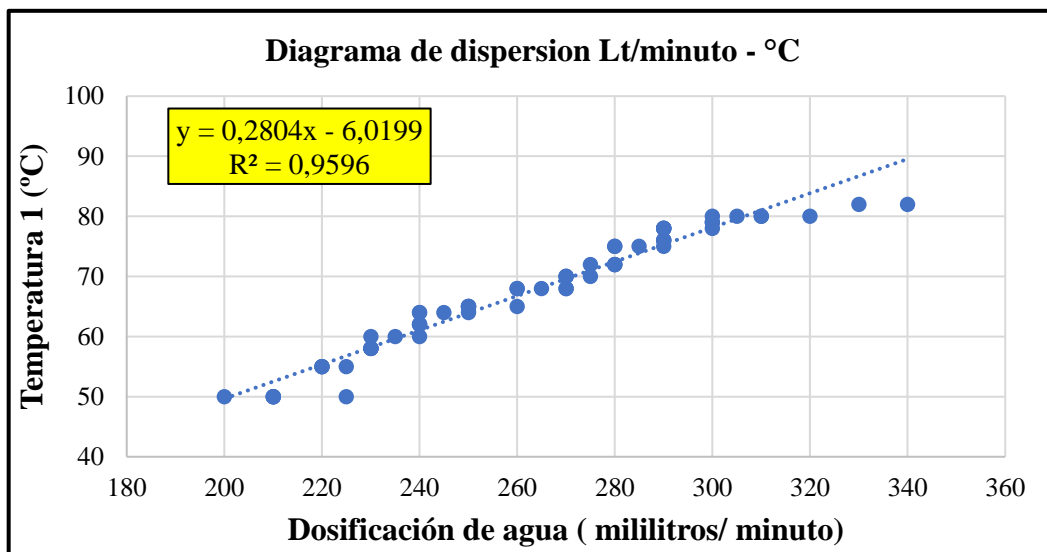
Fuente: Montecristo Bolivia S.R.L.
Elaboracion Propia.

Paso 2: Grafica de dispersión en el primer secador

Con los datos de la dosificación de agua y la temperatura de secado, se realiza la gráfica de dispersión y la ecuación de la recta para ambos secadores.

Primer secador

Figura 3-17. Diagrama de dispersión Dosificación de agua – Temperatura 1 (primer secador)



Fuente: Elaboración propia.

- Se conoce que el caudal para lo dosificación de agua está entre los siguientes parámetros:

LCS: 303, 67 ml/ minuto (X_1)

LC: 262,89 ml/ minuto (X_2)

LCI: 222,11 ml/ minuto (X_3)

- Se utiliza la ecuación línea obtenida del diagrama de dispersión:

$$Y_i = 0,2804X_i - 6,0199$$

- Se reemplaza en la ecuación los parámetros definidos para la dosificación de agua y se obtiene las temperaturas para el primer secador :

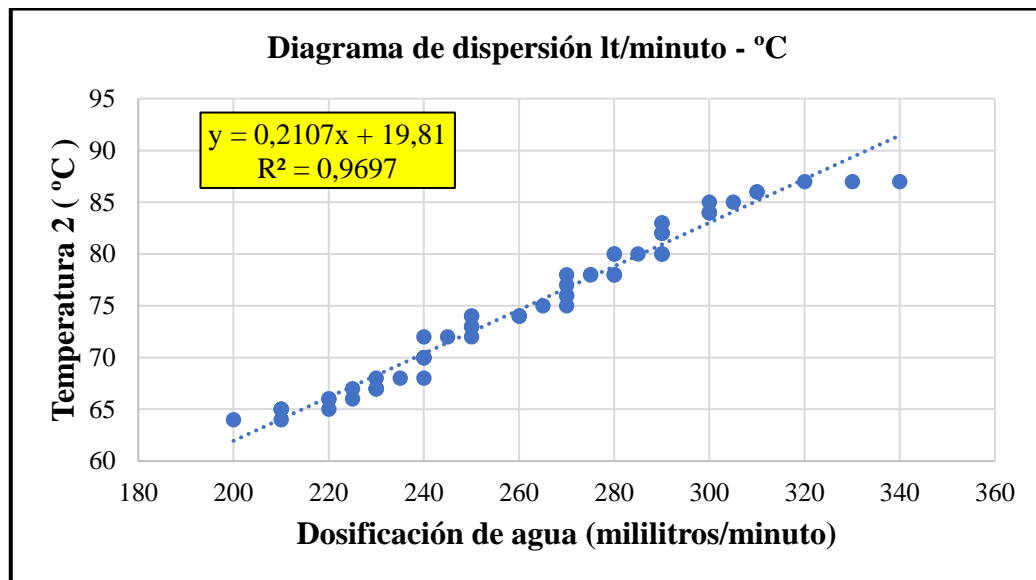
$$Y_1 = LCS = 79,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Y_2 = LC = 67,69 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Y_3 = LCI = 56,26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- **Segundo secador**

Figura 3-18. Diagrama de dispersión Dosificación de agua – Temperatura 2 (segundo secador)



Fuente: Elaboración propia.

- Se conoce que el caudal para la dosificación de agua está entre los siguientes parámetros:

$$\text{LCS: } 303,67 \text{ ml/ minuto } (X_1)$$

$$\text{LC: } 262,89 \text{ ml/ minuto } (X_2)$$

$$\text{LCI: } 222,11 \text{ ml/ minuto } (X_3)$$

- Se utiliza la ecuación línea obtenida del diagrama de dispersión:

$$Y_i = 0,2107 X_i + 19,81$$

- Se reemplaza en la ecuación los parámetros definidos para la dosificación de agua y se obtiene:

$$Y_1 = LCS = 81,06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Y_2 = LC = 72,83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Y_3 = LCI = 63,91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cuadro III-13. Parámetros para controlar la temperatura de secado 1 y 2

Valor	Caudal de dosificación de agua (litro/minuto)	Temperatura del secado 1 (° C)	Temperatura del secado 2 (° C)
Mínimo	0,22	56,26	63,91
Optimo	0,26	67,69	72,83
Maximo	0,30	79,13	81,06

Fuente: Elaboración Propia.

