



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y
PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo la
Obtención del Título de Ingeniero
Industrial

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y EL CONTROL
DE CALIDAD EN EL PROCESO DE SECADO DE MAÍZ EN
EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE GRANOS DEL
CANTÓN QUEVEDO.”**

AUTORES:

Herrera Rentería Erick Alfredo
Poveda Kusmirczak Josselyn Milena

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. Villafuerte López Milton Iván, MSc

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, **Herrera Rentería Erick Alfredo** y **Poveda Kusmirczak Josselyn Milena** declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Erick Alfredo Herrera Rentería
C.C. # 1205533258

Josselyn Milena Poveda Kusmirczak
C.C. # 1207664754



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Villafuerte López Milton Iván, MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes, **Poveda Kusmirczak Josselyn Milena** y **Herrera Rentería Erick Alfredo**, realizaron el Proyecto de Investigación del grado titulado **“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y EL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE SECADO DE MAÍZ EN EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE GRANOS DEL CANTÓN QUEVEDO.”**, previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:

**MILTON IVAN
VILLAFUERTE
LOPEZ**

Ing. Villafuerte López Milton Iván, MSc

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Yo, Ing. **Villafuerte López Milton Iván**, MSc., Director del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y EL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE SECADO DE MAÍZ EN EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE GRANOS DEL CANTÓN QUEVEDO.**”, me permito manifestar a usted y por intermedio del Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, los estudiantes **Poveda Kusmirczak Josselyn Milena** y **Herrera Rentería Erick Alfredo**, egresados de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, han cumplido con las correcciones, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, certifico la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 5%.

The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

Documento	PROYECTO HERRERA - POVEDA.docx (D150245220)
Presentado	2022-11-19 18:17 (-05:00)
Presentado por	Milton Villafuerte (mvillafuerte@uteq.edu.ec)
Recibido	mvillafuerte.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Revisar Mostrar el mensaje completo

5% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.



Firmado electrónicamente por:

**MILTON IVAN
VILLAFUERTE
LOPEZ**

Ing. Villafuerte López Milton Iván, MSc
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título:

**“Evaluación de las características y el control de calidad en el proceso de secado de
maíz en empresas comercializadoras de granos del cantón Quevedo.”**

**Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título
de Ingeniero Industrial.**

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**MERCEDES CLEOPATRA
MOREIRA MENENDEZ**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mercedes Moreira Menéndez, MSc



Firmado electrónicamente por:
**LEONARDO
ARTURO BAQUE
MITE**

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Leonardo Baque Mite, MSc



Firmado electrónicamente por:
**JEYSON
PATRICIO EGAS
GARCIA**

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jeyson Patricio Egas García

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

El poder alcanzar cada uno de los objetivos y metas planteadas, es sin duda un gran sentimiento de satisfacción y agradecimiento que se extiende a todas las personas que han aportado con su tiempo, dedicación y apoyo, a quienes expreso mi más sincera gratitud:

En primer lugar, a mi Dios Todopoderoso, quien es el que en cada momento de mi vida me ha dado la fuerza suficiente para no desmayar y seguir adelante en mi formación personal y profesional, a quien le he encomendado cada uno de mis objetivos y me ayuda a plasmarlos.

Al Ing. Iván Villafuerte, tutor del proyecto de investigación por su apoyo, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua del mismo. A la Ing. Mercedes Moreira, el Ing. Edison Mancheno y el Ing. Walter Jácome, por ser los docentes que nos han sabido guiar de la mejor manera, además de ayudarnos a conseguir apertura en las empresas donde se ha podido realizar las respectivas investigaciones de campo.

Gracias a mi familia: mi papá, mi mamá, mis hermanos, mi enamorada, quienes han sido parte importante a lo largo de mi vida y formación personal, quienes siempre me han apoyado en mi camino y en los objetivos que me propongo. Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas para superarme cada día más, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio.

Gracias también a mis compañeros de clases, que me apoyaron y me permitieron entrar en sus vidas durante estos cinco años de convivir dentro y fuera del salón de clase: Kevin Padilla, Arick Cuenca, Michael Remache, Melany Murillo y Josselyn Poveda quien además es mi compañera de proyecto de investigación con quien hemos trabajado arduamente durante todo este tiempo. Gracias a todos.

Erick Alfredo Herrera Rentería.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige principalmente a Dios que me ha dado todo lo que necesito para avanzar en mi vida profesional, a mis abuelos Graciela Guerra y Alfredo Kusmirczak por ser mi mayor impulso a seguir adelante, a mis padres José Poveda y Susana Kusmirczak por su apoyo brindado, a mi esposo Andi Molina por ayudarme a cumplir todas mis metas y a mis amigos Michael Remache, Erick Herrera, Arick Cuenca y Kevin Padilla por hacer esta etapa universitaria la más importante.

Gracias a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que me ha permitido adquirir todos los conocimientos y prepararme para mi vida profesional, agradezco al mi tutor Ing. Milton Villafuerte por su orientación, logrando culminar el proyecto de investigación.

Josselyn Milena Poveda Kusmirczak.

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto de investigación está dedicada a todas las personas que han aportado de una u otra forma, para que haya podido cumplir esta y cada una de mis metas que me eh propuesto en mi vida personal y profesional. Les dedico este proyecto a Dios porque ha estado conmigo, cuidándome y bendiciéndome siempre; a mis maestros quienes a lo largo de mi trayecto universitario me han formado con sus conocimientos y enseñanzas; a mis padres quienes han sido los que han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo incondicional en todo momento; a mis hermanos por estar pendiente de mí en cada momento; a mi enamorada por apoyarme día a día en mi vida y darme ánimos para salir adelante. Gracias a todos por ayudar a superarme siempre, con cariño y admiración les dedico todas y cada una de las páginas de este proyecto de investigación.

Erick Alfredo Herrera Rentería.

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a todas las personas que han sido participes en estos 5 años de estudio. A Dios, a mis abuelos, a mis padres, a mis profesores, mi tutor y a mis amigos por todo su apoyo, tiempo y esfuerzo para aprender y poder cumplir mis metas.

Josselyn Milena Poveda Kusmirczak.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La producción del maíz amarillo duro en nuestro país es una de las actividades agrícolas principales, ya que este producto lo utilizan mucho las industrias para la generación de balanceados de muchos animales formando parte de su alimentación diaria para su óptimo crecimiento; además lo utilizan industrias dedicadas a la producción de snacks a base este tipo de maíz.

A través del concepto de calidad, no se puede dejar fuera la percepción y satisfacción del producto hacia el cliente, como así también para la empresa. Mediante control de calidad en conjunto con el proceso de producción en una empresa ayuda significativamente en la mejora continua de la misma, así como en el desarrollo, diseño y fabricación de un nuevo producto o servicio.

Estos procesos consisten en la implementación de programas, mecanismos, herramientas, técnicas y nuevas tecnologías en la empresa lo que proporciona una mejora en la calidad de sus productos.

Este proyecto de investigación define, evalúa, controla y analiza las características de calidad en el proceso del secado del maíz en la empresas comercializadoras del cantón Quevedo, realizando un control estadístico en dicho proceso, para evaluar las condiciones en las que se está efectuando esta importante actividad, y por último se genera un análisis de la capacidad del proceso de producción en la etapa de secado, evaluando aspectos claves como la temperatura, humedad e impurezas mediante el uso del software Minitab, una herramienta de mucha ayuda para realizar este análisis.

PALABRAS CLAVE

CALIDAD / CARACTERÍSTICAS / CONTROL ESTADÍSTICO / ÍNDICES DE CAPACIDAD / PROCESO / SECADO DE MAÍZ

ABSTRACT AND KEYWORDS

The production of hard yellow corn in our country is one of the main agricultural activities, since this product is widely used by industries for the generation of balanced feed for many animals, forming part of their daily diet for optimal growth; It is also used by industries dedicated to the production of snacks based on this type of corn.

Through the concept of quality, the perception and satisfaction of the product towards the client, as well as for the company, cannot be left out. Through quality control in conjunction with the production process in a company, it significantly helps in its continuous improvement, as well as in the development, design and manufacture of a new product or service.

These processes consist of the implementation of programs, mechanisms, tools, techniques and new technologies in the company, which provides an improvement in the quality of its products.

This research project defines, evaluates, controls and analyzes the quality characteristics in the corn drying process in the marketing companies of the Quevedo canton, carrying out a statistical control in said process, to evaluate the conditions in which this important process is being carried out. activity, and finally an analysis of the capacity of the production process in the drying stage is generated, evaluating key aspects such as temperature, humidity and impurities through the use of Minitab software, a very helpful tool to perform this analysis.

KEYWORDS

**QUALITY / CHARACTERISTICS / STATISTICAL CONTROL / CAPACITY INDEXES
/ PROCESS / CORN DRYING**

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iii
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	ix
ABSTRACT AND KEYWORDS	x
TABLA DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
Código Dublín	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.1.1. Diagnóstico.....	4
1.1.1.2. Pronóstico.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación	7
CAPÍTULO II	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco Conceptual	9
2.1.1. Maíz amarillo duro	9
2.1.2. Producción del Maíz amarillo duro.....	9
2.1.3. Áreas maiceras del Ecuador	10
2.1.4. Responsabilidad por la calidad.....	10

2.1.5.	Prevención durante el almacenamiento.....	11
2.1.6.	Prevención de hongos	11
2.1.7.	Fundamentos del secado	11
2.1.8.	Secado artificial de semilla	11
2.1.9.	Proceso de inspección.....	11
2.1.10.	Definiciones referentes al maíz	11
2.1.11.	Silos y almacenes.....	13
2.1.12.	Mediciones de la calidad.....	13
2.1.13.	Gráfico de control	14
2.1.14.	Capacidad de procesos	14
2.1.15.	Cartas De Control	14
2.1.16.	Control Estadístico del Proceso.....	14
2.1.17.	Gráficos De Medias y De Rangos.....	15
2.1.18.	Tipos De Gráficos De Control.....	15
2.1.18.1.	Beneficios de las Gráficas de Control.....	15
2.2.1.	Requisitos de los granos de maíz.....	16
2.2.1.1.	Requisitos específicos	16
2.2.1.2.	Requisitos físicos	16
2.2.2.	Definición de Calidad	17
2.2.3.	Importancia de la calidad	17
2.2.3.1.	Mantenimiento.....	18
2.2.3.2.	Mejora Continua	19
2.2.3.3.	Innovación	19
2.2.4.	Software Minitab	19
2.2.4.1.	Funciones del Minitab.....	20
2.2.5.	Estudios De Capacidad	20
2.2.5.1.	Índices De Capacidad En El Control Estadístico De Calidad	21
2.2.6.	Causas Comunes y Asignables De La Variación.....	21
2.2.7.	Proceso estable	22
2.2.8.	Capacidad de un proceso.....	22
CAPÍTULO III		25
MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		25
3.1.	Localización	26
3.1.1.	Información geográfica del cantón Quevedo.....	26
3.2.	Tipo de investigación.....	27

3.2.1.	Investigación bibliográfica	27
3.2.2.	Investigación descriptiva no experimental	27
3.2.3.	Investigación cuantitativa.....	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27
3.3.1.	Método inductivo.....	27
3.3.2.	Método analítico	28
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	28
3.4.1.	Fuentes Primarias	28
3.4.1.1.	Entrevista.....	28
3.4.1.2.	Observación.....	28
3.4.2.	Fuentes secundarias	29
3.4.2.1.	Libros	29
3.4.2.2.	Páginas Web	29
3.4.2.3.	Documentos.....	29
3.5.	Diseño de la investigación.	29
3.5.1.	Descriptivo	29
3.6.	Instrumentos de investigación.	29
3.7.	Tratamiento de los datos.	30
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	30
3.8.1.	Recursos Humanos	30
3.8.2.	Recursos materiales	30
CAPÍTULO IV.....		31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
4.1.	Identificar características de calidad del proceso de secado de maíz.....	32
4.1.1.	Problemas del grano de maíz.....	32
4.1.2.	Humedad antes de ser secado el maíz.....	36
4.1.3.	Impurezas del grano de maíz.....	36
4.1.4.	Características de calidad	37
4.1.5.	Requisitos específicos	38
4.1.6.	Requisitos físicos del secado de maíz.	38
4.1.7.	Proceso de secado de maíz duro	39
4.1.8.	Descripción del proceso de secado de maíz	39
4.1.8.1.	Recepción de la materia prima	39
4.1.8.2.	Muestreo para pruebas al inicio de la carga	40
4.1.8.3.	Descarga en área de almacenamiento inicial	40

4.1.8.4.	Etapa de pre limpia del producto	41
4.1.8.5.	Secado del maíz	41
4.1.8.6.	Almacenamiento del producto final	42
4.1.9.	Diagrama de flujo del proceso de secado de maíz	43
4.1.10.	Pre-Limpia de granos	44
4.1.10.1.	Limpieza de granos	44
4.1.11.	Fisuras en el grano de maíz	45
4.2.	Establecer parámetros de control de calidad en el proceso de secado mediante el control estadístico de proceso	46
4.2.1.	Control estadístico de humedad del grano antes del secado	48
4.2.2.	Límites de control superior e inferior	50
4.2.2.1.	Límite superior	50
4.2.2.2.	Límite Inferior	50
4.2.3.	Control estadístico de humedad del grano antes del secado	51
4.2.4.	Límites de control superior e inferior	53
4.2.4.1.	Límite superior	53
4.2.4.2.	Límite Inferior	53
4.3.	Evaluar la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad real del proceso Cp y Cpk.....	55
4.3.1.	Capacidad del proceso antes del secado.....	55
4.3.1.1.	Resultados de la prueba de la gráfica R de Humedad	57
4.3.1.2.	Desviaciones estándar de I-MR-R/S de Humedad.....	57
4.3.2.	Capacidad del proceso después del secado	57
4.3.3.	Desviaciones estándar	59
4.4.	Comparar la capacidad del proceso en función de la normativa NTE INEN 187:2005.....	60
4.4.1.	Límites de control superior e inferior	63
4.4.1.1.	Límite superior	63
4.4.1.2.	Límite Inferior	63
4.5.	Discusión	65
CAPÍTULO V	67	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67	
5.1.	Conclusiones	68
5.2.	Recomendaciones	69
CAPÍTULO VI.....	70	

BIBLIOGRAFÍA	70
6.1. Bibliografía.....	71
CAPÍTULO VII	73
ANEXOS	73
7.1. Anexos.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos físicos del grano.	16
Tabla 2. Requisitos del grano.	17
Tabla 3. Clasificación por Grados del maíz según características físicas.	35
Tabla 4. Tabla de requisitos en la recepción del maíz en grano.	37
Tabla 5. Requisitos físicos en el proceso del secado de maíz.	38
Tabla 6. Toma de muestras según el peso.	40
Tabla 7. Métodos para evitar las fisuras en el grano de maíz.....	45
Tabla 8. Temperatura de secadoras.	48
Tabla 9. Humedad de los 20 camiones antes del secado.....	48
Tabla 10. Rangos de humedad antes del secado.	49
Tabla 11. Humedad de los 20 camiones después del secado.....	51
Tabla 12. Rangos de humedad después del secado.....	52
Tabla 13. Humedad de los 20 camiones bajo las normas NTE INEN 187:2005.....	61
Tabla 14. Rangos de humedad bajo las normas NTE INEN 187:2005.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa del proceso de secado de maíz	5
Figura 2. Capacidad de proceso.....	23
Figura 3. Capacidad Sixpack.....	23
Figura 4. Información geográfica del cantón Quevedo.	26
Figura 5. Granos deteriorados por insectos u hongos.	32
Figura 6. Grano quebrado o partido.....	33
Figura 7. Grano Infestado.....	33
Figura 8. Grano infectado.....	34
Figura 9. Grano cristalizado.	34
Figura 10. Grano Germinado.....	35
Figura 11. Medidor de humedad de granos.....	36
Figura 12. Impurezas del grano de maíz.	37
Figura 13. Recepción de la materia prima.....	39
Figura 14. Descarga en área de almacenamiento inicial.	40
Figura 15. Pre-limpia de granos	41
Figura 16. Secadora del maíz	41
Figura 17. Silos de almacenamiento.	42
Figura 18. Diagrama de flujo de Proceso.....	43
Figura 19. Secado Estacionario.	47
Figura 20. Secadoras de columna de flujo cruzado.	47
Figura 21. Rango de las muestras	50
Figura 22. Grafica Xbarra-R de Humedad.....	51
Figura 23. Rango de las muestras	53
Figura 24. Grafica Xbarra-R de Humedad después del secado.....	54
Figura 25. Capacidad de humedad.....	55
Figura 26. Capacidad Sixpack del grano.....	56
Figura 27. Capacidad de humedad.....	58
Figura 28. Capacidad Sixpack del grano.....	59
Figura 29. Rango de las muestras	62
Figura 30. Grafica Xbarra-R de Humedad bajo las normas NTE INEN 187:2005.....	63
Figura 31. Capacidad Sixpack del grano bajo las normas NTE INEN 187:2005..	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato del control de proceso de granos.	75
Anexo 2. Visita a la empresa Agripac S.A.....	76
Anexo 3. Visita a la Casa Comercial "La Granja"	76
Anexo 4. Casa Comercial Briones.....	77
Anexo 5. Impurezas en el grano de maíz.....	77

