

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA
EL PROCESO PRODUCTIVO DE CEREAL TIPO MINI BALL
OBTENIDO EN LA EMPRESA MONTECRISTO BOLIVIA S.R.L.**

Por:

JARAMILLO CHOCAN JACKELINE MARISOL

**Modalidad de graduación Proyecto de grado presentado a consideración a la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito
para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Diciembre de 2023

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querido padre Blas Jaramillo, porque en el encontré paciencia, apoyo incondicional y comprensión a lo largo de toda mi vida.

A mi querida madre, Maxima Chocan y hermano Juan Pablo, quienes me ha impulsado hacia adelante con su amor y comprensión.

ÍNDICE

Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Pensamiento.....	iv
Resumen.....	v

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Antecedentes de campo.....	1
1.1.3. Antecedentes de la empresa	2
1.2. Identificación del problema.....	3
1.2.1. Descripción de la situación	3
1.2.2. Árbol de Problemas.....	5
1.2.3. Formulación de la pregunta de problema.....	5
1.2.4. Árbol de Soluciones/Objetivos	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivos General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Justificación.....	7
1.4.1. Justificación técnica	7
1.4.2. Justificación Económica.....	8

1.4.3.	Justificación personal	8
1.5.	Metodología de investigación	9
1.5.1.	Tipo de investigación	9
1.5.2.	Tipo de enfoque.....	9
1.5.3.	Tipo de muestreo.....	9
1.5.4.	Método	9
1.5.5.	Técnicas e instrumentos	9
1.6.	Identificación de la empresa.....	10
1.6.1.	Presentación de la empresa	10
1.6.2.	Ubicación	10
1.6.3.	Estructura Organizacional	11
1.6.4.	Componentes Estratégicos	12
1.6.4.1.	Misión... ..	12
1.6.4.2.	Visión.....	12
1.6.4.3.	Valores.. ..	12
1.6.5.	Productos ofertados por la empresa	12
1.6.6.	Materia Prima e insumos.....	13
1.6.7.	Maquinaria, equipo e instrumentos de la línea de extrusado de cereales	15
1.6.8.	Proceso productivo.....	17
1.6.8.1.	Diagrama de flujo.....	17
1.6.8.2.	Descripción del proceso	19
1.6.9.	Lay Out	20
1.6.10.	Desechos	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Calidad	22
2.1.1.	La calidad en los Alimentos	22
2.1.2.	Costes de la calidad	23
2.1.3.	Costes de no calidad	23
2.2.	Control de calidad	23
2.2.1.	Ventajas del Control de Calidad por toda la empresa	23
2.2.2.	Control de calidad de acuerdo a la ISO 9001:2015	24
2.2.2.1.	Control de los procesos y productos suministrados externamente	24
2.2.2.2.	Control de la producción	25
2.2.2.3.	Control de las salidas no conformes	26
2.2.3.	Conformidad	26
2.3.	Sistema de control de control de calidad	26
2.3.1.	Ciclo de Deming	27
2.4.	Herramientas de control de calidad	28
2.4.1.	Diagrama de Pareto	28
2.4.2.	Hojas de verificación	28
2.4.3.	Histograma	29
2.4.4.	Diagramas de dispersión	29
2.4.5.	Diagrama de flujo de proceso	30
2.4.6.	Diagramas de tendencias	30
2.4.7.	Distribución normal y desviación estándar	30
2.4.8.	Gráficas de control	31

2.4.8.1.	Tipos de graficas de control	32
2.4.8.1.1.	Graficas de control para variables.....	32
2.4.8.1.2.	Cartas de control para atributos.....	34
2.5.	Indicadores	35
2.5.1.	Indicadores de Calidad.....	35
2.5.2.	Satisfacción del cliente.....	35
2.5.2.1.	Identificar las expectativas del cliente	35
2.5.2.2.	Recopilar los datos sobre la satisfacción del cliente	36
2.5.2.3.	Analizar los datos sobre la satisfacción del cliente	36
2.6.	Componentes de un sistema de control de calidad.....	37
2.6.1.	Punto crítico de control	37
2.6.2.	Variables	37
2.6.3.	Atributos.....	37
2.6.4.	Parámetros de control.....	38
2.6.5.	Estandarización	38
2.6.6.	Fichas Técnicas	38
2.6.7.	Manuales de procedimientos.....	38
2.6.8.	Cursogramas analíticos	38
2.6.9.	Instructivos operativo.....	38
2.7.	Cereales extruidos	39
2.7.1.	Extrusión de doble tornillo.....	39
2.7.1.1.	Etapas en el proceso de extrusión	39
2.7.1.2.	Control en el proceso de extrusión.....	40
2.7.2.	Materia prima para la elaboración de cereales.....	40