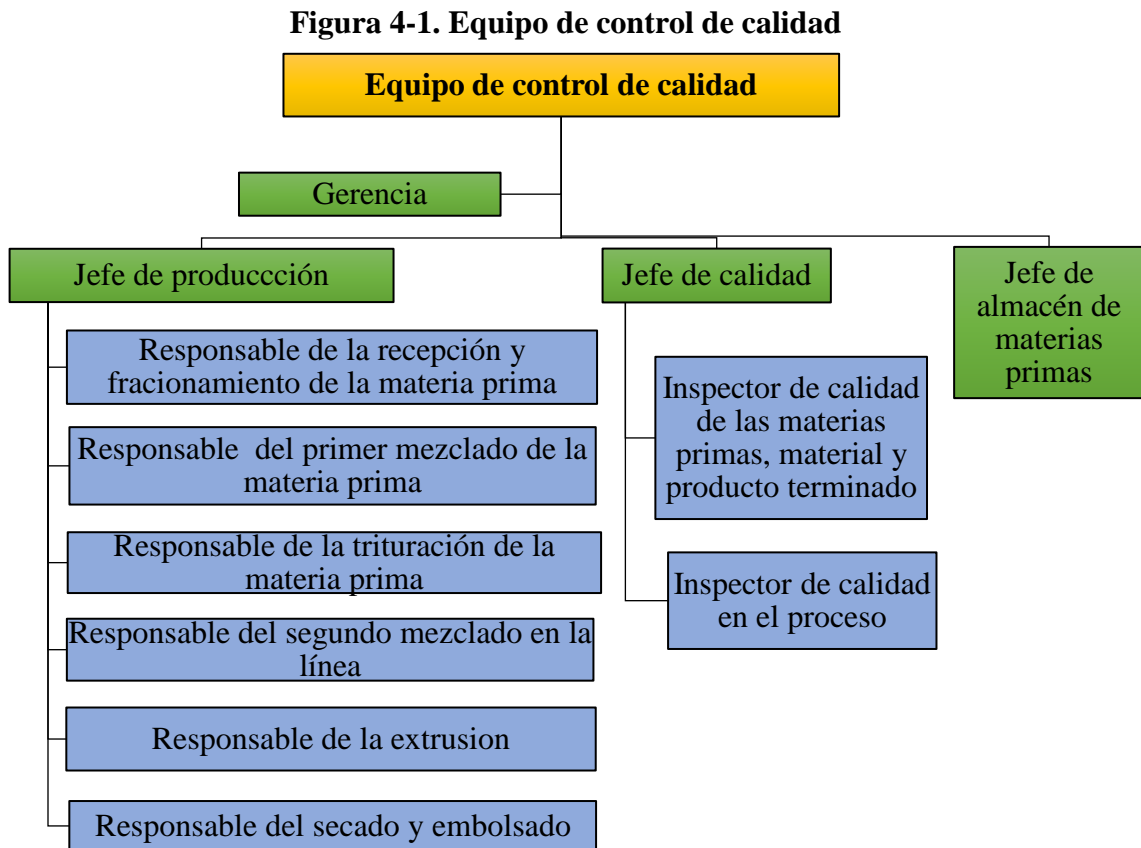
CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE

CALIDAD

4.1. Formación del equipo de control de calidad

En el control de calidad de un proceso interfiere varios miembros desde la alta dirección hasta el nivel operativo, con responsabilidades específicas.



4.1.1. Descripción de actividades del equipo de control de calidad

4.1.1.1. Gerencia

La gerencia si bien no está involucrada directamente con la calidad del producto, desempeña un papel fundamental, puesto que es el que promueve la cultura de mejora continua, alentando a los trabajadores a buscar constantemente formas de mejorar la calidad y cooperando en la capacitación a los distintos departamentos.

4.1.1.2. Jefe de producción

Sus principales funciones son:

- Desarrollar el programa y orden de producción de los cereales

- Garantizar el abastecimiento de materias primas para el proceso productivo del cereal mini ball.
- Supervisar a los operadores y garantizar que se cumplan los estándares de calidad durante todo el proceso de producción.
- Coordinar con la encargada del control de calidad para garantizar que el cereal mini ball cumplan con las especificaciones.
- Supervisar el mantenimiento y la reparación de maquinaria y equipos de producción para garantizar su disponibilidad y eficiencia.
- Asegurarse de que el cereal mini ball se entreguen dentro de los plazos acordados a los procesos clientes.

4.1.1.3. Responsable del fraccionamiento de la material prima

Sus acciones principales son las siguientes:

- Recepcionar y transporta las material primas al área de producción.
- Verificar que cada una de las materias prima cumpla con las especificaciones técnicas y esten aprobadas por control de calidad para su utilizacion.
- Limpiar el mezclador, la balanza y recipientes cada vez que se utilice.
- Fraccionar las materias primas de acuerdo a la dosificación establecida por el departamento de inovación y desarrollo.

4.1.1.4. Responsable del primer mezclado de materias primas

Sus acciones principales son las siguientes:

- Cerrar la compuerta del mezclador e iniciar el mezclado.
- Verificar que se cumpla con el tiempo óptimo del primer mezclado.
- Finalizar la operación con el apagado del mezclador.
- Abrir la compuerta inferior del mezclado y encender el tornillo trasportador para que la material prima llegue a la sección de trituracion.

4.1.1.5. Responsable de la trituracion

Sus acciones principales son las siguientes:

- Limpiar el molino e instalar en su interior la malla.
- Limpiar la sección de imanes
- Recepcionar la material prima mezclada y encender el molino de pinos.
- Controlar la velocidad, voltaje y corriente del molino.
- Finalizar la trituracion con el aapgado del molino.
- Abrir la compuerta de la tolva inferior del molino y encender el segundo tornillo transportador de la linea, para que la material en polvo llegue al segundo mezclado.

4.1.1.6. Responsable del segundo mezclado de materias primas

Sus acciones principales son las siguientes:

- Recepcinar la material prima triturada.
- Cerrar la compuerta del mezclador e iniciar el mezclado.
- Verificar que se cumpla con el tiempo óptimo del primer mezclado.
- Finalizar la operacion con el apagado del mezclador.
- Abrir la compuerta inferior del mezclador y encender el tercer tornillo transportador para que la material en polvo ya mezclada llegue a la sección de extrusión.

4.1.1.7.Responsable de la extrusion

Sus acciones principales son las siguientes:

- Limpiar la extrusora e instalar la cuchilla y matriz en la boquilla.
- Encender la extrusora y su tablero.
- Recepcionar la material prima mezclada y triturada.
- Verificar la velocidad de alimentación a la extrusora.
- Verficar la dosificacion de agua al proceso de estrusion.
- Verificar las temperaturas de las resistencias y la presión de salida.
- Verificar la velocidad de la cuchilla.
- Verificar el producto en proceso y mandar al la sección de secado.

4.1.1.8. Responsable del secado y embolsado de los cereales

Sus acciones principales son las siguientes:

- Recepcionar los cereales.
- Verificar la temperatura del primer y segundo secador.
- Recepcionar los cereales secados en un carrito de acero inoxidable.
- Embolsar los cereales y encamarlos en pallets.

4.1.1.9. Jefe de calidad

Sus funciones principales son:

- Supervisar y dirigir las actividades necesarias de control para asegurar calidad, como la inspección de productos y la realización de pruebas.
- Garantizar el cumplimiento de las características del cereal mini ball.
- Capacitar a los empleados en prácticas y estándares de calidad, y fomentar una cultura de calidad en el área de producción.
- Verificar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura.
- Investigar y abordar las no conformidades cuando surgen, identificando las causas y desarrollando planes de acción correctiva y preventiva.
- Asegurarse de que la organización cumple con todas las regulaciones y estándares de calidad relevantes.

4.1.1.10. Inspector de calidad de la material prima, materiales y producto en proceso.

Sus acciones principales son:

- Tomar muestras de la material prima para realizar pruebas en el laboratorio.
- Medir la humedad del granillo de maíz y realizar una evaluación sensorial.
- Medir el aceite del granillo de maíz.
- Registrar las mediciones que realice e informar al jefe de calidad si se presenta una anomalía.
- Tomar muestra de producto en proceso en la extrusión y medir su humedad.
- Registrar los parámetros de la extrusión e informar al jefe de producción.
- Tomar una muestra del producto final en el secador, medir su humedad y realizar un análisis sensorial.

- Registrar las mediciones del product final e informar al jefe de calidad.
- Verificar que las bolsas de yute se encuentre limpias.

4.1.1.11. Inspector de calidad en el proceso productivo

Sus principales acciones son las siguientes:

- Conocer los parámetros de calidad estandarizados para cada etapa del proceso.
- Asegurarse de que se cumplan el tiempo de mezclado.
- Garantizar que la alimentación y dosificación de agua en la extrusión estén dentro de los parámetros normalizados.
- Verificar los parámetros de calidad en el molino y extrusión.
- Asegurarse de que se realice el secado de cereales a las temperaturas establecidas.
- Registrar los datos cuantitativos y cualitativos del proceso productivo por secciones.