Código Dublín

Titulo:	“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y EL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE SECADO DE MAÍZ EN EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE GRANOS DEL CANTÓN QUEVEDO.”
Autores:	Herrera Rentería Erick Alfredo, Poveda Kusmirczak Josselyn Milena
Palabras Claves:	Calidad / Características / Control Estadístico / Índices De Capacidad / Proceso / Secado De Maíz
Fecha de Publicación:	
Editorial	Quevedo – UTEQ - 2022
Resumen	<p>Resumen. - La producción del maíz amarillo duro en nuestro país es una de las actividades agrícolas principales, ya que este producto lo utilizan mucho las industrias para la generación de balanceados de muchos animales formando parte de su alimentación diaria para su óptimo crecimiento; además lo utilizan industrias dedicadas a la producción de snacks a base este tipo de maíz. A través del concepto de calidad, no se puede dejar fuera la percepción y satisfacción del producto hacia el cliente, como así también para la empresa. Mediante control de calidad en conjunto con el proceso de producción en una empresa ayuda significativamente en la mejora continua de la misma, así como en el desarrollo, diseño y fabricación de un nuevo producto o servicio. Estos procesos consisten en la implementación de programas, mecanismos, herramientas, técnicas y nuevas tecnologías en la empresa lo que proporciona una mejora en la calidad de sus productos. Este proyecto de investigación define, evalúa, controla y analiza las características de calidad en el proceso del secado del maíz en la empresas comercializadoras del cantón Quevedo, realizando un control estadístico en dicho proceso, para evaluar las condiciones en las que se está efectuando esta importante actividad, y por último se genera un análisis de la capacidad del proceso de producción en la etapa de secado, evaluando aspectos claves como la temperatura, humedad e impurezas mediante el uso del software Minitab, una herramienta de mucha ayuda para realizar este análisis.</p> <p>Abstrac.- The production of hard yellow corn in our country is one of the main agricultural activities, since this product is widely used by industries to generate balanced feed for many animals, forming part of their daily diet for optimal growth; It is also used by industries dedicated to the production of snacks based on this type of corn. Through the concept of quality, the perception and satisfaction of the product towards the client, as well as for the company, cannot be left out. Through quality control in conjunction with the production process in a company, it significantly helps in its continuous improvement, as well as in the development, design and manufacture of a new product or service. These processes consist of the implementation of programs, mechanisms, tools, techniques and new technologies in the company, which provides an improvement in the quality of its products. This research project defines, evaluates, controls and analyzes the quality characteristics in the corn drying process in the trading companies of the Quevedo canton, carrying out a statistical control in said process, to evaluate the conditions in which this important process is being carried out. activity, and finally an analysis of the capacity of the production process in the drying stage is generated, evaluating key aspects such as temperature, humidity and impurities through the use of Minitab software, a very helpful tool to carry out this analysis.</p>
Descripción:	96 hojas: dimensiones, 29x21 cm + CD-ROM 6162
URL:	

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro es uno de los principales cultivos en todo el Ecuador, debido a que su importancia radica en la utilización para la elaboración de alimentos balanceados, de gran consumo en la industria agropecuaria debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda. [1]

La calidad del grano de maíz es de suma importancia por sus nutrientes para el consumo humano y animal que está asociada tanto con su constitución física, que determina la textura y dureza, como su composición química, que define el valor nutricional y las propiedades tecnológicas. [2]

El deterioro del grano de maíz cuando es sometido a secados severos ocasiona daño en el grano y baja calidad, pocas industrias se preocupan o tratan de entregar un secado de maíz con buena calidad sin bajar su capacidad de producción de las secadoras, pues más se privilegia el concepto “cantidad”, en lugar de “calidad”, teniendo daños visuales, económicos e industriales. [3]

Este proyecto de tesis que lleva por “Evaluación de las características y el control de calidad en el proceso de secado de maíz en empresas comercializadoras de granos del cantón Quevedo.” Trata de dar una medición según los parámetros de calidad que existen de acuerdo con las diferentes organizaciones que se encargan de estandarizar estos tipos de procesos y/o productos.

La investigación se centra en identificar las características de calidad, evaluar los parámetros de calidad dentro del secado, después se centrará en establecer los parámetros de control de calidad en el proceso de secado mediante control estadísticos de procesos y por último en evaluar la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad Cp y Cpk.

El alcance de este trabajo de tesis es llegar a parámetros óptimos en el proceso de secado de maíz, para que la empresa tenga una excelente calidad de granos en su producción con el fin de cumplir con los estándares de calidad tanto para consumo humano como para consumo animal, además de las expectativas de los clientes finales.

El presente proyecto responde a la necesidad de las empresas comercializadoras de maíz que necesitan efectuar cada cierto tiempo un seguimiento al proceso de secado de este grano, para que así mediante esta evaluación y control de los parámetros de calidad estas empresas puedan obtener, ofrecer y mantener un grano de maíz de calidad a sus clientes.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema.

Existe variedad de empresas dedicadas a la producción y comercialización de secado de maíz, sin embargo, se debe llevar una evaluación constante de las características de calidad que conlleva este proceso para ser realizado de manera eficiente.

Hay diversos factores que pueden perjudicar la calidad del secado de maíz, tanto ambientales, mecánicos, impureza, entre otros. Principalmente se debe tener cuidado con la humedad y la temperatura que se tiene con el secado de maíz, ya que puede reducir drásticamente su calidad si no se llevan las medidas necesarias.

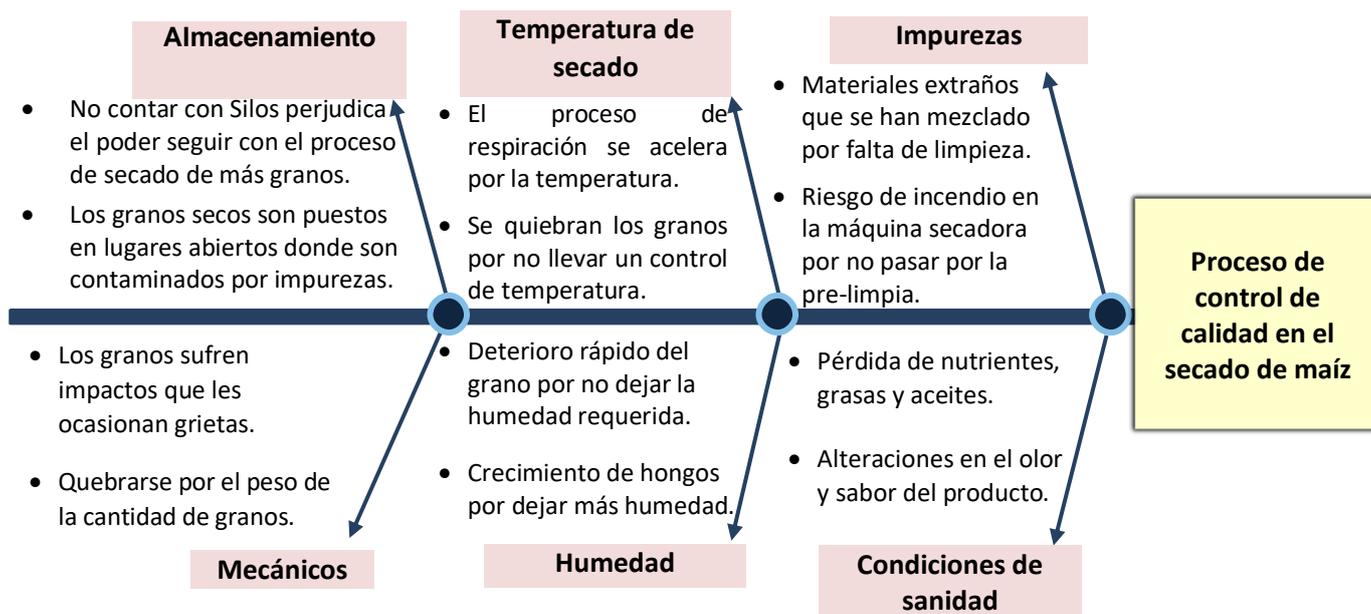
1.1.1.1. Diagnóstico

Se debe llevar un correcto secado de maíz teniendo conocimiento de las propiedades físicas del aire al momento de ser procesado, donde se debe monitorear dichos parámetros para la conservación del grano.

1.1.1.2. Pronóstico

Si no se analiza y se lleva a cabo un buen proceso de secado de maíz, originará el deterioro del grano de maíz y baja calidad, el cual es notorio por daños visuales como cuarteado o fisurado, daños económicos por el daño que recibe el grano y debe ser eliminado por las limpiadoras, entre otras y daños industriales como la degradación de las proteínas que aumentan su densidad, y aprisionan fuertemente a los gránulos de almidón.

Figura 1. Diagrama de Ishikawa del proceso de secado de maíz



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Los autores (2022)

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo la evaluación de las características y del control de calidad repercuten en la eficiencia del proceso?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las características de calidad en el proceso de secado de maíz?
- ¿Cómo establecer parámetros de control estadístico de calidad en el proceso de secado?
- ¿Cuál es la capacidad del proceso de secado?
- ¿Cómo se comparará la capacidad del proceso en función de la normativa NTE INEN 187:2005?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar las características de calidad en el proceso de secado de maíz en empresas comercializadoras de granos del cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar características de calidad del proceso de secado de maíz.
- Establecer parámetros de control de calidad en el proceso de secado mediante el control estadístico de proceso.
- Evaluar la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad Cp y Cpk.
- Comparar la capacidad del proceso en función de la normativa NTE INEN 187:2005.

1.3. Justificación

Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteínas, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes. Ante estas fortalezas y requerimientos, el sector agrícola principal productor del maíz no está recibiendo los réditos que esta ofrece ya que no dispone de infraestructura de secado directamente en el campo. El agricultor recoge su producción con humedades del grano dependiendo de la época hasta 30% - 32% de humedad y los lleva hasta los principales centros de comercio y en algunos casos directamente a la industria de balanceado, donde en ambos casos son descontados del precio oficial por tratarse de maíz húmedo. [4]

El secado de maíz es de gran importancia para aumentar su rendimiento siempre y cuando se lleven los correctivos necesarios y no llevar a una pérdida económica por su mal manejo de conservación. Se tiene como motivo principal que esta investigación se base a evaluar las características de calidad del secado de maíz para mejorar su producción de acuerdo con parámetros establecidos, llevando a cabo un correcto monitoreo y control en el sistema de muestreo, temperatura correcta y limpieza para plagas.

Es necesario tomar en cuenta la composición química para conocer su valor nutricional que no afecte la salud tanto de las personas como de los animales que consumen este producto que provienen del grano de maíz y entregar un secado de calidad al cliente para ser recomendados por varios futuros clientes. Hay que tomar en cuenta que cada factor que puede perjudicar la calidad del secado de maíz tanto como sanidad, temperatura, aire, actividad del agua, insectos, hongos, presencia de roedores, impurezas y daños mecánicos.

Por estos motivos proponemos esta Evaluación y control de las características de Calidad en el proceso del secado del maíz que se están llevando a cabo en los comerciales del cantón Quevedo, lo cual nos permitirá tener una visión más de cerca y poder fomentar a la mejora continua de estos comerciales, brindando así un producto de mejor calidad a sus clientes, y que estos comerciales tengan mayor prestigio y rentabilidad, puesto que si ofrecen al mercado granos de calidad, los clientes se van fidelizando además de atraer a nuevos potenciales clientes.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Maíz amarillo duro

El maíz amarillo duro en el Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario. [5]

Según el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos, INEC, año 2013, en el país hubieron sembradas 338.130 ha de maíz duro, de las cuales 133.876 ha se encuentran ubicadas de la provincia de Los Ríos, 70.007 ha en la provincia de Manabí, 49.903 ha en la provincia del Guayas y el resto en la provincia de Loja. Es importante destacar que alrededor del 90% de la siembra de maíz tiene lugar en la época lluviosa. [5]

2.1.2. Producción del Maíz amarillo duro

De este tipo de maíz, 361.347 hectáreas se producen, sobre todo, en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, donde se concentra el 75% del área total nacional, con un promedio de producción de 3,5 toneladas por hectárea. [1]

La provincia de Los Ríos cuenta con 156.565 hectáreas cultivadas. Precisamente Quevedo y cantones como Mocache, Ventanas y sus zonas de influencia lideran la producción de maíz duro. [1]

A escala nacional, un gran número de pequeños productores se benefician de esta actividad. Un factor determinante es la presencia de suelos fértiles combinados con niveles de precipitación y temperatura, aptos para el cultivo. [1]

Víctor Barrera, director Nacional de Investigaciones del INIAP, indicó que desde hace unos 30 años la entidad trabaja de la mano de institutos internacionales de investigación junto al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. [1]

“Eso avala –dijo- nuestra experiencia y conocimiento, que nos ha permitido generar nuevas variedades de maíz para la Costa y la Región Andina; además de dar a conocer las nuevas tecnologías aplicadas en el cultivo del maíz, las cuales ponemos al alcance de los agricultores, para que incidan positivamente en la economía de quienes están dedicados al cultivo de maíz en todo el país”. [1]

Para apoyar a este sector, el MAG ha implementado programas y proyectos específicos como el Plan Semilla, que se desarrolla desde 2014 y que ha sido fundamental para mejorar el rendimiento e incidir en un aumento de la productividad y, por ende, en una sustancial mejora en las condiciones de vida de los agricultores. [1]

Edison Egas, subsecretario de Agricultura, expresó que para el Ministerio de Agricultura y Ganadería “es muy importante poder articular experiencias internacionales para de esta manera obtener nuevos criterios en temas de manejo, mejoramiento genético, aplicación de nuevas tecnologías para adaptarlas a la realidad nacional y generar políticas públicas que realmente impulsen la eficiencia y productividad en el sector maicero del país”. [1]

2.1.3. Áreas maiceras del Ecuador

De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, alimentos balanceados para otros animales 6%, exportación a Colombia 25%, industrias de consumo humano 4%, el resto sirve para el autoconsumo y semilla. Además, Ecuador tiene la capacidad de exportar subproductos del maíz, tales como el grits y la sémola. Estos productos son utilizados para elaborar polenta, arepas y snacks. [2]

2.1.4. Responsabilidad por la calidad

La responsabilidad por la calidad comienza cuando Ventas determina las necesidades de calidad por parte del cliente, y continúa hasta que el producto es usado por un cliente satisfecho durante algún tiempo. [6]

2.1.5. Prevención durante el almacenamiento

El almacenamiento de los granos secos, por debajo de la humedad de recibo y a baja temperatura, son las principales herramientas para minimizar el desarrollo de hongos y la producción de micotoxinas en esta etapa. [7]

2.1.6. Prevención de hongos

El desarrollo de los hongos en granos de cereales puede ser controlado por medios físicos y químicos. Los ácidos prociónico y acético se usan para prevenir el desarrollo de los hongos en granos con alto contenido de humedad (20 a 35% b.h.). [8]

2.1.7. Fundamentos del secado

En la cámara de secado de una secadora se encuentran el aire caliente y seco (ej. 90°C y 3% de HR) con el grano frío y húmedo (ej. 25°C y 18%). [9]

2.1.8. Secado artificial de semilla

El secado artificial a altas temperaturas es un procedimiento para eliminar el exceso de humedad de las semillas; es más seguro que el secado natural, por ser menos dependiente de las condiciones climáticas, es más rápido y evita algunos daños. [10]

2.1.9. Proceso de inspección

Entre las decisiones más importantes en la aplicación de un programa de este tipo figuran las referentes a cómo medir las características de la calidad, qué tamaño de muestras recolectar y en qué etapas del proceso será conveniente realizar inspecciones. [11]

2.1.10. Definiciones referentes al maíz

Maíz en grano. Es el conjunto de granos procedentes de cualquier variedad o híbrido de la gramínea *Zea mays indentata* L. y/o *Zea mays indurata* L.

Grano dañado por insectos. Grano o pedazo de grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, deyecciones, etc.) debido a la acción de insectos.

Grano dañado por hongos. Grano o pedazo de grano que ha sufrido deterioro en su estructura debido a la acción de hongos.

Grano infectado. Grano o pedazo de grano que presenta la presencia de hongos (mohos o levaduras).

