



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS
PARA LOGRAR LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
LA MADRILEÑA.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Guilcamaigua Pastuña José Vicente

Tutor:

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis. PhD.

Latacunga - Ecuador

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, el postulante: **Guilcamaigua Pastuña José Vicente** con el título de Proyecto de Titulación: **“Identificación y evaluación de los procesos operativos para lograr la optimización de la producción en la empresa La Madrileña”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Bladimiro Hernán Navas Olmedo
C.C. 050069554-9

Lector 2

Ing. Mg. Ángel Marcelo Tello Córdor
C.C. 050151855 – 9

Lector 3

Ing. Mg. Edison Patricio Salazar Cueva
C.C. 050184317 – 1



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Guilcamaigua Pastuña José Vicente** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **Identificación y evaluación de los procesos operativos para lograr la optimización de la producción en la empresa la Madrileña**, siendo el **Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Guilcamaigua Pastuña José Vicente
C.C. 050310790-6



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Identificación y evaluación de los procesos operativos para lograr la optimización de la producción en la empresa la Madrileña”, de **Guilcamaigua Pastuña José Vicente**, de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Enero 2017

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso PhD.
C.C. I712813



AVAL EMPRESA LA MADRILEÑA

Latacunga, 19 de Enero 2017

Quien suscribe, Ingeniera Bolaños Mata Nubia Marisol en calidad de representante legal de productos cárnicos MARIBO (“La Madrileña”), CERTIFICO que el Sr. Guilcamaigua Pastuña José Vicente con C.C. 050310790-6 realizó en las instalaciones de la empresa el proyecto de investigación titulado: **“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS PARA LOGRAR LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LA MADRILEÑA”**. En la ejecución de dicho proyecto el Sr. Guilcamaigua José demostró habilidades y conocimientos en su especialidad, así también generó resultados en su proyecto, que le serán de gran utilidad a la empresa por cuanto se enfocó a solucionar problemas inherentes a las pérdidas de materia prima en la producción.

Durante su estadía el Señor en mención se hizo acreedor de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y don de gentes demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso de este documento en forma que estime conveniente.

Atentamente.

Ing. Bolaños Mata Nubia Marisol

GERENTE GENERAL DE PRODUCTOS CÁRNICOS MARIBO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Señor Jesucristo por bendecirme cada momento y brindarme su fortaleza para continuar con más fuerza y dedicación.

De igual manera agradezco a mi Familia, Comunidad Marianitas y a la Empresa La Madrileña por su apoyo incondicional.

José

DEDICATORIA

El proyecto de investigación de investigación
realizado le dedico a mi FÉ. A ti mi Señor.

José

TABLA DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iv
AVAL EMPRESA LA MADRILEÑA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
Título del proyecto:	1
Fecha de inicio:.....	1
Fecha de finalización:.....	1
Lugar de ejecución:	1
Facultad que auspicia:	1
Carrera que auspicia:	1
Equipo de Trabajo:	1
Coordinador:.....	1
Área de Conocimiento:.....	1
Línea de investigación:.....	2
Sub líneas de investigación de la Carrera:.....	2
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
General.....	4
Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
Empresa La Madrileña.....	5
Optimización de la producción.....	6
Gestión de la producción.....	6
Procesos productivos en la elaboración de embutidos.....	7
Definición de producto / producto deseado.....	8
Auditoría energética para la optimización de consumos en el proceso productivo de una fábrica de embutidos.....	8
Merma.....	9
Análisis y diseño de experimentos.....	9
El diseño de experimentos.....	9
Definiciones básicas en el diseño de experimentos.....	11
Experimento.....	11
Unidad experimental.....	11
Variable(s) de respuesta.....	11
Factores controlables.....	11
Factores no controlables o de ruido.....	12
Factores estudiados.....	12
Niveles y tratamientos.....	12
Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>) en rodajas.....	12
Cinética del secado.....	12
Eficiencia energética en el sector industrial.....	14
8. HIPÓTESIS DEL PROYECTO	14
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
Método de investigación.....	14
Técnicas de investigación.....	15
Descripción de los instrumentos y equipos empleados	16
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	16
Estructura del experimento.....	17
Análisis de merma.....	19
Comprobación y descripción de resultados.....	26
Propuesta.....	27

Longaniza ahumada	27
Botón especial.....	31
Longaniza especial.....	35
Comprobación de la Hipótesis.....	39
Ahorro mensual de los productos de mayor demanda.....	41
11. IMPACTOS.....	41
Impactos técnicos.	41
Impacto ambiental.	41
Impacto económico.....	42
12. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO.	42
Periodo de recuperación de la inversión Empresa La Madrileña.	43
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
Conclusiones.....	43
Recomendaciones	44
14. BIBLIOGRAFÍA.....	45
15. ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ishikawa.....	3
Figura 2: Elaboración del embutido	7
Figura 3: Curva de secado del cupuaçu para las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.	13
Figura 4: Productos de mayor demanda	18
Figura 5: Flujograma de proceso para longaniza ahumada.....	19
Figura 6: Flujograma del botón especial	21
Figura 7: Flujograma de la longaniza especial.....	23
Figura 8: Diseño de experimentos.....	25
Figura 9: Tiempos de secado para la elaboración de la longaniza ahumada.....	28
Figura 10: Humedad del producto para la elaboración de longaniza ahumada	28
Figura 11: Merma de la longaniza ahumada	29
Figura 12: Consumo energético para la elaboración de la longaniza ahumada	29
Figura 13: Consumo de combustible para la elaboración de longaniza ahumada	30
Figura 14: Costo de mano de obra para la elaboración de la longaniza ahumada	30
Figura 15: Costo de producción para la elaboración de longaniza ahumada.....	31
Figura 16: Tiempo de secado para la elaboración del botón especial	32
Figura 17: Humedad del producto para la elaboración del botón especial	32
Figura 18: Merma del botón especial	33
Figura 19: Consumo energético para la elaboración del botón especial	33
Figura 20: Consumo de combustible para la elaboración del botón especial	34
Figura 21: Costo de mano de obra para la elaboración del botón especial	34
Figura 22: Costos de producción para la elaboración del botón especial	35
Figura 23: Tiempo de secado para la elaboración de la longaniza especial.....	36
Figura 24: Humedad del producto para la elaboración de la longaniza especial	36
Figura 25: Merma de la longaniza especial.....	37
Figura 26: Consumo energético para la elaboración de la longaniza especial.....	37
Figura 27: Consumo de combustible para la elaboración de la longaniza especial	38
Figura 28: Costo de mano de obra para la elaboración de al longaniza especial	38
Figura 29: Costos de producción para la elaboración de la longaniza especial	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades en relación a los objetivos planteados	5
Tabla 2: Equipos empleados.....	16
Tabla 3: Producción global La Madrileña	17
Tabla 4: Resultados del experimento longaniza ahumada	26
Tabla 5: Resultados del experimento botón especial	26
Tabla 6: Resultados del experimento longaniza especial	27
Tabla 7: Comprobación hipótesis longaniza ahumada.....	39
Tabla 8: Comprobación hipótesis botón especial.....	40
Tabla 9: Comprobación hipótesis longaniza especial	40
Tabla 10: Ahorro mensual productos de mayor demanda.....	41
Tabla 11: Presupuesto del proyecto.....	42

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Periodo de recuperación de la inversión proyectado en la empresa Madrileña ..	43
--	----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS PARA LOGRAR LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LA MADRILEÑA”

Autor: Guilcamaigua Pastuña José Vicente.