4.1.1.12. Jefe de almacén de materias primas



Sus principales funciones son las siguientes:

- Supervisar la recepción de materias primas, verificar la cantidad y calidad de los materiales recibidos, y garantizar que cumplan con las especificaciones y requisitos establecidos.
- Organizar el espacio de almacenamiento, etiquetar y categorizar los productos, y mantener un inventario preciso.
- Realizar un seguimiento constante del inventario de materias primas para asegurarse de que haya suficiente disponibilidad para la producción, pero sin incurrir en excesos que generen costos innecesarios.
- Colaborar con el departamento de control de calidad para garantizar que las materias primas cumplan con los estándares de calidad requeridos.
- Coordinar con los departamentos de compras y producción para asegurarse de que las materias primas estén disponibles cuando se necesiten, evitando interrupciones en la producción.

4.2. Control de calidad de la material prima – PC1


4.2.1. Especificaciones de calidad para el granillo de maíz

Cuadro IV-1. Especificaciones de calidad para el granillo de maíz

	Montecristo Bolivia S.R.L.		Código :	
	Especificaciones de calidad para el granillo de maíz		Vigente desde:	
			Versión :	
			Página:	
		Conforme: <input type="checkbox"/> No conforme <input type="checkbox"/>		
		Generalidades		
<p>El granillo de maíz son aquellos pedazos de granos de maíz que pasan por una zaranda de 4,76 milímetros de diametro. NB 312008</p>				
Requisitos Genereles				
<ul style="list-style-type: none"> - No se acepta granillo de maíz con material extraña y otros granillos/granos diferentes del granillo de maíz. NB 312008 - No se acepta granillo con gorjos o larvas. 				
Propiedades organolepticas				
Sabor	Característico del maíz			
Olor	Característico del maíz, libre de olores extraños			
Color	Amarillo, caracteristico del maiz bajo en fragmentos blancos			
Textura	Maíz molido , granulado con fragementos duros.			
Parametros fisicoquimicos				
Parametros	Unidad	Valor minimo	Valor maximo	
Humedad	%	9,50	10,84	
Aceite	%	0,55	3	
Granulometría				
Nº Malla	Abertura (mm)	% Pasa	Resultado promedio de retención (%)	
10	2	90- 100	9,86	
20	0,85	60-70	25,80	
30	0,60	20- 30	41,62	
35	0,50	5 - 10	14,87	
50	0,30	0	7,84	

4.2.2. Acciones en el control de calidad para el granillo de maíz

Cuadro IV-2. Acciones en el control de calidad para el granillo de maíz


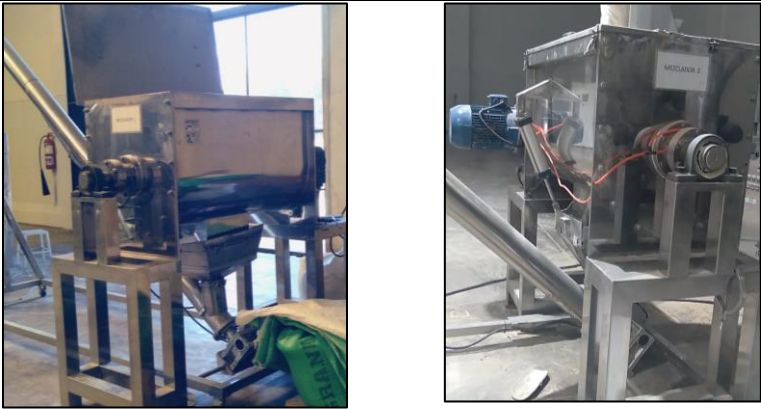
	Montecristo Bolivia S.R.L.
	Acciones correctivas respecto a las especificaciones de calidad en el control del granillo de maíz
<p>1. Acciones respecto a la humedad del granillo</p> <p>Humedad del granillo de maíz</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Humedad máxima para el granillo de maíz 10,84 %. ➤ Si la humedad del granillo de maíz es mayor que 10,84 % ,en la estación de otoño e invierno se debe acondicionar el granillo a una temperatura de 45-50 °C por un tiempo máximo de una hora. ➤ Si la humedad del granillo de maíz es mayor que 10,84 % ,en la estación de verano- primavera se debe acondicionar el granillo a una temperatura de 50-60 °C por un tiempo máximo de una hora. <p>2. Acciones respecto al aceite del granillo</p> <p>Aceite del granillo de maíz</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceite máximo para el granillo de maíz 3 % ➤ Si el porcentaje de aceite es mayor al 3 % , no se debe aceptar el granillo que no cumpla con los límites de control de calidad establecidos. <p>3. Acciones respecto a la evaluación sensorial</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sabor : Libre de sabores extraños. ➤ Olor : Libre de olores extraños y característico de maíz. ➤ Color :Predominar el color amarillo y con pocos fragmentos blanco. ➤ Textura : Maíz molido de fragmentos duros. 	

4.3. Control de calidad en la línea de producción

4.3.1. Control del mezclado de las materias primas PC2


4.3.1.1. Especificaciones de parámetros de control en el mezclado de la materia prima

Cuadro IV-3. Especificaciones de parámetros de control en el mezclado de la materia prima

	Montecristo Bolivia S.R.L.		Código:	
	Especificaciones de parámetros de calidad en mezclado de la materia prima		Vigente desde:	
			Versión:	
			Página:	
		<p>Conforme: <input type="checkbox"/> No conforme : <input type="checkbox"/></p>		
Parámetros físicos en el primer mezclado de materia primas (PC2)				
Parámetros	Unidades	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Velocidad	Rpm	45	47,50	50
Tiempo	Minutos	14,03	17,20	20,36
Parámetros físicos en el segundo mezclado de materia primas en polvo (PC2)				
Parámetros	Unidades	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Velocidad	Rpm	45	47,50	50
Tiempo	Minutos	5,08	7,10	9,12

4.3.1.2. Acciones respecto al control en el mezclado de la materia prima


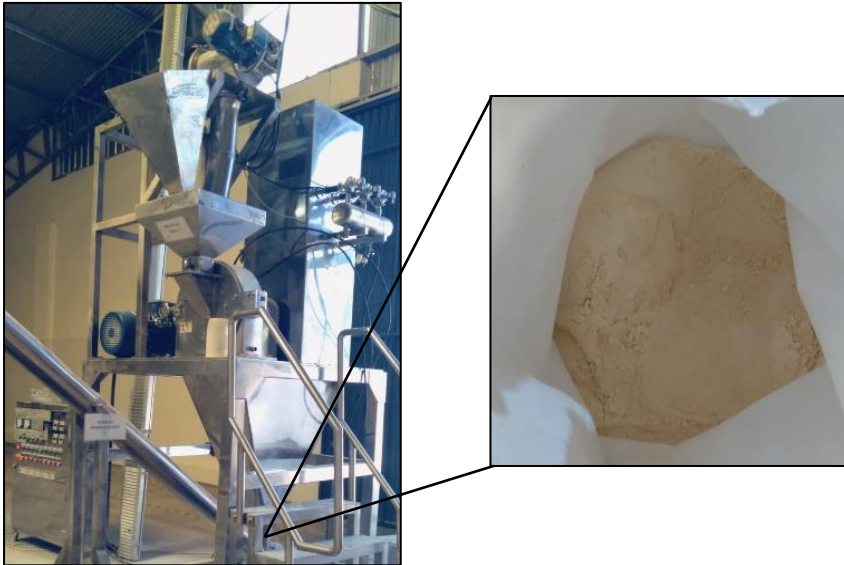
Cuadro IV-4. Acciones respecto al control en el mezclado de la materia prima