Grano Infestado. Maíz en grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

Grano dañado por el calor. Grano que ha sufrido deterioro en su estructura y presenta un color diferente al característico de la variedad o híbrido (ejemplo: exceso de calor, respiración excesiva, etc.).

Grano cristalizado. Grano que presenta fisuras en el endospermo, debido por ejemplo a cambios bruscos de temperatura y al excesivo manipuleo mecánico.

Grano defectuoso. Granos dañados por insectos o gusanos, granos manchados, infectados, descoloridos, germinados, afectados por las heladas o dañados materialmente de otra manera.

Grano quebrado (partido). Grano de maíz, con menos de 3/4 del tamaño característico de la variedad o híbrido.

Grano germinado. Grano en que resulta evidente el comienzo del proceso de germinación, por ejemplo, la rotura del tegumento a través del cual ha brotado o está por brotar el germen.

Impurezas. Todo material diferente al grano de maíz. Las impurezas o materias extrañas se dividen en: materias orgánicas extrañas que son componentes orgánicos que no sean granos de cereales comestibles (semillas extrañas, tallos, etc) y, las materias inorgánicas extrañas se definen como componentes inorgánicos (piedras, polvo, etc.).

Maíz en grano limpio para consumo. Aquel que contiene como máximo el 2% de impurezas.

Madurez comercial. Grano de maíz que ha cumplido su madurez fisiológica, que posee características adecuadas para el consumo y requeridas por el mercado.

Aflatoxina. Grupo de metabolitos altamente tóxicos producidos por algunas cepas de los hongos *Aspergillus spp*, así como también por otros hongos relacionados con el deterioro de los alimentos.

Plaguicida. Sustancia química o biológica, que se utiliza sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier otra forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general. Igualmente, cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se las use como defoliantes, desecantes o reguladores de crecimiento.

Suciedad. Son las impurezas de origen animal (incluidos insectos muertos).

Otras definiciones constan en la NTE INEN 2005. [12]

2.1.11. Silos y almacenes

Las instalaciones de almacenamiento pueden concebirse sobre la base de silos, o celdas independientes, de formas cilíndricas, poligonales o cuadradas, o bien naves polivalentes con trojes para la separación de las diferentes partidas de grano. [13]

2.1.12. Mediciones de la calidad

Para detectar las mediciones anormales del producto, los inspectores deben tener la capacidad necesaria para medir los rasgos característicos de la calidad. La calidad puede evaluarse en dos formas. [14]

2.1.13. Gráfico de control

Para que tenga sentido la aplicación de los gráficos de control, el proceso ha de tener una estabilidad suficiente que, aun siendo aleatorio, permita un cierto grado de predicción. En general, un proceso caótico no es previsible y no puede ser controlado. [15]

2.1.14. Capacidad de procesos

Una necesidad muy frecuente en los procesos consiste en evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad, para así compararla con sus especificaciones de diseño. La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas. [16]

2.1.15. Cartas De Control

No distinguir entre los tipos de variabilidad conduce a cometer dos errores en la actuación de los procesos. Se puede evitar uno u otro, pero no ambos. No es posible reducir a cero ambos errores. Lo mejor es tratar de cometer rara vez a ambos, y para ello, el doctor Walter Shewhart ideó las cartas de control en el año 1924. [17]

2.1.16. Control Estadístico del Proceso

En primer lugar, podemos decir que los objetivos principales del CEP son los siguientes:

- 1) Minimizar la producción defectuosa.
- 2) Mantener una actitud de mejora continua del proceso.
- 3) Comparar la producción respecto a las especificaciones.

Para poder llevar a cabo estos objetivos hay que tener en cuenta, como diría Bill Hunter, que todo proceso genera un producto, pero además genera información. Información que se puede obtener tomando datos numéricos de las características de los productos que salen del proceso y tratándola adecuadamente. La información permite “escuchar” el proceso y poder llevar a cabo los objetivos anteriormente citados. [18]

2.1.17. Gráficos De Medias y De Rangos

Estos gráficos son importantes para el análisis ya que, en los gráficos de Medias, se puede observar cambios en la media, y a su vez la variabilidad del proceso. Por otro lado, en los gráficos de Rangos, (o de desviaciones), también se detectan cambios en la variabilidad del proceso. [19]

2.1.18. Tipos De Gráficos De Control

Los gráficos de control se pueden clasificar en:

- 1) Gráficos de Control por Variables.
- 2) Gráficos de Control por Atributos.
- 3) Gráficos de Control por Número de Defectos.

2.1.18.1. Beneficios de las Gráficas de Control

- Son herramientas simples y efectivas para lograr un control estadístico.
- El operario puede llevar el seguimiento en su propia área de trabajo.
- Expresan información confiable a la gente cercana a la operación sobre cuando debieran tomarse ciertas acciones y cuando no debieran tomarse.
- Se puede predecir el desempeño respecto a las especificaciones cuando un proceso está en control estadístico ya que se puede contar con datos consistentes.
- Una vez que un proceso se encuentra en control estadístico, a través de los datos de las gráficas de control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema reduciendo la variación. A Estas mejoras en el proceso deberán: [20]
 - ✓ Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes (mejoras en la calidad).
 - ✓ Disminuir los productos que necesiten bajarse o desecharse (mejoras en el costo por unidad bien producida)
 - ✓ Incrementar la cantidad total de productos aceptados a través del proceso (mejoras efectivas de la habilidad) [20]

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Requisitos de los granos de maíz

2.2.1.1. Requisitos específicos

- El maíz en grano debe ser inocuo y apropiado para consumo humano.
- El maíz en grano debe estar exento de sabores y olores extraños y de insectos vivos
- No debe presentar infestación.
- El maíz en grano debe estar exento de suciedad en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.
- Se permite como máximo el 5% de granos de otros colores, cuando se trate de maíz molido amarillo o de otros colores; en tanto que, para el caso de maíz molido blanco, no se aceptará más de 2% de maíz de otros colores. [12]

2.2.1.2. Requisitos físicos

El maíz en grano debe cumplir con los requisitos indicados en la siguiente tabla

Tabla 1. Requisitos físicos del grano.

Grado	Granos quebrados % Máximo m/m	Granos cristalizados % Máximo m/m
1	Hasta 2	Menor que 5
2	> 2 a 5	5
3	> 5 a 7	6
4	> 7 a 10	7

NOTA: Según esta clasificación, el maíz en grano grado 4 no cumple los requisitos de granos quebrados (defectuosos) de esta norma.

Fuente: NTE INEN 187:2005

Elaborado por: Los autores

Tabla 2. Requisitos del grano.

REQUISITO	VALORES	
	Mínimo	Máximo
Humedad, %(m/m)	-	13.0%
Materias orgánicas extrañas, %(m/m)	-	1.5%
Materias inorgánicas extrañas, %(m/m)	-	0.5%
Suciedad, %(m/m)	-	0.1%
Granos defectuosos (dentro del que se encuentran los granos infectados) %(m/m)	-	7%
Granos infectados, %(m/m)	-	0.5%
Otros granos	-	2.0%

NOTA: Además, debe estar exento de las siguientes semillas tóxicas o nocivas que, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana: la crotalaria (*Crotalaria spp*), la neguilla (*Agrostemma githago L.*), el ricino (*Ricinus communis L.*), el estramonio (*Datura spp.*) y otras semillas, son comúnmente reconocidas como nocivas para la salud.

Fuente: NTE INEN 187:2005

Elaborado por: Los autores

2.2.2. Definición de Calidad

Cuando pensamos en el término calidad, imaginamos un producto o servicio, que cumple o rebasa nuestras expectativas que tenemos sobre aquello. Estas expectativas se basan en el uso que se pretende dar y en el precio de venta. Y cuando un producto sobrepasa nuestras expectativas, a eso lo consideramos calidad. Entonces podemos decir que, la calidad es algo intangible que se basa en la percepción. [21]

2.2.3. Importancia de la calidad

De forma particular, una empresa se ve afectada por la Calidad de cuatro formas:

1) Costos y participación del mercado: al mejorar la calidad llevan a la empresa a una mejor posición en el mercado, además de ahorros en los costos porque ayuda a disminuir fallas en la producción, reprocesos y garantías por devoluciones. [22]

2) Prestigio de la Organización: a través de la percepción de los clientes por los productos de excelente calidad, así como por las prácticas de los empleados y relaciones con los proveedores, la empresa ganará reconocimiento en su entorno. [22]

3) Responsabilidad por los productos: las empresas que producen y brindan productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten del uso del mismo. Esto trae consigo gastos legales, costosos arreglos o pérdidas y una publicidad que no impide el fracaso de la empresa. [22]

4) Implicaciones internacionales: en este momento de globalización, la calidad es un asunto internacional. Tanto para una compañía como para un país.

En la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben cumplir con las expectativas de calidad y precio. [22]

En la Calidad hay que diferenciar tres tipos de actividades diferentes:

- Mantenimiento
- Mejora continua
- Innovación

2.2.3.1. Mantenimiento

Son todas las acciones destinadas al mantenimiento que tienden a salvaguardar los estándares tecnológicos, de gestión y de operación. [23]

Mantenimiento = Estandarizar + Control

Cuando se empieza con un programa para la mejora de la calidad, es necesario que se estandarice el cómo operar y se cerciure de que todo el personal trabaje según dichos

estándares. Estos estándares, deben estar redactados de forma clara y deben ser expuestos al personal para su comprensión, con el fin de conseguir un trabajo correcto y eficiente. [23]

2.2.3.2. Mejora Continua

Se define como todas las actividades o acciones que se toman en pro de buscar una mejora constante basado en los estándares actualizados. Se le denomina Kaizen en Japón.” [23]

Existe una frase que dice: todo proceso u operación además de producto físico, genera información suficiente para mejorarlo. Esta afirmación tiene una validez muy importante, ya que, si en una empresa un estándar está en vigor más de seis meses sin haber sufrido cambios, quiere decir que el estándar no es seguido por nadie dentro de la organización de dicha compañía. [23]

Existe una herramienta mediante la cual se realiza la mejora constante, el Ciclo (Plan, Do, Check, Action), lo que en español es: Planificar, Implementar, Verificar y Actuar. La mejora en los estándares operativos debe pasar por actividades de mantenimiento, porque de lo contrario, los efectos beneficiosos de la mejora desaparecerían inmediatamente. [23]

2.2.3.3. Innovación

Se define como todas las actividades sistemáticas a fin de la creación de nuevos productos y servicios con funciones, operatividad, coste, entre otros, que nunca se han experimentado antes. [23]

Las organizaciones deberían aumentar los activos intangibles que están formados por metodologías y herramientas, que ayudan de una mejor manera a utilizar la creatividad y los conocimientos de todo el personal para crear nuevos productos que logren cubrir las necesidades y expectativas de potenciales clientes. [23]

2.2.4. Software Minitab

MINITAB es un software estadístico dirigido a todo tipo de organizaciones que permite analizar datos complejos y resolver problemas en el proceso de producción. [24]

Este software dispone de multitud de opciones precisas y muy intuitivas que permiten a numerosas empresas de todo el mundo controlar y mejorar los resultados de sus procesos de producción, permitiendo visualizar los resultados obtenidos mediante gráficos, tablas, diagramas, histogramas, pruebas de hipótesis..., básicamente, MINITAB permite hacer un uso adecuado de la información, es por ello por lo que se utiliza muy habitualmente en el control de Calidad. [24]

El programa fue desarrollado en la Universidad del Estado de Pensilvania por los investigadores Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr. y Brian L. Joiner en el año 1972. [24]

2.2.4.1. Funciones del Minitab

Minitab es un paquete que incluye todos los análisis estadísticos necesarios para la aplicación de la Estadística General, por ello es utilizado en sectores de todo tipo. [24]

Entre sus funciones incluye:

- Estadística básica y avanzada MINITAB
- Contrastes de hipótesis
- Regresión Lineal y no lineal
- ANOVA
- Control Estadístico de Procesos SPC
- DOE – Análisis de Varianza y Diseño de Experimentos
- Análisis de los Sistemas de Medida MSA - R&R

Cabe destacar que este software es muy utilizado también en el desarrollo de proyectos de mejora Seis Sigma. [24]

2.2.5. Estudios De Capacidad

La aptitud para producir artículos de acuerdo con las especificaciones se puede interpretar como la capacidad de una máquina o de un proceso. Es decir que la máquina o el proceso pueda cumplir con los límites de tolerancia. [19]

Un análisis de capacidad, usualmente se lo realiza cuando se necesita estudiar un nuevo proceso, cuando alguna de las partes principales del proceso se ha reformado, cuando se ha tenido que cambiar de lugar una o más máquinas, al momento de un reajuste en el funcionamiento de las máquinas, cuando los gráficos de control muestran cierto desequilibrio en el proceso, entre otros. [19]

2.2.5.1. Índices De Capacidad En El Control Estadístico De Calidad

El constante uso de índices es frecuente en cualquier contexto, pero donde existe gran relevancia es dentro del control estadístico de proceso: los populares índices de capacidad. El índice de la capacidad de un proceso (PCR) es un valor numérico que permite conocer si un proceso es capaz o no. [25]

En particular, si la hipótesis de normalidad es vulnerada, será muy difícil o casi imposible obtener expresiones cerradas para la distribución de probabilidad del estimador de la PCR. Es decir que en muchos casos no es posible obtener intervalos de confianza exactos para las estimaciones de la capacidad del proceso. Por lo que, las estimaciones de capacidad estarían lejos de los verdaderos parámetros de interés, lo que llevaría a los fabricantes tomar decisiones erradas sobre la calidad de su producto. [25]

2.2.6. Causas Comunes y Asignables De La Variación

Las causas comunes de la variación: se las conoce también como causas aleatorias o incontrolables, las mismas que ocurren aleatoriamente y son inherentes a todos los procesos. [26]

Las causas asignables de la variación: se las conoce como causas especiales, estas son el resultado de fuerzas externas, es decir, de fuerzas ajenas al sistema. Cuando se detectan estas causas hay que tomar medidas de corrección para erradicarlas del proceso. De lo contrario, aumentará la variación y la calidad se verá mayormente afectada. [26]

2.2.7. Proceso estable

Se dice que un proceso es estable, o que está controlado si se erradican todas las causas asignables; por lo tanto, la variación sólo se deberá a causas comunes. [26]

2.2.8. Capacidad de un proceso

Para analizar la capacidad de un proceso es necesario del uso de gráficos de control, ayudados por límites de control, a fin de conocer si un proceso está bajo control, es decir, si su funcionamiento es estable. [26]

Los autores del libro *Estadística para administración y economía* explican que: “Sin embargo, esta información es insuficiente para saber si el proceso está cumpliendo como es debido las normas para las que se diseñó. Al fin y al cabo, un funcionamiento sistemático podría ser sistemáticamente mediocre o incluso sistemáticamente malo. Antes de seguir con un programa de control de calidad o de mejora de la calidad, es importante averiguar si el proceso de producción funciona de acuerdo con las especificaciones exigidas. [26]

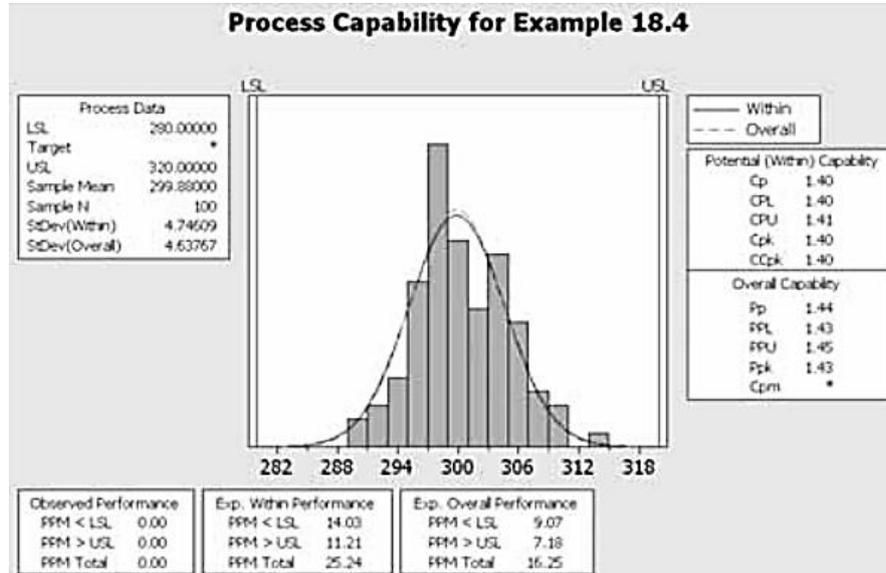
Si un proceso está actualmente bajo control, ¿es capaz de cumplir estas especificaciones? Esta valoración se hace basándose en los datos generados por un proceso que parece que está bajo control. Por lo tanto, si los datos muestrales contienen observaciones extremas debidas a causas asignables, estos problemas deben corregirse antes de evaluar la capacidad del proceso. [26]

Más en serio, cuando parece que las cosas han ido mal en el periodo de observación puede que sea necesario que los ingenieros tomen medidas. Sólo cuando se ha establecido un método de control, es posible evaluar la capacidad del proceso.” [26]

El índice de capacidad y el índice Cpk, son medidas más formales de la capacidad de un proceso, en las empresas que se dedican a mejorar procesos, los empleados deben conocer estas medidas de la capacidad de un proceso y así comprender su importancia. [26]

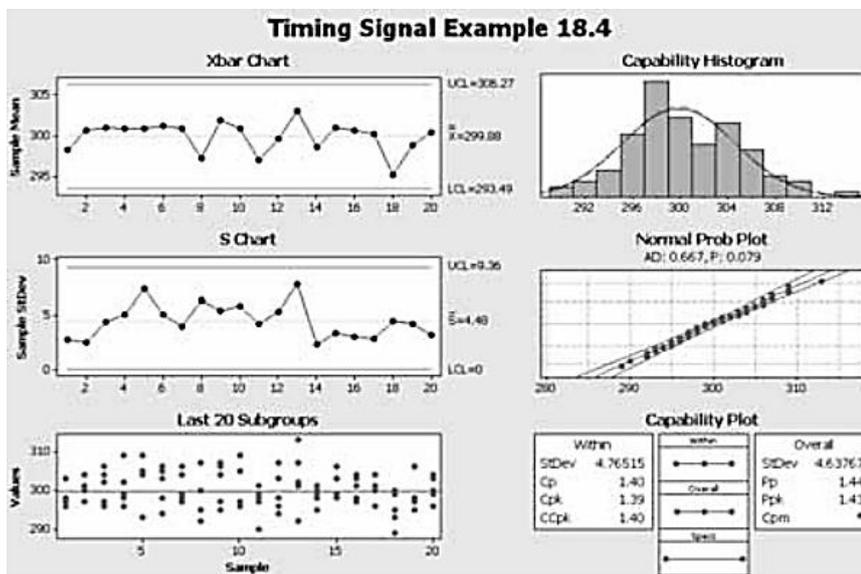
En el libro *Estadística para administración y economía*, los autores indican y explican gráficos de control obtenidos en Minitab, que se presentan a continuación:

Figura 2. Capacidad de proceso.