2.7.2.1. Maíz...	40
2.7.2.2. Clasificación del grano de maíz	40
2.7.2.2.1. Clasificación del grano de maíz por su color	41
2.7.2.2.2. Clasificación del grano de maíz por su textura	41
2.7.2.2.3. Estructura del grano de maíz	42
2.7.2.3. Requisitos de calidad del maíz	43
2.7.2.3.1. Envase y almacenamiento	44
2.7.2.3.2. Secado del grano de maíz	44
2.7.2.4. Grano de cañahua	44
2.7.2.5. Granillo de arroz	45
2.7.2.6. Quinoa	46
2.7.2.7. Amaranto	47
2.7.2.8. Azúcar blanca Refinada	47

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Diagnóstico del proceso productivo del cereal tipo mini ball	48
3.1.1. Descripción del proceso productivo del cereal tipo mini ball	48
3.1.3. Flujograma de funciones cruzadas del proceso productivo	51
3.1.2. Análisis del control de calidad en la materia prima	52
3.1.2.1. Granillo de maíz	52
3.1.2.2. Granillo de Arroz	52
3.1.2.3. Granos Andinos	52
3.1.2.4. Azúcar	53
3.1.2.5. Agua	53

3.1.2.6.	Composición porcentual del cereal mini ball.....	53
3.1.3.	Análisis del control en la primera sección de la línea de texturizado	56
3.1.3.1.	Mezclado 1	56
3.1.3.2.	Molienda	56
3.1.3.3.	Mezclado 2.....	56
3.1.4.	Análisis del control en la segunda sección de la línea de texturizado	57
3.1.4.1.	Alimentación de la máquina de extrusión.....	57
3.1.4.2.	Acondicionamiento	57
3.1.4.3.	Extrusión	58
3.1.4.4.	Expansión, forma y corte	58
3.1.5.	Análisis del control en la tercera sección de la línea de texturizado.....	59
3.1.5.1.	Secado	59
3.1.4.6.	Etapa de embolsado.....	59
3.1.4.7.	Etapa de almacenaje.....	59
3.1.5.	Análisis del control de calidad del producto terminado.....	61
3.1.5.1.	Descripción del cereal mini ball.....	61
3.1.5.2.	No conformidades en el cereal tipo mini ball	62
3.2.	Identificación los puntos de control en el proceso productivo.....	64
3.3.	Identificación de instrumentos complementarias.....	65
3.4.	Definición de los parámetros en los puntos de control.	66
3.4.1.	Recepción del granillo de maíz	66
3.4.1.1.	Control de humedad del granillo de maíz	66
3.4.1.2.	Control organoléptico.....	69
3.4.2.	Mezclado	70

3.4.2.1. Control del tiempo de mezclado	70
3.4.3. Extrusion	77
3.4.3.1. Control del caudal de alimentación.....	77
3.4.3.2. Control del caudal de agua.....	80
3.4.4. Secado	83
3.4.5.1. Control de la temperatura de secado	83

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.1. Formación del equipo de control de calidad	87
4.1.1. Descripción de actividades del equipo de control de calidad	87
4.1.1.1. Gerencia	87
4.1.1.2. Jefe de producción.....	87
4.1.1.3. Responsable del fraccionamiento de la materia prima	88
4.1.1.4. Responsable del primer mezclado de materias primas	88
4.1.1.5. Responsable de la trituración	88
4.1.1.6. Responsable del segundo mezclado de materias primas.....	89
4.1.1.7. Responsable de la extrusión.....	89
4.1.1.8. Responsable del secado y embolsado de los cereales	89
4.1.1.9. Jefe de calidad	90
4.1.1.10. Inspector de calidad de la materia prima, materiales y producto en proceso.....	90
4.1.1.11. Inspector de calidad en el proceso productivo	91
4.1.1.12. Jefe de almacén de materias primas	91
4.2. Control de calidad de la materia prima – PC1	92
4.2.1. Especificaciones de calidad para el granillo de maíz.....	92