	Motecristo Bolivia S.R.L.
	Acciones respecto a las especificaciones de calidad
	Mezclado de materia primas
<p>1. Acciones respecto al tiempo de mezclado en el primer mezclado</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si el tiempo de mezclado en el tablero indica que es mayor a 20,36 minutos, inmediatamente se debe parar el mezclado y transportar la mezcla de materias primas al molino ➤ Si el tiempo de mezclado en el tablero indica que es menor a 14,03 minutos, se debe apreta el botón verde el mezclador (encendido del mezclador y batidor) hasta llegar al tiempo óptimo de 17, 20 minutos. <p>2. Acciones respecto al tiempo de mezclado para el segundo mezclado</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si el tiempo de mezclado es mayor a 9,12 minutos , se recomienda pasar inmediataente la materia prima triturada y mezclada a la tolva de alimentación de la extrusora. ➤ Si el tiempo de mezclado es menor a 5,03 minutos , se debe apretá el botón verde el mezclador (encendido del mezclador y batidor) hasta que la pantalla del tablero indique que se llegó a 7,10 minutos. 	

4.3.2. Control de la trituración en el molino de pinos

4.3.2.1. Especificaciones de parámetros de control en el molino



Cuadro IV-5. Especificaciones de parámetros de control en el molino

	Montecristo Bolivia S.R.L.	Código:	
	Especificaciones de parámetros de calidad en la trituración de la materia prima	Vigente desde:	
		Versión:	
		Página:	
			
Conforme: <input type="checkbox"/> No conforme : <input type="checkbox"/>			
Parámetros en el molino de pinos			
Parámetros		Límites	
Velocidad		Máximo 500 rpm Mínimo 600 rpm	
Capacidad		200 kilogramos en 30 minutos	
Granulometría		Partículas menores o iguales a 0,06 mm.	

4.3.3. Control de la extrusión- CE


4.3.3.1. Especificaciones de parámetros de control en la extrusión

Cuadro IV-6. Especificaciones de parámetros de control en la extrusión

	Montecristo Bolivia S.R.L.	Código:		
	Especificaciones de parámetros de calidad en la extrusión	Vigente desde:		
		Versión:		
		Página:		
		Conforme: <input type="checkbox"/>		
		No conforme : <input type="checkbox"/>		
Parámetros en la fase de alimentación PC3				
Parámetros	Unidades	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Caudal de Alimentación	Libras/minuto	4,65	6,50	8,35
Parametros en el acondicionamiento PC4				
Parámetros	Unidades	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Dosificación de agua	Litro/minuto	0,22	0,26	0,30
Parámetros en la extrusión (CE)				
Parámetros		Límites		
Temperatura en la resistencia 1		Máximo 60 °C		
Temperatura en la resistencia 2		Máximo 70 °C		
Temperatura en la resistencia 3		Máximo 80 °C		
Temperatura en la resistencia 4		Máximo 105 °C		
Presion		Máximo 20 Mpasc.		
Parámetro en la fase de corte y forma (CE)				
Parámetros		Límite		
Velocidad de la cuchilla		Mínimo 30 Herzt. Máximo 40 Hertz.		
Forma		Matriz de acero inoxidable definida		


4.3.3.2. Acciones respecto al control en la extrusión- CE

Cuadro IV-7. Acciones respecto al control en la extrusión

	Motecristo Bolivia S.R.L.
	Acciones respecto a las especificaciones de calidad
	Extrusión
<p>1. Acciones respecto a la extrusión</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Nivelar y calibrar la cuchilla. ➤ Adjuntar la cuchilla y matriz a la extrusora. ➤ Encender el tablero general de la extrusora. ➤ Subir la palanca del aso de energía para el tablero y la extrusora una hora antes. <p>Cuando llega a la tolva de alimentación la materia prima previamente mezclada y triturada , se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Controlar que el caudal de alimentación se encuentre dentro de los parámetros. ➤ Controlar que la dosificación de agua se encuentre dentro de los parámetros. ➤ Verificar las temperaturas de cada resistencia. ➤ Verificar que la presión de salida no supere los 20 Mpasc. ➤ Bajar la palanca lateral de la tolva de alimentación. ➤ Abrir la llave que da paso al agua. ➤ Encender la cuchilla. <p>Cuando ya sale el producto conforme se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bajar la palanca de salida del producto para alimentar el tornillo neumático y llevar el producto al secador. 	

4.3.3.3. Acciones respecto al control en la alimentación y dosificación de agua PC3- PC4



Cuadro IV-8. Acciones respecto al control en la alimentación y dosificación de agua

	Motecristo Bolivia S.R.L.
	Acciones respecto a las especificaciones de calidad
	Alimentación y dosificación de agua en la extrusión
<p>1. Acciones respecto a la alimentación en la extrusora</p> <p>Las acciones correctivas que se deben realizar en caso de que los valores del control sobrepasen los límites permitidos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la alimenteacion exceda el valor máximo de 8,35 libras/minuto, se debe reducir el caudal presionando la flecha roja del tablero en la sección de alimentación. ➤ De la misma manera si la alimentacion es menor a 4,65 libras/minuto para aumentar el cuadal se debe presionar la flecha verde del tablero en la sección de alimentación. <p>2. Acciones respecto a la dosificación de agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la cantidad de aguas que se agrega a ala extrusión es mayor a 0,30 litros/minutos , inmediateamente se debe nivelar el dosificador a 0,26 litros. ➤ Si la cantidad de aguas que se agrega a ala extrusión es menor a 0,22 litros/minutos , inmediateamente se debe nivelar el dosificador a 0,26 litros. 	

4.3.4. Control en el secado PC5


4.3.4.1. Especificaciones de parámetros de control en el secado

Cuadro IV-9. Especificaciones de parámetros de control en el secado

	Montecristo Bolivia S.R.L.	Código:		
	Especificaciones de parámetros de calidad en el secado del cereal	Vigente desde:		
		Versión:		
		Página:		
				
Conforme: <input type="checkbox"/> No conforme : <input type="checkbox"/>				
Parámetros en el primer y segundo secador				
Parámetros	Unidades	Valor		
		Mínimo	Óptimo	Máximo
Dosificación de agua	Litros/minuto	0,22	0,26	0,30
Temperatura 1	°C	56,26	67,69	79,13
Temperatura 2	°C	63,91	72,83	81,06

4.3.4.2. Acciones respecto al control en el secado

Cuadro IV-10. Acciones respecto al control en el secado



	Motecristo Bolivia S.R.L.
	Acciones respecto a las especificaciones de calidad
	Secado de cereales
<p>1. Acciones respecto al secado</p> <p>En el momento que los cereales son transportados al secador, se debe ver el caudal que marca el dosificador de agua , para colocar la temperatura de acuerdo a la cantidad de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si la dosificación de agua tiene un valor mayor a 0,30 litros/minuto, se debe optar por aumentar 10°C a la temperatura del primer secador 79,13 °C y de igual manera a la del segundo secador 81,06 °C. ➤ Si la dosificación de agua tiene un valor menor a 0,22 litros/minuto, se debe optar por reducir 10°C a la temperatura del primer secador 56,26 °C y de igual manera a la del segundo secador 63,91°C. 	