Fuente: Paul Newbold, William L. Carlson y Betty M. Thorne, 2018

Figura 3. Capacidad Sixpack.



Fuente: Paul Newbold, William L. Carlson y Betty M. Thorne, 2018

Las Figuras 18.5 y 18.6 son salidas Minitab que dan los valores tanto de Cp como de Cpk del ejemplo 18.4. En la Figura 18.6 vemos, además de los valores de los índices

de capacidad, tanto el gráfico \bar{X} como el gráfico s , un gráfico de los 20 últimos subgrupos, el histograma de la capacidad y el gráfico de probabilidad normal. [26]

Una vez evaluada la capacidad del proceso, éste es capaz de satisfacer las especificaciones o las normas o no lo es. Supongamos que observamos que el proceso no es capaz de satisfacer las especificaciones. [26]

Este tipo de problema debe comunicarse a la dirección para que lo analice a fondo y lo corrija. No es un problema para los trabajadores de la planta, que pueden ser capaces de señalar el problema, pero que es improbable que puedan resolverlo. Puede que el equipo de capital no sea adecuado para hacer ese trabajo, posiblemente porque se ha deteriorado. Puede que las normas de funcionamiento que se han fijado sean excesiva e innecesariamente optimistas. Cualquiera que sea la razón, no es muy útil continuar manteniendo el proceso y analizándolo en su estado actual. [26]

Se debe controlar el proceso de producción periódicamente y se debe trazar gráficos de calidad. De vez en cuando hay que volver a calcular los límites de control de estos gráficos. También debe comprobarse periódicamente la capacidad del proceso. El control de calidad no es sólo un mecanismo para detectar los problemas, aunque es valioso, para dicho fin. [26]

El verdadero objetivo de realizar un control de calidad es la mejora continua de la calidad, en el cual se logra una reducción de la tolerancia natural del proceso. Estas mejoras se consiguen haciendo conciencia sobre la importancia de la calidad y comprendiéndolas mejor cuando los trabajadores participan en la toma e interpretación de datos para los análisis del control de calidad. [26]

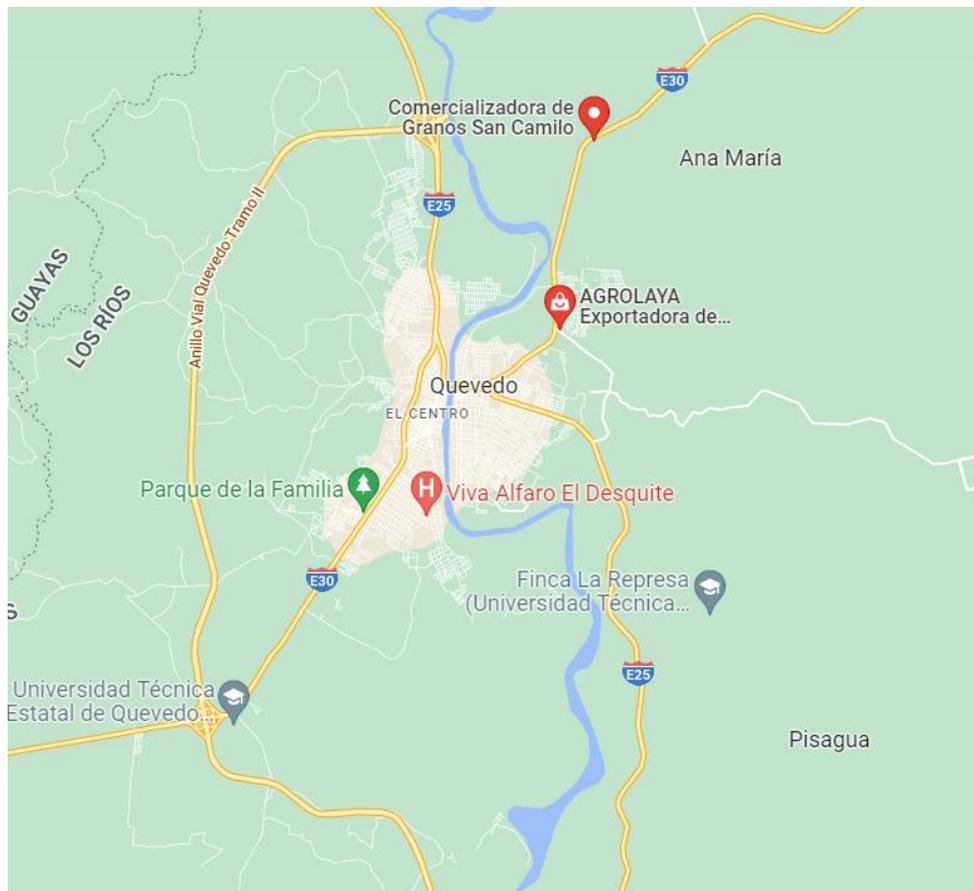
CAPÍTULO III
MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El desarrollo del proyecto investigativo se llevó a cabo en el cantón Quevedo, ya que, esta ubicada en la provincia que más participación tiene en áreas maiceras y secados de maíz, La provincia de Los Ríos consta con un 33% de participación provincial siendo el cantón Quevedo uno de los principales partícipes.

3.1.1. Información geográfica del cantón Quevedo.

Figura 4. Información geográfica del cantón Quevedo.



Fuente: Google maps-Quevedo

País: Ecuador

Región: Costa

Provincia: Los Ríos

Latitud: -1.024411

Longitud: -79.466092

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación bibliográfica

Se aplicó este tipo de investigación para recopilar información bibliográfica, las mismas que provienen de proyectos de tesis, páginas del internet, revistas, indagaciones, documentos y libros, relacionados con el tema investigación propuesto, con la finalidad de analizar y hallar conclusiones que ayuden a llevar a cabo la realización de los objetivos del proyecto.

3.2.2. Investigación descriptiva no experimental

A través de esta metodología de tipo descriptiva no experimental se observó el proceso de secado del grano de maíz, los principales parámetros de calidad, la limpieza del grano en la pre-limpia y limpiadora, control de temperatura según su humedad y fumigación en los silos de almacenamiento.

3.2.3. Investigación cuantitativa

Por medio de esta investigación se tomaron datos para cumplir con los objetivos 2 y 3 para establecer parámetros de control de calidad en el proceso de secado (Control estadístico de proceso) y evaluar la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad real del proceso C_p y C_{pk} .

3.3. Métodos de investigación

Se aplicó para llevar a cabo la búsqueda de información para la resolución del proyecto, con el uso de los diferentes métodos de investigación, que son los siguientes:

3.3.1. Método inductivo

Mediante la aplicación de este método se obtuvo la información necesaria para fundamentar el proyecto de manera teórica lo que permite analizar las propiedades en general del maíz y

los trabajos que implica el proceso de secado, determinar la importancia, así también se podrá evaluar las características y controlar la calidad del secado del maíz.

3.3.2. Método analítico

Se aplicó el método analítico para estudiar de forma individual cada uno de los parámetros de calidad del secado de maíz y cumplir con los objetivos del presente proyecto.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Para este proyecto se usó ciertas técnicas que se utilizó para la recolección de información, se aplicó fuentes de investigación tanto primarias como secundarias:

3.4.1. Fuentes Primarias

3.4.1.1. Entrevista

Mediante la aplicación de esta técnica de investigación se tuvo contacto con el personal de empresas tales como: AGRIPAC, Casa Comercial Briones y la Granja que está directo en la producción, además del personal encargado de esta área, para luego así procesar y analizar mediante herramientas estos datos.

3.4.1.2. Observación

A través de esta técnica, se tomó datos de primera instancia, pues, mediante la observación logramos tener nuestra propia perspectiva del proceso del secado del maíz y las maquinarias que intervienen en este trabajo, lo que podremos plasmar en flujogramas para tener una mejor comprensión de los problemas de calidad que afectan al grano durante el secado.

3.4.2. Fuentes secundarias

3.4.2.1. Libros

Esta fuente de información es muy importante para desarrollar el proyecto pues, podemos obtener datos históricos, además de información veraz.

3.4.2.2. Páginas Web

Para llevar a cabo el marco teórico también se compiló información originaria de sitios web para definir temas relevantes para el desarrollo del proyecto de investigación.

3.4.2.3. Documentos

Los documentos con temas similares al nuestro proyecto de investigación son de gran ayuda pues, nos dan una idea de qué pasos seguir para poder desarrollar nuestros objetivos, además de que nos proporcionan valiosa información para el desarrollo del proyecto.

3.5. Diseño de la investigación.

3.5.1. Descriptivo

Se llevo a cabo el análisis por medio de la observación de plantas comercializadoras de maíz para la solidez de recopilación de datos en el presente proyecto de investigación.

3.6. Instrumentos de investigación.

Para realizar el proceso investigativo se utilizó instrumentos para recoger información del problema y proceso tales como:

- Dispositivos electrónicos
- Documentación

3.7. Tratamiento de los datos.

La elaboración de la evaluación de los parámetros y control de calidad del secado de maíz se lo realizo por medio del software Minitab, Visio y Excel, donde realizó graficas de control, métodos estadísticos y herramientas de calidad.

3.8. Recursos humanos y materiales

Se tomaron los siguientes recursos para llevar a cabo el proyecto de investigación:

3.8.1. Recursos Humanos

- Investigadores del proyecto.
- Director del proyecto de investigación.
- Gerentes y propietarios de las empresas visitadas.

3.8.2. Recursos materiales

- Libros o textos de consultas.
- Lapiceros.
- Cuadernos.
- Hojas de papel Bond A4 75gr.
- Calculadora.
- Computadoras, celulares.
- Internet.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificar características de calidad del proceso de secado de maíz.

Es importante mencionar que las características de calidad del maíz duro, se encuentran normadas en la Norma INEN “NTE INEN 187:2005 Tercera revisión” indica que el maíz debe poseer ciertas características al momento de ser receptado en los centros de acopio, ya que estas mismas influyen en la calidad del producto final luego de ser sometidos al proceso de secado; sin embargo, surge la necesidad de identificar qué rasgos son los más importantes al momento de la recepción del producto, siendo el porcentaje de humedad y grado de impurezas las que mayor influencia tienen al momento del secado.

Entre las características complementarias a humedad e impurezas, que influyen en la decisión de recepción del producto, se tienen las siguientes:

4.1.1. Problemas del grano de maíz

- 1. Granos deteriorados por insectos u hongos:** Estos granos son aquellos que han padecido daños en su estructura como perforaciones, picadas debido a la acción de estos. Los insectos son portadores de hongos por lo que debilita la semilla.

Figura 5. Granos deteriorados por insectos u hongos.



Fuente: Grupo Asis, 2020

2. **Grano quebrado o partido:** El grano de maíz se quiebra o se parte por exceso de temperatura y al momento de pasar por las bandas transportadoras. La norma INEN indica que se consideran así el tipo de grano que se presente con menos de 3/4 partes en cualquier variedad de maíz.

Figura 6. Grano quebrado o partido.



Fuente: Investigación de campo

3. **Grano Infestado:** Hace referencia al maíz en grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

Figura 7. Grano Infestado.



Fuente: RAGSCORP, 2019

4. **Grano Infectado:** Hace referencia al maíz en grano que muestra presencia de hongos (mohos o levaduras).

Figura 8. Grano infectado.



Fuente: Proain Tecnología Agrícola, 2020

5. **Grano cristalizado:** Es el grano que presenta fisuras en el endospermo, debido a cambios bruscos de temperatura y por la manipulación mecánica excesiva.

Figura 9. Grano cristalizado.



Fuente: Proain Tecnología Agrícola, 2020

6. **Grano germinado:** Se denomina así al grano en el que resulta evidente el inicio del proceso de germinación o brote del grano.

Figura 10. Grano Germinado.



Fuente: Universidad de Cuenca, 2017

Autores: Cristina Mabel Contreras Molina y María Angélica Astudillo Pillaga,

Dentro de la normativa “*NTE INEN 187:2005, Tercera Revisión*” indica que el maíz se puede clasificar en grados de acuerdo a las condiciones que se especifican, es así como el grado 1 indica que los granos de maíz cumplen o está dentro de las características físicas más óptimas, y por otra parte el grado 4 indica que el maíz no cumple o está muy por lo superior de lo permitido por la Norma. Conforme se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3. Clasificación por Grados del maíz según características físicas.

Grado	Granos Quebrados % Máximo m/m	Granos Cristalizados % Máximo m/m
1	Hasta 2	Menor que 5
2	> 2 a 5	5
3	>5 a 7	6
4	>7 a 10	7

Fuente: *NTE INEN 187:2005*

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.2. Humedad antes de ser secado el maíz

Al momento de ser entregado el maíz se debe revisar su grado de humedad, ya que, es una de las etapas que mayor cantidad de recursos energéticos demanda, en función de este parámetro se determinó el tiempo a emplear en el secado de maíz sea con un equipo en régimen estacionario o de flujo continuo.

Para la medición del grado de humedad se emplea el equipo denominado Medidor de granos cuya resolución es del 0,1% y termómetro de 0° a 100 °C (con precisión de $\pm 0,3$ °C).

Figura 11. Medidor de humedad de granos.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.3. Impurezas del grano de maíz

Para poder conservar el grano debe de tener un 1% de impurezas para ser almacenado. Las impurezas son todo material diferente al grano de maíz. Estas pueden ser materias orgánicas extrañas que no sean granos de cereales comestibles y, las materias inorgánicas extrañas se puntualizan como componentes inorgánicos.

Figura 12. Impurezas del grano de maíz.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.4. Características de calidad

De acuerdo con la norma NTE INEN 187:2005 el maíz duro, luego se pasar por el proceso de secado, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 4. Tabla de requisitos en la recepción del maíz en grano.

REQUISITOS	% MÍNIMO m/m	% MÁXIMO m/m	MÉTODO DE ENSAYO
HUMEDAD	13	30	NTE INEN 1 513
IMPUREZAS		10	NTE INEN 1 236
QUEBRADOS		5	NTE INEN 1 236
DAÑADOS			NTE INEN 1 236
Calor		2.0	
Hongos		2.0	
Insectos		2.0	
Otras causas		1.5	

Fuente: NTE INEN 187:2005

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.5. Requisitos específicos

La norma “NTE INEN 187:2005, Tercera Revisión”, indica que:

- El maíz en grano debe estar apto para el consumo humano.
- Debe estar libre de sabores y olores extraños, así como de insectos vivos.
- No debe presentar infestación.
- Debe estar libre de suciedad en cantidades que representen un peligro para la salud humana.