RESUMEN

El proyecto de investigación realizado en la empresa La Madrileña se orienta a la optimización de la producción, con esta intención se propone: diagnosticar la situación actual del proceso productivo en lo referente a materia prima; determinar las mermas y su efecto en los costos de producción; para finalmente formular una propuesta de optimización de la producción.

Metodológicamente el estudio se basó en el diseño y ejecución de experimentos factoriales, diagrama de Pareto, elaboración de flujogramas, determinación de mermas.

Se identificó los productos de mayor demanda con la aplicación del diagrama de Pareto, siendo los más vitales: longaniza especial con una producción del 9.5%; longaniza ahumada con un 6.5% y botón especial con un 13%, que sumados representan el 29% de la producción total. En la producción mensual para longaniza ahumada la materia prima a procesar es 6.900 kilogramos, la merma del proceso es el 15% y el costo de producción es de 2.30 dólares por kilogramo; en la producción mensual para botón especial la materia prima a procesar es 14.240 kilogramos, la merma del proceso es el 18% y el costo de producción es de 2.04 dólares por kilogramo; en la producción mensual para longaniza especial la materia prima a procesar es 10.050 kilogramos, la merma total del proceso es el 23% y el costo de producción es de 2.58 dólares por kilogramo.

Los resultados que se obtuvieron con cada producto en mención, combinando experimentalmente temperaturas y tiempos diferentes en el horno, aportaron datos para la elaboración de las curvas polinómicas, que a su vez permitieron proyectar las variables de respuesta (Y). Así, se encontró que, para longaniza ahumada, una reducción en el tiempo de secado de 35 minutos a 20 minutos y una temperatura en el rango de 75°C a 85°C, reduciría la merma del 15% al 9% y una disminución en costos de producción de 2.30 dólares por

kilogramo a 2.08 dólares por kilogramo; para botón especial, la reducción de 55 minutos a 35 minutos y una temperatura en el rango de 78°C a 85°C, reduciría la merma del 18% al 15% y una disminución en costos de producción de 2.04 dólares por kilogramo a 1.94 dólar por kilogramo; y para longaniza especial, acortar el tiempo de 50 minutos a 20 minutos y una temperatura en el rango de 77°C a 85°C, reduciría la merma del 23% al 19% y una disminución en costos de producción de 2.58 dólares por kilogramo a 2.36 dólares por kilogramo.

La propuesta de optimización para reducción de mermas y costos de producción, se sustenta en reducir tiempos de secado en el horno e incrementar temperaturas en el horno; los registros de las variables que habitualmente maneja la empresa, en comparación con las variables encontradas experimentalmente, así lo confirman. Los datos del experimento procesados mediante ecuaciones polinómicas de segundo grado ($ax^2-bx+c=0$) y curvas, con coeficiente $R^2=1$, indican una alta confiabilidad en las variables (Y) proyectadas. Complementario a la propuesta de optimización, se verificó en el proceso de pruebas y experimentos, que se requiere modificar las instalaciones de abastecimiento energético del caldero hacia el horno, mediante la instalación de un conducto independiente que permita llegar a las temperaturas propuestas.

Palabras claves: Optimización de la producción. Costos de producción. Merma.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCES AND APPLIED ENGINEERING

TITLE: "IDENTIFICATION AND EVALUATION OF THE OPERATIONAL PROCESSES IN ORDER TO ACHIEVE THE PRODUCTION OPTIMIZATION IN THE COMPANY LA MADRILEÑA"

Author: Guilcamaigua Pastuña José Vicente.

ABSTRACT

The research done at La Madrileña is aimed at optimization of production, with this intention it is proposed: to diagnose the current situation of the production process in relation to raw material; determine the losses and their effect on production; to finally formulate a proposal of optimization of the production.

Methodologically the study was based on the design and execution of factorial experiments, Pareto diagram, elaboration of flowcharts, and determination of shrinkage.

The most demanded products were identified with the Pareto diagram, with the most vital being: special sausage with a production of 9.5%; smoked sausage with 6.5% and special button with 13%, which together represent 29% of the total production. In the monthly production for smoked sausage the raw material to be processed is 6,900 kilograms, the reduction of the process is 15% and the cost of production is of 2.30 dollars per kilogram; in the monthly production for special button the raw material to be processed is 14,240 kilograms, the reduction of the process is 18% and the production cost is 2.04 dollars per kilogram; in the monthly production for special sausage the raw material to be processed is 10,050 kilograms, the total loss of the process is 23% and the cost of production is of 2.58 dollars per kilogram.

The results that were obtained with each mentioned product, combining experimentally different temperatures and times in the furnace, provided data for the elaboration of the polynomial curves, which in turn allowed to project the response variables (Y). Thus, it was found that, for smoked sausage, a reduction in the drying time from 35 minutes to 20 minutes and a temperature in the range of 75° C to 85° C, would reduce the decrease from 15% to 9% and a decrease in production costs from \$ 2.30 per kilogram to \$ 2.08 per kilogram; for a special button, the reduction from 55 minutes to 35 minutes and a temperature in the range of

78° C to 85° C would reduce the drop from 18% to 15% and a decrease in production costs from 2.04 dollars per kilogram to 1.94 Dollar per kilogram; and for special sausage, shorten the time from 50 minutes to 20 minutes and a temperature in the range of 77° C to 85° C would reduce the drop from 23% to 19% and a decrease in production costs of \$ 2.58 per kilogram To \$ 2.36 per kilogram.

The optimization proposal for reduction of production losses and costs is based on reducing drying times in the kiln and increasing temperatures in the kiln; the registers of the variables usually handled by the company, in comparison with the variables found experimentally, confirm this. The data of the experiment processed by second-degree polynomial equations ($ax^2-bx + c = 0$) and curves, with R^2 coefficient = 1, indicate a high reliability in the projected variables (Y). Complementary to the optimization proposal, it was verified in the tests and experiments, that it is necessary to modify the facilities of energy supply of the boiler to the furnace, through the installation of an independent conduit that allows reaching the proposed temperatures.

Keywords: Optimization of production. Production costs. Decrease.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el **Sr. Guilcamaigua Pastuña José Vicente**, con **C.I. 0503107906** egresado de la carrera de Ingeniería Industrial: cuyo título versa **“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS OPERATIVOS PARA LOGRAR LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LA MADRILEÑA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 08 de Febrero del 2017

Atentamente.

Msc. Beltrán Semblantes Marco Paúl

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 0502666514

1. INFORMACIÓN GENERAL

➤ **Título del proyecto:**

Identificación y evaluación de los procesos operativos para lograr la optimización de la producción en la empresa La Madrileña.

➤ **Fecha de inicio:**

04 de Abril de 2016

➤ **Fecha de finalización:**

17 de Febrero de 2017

➤ **Lugar de ejecución:**

Sector Tiobamba. Parroquia Belisario Quevedo. Cantón Latacunga. Provincia de Cotopaxi. La Madrileña.

➤ **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

➤ **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial.

➤ **Equipo de Trabajo:**

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis. PhD.

➤ **Coordinador:**

Guilcamaigua Pastuña José Vicente

➤ **Área de Conocimiento:**

Producción.

➤ **Línea de investigación:**

Optimización de procesos productivos.