4.4. Control del producto terminado

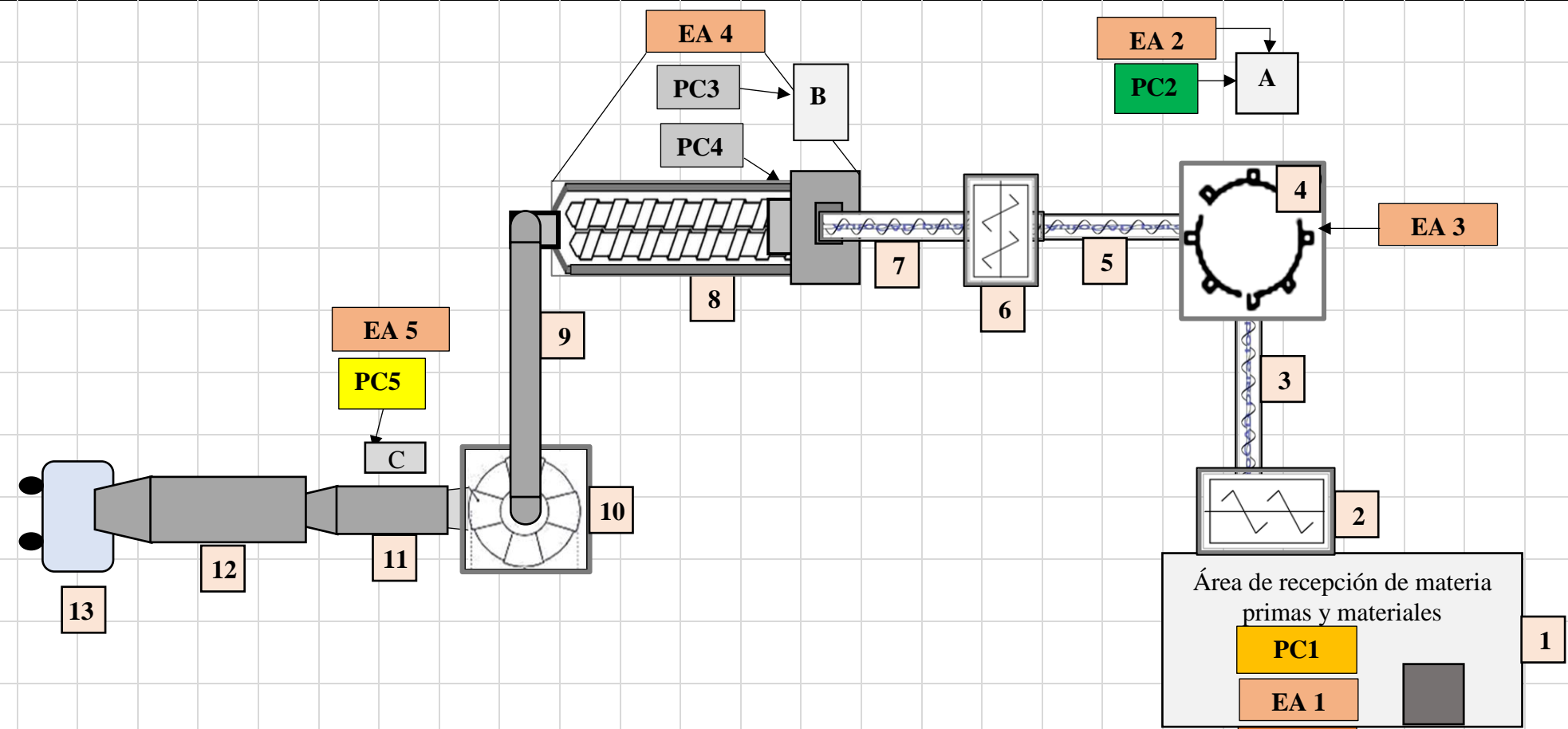
El control de calidad que puede realizar la empresa al producto final es de tipo sensorial, control de humedad y tamaño , los otros de análisis son realizados en laboratorios externos , por lo cual se desarrolló una ficha con las especificaciones que se acomoda al equipo que existe en la empresa.

4.4.1. Epecificaciones de parámetros para el control del producto terminado

Cuadro IV-10. Epecificaciones de parámetros para el control del producto terminado

	Montecristo Bolivia S.R.L.	
	Especificaciones de parámetros de calidad del cereal mini ball	
Propiedades organolépticas		
Sabor	Característico a cereal de maíz, libre de sabores extraños.	
Olor	Característico a cereal de maíz, libre de olores extraños.	
Color	Beige 	
	Rango de colores aceptables	
Textura	Firme, crujiente, seco y forma redonda.	
Parámetros Físicoquímicos		
Parámetros	Valores Permitidos	
Humedad (%)	Máximo 5,00	
Diámetro (mm)	Máximo 4,00 Mínimo 2,00	

4.5. Puntos de control en el proceso productivo




N°	Equipo	Largo (mt)	Ancho (mt)	Alto (mt)	Diámetro (mt)
1	Área de recepción y fraccionamiento de materia primas	6	3	-----	-----
2	Mezclador 1	1,50	1	1,80	
3	Tornillo transportador 1	4	-----	-----	0,35
4	Molino de Pino	2,20	2,50	3,5	
5	Tornillo transportador 2	2	-----	-----	0,35
6	Mezclador 2	1,20	0,85	1,55	
7	Tornillo transportador 3	2,5	-----	-----	0,35
8	Extrusora doble tornillo	3,50	1,30	3	
9	Tornillo Neumático	5,20	-----	3	0,50
10	Tolva de recepción de cereales	2	2	4	
11	Secador 1	2,5	-----	-----	0,80
12	Secador 2	3,5	-----	-----	1
13	Carrito de acero inoxidable	2	1,30	1	-----
A	Tablero del molino y mezcladores	0,50	1	1,20	-----
B	Tablero de la extrusora	0,50	1,50	2	-----
C	Tablero del secador	0,50	1	1,10	-----