4.2.2.	Acciones en el control de calidad para el granillo de maíz.....	93
4.3.	Control de calidad en la línea de producción.....	94
4.3.1.	Control del mezclado de las materia primas PC2.....	94
4.3.1.1.	Especificaciones de parámetros de control en el mezclado de la materia prima.....	94
4.3.1.2.	Acciones respecto al control en el mezclado de la materia prima.....	95
4.3.2.	Control de la trituración en el molino de pinos.....	96
4.3.2.1.	Especificaciones de parámetros de control en el molino.....	96
4.3.3.	Control de la extrusión- CE.....	97
4.3.3.1.	Especificaciones de parámetros de control en la extrusión.....	97
4.3.3.2.	Acciones respecto al control en la extrusión- CE.....	98
4.3.3.3.	Acciones respecto al control en la alimentacion y dosificación de agua PC3-PC4.....	99
4.3.4.	Control en el secado PC5.....	100
4.3.4.1.	Especificaciones de parámetros de control en el secado.....	100
4.3.4.2.	Acciones respecto al control en el secado.....	101
4.4.	Control del producto terminado.....	102
4.4.1.	Epecificaciones de parámetros para el control del producto terminado .	102
4.5.	Puntos de control en el proceso productivo.....	103
4.6.	Síntesis del control de calidad en el proceso productivo.....	104
4.7.	Diagrama de flujo para el proceso productivo del cereal tipo min ball – Propuesto.....	105
4.8.	Indicador del sistema de control de calidad propuesto.....	106
4.8.1.	Indice de no conformidad del proceso productivo.....	106
4.8.2.	Medición de la satisfacion del cliente.....	108

4.9.	Costo de la propuesta	109
4.9.1.	Presupuesto de activos fijos	109
4.9.2.	Presupuesto de activos intangibles.....	109
4.9.3.	Presupuesto de recursos humanos necesarios en la implementación del sistema de control de calidad.	110
4.9.4.	Presupuesto total de implementación del sistema de control de calidad para el proceso productivo del cereal tipo mini ball	111
4.9.5.	Beneficio de la propuesta	111
4.9.5.1.	Económico.....	111
4.9.5.2.	Base para diseñar otros sistemas	113

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	115
5.2.	Recomendaciones.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I-1. Productos Elaborados por Montecristo Bolivia S.R.L.	13
Cuadro I-2. Maquinaria y equipo	15
Cuadro I-3. Instrumentos	16
Cuadro III-1. Resumen del análisis de control de calidad en la materia prima	55
Cuadro III-2. Resumen del análisis del control de calidad en las etapas del proceso productivo del cereal tipo mini ball	60
Cuadro III-3. Especificaciones de calidad del cereal tipo mini ball	61
Cuadro III-4 Descripción de las no conformidades en el cereal mini ball.....	62
Cuadro III-5. Identificación de puntos de control y variables	64
Cuadro III-6. Requerimiento de instrumentos complementarios.....	65
Cuadro III-7. Humedad y aceite del granillo de maíz.....	66
Cuadro III-8. Parámetros de control de la humedad y aceite en el granillo de maíz ..	69
Cuadro III-9. Evaluación sensorial del granillo de maíz.....	69
Cuadro III-10. Parámetros para el control del tiempo en el primer y segundo mezclado de la materia prima	70
Cuadro III-11. Parámetros para el control del caudal de alimentación en la extrusora.....	77
Cuadro III-12. Parámetros para controlar la dosificación de agua en la extrusora	80
Cuadro III-13. Parametros para controlar la temperatura de secado 1 y 2.....	86
Cuadro IV-1. Especificaciones de calidad para el granillo de maíz	92
Cuadro IV-2. Acciones en el control de calidad para el granillo de maíz	93
Cuadro IV-3. Especificaciones de parámetros de control en el mezclado de la materia prima.....	94
Cuadro IV-4. Acciones respecto al control en el mezclado de la materia prima	95

Cuadro IV-5. Especificaciones de parámetros de control en el molino	96
Cuadro IV-6. Especificaciones de parámetros de control en la extrusión	97
Cuadro IV-7. Acciones respecto al control en la extrusión	98
Cuadro IV-8. Acciones respecto al control en la alimentacion y dosificación de agua	99
Cuadro IV-9. Especificaciones de parámetros de control en el secado	100
Cuadro IV-10. Acciones respecto al control en el secado	101
Cuadro IV-10. Epecificaciones de parámetros para el control del producto terminado.....	102