➤ **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Optimización de procesos productivos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La optimización de los recursos, es una herramienta de la ingeniería para llevar a cabo, debido a que se basa en la eficacia y la eficiencia para alcanzar objetivos, utilizando la menor cantidad de recursos posibles. Se establecerán prioridades para que se logren mejores tiempos de trabajo en los puntos críticos que están afectando el crecimiento productivo o analizar cómo podrían beneficiarse de las prioridades vitales del proceso.

Cuando se busca una optimización de la producción, se proyecta ahorrar ciertos recursos, ya sean financieros o humanos para así mejorar la situación actual en la que se encuentra la organización en su mercado.

La optimización de la producción en la empresa de embutidos "La Madrileña" es importante porque va permitir la utilización eficiente de los recursos, tanto energéticos como de materia prima, reduciendo tiempos de preparación, disminuyendo errores, eliminando tiempos de espera, logrando un flujo continuo en la línea, minimizando los transportes internos y evitando retrasos por ende eliminar los factores que ocasionan las deficiencias existentes en la empresa. Teniendo como resultado una mayor productividad en los procesos de fabricación de embutidos en la empresa La Madrileña.

Una forma de optimizar la producción es la determinación de las mermas en los procesos productivos para mejorar la eficiencia productiva. La elaboración de este estudio ayuda a optimizar el uso de los recursos físicos, humanos y financieros para obtener una producción rentable y eficiente.

En la industria de embutidos La Madrileña es importante tener bajo control la merma del producto debido a su incidencia en la determinación de los costos de producción. Este estudio permite identificar las etapas del proceso y de esta manera reconocer en qué puesto de trabajo

tenemos mayor pérdida de peso. Optimizar los procesos productivos ayuda a mejorar la rentabilidad de la empresa garantizando la calidad de producto terminado al cliente final y obteniendo utilidades que le permitan crecer a la industria.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del proyecto de investigación son los siguientes.

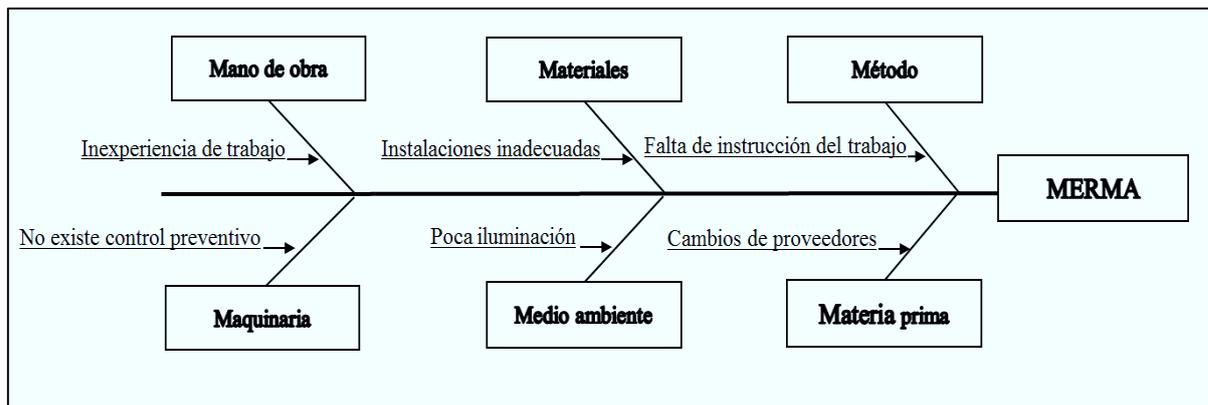
- ✓ Gerente (1)
- ✓ Jefes de planta de la empresa La Madrileña (3)
- ✓ Operarios de la empresa La Madrileña. (35)

Los beneficiarios indirectos del proyecto de investigación son los siguientes.

- ✓ Personal administrativo de la empresa La Madrileña.(10)
- ✓ Personal de mantenimiento de la empresa La Madrileña. (2)
- ✓ Personal de seguridad, bodega, cocina (4)

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Figura 1: Ishikawa



Elaborado por: El autor.

Merma es la reducción física, en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes al proceso productivo, en el caso de los productos cárnicos es la disminución de peso evidenciados en la toma de pesos antes y después de cada etapa de los procesos de fabricación (Mezcla, embutido, ahumado, secado, cocción y enfriamiento).

La actualización de costos de producción de los embutidos de mayor demanda se relaciona de manera directa con la productividad de la empresa. La merma de los productos se presenta en todos los procesos de producción de los embutidos e inciden en los costos. Reducir la merma mejora la rentabilidad de los productos. Se puede actuar en este aspecto de la producción, mediante correcciones direccionadas a obtener resultados favorables. Las causas y efectos se detallan en la figura 1.

5. OBJETIVOS

➤ General

- ✓ Evaluar los procesos operativos a través del análisis de mermas para lograr la optimización de la producción en la empresa La Madrileña.

➤ Específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del proceso productivo con la aplicación de flujogramas en lo referente a materia prima y su intervención en la producción de embutidos de mayor demanda.
- ✓ Determinar las mermas y el consumo energético a través de registros para su incidencia en el costo de producción.
- ✓ Formular una propuesta con la información obtenida para la optimización de la producción en los embutidos de mayor demanda, proyectados a mejorar la rentabilidad.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: Actividades en relación a los objetivos planteados

	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Objetivo 1	Diagnosticar la situación actual del proceso productivo.	Cantidad de materia prima que se emplea en un ciclo de producción	Balanza industrial
Objetivo 2	Determinación de mermas en el proceso.	Merma de los productos de mayor demanda.	Registro de peso de pasta de embutido
	Identificación de la maquinaria a utilizarse en el proceso productivo.	Total de energía eléctrica utilizada en un ciclo de producción.	Registro de energía empleada en el proceso.
Objetivo 3	Socialización de la propuesta con el jefe de producción.	Establecimiento de los lineamientos en la formulación de la propuesta	Aval de la empresa La Madrileña.

Elaborado por: El autor.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

➤ **Empresa La Madrileña.**

El 20 de octubre de 1995, dos jóvenes ingenieros agroindustriales con mentalidad visionaria forman esta empresa en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador.

Aprovechando el gran recurso bovino y porcino que existe en esta provincia, empiezan a elaborar productos cárnicos basados en formulaciones tradicionales manteniendo su buen gusto y sabor.

Para llevar a cabo este proyecto fabril fue necesario mucho esfuerzo y dedicación de sus gestores, valiéndose de recursos propios y el apoyo de entidades bancarias, adquieren maquinaria y la ponen en funcionamiento en las instalaciones ahora ocupadas.

Con el transcurrir del tiempo y en función de la demanda creciente la empresa ha respondido implementando procesos y esto ha permitido ampliar su equipo de talento humano, manteniendo la calidad y servicio para cumplir con las expectativas de los consumidores. (La Madrileña, 2016).

➤ **Optimización de la producción.**

En las últimas décadas se han desarrollado metodologías para el rediseño y mejoramiento de procesos que van desde el control estadístico, el ciclo PHVA, el concepto de cadena de valor de Porter (1985), hasta la reingeniería, rediseño de procesos, seis sigma, BPM, entre otras. Algunas organizaciones aplican estas metodologías y modelos de gestión, sin embargo no presentan un marco metodológico general donde se puedan determinar los pasos sistemáticos que debe realizar una empresa para poder desarrollar adecuadamente un proyecto donde se involucren cambios en los procesos, independiente de la metodología o modelo de gestión que se use. (Santiago, A. 2012).