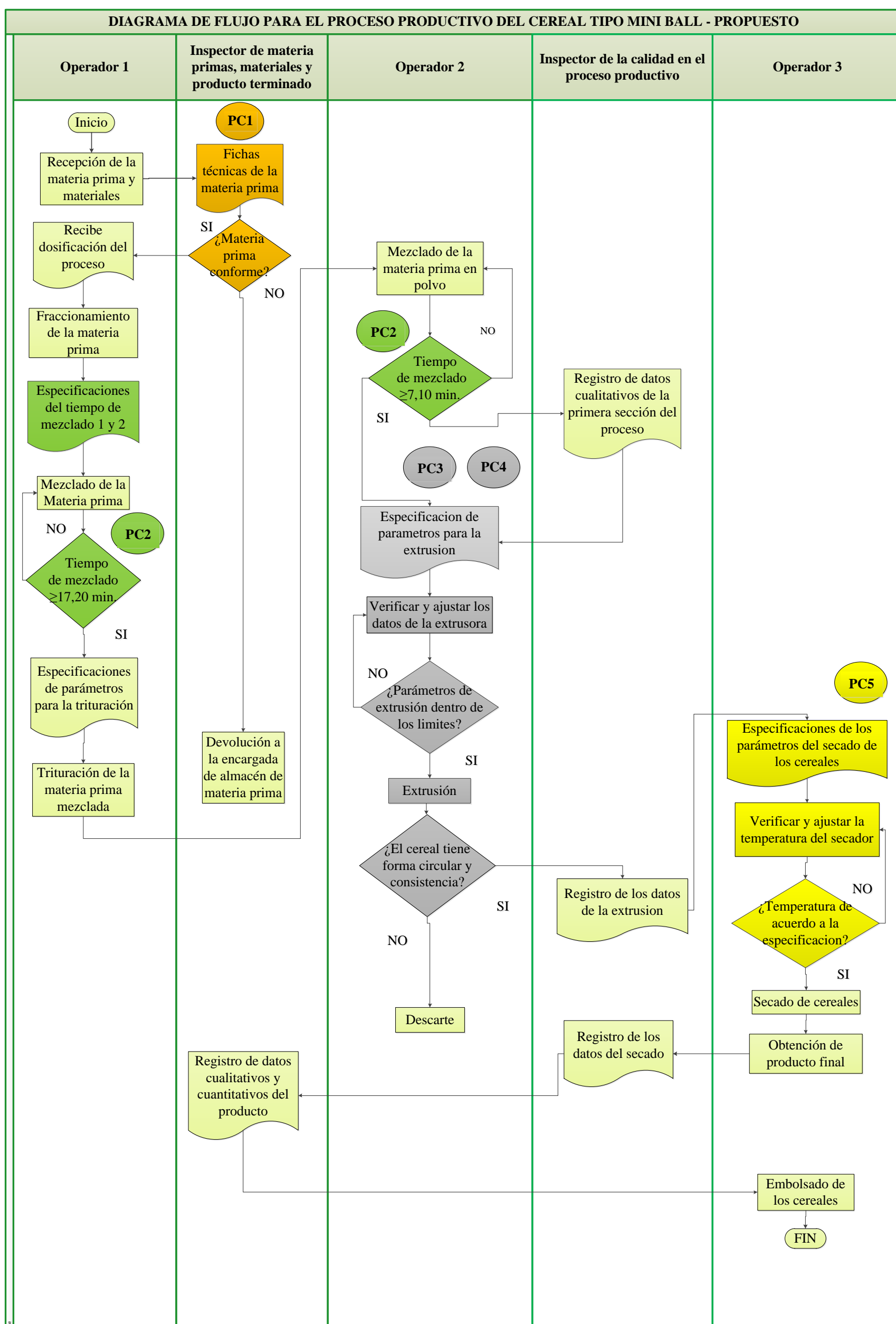
Color	Descripción
● (Yellow)	Punto de control 1
● (Green)	Punto de control 2
● (Grey)	Punto de control 3
● (Light Grey)	Punto de control 4
● (Yellow)	Punto de control 5
● (Orange)	Especificaciones técnicas y acciones de calidad

	Fecha	Nombre	Firmas	LÍNEA DE TEXTURIZADO DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.
Dibujado	06/11/23	Jackeline Jaramillo		
Comprobado	27/11/23	Jackeline Jaramillo		
ESCALA	Identificación de control de calidad en el proceso productivo del cereal mini ball			Numero 1
1:100				Sustituye a
				Sustituido por:

4.6. Síntesis del control de calidad en el proceso productivo

		MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.								
		Puntos de control, especificaciones técnicas de calidad, acciones y modificaciones complementarias en el proceso productivo del cereal tipo mini ball								
Puntos de control de calidad					Especificaciones técnicas de calidad y acciones					
Registro	Punto de control	Parámetros de control	Unidad	Limites	Registro	Etapa	Elemento	Parámetro de Control	Unidad	Limites
PC1	Recepción del granillo de maíz	Humedad del granillo de maíz	%	Min. 9,50 Max. 10,84	EA 1	Recepción de Materias Primas	Granillo de maíz	Igual PC1	Igual PC1	Igual PC1
		Aceite del granillo de maiz	%	Min. 0,55 Max. 3	EA 2	Mezclado de Materia Prima		Igual PC2	Igual PC2	Igual PC2
		Sensorial del granillo de maíz	----	----	EA 3	Trituración	Molino	Velocidad	Rpm	Min.500 Max.600
		Capacidad	Tiempo	200 Kg en 30 min.						
		Granulometría	mm	Menor a 0,06 mm						
PC2	Mezclado de la materia prima	Tiempo	Minuto	Min. 14,03 Óptimo. 17,20 Max.20,36	EA 4	Extrusión	Tolva de alimentación	Igual PC3	Igual PC3	Igual PC3
PC2	Mezclado de la materia prima en polvo	Tiempo	Minuto	Min. 5,08 Óptimo. 7,10 Max. 9,12			Dosificador de agua	Igual PC4	Igual PC4	Igual PC4
PC3	Alimentación a la extrusora	Caudal	Libras/minuto	Min. 4,65 Óptimo. 6,50 Max. 8,35			Temperatura 1	°C	60	
PC4	Dosificación de agua	Caudal	Litros/minuto	Min. 0,22 Óptimo. 0,26 Max. 0,30			Temperatura 2	°C	70	
PC5	Secado de cereales 1	Temperatura	°C	Min.56,26 Óptimo. 67,69 Max. 79,13			Temperatura 3	°C	80	
					Temperatura 4	°C	105			
					Presión	Mpasc.	20			
					Velocidad de la cuchilla	Rpm	Min. 30 Max. 40			
	Secado de cereales 2	Temperatura	°C	Min. 63,91 Óptimo. 72,83 Max. 81,06	EA5	Secado de cereales	Secador 1 y 2	Igual PC5	Igual PC5	Igual PC5


4.7. Diagrama de flujo para el proceso productivo del cereal tipo min ball – Propuesto


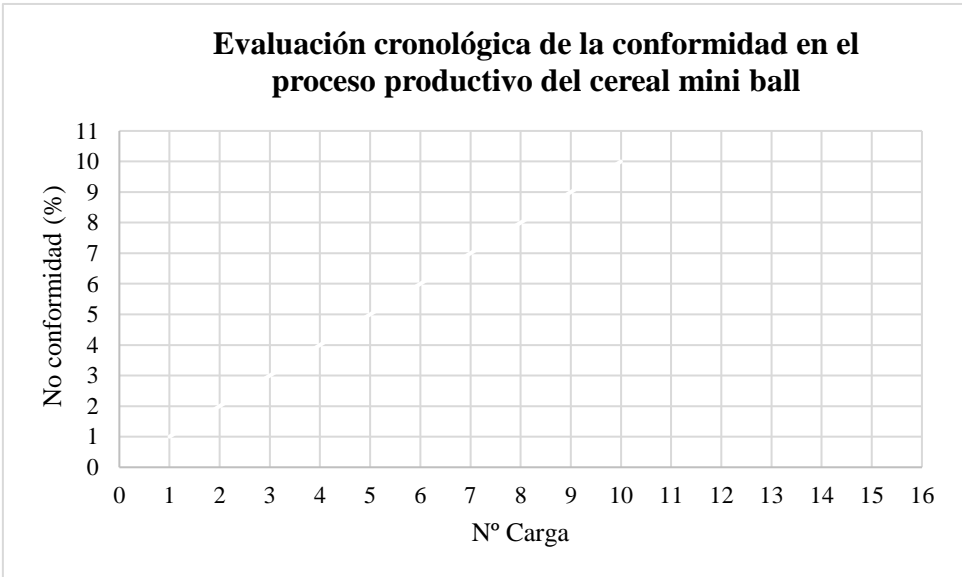


4.8. Indicador del sistema de control de calidad propuesto

Mediante los siguientes indicadores se podrá obtener datos que muestren el estado del sistema de control de calidad, con el fin de mostrar los cambios y el proceso que se está llevando a cabo.