4.1.6. Requisitos físicos del secado de maíz.

En cuanto a los requisitos físicos en la siguiente tabla se especifican los parámetros que se deben cumplir según lo estipulado en la norma, referente a la etapa del secado de maíz:

Tabla 5. Requisitos físicos en el proceso del secado de maíz.

REQUISITO	VALORES	
	Mínimo	Máximo
Humedad % (m/m)	-	13.0%
Materias orgánicas extrañas % (m/m)	-	1.5%
Materias inorgánicas extrañas % (m/m)	-	0.5%
Suciedad % (m/m)	-	0.1%
Granos defectuosos (dentro del que se encuentran los granos) % (m/m)	-	7%
Granos infectados % (m/m)	-	0.5%
Otros granos	-	2.0%

Fuente: NTE INEN 187:2005

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.7. Proceso de secado de maíz duro

Según, la “*Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Maíz Duro*” en el **Artículo 27.- DEL SECADO** indica ciertas características que debe poseer el grano de maíz en la etapa del secado, tales como que: “*El grano debe secarse a no más allá del 13% de humedad, para garantizar su adecuada conservación en almacenamiento. Es más económico, eficiente y rápido el proceso de secado con secadoras mecánicas de flujo continuo como: túnel con aire caliente o silos secadores, los mismos que para su funcionamiento pueden usar fuentes de energía renovable.*” [27]

Así mismo, en el **Artículo 28.- DE LA CALIDAD DEL GRANO PARA EL ALMACENAMIENTO** se recomienda: “*No almacenar grano con mayor contenido de humedad, puesto que el grano respira más aceleradamente produciendo calor y puede llegar a deteriorarse rápidamente, llegando inclusive a producir aflatoxinas, hongos y puede volverse más susceptible al ataque de plagas de granos almacenados.*” [27]

4.1.8. Descripción del proceso de secado de maíz

A continuación, se presenta el proceso descrito del secado de maíz y sus diferentes etapas:

4.1.8.1. Recepción de la materia prima

Empieza el proceso de secado desde que llega el camión con las toneladas de granos de maíz para ser pesado por la báscula.

Figura 13. *Recepción de la materia prima.*



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.8.2. Muestreo para pruebas al inicio de la carga

El muestreo se realiza de acuerdo a los siguientes requisitos de peso:

Tabla 6. Toma de muestras según el peso.

Peso en toneladas	No de Muestras
≤ 15	5
De 15 a 30	8
De 30 a 50	11

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.8.3. Descarga en área de almacenamiento inicial

El grano a ser procesado debe cumplir con los requisitos de recepción de la **Tabla 5**. Si se cumplen estos requisitos se procede a descargar el grano, de lo contrario, se rechaza la carga del grano.

Figura 14. Descarga en área de almacenamiento inicial.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.8.4. Etapa de pre limpia del producto

Antes de empezar el proceso de secado de maíz se debe de pasar por la pre-limpia para ayudar a eliminar las impurezas, ayudando a quitar todo desecho para un mejor almacenamiento.

Figura 15. Pre-limpia de granos



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.8.5. Secado del maíz

En el proceso de secado de maíz se debe llevar inspecciones de 15 a 30 minutos para saber los grados de humedad con un hume dímetro hasta que el grano llegue a las 13%.

Figura 16. Secadora del maíz



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.8.6. Almacenamiento del producto final

Una vez que el grano seco cumpla con las características de la **tabla 7** puede ser almacenado con un control de plagas y fumigación de insectos para conservar el almacenamiento del grano.

Figura 17. Silos de almacenamiento.



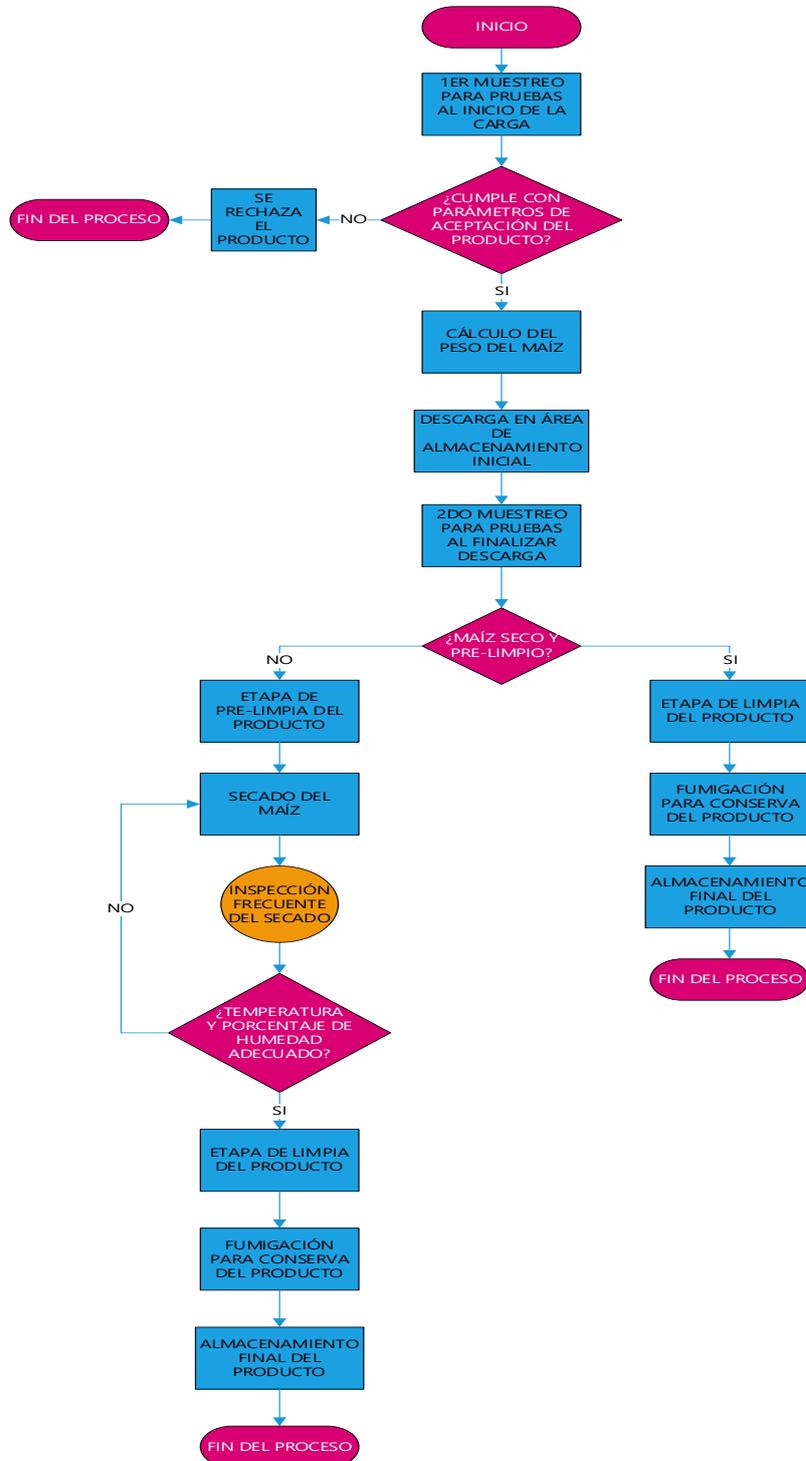
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.1.9. Diagrama de flujo del proceso de secado de maíz

A continuación, se presenta un diagrama de flujo del proceso de secado en función del cumplimiento de la normativa:

Figura 18. Diagrama de flujo de Proceso.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

En las visitas a las casas comerciales como se las denomina a las empresas que ofrecen el servicio de secado de maíz, permitió verificar el proceso de secado y el tipo de tecnología empleada en cada una de ellas, lo cual permitió obtener los datos necesarios para el análisis de las características y requisitos de calidad del producto.

4.1.10. Pre-Limpia de granos

4.1.10.1. Limpieza de granos

El maíz amarillo duro antes y después de su proceso de secado contiene impurezas por lo que para la conservación del grano durante el almacenamiento perjudicándolo ya que normalmente son higroscópicos y conllevan humedecer el grano dentro del silo o almacén y desarrollo de insectos y microorganismos

Existen dos métodos para determinar el contenido de impurezas las cuales son:

- **Método manual**

Separa las impurezas por medio de cernidores o zarandas manuales, por lo general son dos cernideros, el primero debe ser de un tamaño que permita dar paso del grano y no deje pasar impurezas mayores y los orificios del segundo deben retener los granos y deben dejar pasar las impurezas menores.

- **Método mecánico**

El método mecánico para la determinación de impurezas consiste en pasar una muestra del producto por una pequeña máquina de limpieza. Esta máquina separa las impurezas más livianas utilizando una corriente de aire y usa un juego de zarandas para retirar las más pesadas. Por tratarse de un método mecánico, evita los errores que puedan ser cometidos por el operador y realiza una mejor separación de las impurezas del producto.

4.1.11. Fisuras en el grano de maíz

Existe gran cantidad de granos con fisuras o quebrados por lo que al pasar por la maquina limpiadora, pierden gran cantidad de producto. Con esto se llevó a cabo 3 métodos importantes para evitarlas como lo son: [28]

Tabla 7. Métodos para evitar las fisuras en el grano de maíz.

Limitar la tasa de secado	Secar el grano a baja temperatura en silo	Implementar un proceso de secado y aireación
Se debe respetar una tasa de extracción de humedad de menor a 3 puntos porcentuales de humedad por hora.	Nunca se cruza la línea de transición hacia la zona gomosa	El grano se seca hasta una humedad entre 1 a 1,5% superior a la definitiva
Limita la formación de gradientes de humedad internos	No se producen tensiones internas.	Evita la formación de zonas con endospermas en diferente estado
Si se necesita bajar más puntos de humedad el secado deberá hacerse en dos tandas sucesivas	Ofrece una capacidad de secado muy inferior a la necesidad de las plantas	el enfriado es lento, por lo que permite que las tensiones que se producen durante el enfriado al pasar de estado gomoso a vítreo no sean muy importantes.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.2. Establecer parámetros de control de calidad en el proceso de secado mediante el control estadístico de proceso

La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos, por lo tanto, la calidad es la relación entre dos variables:

Características (especificaciones) del producto o servicio.

Requisitos (requerimientos o necesidades) del cliente.

Bajo esta premisa el secado tiene como objetivo principal del secado es reducir la humedad de cosecha de granos y semillas hasta la Humedad de Almacenamiento Seguro, para lograr una adecuada conservación. Tomando en cuenta que las Industrias, principalmente alimenticias, demandan de este producto (maíz) de forma continua por lo que el almacenamiento de la materia prima (maíz) juega un papel importante en sus procesos productivos.

El secado permite reducir la humedad de cosecha de los granos hasta el nivel establecido en las normas de comercialización (humedad de recibo).

Adicionalmente se debe recalcar, que en la Provincia de Los Ríos la cosecha de maíz duro, ocurre en dos fechas marcadas en el año, mayo – junio y septiembre – noviembre, por lo que se debe garantizar el abastecimiento para todo el año, siendo aquí el secado adecuado el factor preponderante a tomar en consideración.

En la actualidad, existen diferentes sistemas de secado de granos que se clasifican como sistemas de secado de baja, media y alta temperatura, en función de la temperatura a la que llega el grano durante el proceso de secado.

En la zona de estudio se emplean sistemas de secado estacionario y secadoras de columna de flujo cruzado.

Figura 19. Secado Estacionario.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

Figura 20. Secadoras de columna de flujo cruzado.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

Tabla 8. *Temperatura de secadoras.*

Media	Silo/secadora	43 °C granos para semillas o consumo humano
Temperatura		60 °C para granos con destino industrial
Alta temperatura	Secadora	Mayor a 60 °C

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Cada uno de estos sistemas presenta ventajas y desventajas, relacionadas con la calidad final del grano y el rendimiento del proceso de secado. En líneas generales, cuanto mayor es la temperatura de secado, mayor será el rendimiento de la secadora; sin embargo, mayor será también la temperatura que alcanza el grano, la tasa de secado y el riesgo de afectar la calidad.

La humedad del grano juega un papel importante al momento del secado, ya que se ésta depende la calidad final del producto, razón por la cual nos enfocaremos en este parámetro y en los valores mínimos establecidos según norma luego del secado.

4.2.1. Control estadístico de humedad del grano antes del secado

Se realizaron 5 muestras de 20 camiones con un peso menor o igual a 15 toneladas con granos de maíz, teniendo los siguientes datos de humedad en porcentaje (%):

Tabla 9. *Humedad de los 20 camiones antes del secado.*

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5
14,5	37,5	36	34,56	36	35
14,3	32,5	33	33,5	34	32
13,5	29,2	30	27,53	28,34	29,5
14,75	26,3	25,54	25,2	26,1	24,96
12,8	29,4	28,7	28,2	29,1	28,9
14,1	26,5	25,4	26,3	26,1	25,8
12,3	20,4	20,9	21,2	21,4	20,3
13,8	32,4	33,2	32,1	32,4	32,2
14,9	30,2	30,6	30,7	30,2	30,1
15	21,5	21,3	20,5	20,9	20,6
12,4	20,1	19,9	19,4	29,1	19,4
12,5	30,4	21,3	31,5	31,8	31,5

13,6	36,4	34,2	35,5	34,6	35,2
14,2	19,4	18,4	18,6	18,5	18,7
14,7	17,21	16,3	16,24	16,56	16
13,8	16,7	17,4	16,3	16,8	17,1
12,2	34,55	34,7	34,09	34,14	34,9
11,9	36,4	36,8	36,3	37,1	36,7
14,3	33,5	33,2	33,8	34,76	34,21
13,9	24,45	24,6	24,7	24,1	24,6

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Se consideró el tamaño de la muestra para calcular el promedio y la variación de humedad del grano después del secado, obteniendo la media de cada subgrupo, su valor máximo, valor mínimo y su rango como se muestra en la siguiente tabla:

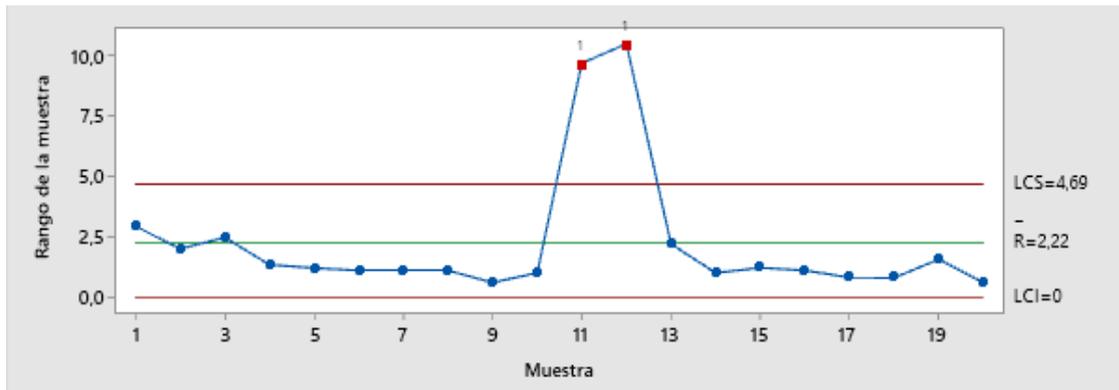
Tabla 10. Rangos de humedad antes del secado.

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5	Media	VM	Vm	Rango
14,5	37,5	36	34,56	36	35	35,812	37,5	34,56	2,94
14,3	32,5	33	33,5	34	32	33	34	32	2
13,5	29,2	30	27,53	28,34	29,5	28,914	30	27,53	2,47
14,75	26,3	25,54	25,2	26,1	24,96	25,62	26,3	24,96	1,34
12,8	29,4	28,7	28,2	29,1	28,9	28,86	29,4	28,2	1,2
14,1	26,5	25,4	26,3	26,1	25,8	26,02	26,5	25,4	1,1
12,3	20,4	20,9	21,2	21,4	20,3	20,84	21,4	20,3	1,1
13,8	32,4	33,2	32,1	32,4	32,2	32,46	33,2	32,1	1,1
14,9	30,2	30,6	30,7	30,2	30,1	30,36	30,7	30,1	0,6
15	21,5	21,3	20,5	20,9	20,6	20,96	21,5	20,5	1
12,4	20,1	19,9	19,4	29,1	19,4	21,58	29,1	19,4	9,7
12,5	30,4	21,3	31,5	31,8	31,5	29,3	31,8	21,3	10,5
13,6	36,4	34,2	35,5	34,6	35,2	35,18	36,4	34,2	2,2
14,2	19,4	18,4	18,6	18,5	18,7	18,72	19,4	18,4	1
14,7	17,21	16,3	16,24	16,56	16	16,462	17,21	16	1,21
13,8	16,7	17,4	16,3	16,8	17,1	16,86	17,4	16,3	1,1
12,2	34,55	34,7	34,09	34,14	34,9	34,476	34,9	34,09	0,81
11,9	36,4	36,8	36,3	37,1	36,7	36,66	37,1	36,3	0,8
14,3	33,5	33,2	33,8	34,76	34,21	33,894	34,76	33,2	1,56
13,9	24,45	24,6	24,7	24,1	24,6	24,49	24,7	24,1	0,6
						27,5234			2,2165

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Figura 21. Rango de las muestras



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Mediante el uso de Minitab se obtuvo el gráfico del rango de muestras de humedad, en la cual se pudo observar que en la humedad de los camiones 11 y 12, existe una mayor variabilidad en los datos en comparación con los otros camiones.