➤ **Gestión de la producción.**

La necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones que exige el mercado mundial, caracterizado por una competencia impetuosa y donde el servicio al cliente ha pasado a un primer plano, obliga a las organizaciones a adoptar la competitividad como única vía de crecimiento. Alta competitividad es una situación dinámica a través del tiempo, que implica la capacidad de diseñar, producir y vender bienes y servicios, cuyos precios y otras cualidades formen un conjunto más atractivo.

Para lograr estos objetivos, toda organización en general y en particular las empresas manufactureras, requieren de cambios radicales o procesos de mejoramiento continuo de su gestión productiva, siendo imprescindible para ello, una correcta selección del sistema de gestión de la producción que le permita responder con mayor eficacia a los retos que le imponen los factores internos y externos que actúan como condiciones necesarias o restricciones en la búsqueda y mantenimiento de niveles verdaderamente competitivos.

Por tanto, una herramienta que permita la selección del tipo de sistema de gestión de la producción en una empresa manufacturera, debe basarse, por una parte, en criterios que posean una suficiente base científica y por otra, en una aplicación lo suficientemente transparente que permita a los especialistas y directivos su empleo, utilizando de ellos su mayor fortaleza: el conocimiento de la organización. A los efectos del presente trabajo, al primer criterio se le denominará principio del carácter científico, mientras que al segundo principio del carácter práctico.

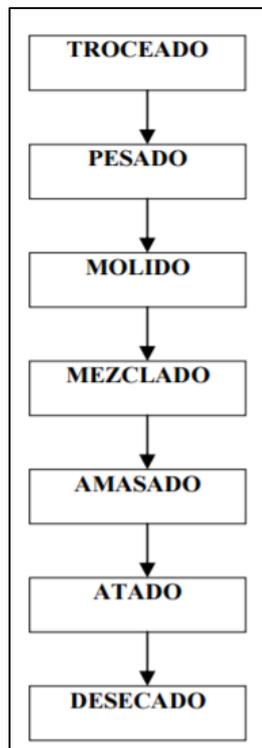
Aquí vale la pena aclarar que en la solución de muchos problemas de la ciencia, los académicos e investigadores se enfrentan a una contraposición aparente entre los

mencionados principios (carácter científico y carácter práctico), pues, generalmente, se presentan como una relación de tipo “trade off”. De esta forma, si se toma como referencia la exactitud de los resultados y la rapidez en su obtención y se absolutiza la consideración del principio del carácter científico, se pueden llegar a soluciones muy refinadas, pero obtenidas como consecuencia de un lento proceso de aplicación. En cambio, al considerar meramente el principio del carácter práctico, se puede llegar rápidamente a ciertas soluciones, pero con un notable deterioro de la exactitud deseada. (Cespón, R. 2006).

➤ **Procesos productivos en la elaboración de embutidos.**

Con objeto de tener una secuencia lógica en los pasos de elaboración de un producto, es necesario preparar una descripción del proceso por etapas. Una forma muy sencilla es, mediante un diagrama de bloques ilustrar cada una de las operaciones involucradas, para no perder de vista ningún paso que se considere necesario en la elaboración de un embutido, por ejemplo, a continuación presentamos la figura de bloques de un embutido crudo:

Figura 2: Elaboración del embutido



Fuente: Programa Universitario de alimentos de la Universidad Autónoma de México

Los diagramas de proceso deben incluir desde la recepción de materias primas e insumos hasta el envasado y almacenaje. En algunos casos se indican las condiciones a las cuales se realiza cada uno de los pasos (por ejemplo tiempo de amasado, temperatura del agua), así como aquellas operaciones de limpieza e higiene relacionadas al proceso.

Definición de producto / producto deseado

La definición del producto juega un papel importante en la selección o diseño del proceso, pues en función de lo que se desea obtener al aplicar un proceso es que se decide si es adecuado o no realizar dicha operación de una determinada forma, es decir, que una operación se realice manual o mecánicamente. Desde el punto de vista del producto deseado, la selección o diseño del proceso está en función de buscar el más adecuado para elaborar productos que me ofrezcan alto margen de ganancia o tener un proceso para productos de desplazamiento rápido o para aquellos productos cuyo volumen de envase empaque sea bajo, etc. Lo deseable es poder elaborar productos que dejen grandes ganancias, con poco desperdicio, sin merma, de rápido desplazamiento, fácil y rápida producción, de fácil manipulación y que no requiera cuidados especiales para su venta y almacén. Por ello deberemos evaluar si el invertir en equipos es conveniente y realmente cuál de ellos ayudará a cumplir con el objetivo de producto deseado. (Personal del programa universitario de alimentos de la Universidad Autónoma de México, 2009).

➤ Auditoría energética para la optimización de consumos en el proceso productivo de una fábrica de embutidos.

La eficiencia energética es un aspecto crucial en la actualidad para la competitividad de cualquier tipo de empresa, incluyendo en este concepto de eficacia los diferentes aspectos energéticos: consumo eléctrico, de combustibles fósiles (provenientes del petróleo, carbón o gas natural) y otras fuentes de energía alternativas. No obstante, antes de hablar de eficacia es necesario conocer cuál es nuestra situación en este aspecto, es decir, es necesario poder medir para controlar y poder proponer medidas de mejora.

Las auditorías son un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad.

La optimización energética no se alcanzó automáticamente, sino que se conjuntaron diferentes esfuerzos como la realización de auditorías, operaciones de demostración, introducción de equipos, procedimientos más eficientes y esquemas de financiación que permitieron rebajar la dependencia energética de las empresas, pero con el tiempo el crecimiento económico y nuevas exigencias han modulado la mejora. (García, F. 2016)

➤ **Merma**

Se entiende por merma la pérdida de alguna de las características físicas de los productos obtenidos o, mejor, de alguno de los factores utilizados para su obtención: su peso, su volumen, longitud, etc.

Cuando eso ocurre la empresa ya lo tiene asumido como una característica inherente del proceso productivo, por lo que calcula el costo directamente, obteniendo el valor de los productos fabricados a la salida del proceso, dividiendo los costos aplicables del periodo (Consumo de materias primas + Mano de obra directa + Gastos Generales) correspondientes al departamento donde se produce la merma, entre el número de unidades a la salida de dicho centro, descontando, por lo tanto, la merma.

No se debe confundir el concepto de pérdida con el concepto de merma, porque la merma se conoce antes de llevar a cabo el proceso productivo, mientras que la pérdida, a pesar de que la empresa establezca un margen de tolerancia, no se conoce a priori. (Rodríguez, R. 2008).

➤ **Análisis y diseño de experimentos.**

El diseño de experimentos.

En el campo de la industria es frecuente hacer experimentos o pruebas con la intención de resolver un problema o comprobar una idea (conjetura, hipótesis); por ejemplo, hacer algunos cambios en los materiales, métodos o condiciones de operación de un proceso, probar varias temperaturas en una máquina hasta encontrar la que da el mejor resultado o evaluar un nuevo material con la intención de lograr mejoras o eliminar algún problema.