4.8.1. Índice de no conformidad del proceso productivo

	MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.				Versión:				
	ÍNDICE DE NO CONFORMIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CERAL TIPO MINI BALL								
	REGISTRO DIARIO								
Responsable:									
Nº Caraga :									
Fecha :									
1. Registro de la calidad en el proceso									
Sección Nº Carga	Conformidad (Kg)				No Conformidad (Kg)				Observaciones
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Rcepción	200	200	200	200					
M.P.									
Mezclado 1									
Molino									
Mezclado 2									
Extrusión									
Secador									
Total no conformidad por carga									
2. Fórmula para calcular el índice de no conforidad por carga									
$\% \text{ No conformidad} = \frac{\text{Cantidad de producto no conforme (kg)}}{\text{Cantidad de producto conforme (Kg)}} \times 100$									
3. Límite aceptable de no conformidad por carga								0,06	

	MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.		Versión:
	ÍNDICE DE NO CONFORMIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CEREAL TIPO MINI BALL		
	REGISTRO DIARIO		
Responsable:			
Nº Carga :			
Fecha :			
4. Registro de no conformidad			
Nº Carga	% No Conformidad	Nº Carga	% No Conformidad
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	
5. Evaluación cronológica de la conformidad			
Evaluación cronológica de la conformidad en el proceso productivo del cereal mini ball			
			

4.8.2. Medición de la satisfacción del cliente

Se desarrolló el modelo de una encuesta que permita medir la satisfacción del cliente, que se puede apreciar a continuación :

Montecristo Bolivia S.R.L.	Formulario	Código:																																																																						
Numero de encuesta:	Medición de la satisfacción del cliente	Versión:																																																																						
		Fecha :																																																																						
Proceso cliente:																																																																								
<p>1. ¿Recibió la cantidad de cereal mini ball requerida a tiempo? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Indique el tiempo de retraso.....</p> <p>2. ¿Cuáles son los datos de la humedad que tienen las bolsas del cereal recepcionado? a. b. c. d. e.</p> <p>3. ¿Cómo evalúa las características organolépticas del cereal mini ball ?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Crujiente</th> <th>Duro</th> <th>Blanda</th> <th>Observación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Textura</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <th>Característica</th> <th>Uniforme</th> <th>Dulce</th> <th>Variado</th> <th>Observación</th> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <th>Característica</th> <th>Beige estandar</th> <th>Beige claro</th> <th>Beige oscuro</th> <th>Observación</th> </tr> <tr> <td>Color</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <th>Característica</th> <th>Fresco olor a maíz</th> <th>Fresco</th> <th>Poco fresco</th> <th>Observación</th> </tr> <tr> <td>Olor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>4. ¿Cuál es la granulometría que tiene el cereal mini ball recepcionado? Podría indicar en porcentaje el del cereal de acuerdo a su tamaño.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>Cantidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menudo (2mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estándar (3 mm – 4mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grande (5 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. ¿Puede mencionar algunas disconformidades más percibidas? ❖ ❖</p>			Característica	Crujiente	Duro	Blanda	Observación	Textura										Característica	Uniforme	Dulce	Variado	Observación	Sabor										Característica	Beige estandar	Beige claro	Beige oscuro	Observación	Color										Característica	Fresco olor a maíz	Fresco	Poco fresco	Observación	Olor										Tamaño	Cantidad (%)	Menudo (2mm)		Estándar (3 mm – 4mm)		Grande (5 mm)		TOTAL	100
Característica	Crujiente	Duro	Blanda	Observación																																																																				
Textura																																																																								
Característica	Uniforme	Dulce	Variado	Observación																																																																				
Sabor																																																																								
Característica	Beige estandar	Beige claro	Beige oscuro	Observación																																																																				
Color																																																																								
Característica	Fresco olor a maíz	Fresco	Poco fresco	Observación																																																																				
Olor																																																																								
Tamaño	Cantidad (%)																																																																							
Menudo (2mm)																																																																								
Estándar (3 mm – 4mm)																																																																								
Grande (5 mm)																																																																								
TOTAL	100																																																																							

4.9. Costo de la propuesta

En este punto se especifican los costos presupuestados que involucra la implementación del sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal tipo mini ball.

Desde el punto de vista financiero, se consideran dos tipos de inversiones: activos fijos y activos diferidos o intangibles.

4.9.1. Presupuesto de activos fijos

La implementación del sistema de control de calidad diseñado en este proyecto, requiere control en las diferentes etapas del proceso de producción del cereal mini ball , desde la recepción de la materia hasta el producto terminado .

La línea se encuentra bien equipada al igual que el laboratorio de la empresa, sin embargo para un control más exacto es necesario un instrumento que permita medir el contenido de aceite en la materia prima y bolsas de mejor condición que permitan conservar adecuadamente el producto final.

**Tabla IV-1. Presupuesto de activos fijo
(Expresado en bolivianos)**

Item	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Agricheck (Instrumento para medir el aceite de la materia prima)	1	9.850	9.850
2	Cronómetro	1	90	90
3	Bolsas Herméticas	100	15	1.500
TOTAL				11.440

Fuente : Elaboración propia (2023).

4.9.2. Presupuesto de activos intangibles

Los activos diferidos o intangibles del proyecto consideran: la capacitación de todo el personal del área de producción y calidad.

**Tabla II-1 Tabla IV-2. Presupuesto de activos intangibles
(Expresado en bolivianos)**

Item	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Capacitación del manejo de parámetros de calidad	2	1.250	2.500
2	Capacitación del manejo del nuevo instrumento	3	300	900
3	Calibración del nuevo equipo	2	200	400
TOTAL				3.800

Fuente: Elaboracion propia (2023).

4.9.3. Presupuesto de recursos humanos necesarios en la implementación del sistema de control de calidad.

La implementación del sistema de control de calidad en el proceso de producción del cereal mini balde requiere de un profesional para su supervisión y que puede colaborar en el control de otras líneas cuando no se elabore cereales.

**Tabla IV-3. Presupuesto de contratación de recurso humano
Expresado en bolivianos**

Mes	Coto salarios del auxiliar de calidad
Enero	1.200
Febrero	1.200
Marzo	1.200
Abril	1.200
Mayo	1.200
Junio	1.200
Julio	1.200
Agosto	1.200
Septiembre	1.200
Octubre	1.200
Noviembre	1.200
Diciembre	1.200
TOTAL	14.400

Fuente : Elaboracion propia (2023),

4.9.4. Presupuesto total de implementación del sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal tipo mini ball

El costo total de la implementación del sistema de control de calidad se encuentra resumido en la siguiente tabla :

Tabla IV-4. Presupuesto total de la implementación del sistema de control de calidad (Expresado en Bolivianos)

N°	Descripción	Total
1	Activos fijos	12.440
2	Activos Intangibles	3.800
3	Capital Humano	14.400
TOTAL		29.640

Fuente: Elaboracion propia (2023)

El presupuesto total para la implementación del sistema de control de calidad en el proceso productivo del cereal tipo mini ball es de 29.640 Bolivianos.

4.9.5. Beneficio de la propuesta

4.9.5.1. Económico

Durante la práctica preprofesional y visita a la empresa en el mes de febrero, marzo, agosto y septiembre se puede observar que el proceso productivo del cereal mini ball tiene una pérdida promedio de materia prima de alrededor el 10 % , es decir de una carga de 200 kilogramos se pierde hasta 20 kilogramos.

Se analizaron el mes de febrero, marzo, agosto y septiembre , debido a que en este tiempo se desarrolló la práctica pre profesional y las visitas a la empresa, participando de manera directa en el proceso productivo del cereal mini ball.