4.2.2. Límites de control superior e inferior

Una vez teniendo los valores del rango se procede a sacar los límites superiores e inferiores:

4.2.2.1. Límite superior

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$LCS = 27,52 + 0,577 * 2,22$$

$$LCS = 28,80$$

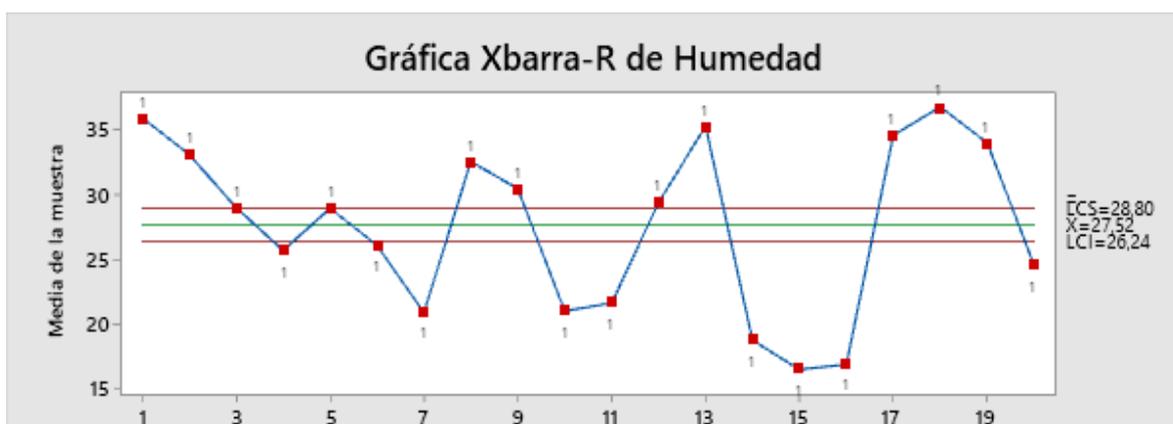
4.2.2.2. Límite Inferior

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LCI = 27,52 - 0,577 * 2,22$$

$$LCI = 26,24$$

Figura 22. Grafica Xbarra-R de Humedad.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

El proceso de secado de maíz actualmente cuenta con puntos que se encuentran fuera del control estadístico por lo cual se deben implementar herramientas que permitan monitorear estos datos con la finalidad de reducir su variabilidad.

4.2.3. Control estadístico de humedad del grano antes del secado

Se vuelve a tomar 5 muestras después del proceso de secado, teniendo los siguientes valores de humedad en porcentaje:

Tabla 11. Humedad de los 20 camiones después del secado.

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5
14,5	12,50	12,50	13,50	12,50	13,50
14,3	12,50	14,00	12,50	12,50	12,50
13,5	13,50	12,50	13,50	13,50	13,50
14,75	13,50	13,50	13,50	12,50	12,50
12,8	13,50	13,50	12,50	13,50	13,50
14,1	13,50	12,50	12,50	14,00	13,50
12,3	14,00	13,50	13,50	13,50	13,50
13,8	12,50	12,50	12,50	13,50	12,50
14,9	12,50	13,50	12,50	12,50	13,50
15	12,50	12,50	13,50	14,00	12,50
12,4	13,50	12,50	13,50	12,50	13,50
13,5	14,00	12,50	12,50	13,50	12,50
13,6	13,50	12,50	14,00	12,50	12,50

14,2	13,50	13,50	12,50	13,50	13,50
14,7	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50
13,8	13,50	12,50	12,50	12,50	12,50
12,2	13,50	12,50	12,50	12,50	13,50
11,9	12,50	12,50	13,50	14,00	13,50
14,3	14,00	13,50	12,50	13,50	13,50
13,9	12,50	13,50	12,50	12,50	12,50

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Se consideró el tamaño de la muestra para calcular el promedio y la variación de humedad del grano antes de ser secado, obteniendo la media de cada subgrupo, su valor máximo, valor mínimo y su rango como se muestra en la siguiente tabla:

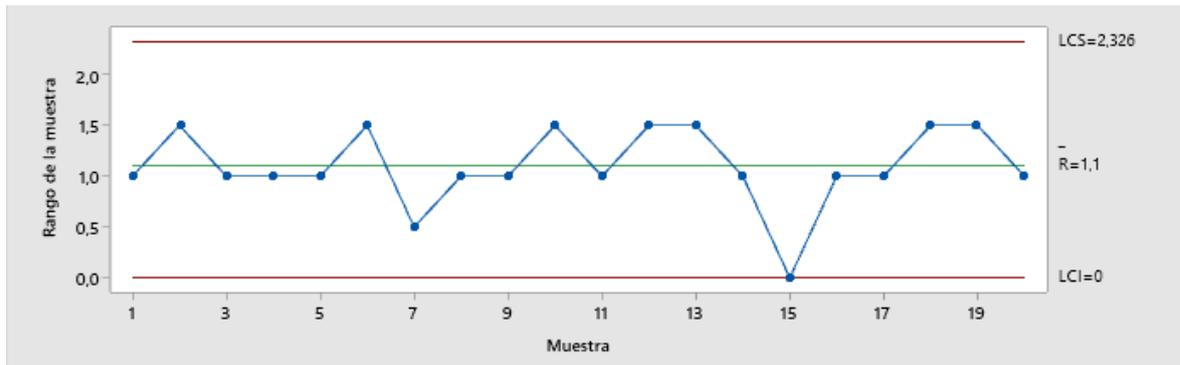
Tabla 12. Rangos de humedad después del secado.

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5	Media	VM	Vm	Rango
14,5	12,50	12,50	13,50	12,50	13,50	12,9	13,5	12,5	1
14,3	12,50	14,00	12,50	12,50	12,50	12,8	14	12,5	1,5
13,5	13,50	12,50	13,50	13,50	13,50	13,3	13,5	12,5	1
14,75	13,50	13,50	13,50	12,50	12,50	13,1	13,5	12,5	1
12,8	13,50	13,50	12,50	13,50	13,50	13,3	13,5	12,5	1
14,1	13,50	12,50	12,50	14,00	13,50	13,2	14	12,5	1,5
12,3	14,00	13,50	13,50	13,50	13,50	13,6	14	13,5	0,5
13,8	12,50	12,50	12,50	13,50	12,50	12,7	13,5	12,5	1
14,9	12,50	13,50	12,50	12,50	13,50	12,9	13,5	12,5	1
15	12,50	12,50	13,50	14,00	12,50	13	14	12,5	1,5
12,4	13,50	12,50	13,50	12,50	13,50	13,1	13,5	12,5	1
13,5	14,00	12,50	12,50	13,50	12,50	13	14	12,5	1,5
13,6	13,50	12,50	14,00	12,50	12,50	13	14	12,5	1,5
14,2	13,50	13,50	12,50	13,50	13,50	13,3	13,5	12,5	1
14,7	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,5	13,5	13,5	0
13,8	13,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,7	13,5	12,5	1
12,2	13,50	12,50	12,50	12,50	13,50	12,9	13,5	12,5	1
11,9	12,50	12,50	13,50	14,00	13,50	13,2	14	12,5	1,5
14,3	14,00	13,50	12,50	13,50	13,50	13,4	14	12,5	1,5
13,9	12,50	13,50	12,50	12,50	12,50	12,7	13,5	12,5	1
						13,08			1,1

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Figura 23. Rango de las muestras



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Mediante el uso de Minitab se obtuvo el gráfico del rango de muestras de humedad, en el cual se pudo observar que el punto 15 se encuentra cerca del límite inferior, sin embargo, todos los valores están dentro de los límites de especificación.

4.2.4. Límites de control superior e inferior

Una vez teniendo los valores del rango se procede a sacar los límites superiores e inferiores:

4.2.4.1. Límite superior

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$LCS = 13,08 + 0,577 * 1,1$$

$$LCS = 13,714$$

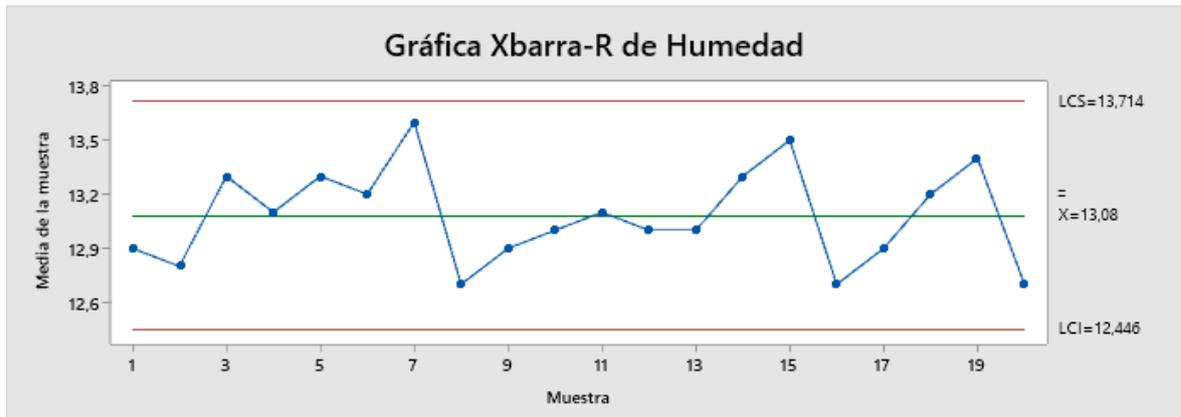
4.2.4.2. Límite Inferior

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LCI = 13,08 - 0,577 * 1,1$$

$$LCI = 12,45$$

Figura 24. Gráfica Xbarra-R de Humedad después del secado.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

El proceso de secado de maíz actualmente cuenta con todos sus puntos dentro del control estadístico por lo que se podría decir que el proceso cumple con las especificaciones que se requieren.

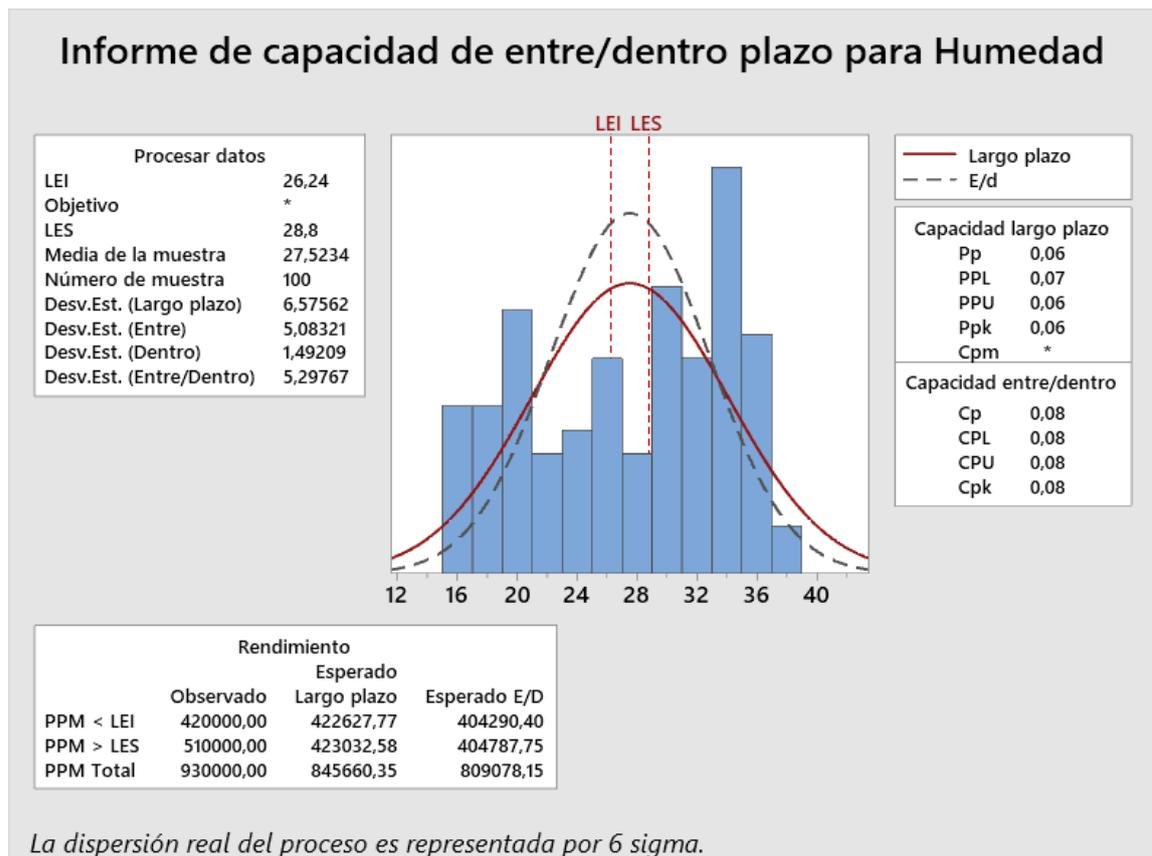
4.3. Evaluar la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad real del proceso Cp y Cpk.

4.3.1. Capacidad del proceso antes del secado

Para evaluar la capacidad del proceso mediante los índices Cp y Cpk se tomaron los datos de los requisitos del maíz en grano al momento de la recepción, con la humedad mínima del 26,24% y máxima de 28,80% según los límites de control superior e inferior.

Con la ayuda de estos datos se obtuvo la información de capacidad de entre/dentro plazo de la humedad que se puede visualizar en la siguiente gráfica:

Figura 25. Capacidad de humedad.



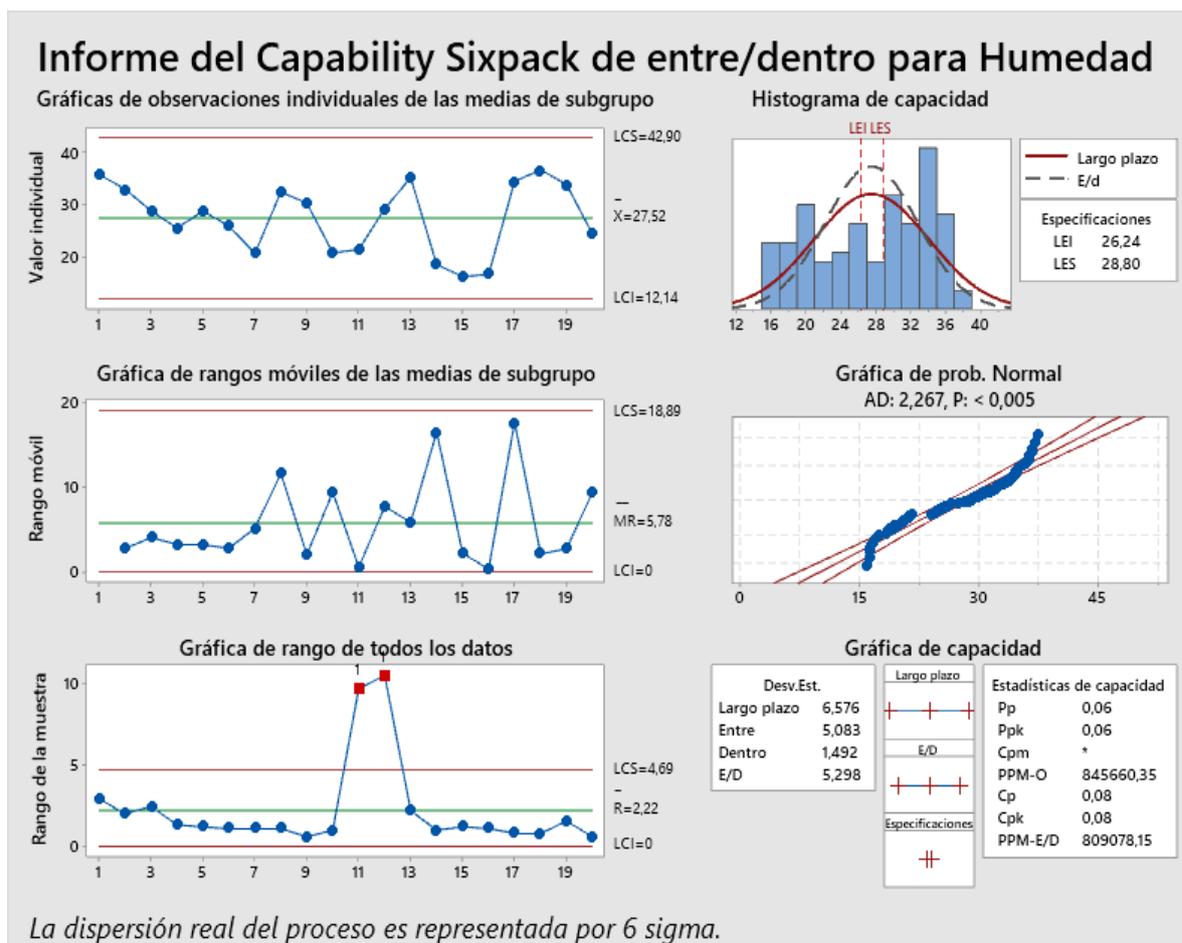
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: LOS AUTORES (2022)

La capacidad del proceso C_p cuenta con 0,08 que representa la clase o categoría del proceso “4” lo cual no representa una decisión adecuada para el trabajo, por lo que requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

En el índice de C_{pk} tiene 0,08 que es igual al C_p , lo que indica que este proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.