Sin embargo, es común que estas pruebas o experimentos se hagan sobre la marcha, con base en el ensayo y error, apelando a la experiencia y a la intuición, en lugar de seguir un plan experimental adecuado que garantice una buena respuesta a las interrogantes planteadas. Algo

similar ocurre con el análisis de los datos experimentados, donde más que hacer un análisis riguroso de toda la información obtenida y tomar en cuenta la variación, se realiza un análisis informal, “intuitivo”. Es tal el poder de la experiencia que, en ocasiones, se logran mejoras a pesar de que el experimento se hizo con base en el ensayo y error. No obstante, en situaciones de cierta complejidad no es suficiente aplicar este tipo de experimentación, por lo que es mejor proceder siempre en una forma eficaz que garantice la obtención de las respuestas a las interrogantes planteadas en un lapso corto de tiempo y utilizando pocos recursos.

El diseño estadístico de experimentos es precisamente la forma más eficaz de hacer pruebas. El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas y de esta manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras. Algunos problemas típicos que pueden resolver con el diseño y el análisis de experimentos son los siguientes:

- ✓ Encontrar las condiciones de operación (temperatura, velocidad, humedad, por ejemplo) en las que se reduzcan los defectos o se logre un mejor desempeño del proceso.
- ✓ Reducir el tiempo de ciclo del proceso.
- ✓ Apoyar el diseño o rediseño de nuevos productos o procesos.

En general, cuando se quiere mejorar un proceso existen dos maneras básicas de obtener la información necesaria para ello: una es observar o monitorear vía herramientas estadísticas, hasta obtener señales útiles que permitan mejorarlo; se dice que ésta es una estrategia pasiva. La otra manera consiste en experimentar, es decir, hacer cambios estratégicos y deliberados al proceso para provocar dichas señales útiles. Al analizar los resultados se obtienen las pautas a seguir, que muchas veces se concretan en mejoras sustanciales del proceso. En este sentido, experimentar es mejor que sentarse a que el proceso nos indique por sí solo cómo mejorarlo.

El diseño de experimentos (DDE) es un conjunto de técnicas activas, en el sentido de que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejora.

El saber diseño de experimentos y otras técnicas estadísticas, en combinación con conocimientos del proceso, sitúan al responsable del mismo como un observador perceptivo y

proactivo que es capaz de proponer mejoras y de observar algo interesante (oportunidades de mejora) en el proceso y en los datos donde otra persona no ve nada.

Definiciones básicas en el diseño de experimentos.

Esta metodología se ha ido consolidando como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que permiten entender mejor situaciones complejas de relación causa – efecto.

Experimento.

Un experimento es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se hace con el objetivo de medir el efecto del cambio sobre una o varias propiedades del producto o resultado. Asimismo, el experimento permite aumentar el conocimiento acerca del sistema.

Unidad experimental.

La unidad experimental es la pieza(s) o muestra(s) que se utilizan para generar un valor que sea representativo del resultado del experimento o prueba. En cada estudio experimental es importante definirla de manera cuidadosa, ya que la unidad experimental puede ser una pieza o muestra de una sustancia o un conjunto de piezas producidas dependiendo del proceso que se estudia.

Variable(s) de respuesta.

A través de esta(s) variable(s) se conoce el efecto o los resultados de cada prueba experimental, por lo que pueden ser características de la calidad de un producto y/o variable que miden el desempeño de un proceso.

Factores controlables.

Son variables de proceso o características de los materiales experimentales que se pueden fijar en un nivel dado. Algunos de éstos son los que usualmente se controlan durante la operación normal del proceso y se distinguen porque, para cada uno de ellos, existe la manera o el mecanismo para cambiar o manipularse su nivel de operación. Esto último es lo que hace posible que se pueda experimentar con ellos.

Factores no controlables o de ruido.

Son variables o características de materiales y métodos que no se pueden controlar durante el experimento o la operación normal del proceso. Por ejemplo, algunos factores que suelen ser no controlables son las variables ambientales (luz, humedad, temperatura, partículas, ruido, etc.), el ánimo de los operadores, la calidad del material que se recibe del proveedor (interno o externo).

Factores estudiados.

Son las variables que se investigan en el experimento, respecto de cómo influyen o afectan a la(s) variable(s) de respuesta. Los factores estudiados pueden ser controlables o no controlables, a estos últimos quizá fue posible y de interés controlarlos durante el experimento. Para que un factor pueda ser estudiado es necesario que durante el experimento se haya probado en, al menos, dos niveles o condiciones.

Niveles y tratamientos.

Los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman niveles. Una combinación de todos los niveles de todos los factores estudiados se llama tratamiento o punto de diseño. (Gutiérrez, H. 2008).

➤ **Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) en rodajas.**

El cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum*) es una planta de mediano porte que pertenece a la familia de las esterculiáceas, la misma del Cacao y que puede alcanzar hasta 20 m de altura.

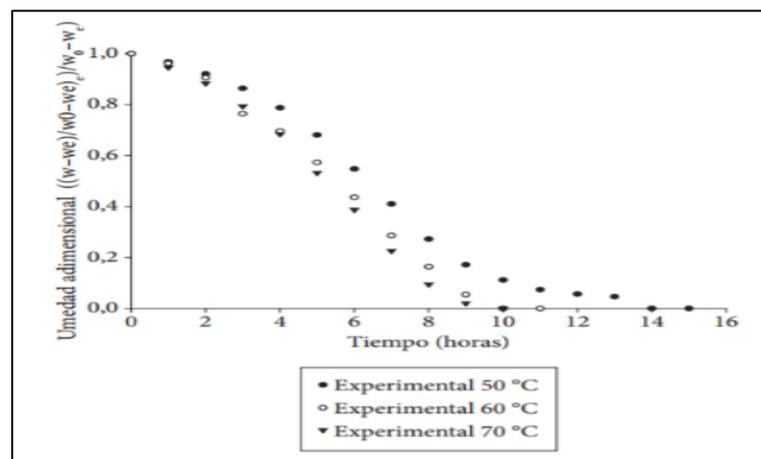
Cinética del secado.

La cinética del secado de un material no es más que la dependencia de la humedad del material y de la intensidad de evaporación con el tiempo o variables relacionadas con este, como la propia humedad o las dimensiones del equipo. La humedad adimensional fue calculada a partir de la humedad en base seca. Analizando las curvas de secado en la Figura 2, se observa que la cinética fue fuertemente influenciada por la temperatura y que el empleo de temperaturas más elevadas redujo significativamente el tiempo necesario para secar la pulpa

de cupuaçu, o sea, para un mismo tiempo de proceso, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es la velocidad del secado. En la Figura 2 se puede observar también que la pérdida de agua es más rápida al inicio del proceso de secado, siendo que para 8 horas de secado, el valor del contenido de agua para cada temperatura fue muy diferente, indicando que la temperatura es una variable que influencia bastante el proceso de secado. Este comportamiento fue observado por Prado, Park y Alonso (2000) e Almeida et al. (2002), secando tamaras (*Phoenix dactylifera* L.) y vainas de algarroba (*Ceratonia siliqua*), respectivamente. Este acontecimiento ocurre debido a que las temperaturas elevadas del aire producen mayores flujos de secado (HOLDSWORTH, 1986), por causa del correspondiente aumento del coeficiente de convección de transferencia de calor.

También podemos observar que la cinética del secado del cupuaçu tiene características semejantes de la mayoría de los frutos tropicales (MOURA et al., 2001; ARAÚJO et al., 2001). Fue observado que para producir rodajas de cupuaçu con humedad de aproximadamente 20%, fueron necesarias 9,2 horas de secado a 50 °C, siendo que para 60 °C fue necesario 8,1 horas y 7,3 horas de secado para 70 °C, lo que nos lleva a concluir que será más ventajoso económicamente deshidratar a 70 °C, pero otros estudios serán necesarios para evaluar la posible pérdida de nutrientes. (Campinas, 2010)

Figura 3: Curva de secado del cupuaçu para las temperaturas de 50°C, 60°C y 70°C.