Las cantidades de producto no conforme durante el proceso de elaboración pueden llegar a pesar hasta más de 25 kilogramos por carga, por lo cual se consideró el descarte promedio registrado en los cuatro meses y esto se debe a que en ningún mes se realizó el control del granillo de maíz, por lo cual se desconocía la humedad con la que éste ingresó al proceso y en varias ocasiones la obtención del cereal resultó difícil por la variación de humedad que se presentaba , incurriendo en pérdida de materia prima,

energía y mano de obra, con el costo por carga de la materia prima y el porcentaje promedio de desacarte que existe en el proceso productivo, se realizó un cálculo aproximado de la pérdida económica que se tiene respecto a la materia prima, lo cual se puede revisar con detalle en el *Anexo N° 11*.

Tabla IV-5. Costo del descarte en el proceso productivo

Mes	Costo por carga de 200 kilogramos (Bs)	Costo del producto no conforme promedio de 18 kilogramos/carga (Bs)	N° de cargas al mes	Costo por mes (Bs)
Enero	1266	88,62	8	708,96
Febrero	1266	88,62	80	7.089,6
Marzo	1266	88,62	64	5.671,68
Abril	1266	88,62	8	708,96
Mayo	1266	88,62	8	708,96
Junio	1266	88,62	32	2.835,84
Julio	1266	88,62	48	4253,76
Agosto	1266	88,62	8	708,96
Septiembre	1266	88,62	8	708,96
Octubre	1266	88,62	8	708,96
Noviembre	1266	88,62	8	708,96
Diciembre	1266	88,62	8	708,96
TOTAL				25.522,56

Fuente: Elaboración propia.

Se estima que el costo del producto no conforme en la línea productiva en un año asciende a Bs. 25.522,56, solo en materia prima.

El costo de energía para procesar el producto no conforme que se encuentra con más detalle en el *anexo N° 11*, sin embargo en la siguiente tabla es posible observar el costo total de energía al año, para procesar el producto no conforme.

Tabla IV-6. Costo de la energía en la no conformidad

Mes	Costo de la energía en la no conformidad (Bs/carga)	Cantidad de cargas en un mes	Costo de energía mensual (Bs)
Enero	3,23	8	25,84
Febrero	3,23	80	258,4
Marzo	3,23	64	206,72
Abril	3,23	8	25,84
Mayo	3,23	8	25,84
Junio	3,23	8	25,84
Julio	3,23	8	25,84
Agosto	3,23	32	103,36
Septiembre	3,23	48	155,04
Octubre	3,23	8	25,84
Noviembre	3,23	8	25,84
Diciembre	3,23	8	25,84
TOTAL			930,24

Fuente: Elaboración propia.

El costo total de energía al año , para procesar el producto no conforme es de Bs. 930, 24.

Se espera que con el diseño del sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal mini ball, se lleguen a reducir las mermas de materia prima y energía que tiene la línea.

4.9.5.2. Base para diseñar otros sistemas

En la línea de texturizados se producen alrededor de 25 tipos de cereales , por lo cual el diseño de un sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal mini ball, puede ser utilizado como base para el desarrollo de otros tipos de cereales que se producen en la misma línea, debido a que estos utilizan la misma maquinaria e incluso la misma materia prima en un 80 % , la gran diferencia se encuentra en la forma de la matriz.

El alto nivel tecnológico que tiene la línea de extrusado de cereales , llega a ser una ventaja competitiva de Montecristo Bolivia S.R.L. ante otras empresas que igual fabrican cereales en Bolivia , puesto que le permite cumplir con las regulaciones y estándares de seguridad alimentaria, lo que es crucial en la industria alimentaria y a demás procesar grandes cantidades de productos de manera más rápida y con la aplicación de especificaciones técnicas , se puede optimizar el uso de recurso en el proceso productivo .

CAPÍTULO V
CONSIDERACIONES FINALES

5.1.Conclusiones

En base al trabajo presentado se concluye que:

- De acuerdo al diagnóstico realizado en el capítulo III, se evidencia que existen partes del proceso productivo que no tienen control y son las fuentes generadoras de no conformidad, por lo cual se identificaron aquellas etapas que requieren de control y se las menciona de acuerdo a su nivel de gravedad:
 - Recepción del granillo de maíz como materia prima.
 - Dosificación de agua a la extrusora.
 - Secado de los cereales.
 - Alimentación de la extrusora.
 - Tiempo de mezclado de la materia prima 1 y 2.

- Para incrementar la calidad en la aceptación del granillo de maíz como materia prima del proceso se realizó un manual de procedimientos, donde está descrito cómo realizar cada uno de los análisis del granillo (Humedad, aceite y sensorial).

Entre estas 3 evaluaciones, la más relevante es la humedad, puesto que al variar la humedad indirectamente varía la humedad en la mezcla de las materias primas y el producto final.

En el manual se detalla los pasos a seguir y las decisiones que tomar al respecto de los resultados que se obtengan del análisis.

Se determina los siguientes límites para el granillo de maíz:

10,84 % > Humedad del granillo de maíz > 9,50 %

- Con un sistema de control de calidad en la línea de texturizado de cereales, la calidad del producto mejora, ayudando a reducir hasta en un 75 % la cantidad de producto no conforme y con ello se disminuyen los costos de producción, puesto que se llega a producir mayor volumen de producto con las

especificaciones requerida, evitando reprocesos y se logra una mayor satisfacción de los procesos clientes.

- El sistema de control de calidad que se ha diseñado, es específicamente para el cereal tipo mini ball elaborado a base de maíz, arroz, granos andinos, azúcar y agua , sin embargo, el proceso productivo es el mismo que para otros tipos de cereales que se preparan dentro de la empresa, es así que este diseño puede resultar como una base para el control de calidad de otros cereales, puesto que, aun no cuentan con sistemas de control establecidos y para mejorar la calidad del producto terminado, es importante que la empresa opte por formar normas de calidad desde el inicio hasta finalizar el almacenado de las barras de cereal.
- Se determinó que la inversión total para la implementación del sistema de control de calidad en activos fijos, intangibles y recurso humano asciende a un total de Bs. 29.640.
- La pérdida económica que presenta la línea de texturizado en un año es de Bs. 25.522,56 en materia prima y Bs. 930,24 en energía, al procesar producto no conforme.

5.2. Recomendaciones

En consecuencia, a lo concluido, se recomienda:

- Se recomienda hacer conocer las especificaciones técnicas de calidad al personal que se encuentra operando en la línea, para que tengan claro los parámetros con lo que se debería trabajar, las acciones que deben tomar al respecto e inicien su aplicación dentro del proceso productivo.
- Invertir en bolsas herméticas para almacenar el cereal, con el objetivo de proteger al producto de la humedad y evitar el ingreso de contaminantes externos, que reducen su vida útil.
- Para la implementación del sistema de calidad propuesto, se recomienda reforzar el compromiso de todo el personal, con la calidad en el proceso y producto, a través de planes de capacitaciones.
- El control de calidad no está ligado únicamente al departamento de producción, por lo que se recomienda incluir a la capacitación al departamento almacén de materia primas, departamento de calidad y a todo el personal de producción de la fábrica Montecristo, con el fin de que si existiera la urgencia de que el personal deba rotar en la línea de producción, estos se encuentren con el conocimiento pleno de las tareas que deben realizar.
- Se recomienda contratar a una persona capacitada, para el desarrollo de la capacitación propuesta del manejo de parámetros de calidad y el uso del equipo de agricheck.
- Adquirir el equipo Agricheck, puesto que el mismo permite medir distintos parámetros como la humedad, el contenido de aceite del granillo de maíz y otros cereales.