Se evaluó la distribución de los datos, graficas de control y un análisis de capacidad por medio de un informe del capability sixpack del proceso para humedad, teniendo los siguientes resultados:

Figura 26. Capacidad Sixpack del grano.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

4.3.1.1. Resultados de la prueba de la gráfica R de Humedad

PRUEBA 1. Un punto fuera más allá de 3,00 desviaciones estándar de la línea central.

La prueba falló en los puntos: 11; 12

4.3.1.2. Desviaciones estándar de I-MR-R/S de Humedad

Desviaciones estándar

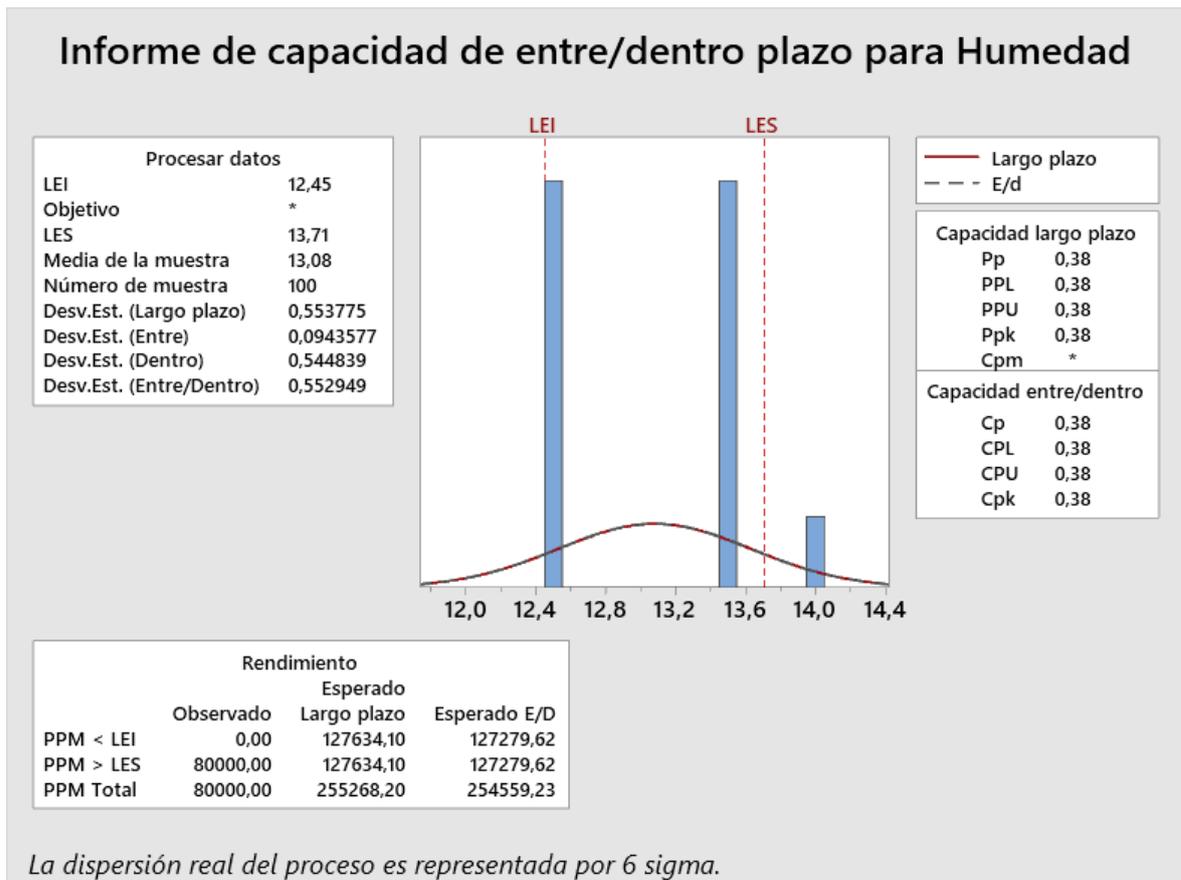
Entre	5,10908
Dentro	0,95292
Entre/Dentro	5,19718

4.3.2. Capacidad del proceso después del secado

Para evaluar la capacidad del proceso mediante los índices Cp y Cpk se tomaron los datos de los requisitos del maíz en grano al momento de la recepción, con la humedad mínima del 12,45% y máxima de 13,71% según los límites de control superior e inferior.

Con la ayuda de estos datos se obtuvo la información de capacidad de entre/dentro plazo de la humedad que se puede visualizar en la siguiente gráfica:

Figura 27. Capacidad de humedad.



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

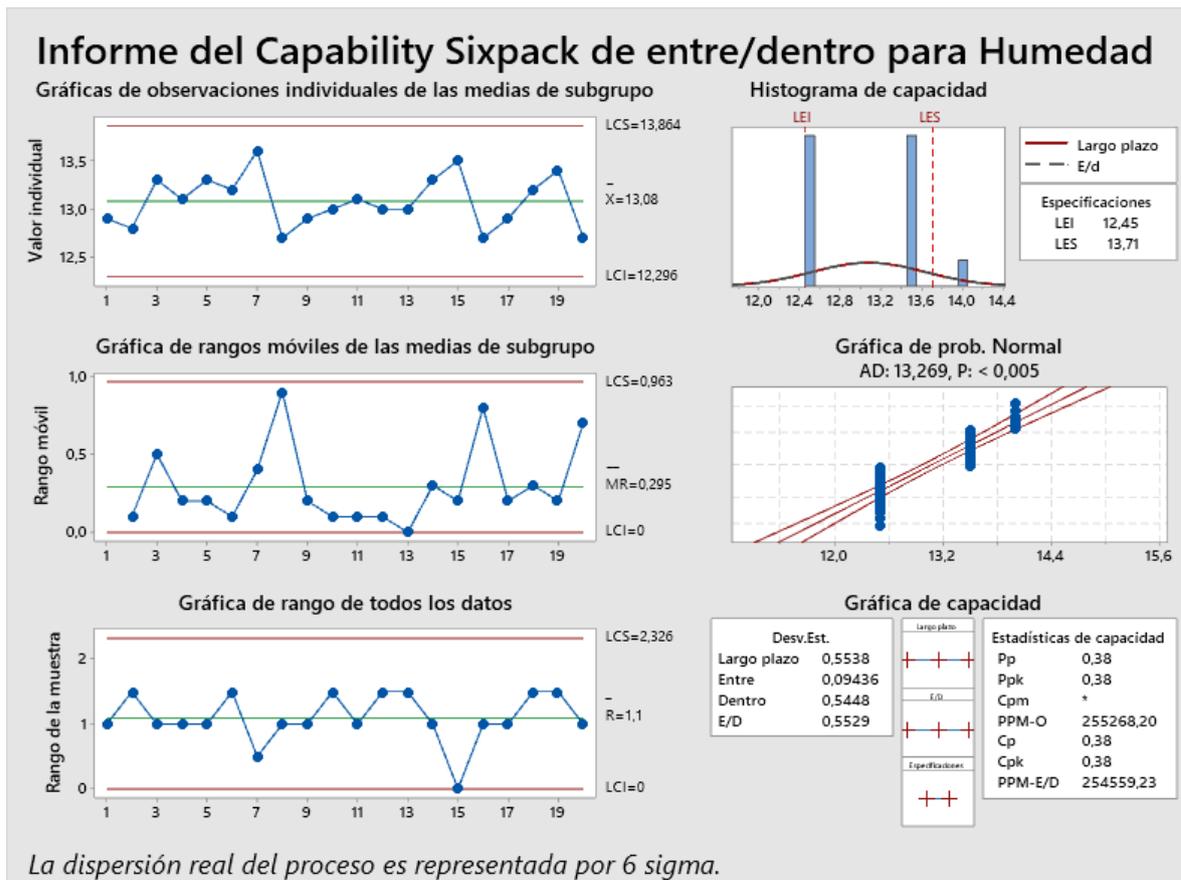
ELABORADO POR: LOS AUTORES (2022)

La capacidad del proceso C_p cuenta con 0,38 que representa la clase o categoría del proceso “4” lo cual no representa una decisión adecuada para el trabajo, por lo que requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

En el índice de C_{pk} tiene 0,38 que es igual al C_p , lo que indica que este proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.

Se evaluó la distribución de los datos, graficas de control y un análisis de capacidad por medio de un informe del capability sixpack del proceso para humedad, teniendo los siguientes resultados:

Figura 28. Capacidad Sixpack del grano.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.3.3. Desviaciones estándar

Entre	0,153439
Dentro	0,472915
Entre/Dentro	0,497184

4.4. Comparar la capacidad del proceso en función de la normativa NTE INEN 187:2005.

El análisis de datos medibles permite obtener información sobre la calidad del producto, aprender y corregir el funcionamiento de un proceso para así verificar si la producción va por buen camino, es decir constatar si el proceso es capaz o no.

En estos casos es necesario tomar decisiones que dependerán de un análisis de los datos. Siempre podremos visualizar que estos datos presentan fluctuaciones aleatorias y por lo tanto se tiene que recurrir a técnicas o herramientas estadísticas que permiten visualizarlos, analizarlos y tomar las mejores decisiones.

Minitab es un programa diseñado para demostrar los datos de formas estadísticas permitiendo analizar datos complejos y resolver procesos que perjudican la calidad en la producción.

Así es como se demostrará que el uso de este programa estadístico es de gran ayuda para que las empresas comerciales dedicadas al proceso de secado del maíz puedan implementarlo en sus procesos de control de calidad, con el fin de obtener mejores beneficios en esta actividad, como son:

- Asegurarse que el proceso es estable.
- Mantener el orden en el proceso.
- Controlar que el proceso siempre sea capaz.
- Mejor Análisis de datos y gráficos estadísticos.
- Ayuda a la toma de decisiones

A continuación, se realizó una comparación utilizando datos con las especificaciones de la norma INEN con el software Minitab, pudiendo así comprobar que este programa es de gran utilidad para realizar graficas que permitan identificar si el proceso está dentro de los límites establecidos.

Tabla 13. Humedad de los 20 camiones bajo las normas NTE INEN 187:2005.

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5
12,4	25,5	21,5	28,5	24,5	28,5
12,2	19,5	25,5	23,5	22,5	25,5
13,5	21,5	29,5	21,5	23,5	21,5
14,75	29,5	26,5	24,5	26,5	22,5
12,8	27,5	22,5	25,5	22,5	24,5
14,1	27,5	19,5	26,5	25,5	28,5
12,3	28,5	25,5	24,5	20,5	26,5
13,8	21,5	20,5	21,5	24,5	22,5
13,7	29,5	29,5	25,5	19,5	28,5
15	26,5	24,5	23,5	25,5	23,5
12,4	28,5	20,5	29,5	22,5	26,5
12,5	20,5	27,5	28,5	23,5	29,5
13,6	26,5	28,5	20,5	19,5	20,5
14,2	28	28,5	29,5	27	30
14,7	19,5	20,5	22,5	24,5	26,5
13,5	22,5	28,5	29,5	24,5	29,5
14,9	21,5	22,5	29,5	28,5	26,5
11,9	25,5	25,5	28,5	28,5	28,5
14,4	29,5	27,5	23,5	27,5	23,5
12,8	30	26,5	26,5	19,5	23,5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

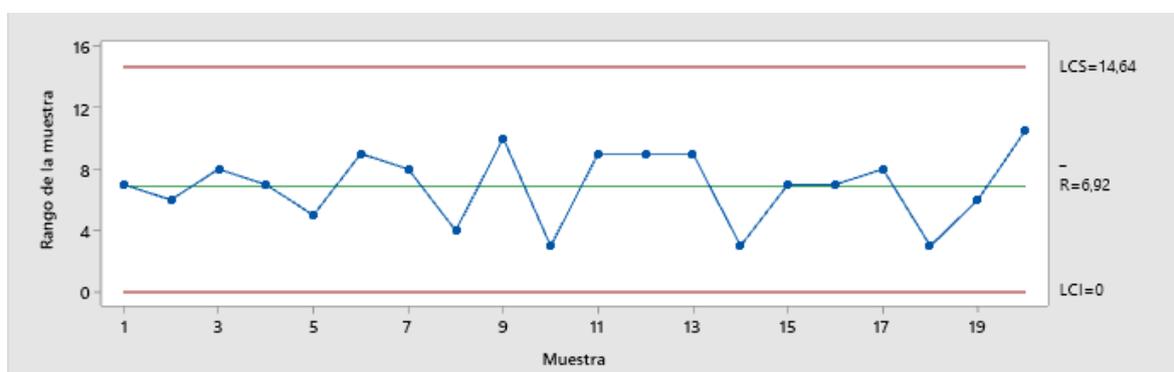
Se consideró el tamaño de la muestra para calcular el promedio y la variación de humedad del grano antes de ser secado, obteniendo la media de cada subgrupo, su valor máximo, valor mínimo y su rango como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14. Rangos de humedad bajo las normas NTE INEN 187:2005.

Peso de granos en toneladas	M1	M2	M3	M4	M5	Media	VM	Vm	Rango
12,4	25,5	21,5	28,5	24,5	28,5	25,7	28,5	21,5	7
12,2	19,5	25,5	23,5	22,5	25,5	23,3	25,5	19,5	6
13,5	21,5	29,5	21,5	23,5	21,5	23,5	29,5	21,5	8
14,75	29,5	26,5	24,5	26,5	22,5	25,9	29,5	22,5	7
12,8	27,5	22,5	25,5	22,5	24,5	24,5	27,5	22,5	5
14,1	27,5	19,5	26,5	25,5	28,5	25,5	28,5	19,5	9
12,3	28,5	25,5	24,5	20,5	26,5	25,1	28,5	20,5	8
13,8	21,5	20,5	21,5	24,5	22,5	22,1	24,5	20,5	4
13,7	29,5	29,5	25,5	19,5	28,5	26,5	29,5	19,5	10
15	26,5	24,5	23,5	25,5	23,5	24,7	26,5	23,5	3
12,4	28,5	20,5	29,5	22,5	26,5	25,5	29,5	20,5	9
12,5	20,5	27,5	28,5	23,5	29,5	25,9	29,5	20,5	9
13,6	26,5	28,5	20,5	19,5	20,5	23,1	28,5	19,5	9
14,2	28	28,5	29,5	27	30	28,6	30	27	3
14,7	19,5	20,5	22,5	24,5	26,5	22,7	26,5	19,5	7
13,5	22,5	28,5	29,5	24,5	29,5	26,9	29,5	22,5	7
14,9	21,5	22,5	29,5	28,5	26,5	25,7	29,5	21,5	8
11,9	25,5	25,5	28,5	28,5	28,5	27,3	28,5	25,5	3
14,4	29,5	27,5	23,5	27,5	23,5	26,3	29,5	23,5	6
12,8	30	26,5	26,5	19,5	23,5	25,2	30	19,5	10,5
						25,2			6,925

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

Figura 29. Rango de las muestras



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Los autores (2022)

Mediante el uso de Minitab se obtuvo el gráfico del rango de muestras de humedad, en la cual se observa que en la humedad de los camiones se encuentran dentro de los rangos requeridos.