Fuente: Scielo. (Campinas, 2010)

➤ **Eficiencia energética en el sector industrial.**

Eficiencia energética, necesitamos obtener más con menos. En la industria, en movilidad y en la vivienda, en todas estas áreas la eficiencia energética puede ayudarnos a proteger nuestro clima y es donde más beneficios obtendremos usando la energía de forma más eficiente.

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.

En la industria: optimizando nuestros procesos industriales, aprovechando mejor el reciclaje de materiales y materias primas, implementando nuevas tecnologías, reciclando los residuos industriales y productos derivados. (Sevilleja, D. 2011)

8. HIPÓTESIS DEL PROYECTO

- ✓ ¿Con la evaluación de los procesos productivos se optimizará la producción?

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

➤ **Método de investigación.**

La investigación está encaminada a un enfoque experimental debido a que se manipuló una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, el experimento consistió en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente).

Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Las variables independientes para la realización de la investigación fueron: "temperatura del horno" y "tiempo de secado en el horno" de la pasta de embutido, obteniendo como variable principal dependiente la humedad del producto, una vez determinada la humedad del embutido podemos continuar estableciendo el resto de variables.

Los exámenes de humedad de los embutidos de mayor demanda se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los resultados de humedad se muestran en los anexos:

- ✓ Longaniza ahumada con una temperatura de 70°C, botón especial con una temperatura de 74°C y longaniza especial con una temperatura de 72°C en el horno en el proceso de secado.
- ✓ Longaniza ahumada con una temperatura de 90°C, botón especial con una temperatura de 90°C y longaniza especial con una temperatura de 90°C en el horno en el proceso de secado.
- ✓ Botón especial con una temperatura de 81°C y longaniza especial con una temperatura de 77°C en el horno en el proceso de secado.
- ✓ Longaniza ahumada con una temperatura de 72°C en el horno en el proceso de secado.

➤ **Técnicas de investigación.**

Para el desarrollo del proyecto se empleó la investigación de campo porque se realizó directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio.

La herramienta de apoyo para esta técnica fue la experimentación. La cual se puede entender como la observación dedicada y constante que se hace a un fenómeno objeto de estudio, al que se le van adaptando o modificando sus variables conforme a un plan predeterminado, con el propósito de analizar sus posibles cambios de conducta, dentro de su propio ambiente

Se introdujeron cambios que modifican sistemáticamente el comportamiento del fenómeno. Las modificaciones surgidas se valoran cuantitativamente para analizar las repercusiones de esos cambios en el fenómeno observado y ampliar así su conocimiento.

➤ Descripción de los instrumentos y equipos empleados

Los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación se exponen a continuación:

Tabla 2: Equipos empleados

EQUIPO	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
Balanza industrial	OHAUS	T 31P	Se utiliza para pesar materiales de grandes dimensiones.	
Horno industrial para embutidos	VEMAG	SIN MODELO	Se utiliza para el secado, cocción y ahumado del embutido.	
Carro jamones.	SIN MARCA	SIN MODELO	Se utiliza para transportar el embutido.	
Carro bañera con ruedas	SIN MARCA	SIN MODELO	Se utiliza para transportar la pasta de embutido.	
Balanza de precisión	M TOLEDO	TIGER	Se utiliza para pesar materiales pequeños.	
Desecador	Normax	SIN MODELO	se utiliza para mantener limpia y deshidratada una sustancia por medio del vacío.	
Estufa de laboratorio	SELECTA	2001242	Se utiliza para el secado del embutido.	

Elaborado por: El autor.

- ✓ El certificado de calibración de la balanza industrial marca OHAUS, modelo T 31P se muestra en el anexo
- ✓ El certificado de calibración de la balanza de precisión marca M TOLEDO, modelo TIGER se muestra en el anexo

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Mediante un diagnóstico que describa el comportamiento de los procesos productivos en la elaboración de embutidos y el análisis de gráficos especializados y esquemas, permitirán el control de operación para el uso adecuado de la materia prima; de este modo se logra

determinar el consumo mínimo necesario de energía, combustible, mano de obra para lograr resultados satisfactorios aplicando técnicas de optimización de la producción.