ÍNDICE DE TRABLAS

Tabla II-1. Ecuaciones para determinar los límites en la gráficas X - R	34
Tabla II-2. Distribución de los principales componentes del grano de maíz	42
Tabla II-3. Requisitos de calidad del maíz.....	43
Tabla II-4. Requisitos microbiológicos del grano de maíz	43
Tabla III-1. No conformidades del producto.....	63
Tabla III-2- Relación de la humedad del granillo de maíz- humedad de la mezcla....	67
Tabla III-3. Resultado del tipo de maíz y la humedad óptima de la mezcla	68
Tabla III-4. Recolección de tiempos	71
Tabla III-5. Determinación de límites de control en el tiempo de mezclado 1	73
Tabla III-6. Determinación de límites de control en el tiempo de mezclado 2.....	75
Tabla III-7. Recolección de caudales de alimentación.....	77
Tabla III-8. Determinación de los límites de control del caudal de alimentación	78
Tabla III-9. Recolección de caudales de alimentación.....	80
Tabla III-10. Determinación de los límites de control	81
Tabla III-11. Relación entre dos variables Dosificación de agua – Temperatura.....	83
Tabla IV-1. Presupuesto de activos fijo	109
Tabla IV-2. Presupuesto de activos intangibles	110
Tabla IV-3. Presupuesto de contratación de recurso humano	110
Tabla IV-4. Presupuesto total de la implementación del sistema de control de calidad	111
Tabla IV-5. Costo del descarte en el proceso productivo	112
Tabla IV-6. Costo de la energía en la no conformidad	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Árbol de Problemas	5
Figura 1-2. Árbol de Soluciones / Objetivos.....	6
Figura 1-3. Ubicación de la planta industrial de Montecristo Bolivia S.R.L.....	10
Figura 1-4. Organigrama General de la empresa Montecristo Bolivia S.R.L.....	11
Figura 1-5. Flujograma del cereal tipo mini ball.....	17
Figura 1-6. Distribución de Planta de Montecristo Bolivia S.R.L.....	20
Figura 1-7. Desecho de la línea de texturizado de cereales	21
Figura 1-8. Recipiente de desecho	21
Figura 2-1. Ciclo PHVA	27
Figura 2-2. Diagrama de Pareto	28
Figura 2-3. Histograma	29
Figura 2-4. Gráficas de dispersión	29
Figura 2-5. Curva de distribución normal	30
Figura 2-6. Gráfico de control y sus elementos	31
Figura 2-7. Grafica x (Media)	32
Figura 2-8. Gráfico de R (Rango)	33
Figura 2-9. Seguimiento de la satisfacción del cliente.....	37
Figura 2-10. Granillo de maíz	41
Figura 2-11. Componentes estructurales del grano de maíz	43
Figura 2-12. Grano de cañahua	45
Figura 2-13. Granillo de arroz.....	46
Figura 2-14. Grano de quinua	46
Figura 2-15. Grano de amaranto	47

Figura 2-16. Azúcar	47
Figura 3-1. Flujograma del proceso productivo del cereal mini ball	51
Figura 3-2. Composición general del cereal mini ball	54
Figura 3-3. Composición de la materia prima seca en el cereal mini ball	54
Figura 3-4. Tablero de molino y mezcladores	56
Figura 3-5. Molino de pinos de la línea de texturizado de cereales	57
Figura 3-6. Extrusora de doble tornillo de la línea de texturizado.....	58
Figura 3-7. Diagrama de Pareto	63
Figura 3-8. Diagrama de dispersión Relación de la humedad del granillo de maíz – humedad de la mezcla de materia primas	68
Figura 3-9. Límites del tiempo para el control del mezclado 1	74
Figura 3-10. Límites para el control de rangos del tiempo en el mezclado 1	74
Figura 3-11. Límites del tiempo para el control del mezclado 2	76
Figura 3-12. Límites para el control de rangos del tiempo en el mezclado 2	76
Figura 3-13. Límites del caudal para el control de la alimentación en la extrusora ...	79
Figura 3-14. Límites para el control de rangos en el caudal de alimentación	79
Figura 3-15. Límites del caudal para el control de la dosificación de agua.....	82
Figura 3-16. Límites para el control de rangos del caudal en la dosificación de agua	82
Figura 3-17. Diagrama de dispersión Dosificación de agua – Temperatura 1	84
Figura 3-18. Diagrama de dispersión Dosificación de agua – Temperatura 2.....	85
Figura 4-1. Equipo de control de calidad	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Especificaciones técnicas de la materia prima

Anexo 2: Balance de masa del proceso productivo del cereal tipo mini ball

Anexo 3: Pruebas de CIANID

Anexo 4: Determinación del porcentaje de humedad y granulometría del granillo de maíz

Anexo 5: Determinación de la distribución de los datos y pasos para definir de los parámetros en los puntos de control

Anexo 6: Cálculo de la pérdida de humedad en el proceso

Anexo 7: Registro de la humedad del cereal mini ball en la gestión 2022 y 2023

Anexo 8: Cursograma analítico actual del operador en el proceso productivo actual

Anexo 9: Cursograma analítico propuesto para el operador en el proceso productivo

Anexo 10: Manual de procedimiento

Anexo 10.1.: Manual de procedimiento de aceptación del granillo de maíz

Anexo 10.2.: Manual de procedimiento del proceso productivo del cereal tipo mini ball

Anexo 10.3. Manual de procedimiento de la medición de la satisfacción del cliente

Anexo 11: Análisis del costo de producción y descarte en el proceso productivo del cereal mini ball

Anexo 12: Serie AgriCheck