4.4.1. Límites de control superior e inferior

Una vez teniendo los valores del rango se procede a sacar los límites superiores e inferiores:

4.4.1.1. Límite superior

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$LCS = 25,2 + 0,577 * 6,92$$

$$LCS = 29,13$$

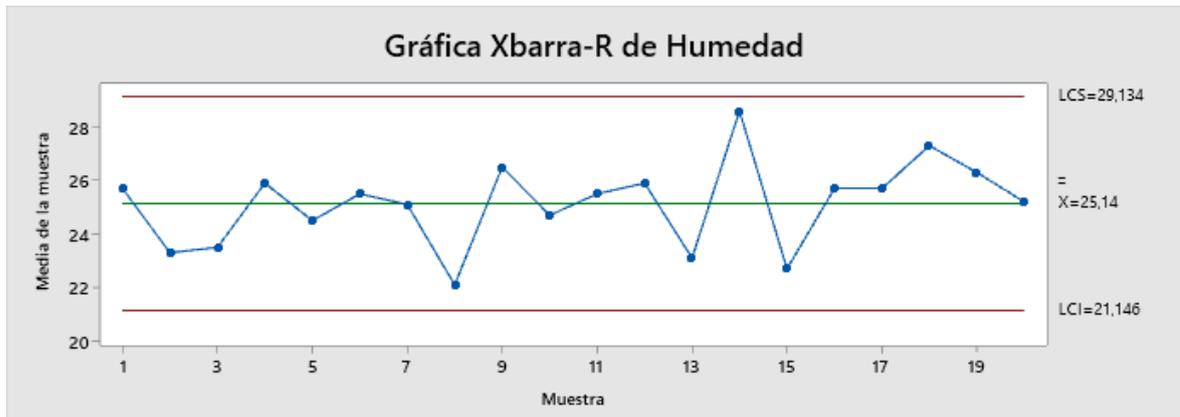
4.4.1.2. Límite Inferior

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LCI = 25,2 - 0,577 * 6,92$$

$$LCI = 21,15$$

Figura 30. Gráfica Xbarra-R de Humedad bajo las normas NTE INEN 187:2013..



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

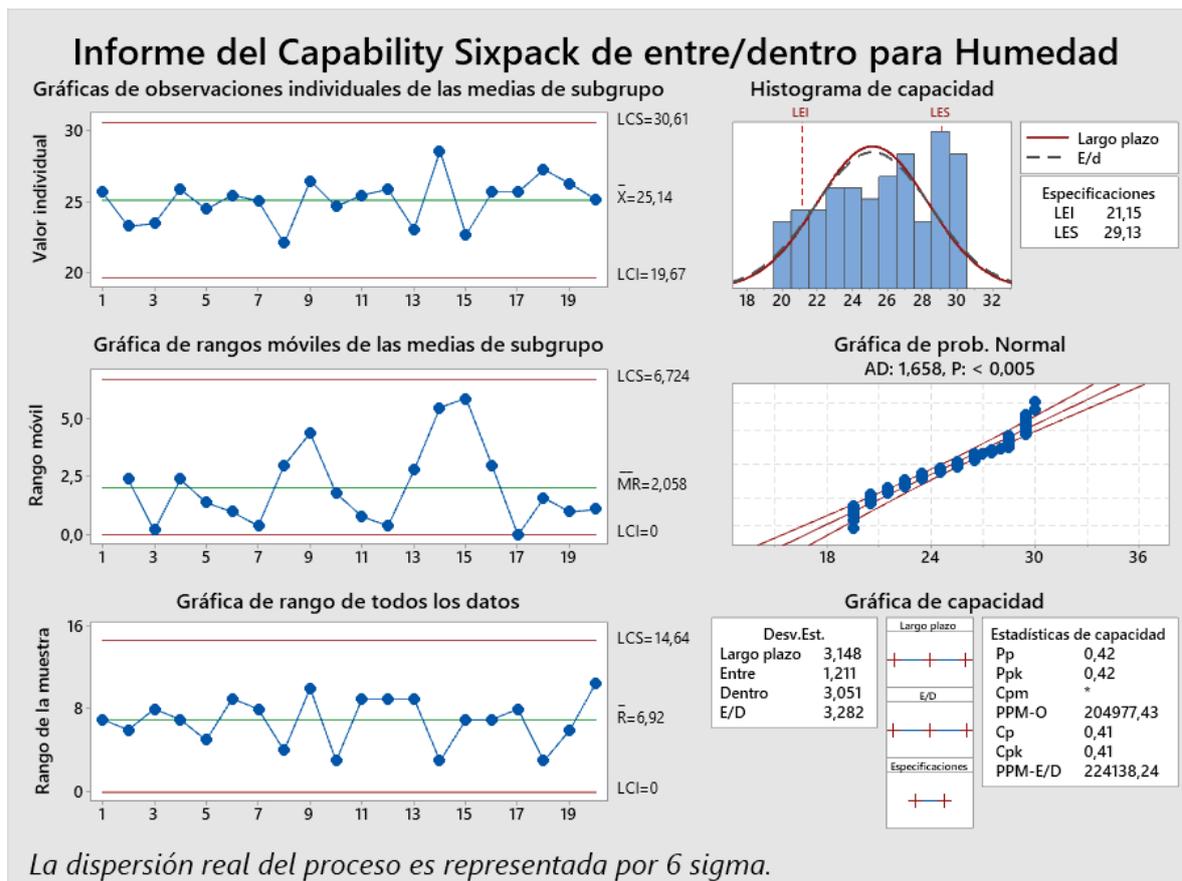
El proceso de secado de maíz con la implementación del monitoreo del programa Minitab se puede observar que se encuentran todos los puntos dentro de los límites y es óptimo para el proceso de secado.

Para evaluar la capacidad del proceso mediante los índices Cp y Cpk se tomaron los datos de los requisitos del maíz en grano al momento de la recepción, con la humedad mínima del 21,15% y máxima de 29,13% según los límites de control superior e inferior.

En el índice de Cpk tiene 0,41 que es igual al Cp, lo que indica que este proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.

Se evaluó la distribución de los datos, graficas de control y un análisis de capacidad por medio de un informe del capability sixpack del proceso para humedad, teniendo los siguientes resultados:

Figura 31. Capacidad Sixpack del grano bajo las normas NTE INEN 187:2013..



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

4.5. Discusión

Se identificaron las diversas características de calidad del maíz duro, basado en la Norma INEN “NTE INEN 187:2005 Tercera revisión” en donde se definen las características que los granos deben poseer en la recepción del producto ya que aquí es una etapa importante que influye en la calidad final del producto, además de los porcentajes máximos aceptados por la normativa como son Humedad 30%, Impurezas 10%, entre otros aspectos principales; y por lo consiguiente, se determinaron ciertos tipos de problemas que poseen los granos de maíz (granos deteriorados por insectos u hongos, granos quebrados, granos infestados, granos infectados, etc.) que se deben evitar ya que perjudicaría directamente al resultado final.

En el proceso de secado esta normativa indica que la humedad máxima debe ser 13% y suciedad o impurezas de 0.1%, entre otros aspectos importantes a considerar en este punto y este va a la par con la etapa de almacenamiento, ya que, si no se cuidan estos detalles, en el almacenamiento los granos pueden sufrir deterioros por muchos factores que estarán presente si no se realiza un buen control de calidad

Para establecer parámetros de control de calidad en el proceso del secado de maíz se tomó en cuenta lo que manifestó Bill Hunter que decía que “todo proceso genera un producto, pero además genera información. Información que se puede obtener tomando datos numéricos de las características de los productos que salen del proceso y tratándola adecuadamente.” [18]. Por tal motivo se utilizó la herramienta de control estadístico Minitab la cual permitió conocer la capacidad del proceso en el secado del maíz mediante la humedad inicial y final, arrojando datos que nos permitirán tomar decisiones en un futuro para mejorar el proceso.

Para construcción de las gráficas de control se tomaron 5 muestras de 20 camiones con un peso menor o igual a 15 toneladas con granos de maíz, teniendo los siguientes datos de humedad en porcentaje (%), con los cuales se calcularon los datos de control de media y de rangos.

Los autores del presente proyecto de investigación están alineados al concepto del libro “Estadística para administración y economía” de los autores: Paul Newbold, William L. Carlson y Betty M. Thorne, 2018, en el que señalan que: “Antes de seguir con un programa de control de calidad o de mejora de la calidad, es importante averiguar si el proceso de producción funciona de acuerdo con las especificaciones exigidas.” [25]

La meta de la evaluación y el control de calidad es la mejora continua de la misma, ya que la calidad es un factor muy importante en un producto o servicio, por lo que si un proceso está no está funcionando a la par con los estándares básicos de calidad que le competen, las empresas estarían en un grave problema, ya que sus procesos no se están desarrollando de la mejor manera, resultando finalmente con clientes o consumidores finales insatisfechos.

Se puede constatar que, mediante la aplicación de softwares como Minitab, se logra obtener gráficos estadísticos de mayor comprensión que sirven para realizar un mejor análisis de la situación en algún aspecto específico del proceso de producción, ayudando a mantener el orden en estos procesos, verificar y controlar si es capaz o no, así como tomar mejores decisiones para poder llevar a cabo un proceso estable.

Por esta misma razón, se realizó un ejemplo con datos de muestras de granos de maíz que la Norma INEN “NTE INEN 187:2005 Tercera revisión” acepta al momento de la recepción, dando así mediante la implementación del monitoreo del programa Minitab en el proceso de secado del maíz, se observó que se encuentran todos los puntos dentro de los límites de control y es óptimo para el proceso de secado, por cual esto generaría un mayor control y calidad en el proceso de producción y de esta manera también al producto final.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante el análisis obtenido de la investigación, tanto teórica como de campo, según la norma NTE INEN 187:2005, se determinó que, al momento de la recepción de grano el porcentaje de humedad debe ser menor al 30% y grado de impurezas menor al 10%, ya que, son las que mayor influencia tienen al momento del secado, esto permite almacenarlos de forma correcta y que el grano no sufra deterioros o esté expuesto a diversos factores como humedad excesiva, hongos, alto porcentaje de impurezas, insectos, plagas, etc.
- Se establecieron parámetros de calidad mediante dos variables que son: Características (especificaciones) del producto o servicio y requisitos (requerimientos o necesidades) del cliente sobre el maíz seco, aplicando control estadístico de la humedad del grano aplicando el software Minitab para comprobar la variabilidad que existe en el proceso, obteniendo que las muestras con un peso de 12,4 toneladas y 13,5 toneladas no cumplen con las especificaciones, ya que, ingresaron con una humedad mayor del 30%, por lo está fuera de los límites de control superior.
- Se evaluó la capacidad del proceso mediante el índice de capacidad real del proceso dando un resultado de 0.08 de las muestras de humedad antes del secado, lo que no representa una buena decisión y requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria y siendo igual al Cpk que indica que el proceso está cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Se establecieron herramientas de control estadístico de humedad bajo las normas NTE INEN 187:2005, para monitorear y reducir los índices de variabilidad del proceso mediante el Software Minitab, obteniendo un rango de 6,92 de cada de las muestras de humedad del grano y estando dentro de los límites superiores de 29,13 e inferiores de 21,13 cada una de las muestras.

5.2. Recomendaciones

- A través de esta investigación a las empresas comerciales que se dedican a la recepción, secado y almacenamiento de granos de maíz, se les recomienda realizar sus procesos basados con los estándares de calidad que se proporcionan en diversas normas, una de las más usadas en este campo son las ya mencionadas Normas INEN; las mismas que comparten un amplio conocimiento de requisitos básicos en diversas etapas que conllevan el proceso de secado de maíz, como son límites máximos de varios aspectos físicos de aceptación del producto al momento de la recepción, en la etapa del secado y en el área de almacenamiento, pues estas normas siempre se están actualizando y van a la par de la vanguardia con nuevas formas de realizar estos procesos.
- Se recomienda que, al momento de tomar las muestras en los camiones, cumpla con lo establecido por las normas NTE INEN 187:20005. De los requisitos en la recepción del maíz en grano contando con una humedad máxima de 30%, Impurezas máximo de 10% y granos quebrados máximo 5%.
- Se recomienda que dentro del proceso de secado de maíz se utilicen herramientas Lean Manufacturing para la organización del trabajo, mejorar los procesos e identificar como mejorarlos con una capacidad de proceso adecuada que sea mayor de 1,33 y que el Cpk sea menor o igual a Cp.
- Se recomienda que las empresas comercializadoras que se dedican al secado de granos implementen el uso de programas estadísticos como el Minitab, ya que son herramientas que ayudan a detectar de una mejor manera si el proceso de producción es estable o no, además ayuda a realizar las respectivas correcciones para que el proceso sea capaz y poder monitorearlo en todo momento mediante los diversos datos que se obtienen del proceso.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- [1] d. E. Gobierno, «Ministerio de Agricultura y Ganadería,» 22 11 2018. [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/representantes-de-paises-productores-de-maiz-se-reunen-en-quevedo/>.
- [2] SanCamilo, «San Camilo Comercializadora de Granos S.A.,» 17 09 2016. [En línea]. Available: <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>.
- [3] C. Gómez, 20 01 2020. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/x5028s/X5028S0F.HTM>.
- [4] G. Coronado, Artist, *Evaluación de los centros de secado del sector maicero: Propuesta de Administración Cooperativista y su incidencia en el nivel de vida de los pequeños y medianos productores de maíz de los cantones de Quevedo y Ventanas*. [Art]. Universidad Politécnica Salesiana, 2013.
- [5] INIAP, «Maíz Duro,» 2019. [En línea]. Available: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizd>.
- [6] D. Besterfield, Control de Calidad, Octava ed., México: Pearson, 2009.
- [7] R. Roskopf, Micotoxinas en los granos y subproductos., Pergamino: Nutrients, 2017.
- [8] A. Fernandez, Almacenamiento de los granos, San Francisco, 2013.
- [9] R. Bartosik, Secado y calidad de maíz, Balcarce: Core, 2013.
- [10] M. García, Eficiencia de Recibo y Secado de Maíz, Honduras, 2000.
- [11] E. Martines, Contenido de humedad de granos, Panamá, 2016.
- [12] -. I. E. d. N. INEN, Artist, *NTE INEN 187:2013 CEREALES Y LEGUMINOSAS. MAÍZ EN GRANO. REQUISITOS*. [Art]. INEN, 2019.
- [13] M. d. Agricultura, «Ministerio de servicios e información,» 25 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/secado-grano.aspx>.
- [14] R. Carro, Control Estadístico de Procesos, 2016.
- [15] A. Ruíz, Control Estadístico de Procesos, Madrid: Comillas, 2006.
- [16] B. Sala, Artist, *Capacidad de procesos*. [Art]. 2022.
- [17] H. D. I. V. R. Gutiérrez, Artist, *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA*. [Art]. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2009.
- [18] A. Prat, X. Tort-Martorell, P. Grima y L. Pozueta, «Métodos estadísticos Control y mejora de la calidad,» UPC, Barcelona, 1997.

- [19] A. S. Cabanes, «CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS,» 2009.
- [20] M. M. V. GUEVARA, «GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES,» 2013, pp. 160, 161.
- [21] P. Dale H. Besterfield, Control de Calidad, vol. 8ava Edición, México: Pearson Education, 2009.
- [22] D. G. Roberto Carro, «ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL,» Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- [23] S. C. Gutiérrez, «Control de Calidad en la Producción Industrial,» UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES, Valladolid, 2014.
- [24] J. Quispe, «Técnicas de Control Metrológico,» 28 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.tcmetrologia.com/blog/minitab-que-es-y-para-que-sirve/>.
- [25] N. S. Fernández, «Índices robustos de calidad. Cómo medir la capacidad de un proceso.,» Universidad de La Coruña, La Coruña.
- [26] W. L. C. y. B. M. T. Paul Newbold, «Introducción a la calidad,» de *Estadística para administración y economía*, Madrid, Pearson Prentice Hall, 2018.
- [27] A. E. d. A. d. I. C. d. A. -. AGROCALIDAD, «Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Maíz Duro,» nº CAPÍTULO IX - DE LAS PRÁCTICAS DE COSECHA Y POSCOSECHA, pp. 20 - 22, 28 Marzo 2014.
- [28] R. Bartosik, «Secado y Calidad de Maíz,» 15 10 2018. [En línea]. Available: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/47595/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- [29] A. R.-F. Rojas, «CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS,» Madrid, 2006.
- [30] U. EAFIT, «NORMAS ISO Y SU COBERTURA,» Revista Panorama Contable Contaduría Pública.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 2. Visita a la empresa Agripac S.A.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Anexo 3. Visita a la Casa Comercial "La Granja"



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Anexo 4. Casa Comercial Briones



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)

Anexo 5. Impurezas en el grano de maíz.



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Los autores (2022)