➤ Estructura del experimento

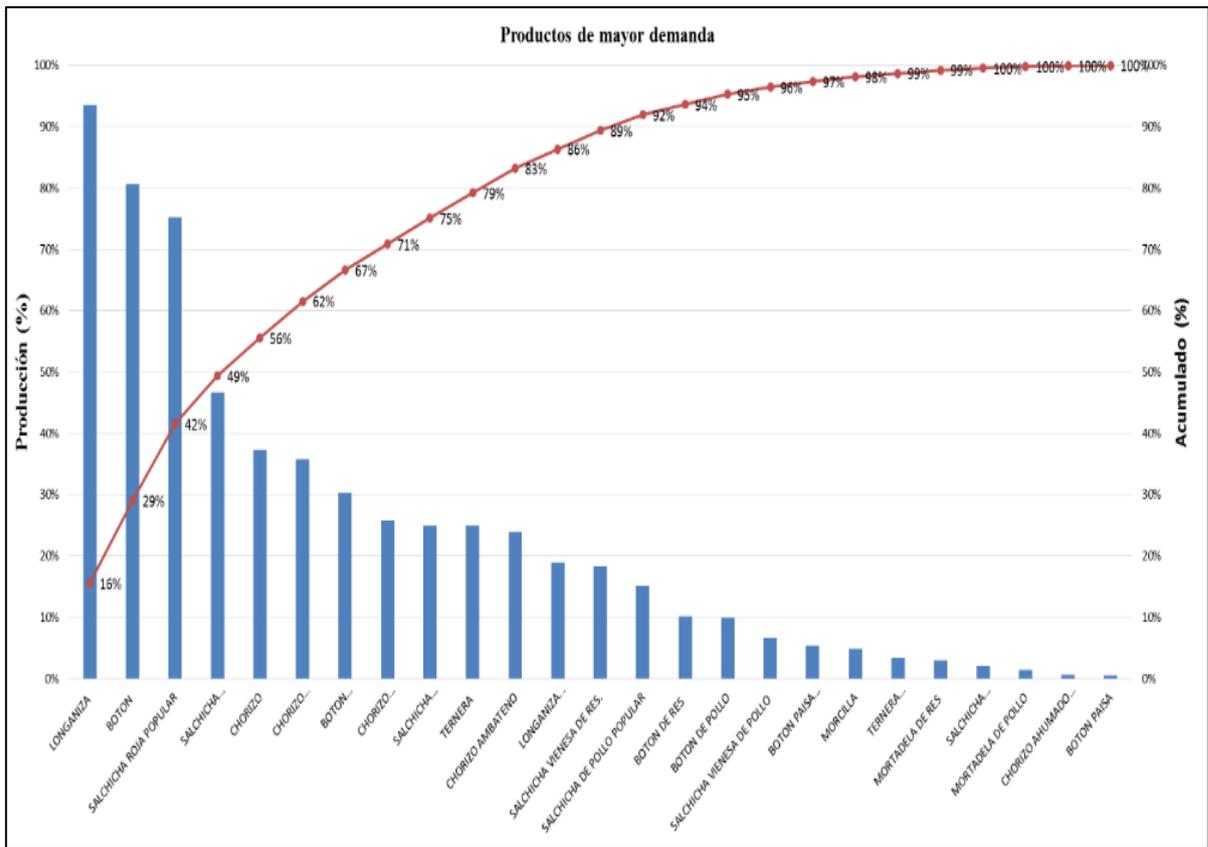
Tabla 3: Producción global La Madrileña

	PRODUCTOS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
E S P E C I A L	BOTON	14%	13%	13%	14%	13%	13%
	LONGANIZA	14%	15%	16%	16%	16%	16%
	CHORIZO	6%	6%	7%	7%	7%	5%
	TERNERA	5%	4%	4%	5%	3%	4%
	SALCHICHA DE POLLO	4%	4%	5%	4%	4%	3%
	CHORIZO AMBATENO	3%	4%	4%	5%	4%	4%
	CHORIZO AHUMADO PICANTE	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	MORTADELA DE RES	1%	0%	0%	0%	1%	1%
	MORTADELA DE POLLO	0%	0%	0%	0%	1%	0%
	SALCHICHA ESPECIAL	1%	0%	0%	0%	0%	0%
	MORCILLA	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	BOTON PAISA	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	P O P U L A R	SALCHICHA ROJA POPULAR	11%	15%	13%	12%	12%
SALCHICHA POPULAR		7%	9%	8%	9%	8%	7%
SALCHICHA VIENESA DE RES.		6%	2%	1%	1%	4%	5%
CHORIZO AMBATENO POPULAR		5%	5%	6%	7%	6%	6%
BOTON POPULAR		4%	7%	5%	5%	5%	4%
CHORIZO POPULAR		4%	4%	6%	4%	4%	3%
LONGANIZA POPULAR		4%	3%	4%	3%	3%	3%
SALCHICHA DE POLLO POPULAR		2%	3%	3%	3%	3%	2%
BOTON DE RES		2%	2%	2%	1%	2%	2%
SALCHICHA VIENESA DE POLLO		1%	0%	0%	0%	2%	3%
BOTON DE POLLO		1%	2%	2%	2%	1%	1%
BOTON PAISA POPULAR		1%	1%	1%	1%	1%	1%
TERNERA POPULAR		1%	1%	1%	1%	0%	0%
	TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Elaborado por: El autor.

En la planta de producción de embutidos “La Madrileña” se estableció que la producción global la constituyen 25 productos en diferentes porcentajes de producción, clasificados en dos líneas: especial y popular. Se recopiló los porcentajes de producción de seis meses atrás (Mayo-Octubre 2016), para determinar los productos de mayor demanda, es decir los que se producen con más frecuencia y en grandes cantidades.

Figura 4: Productos de mayor demanda

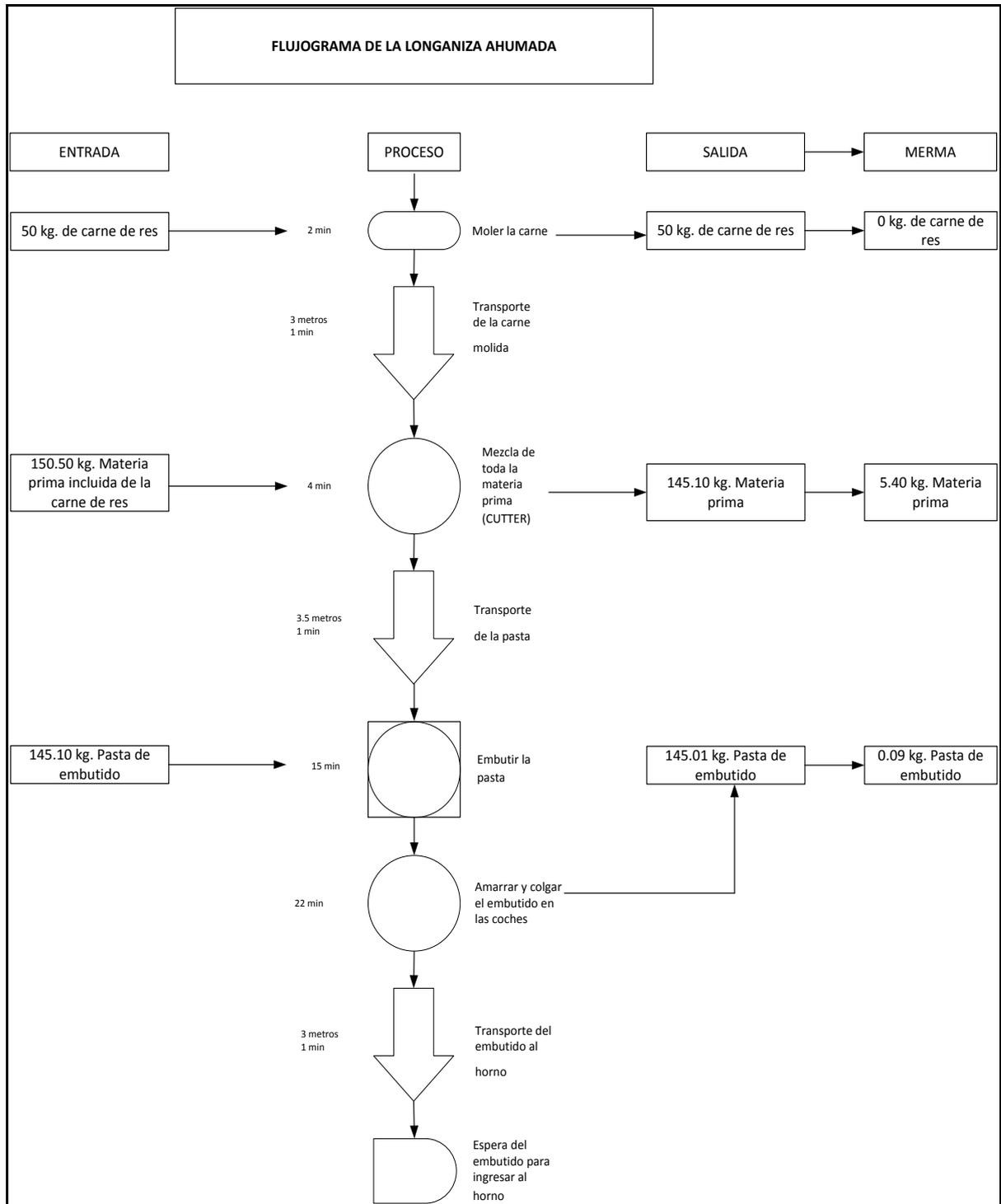


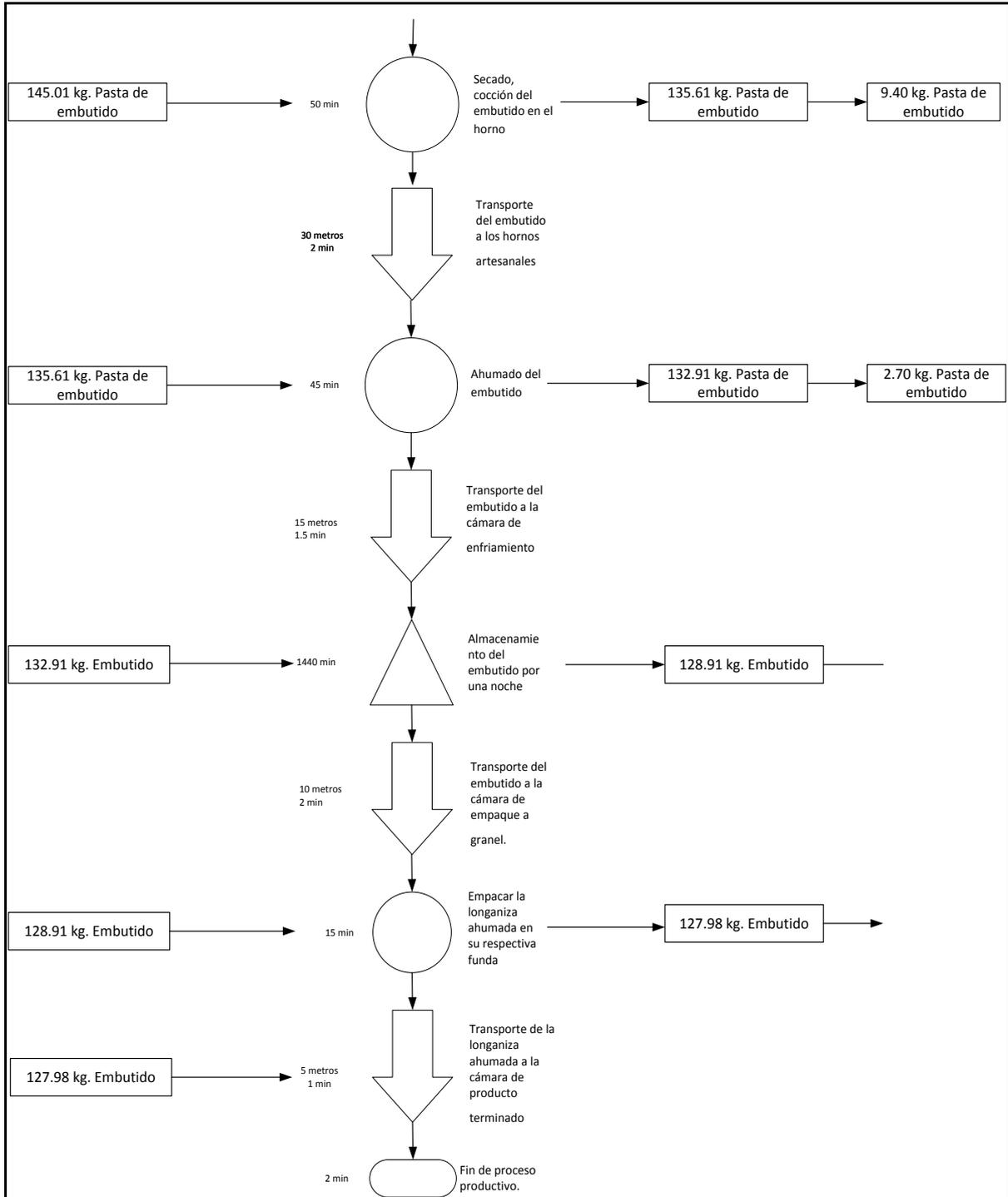
Elaborado por: El autor.

Los productos de mayor demanda determinados con el diagrama de Pareto, son: longaniza especial con una producción del 9.5%; longaniza ahumada con una producción del 6.5 % y el botón especial con una producción del 13% que sumados representan el 29% de la producción total, promedio obtenido en base a los últimos 6 meses de producción, (mayo – octubre 2016). Se considera que este porcentaje es alto, por cuanto lo constituyen únicamente 3 productos, frente a los 22 restantes de la producción total.

➤ **Análisis de merma.**

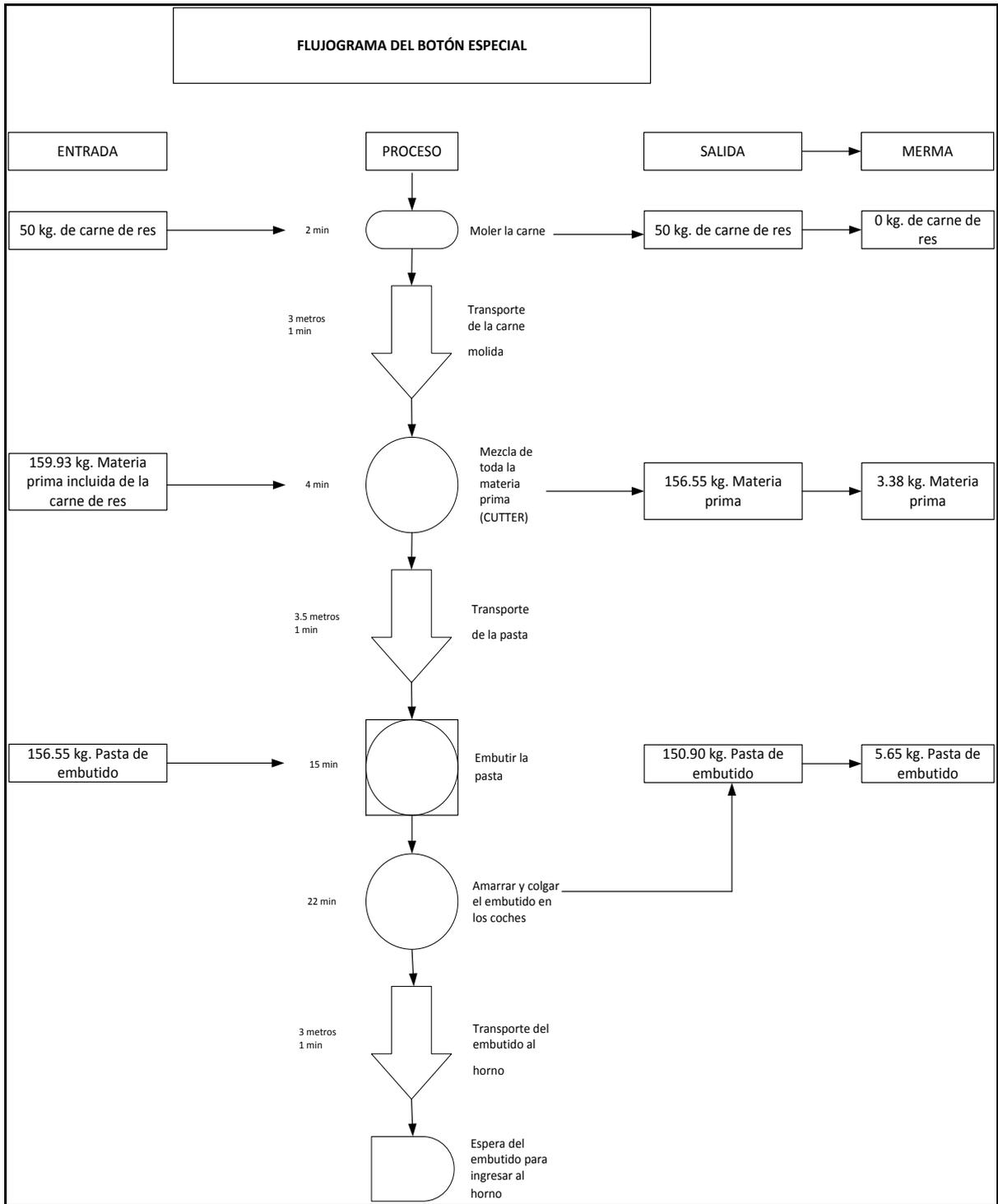
Figura 5: Flujograma de proceso para longaniza ahumada

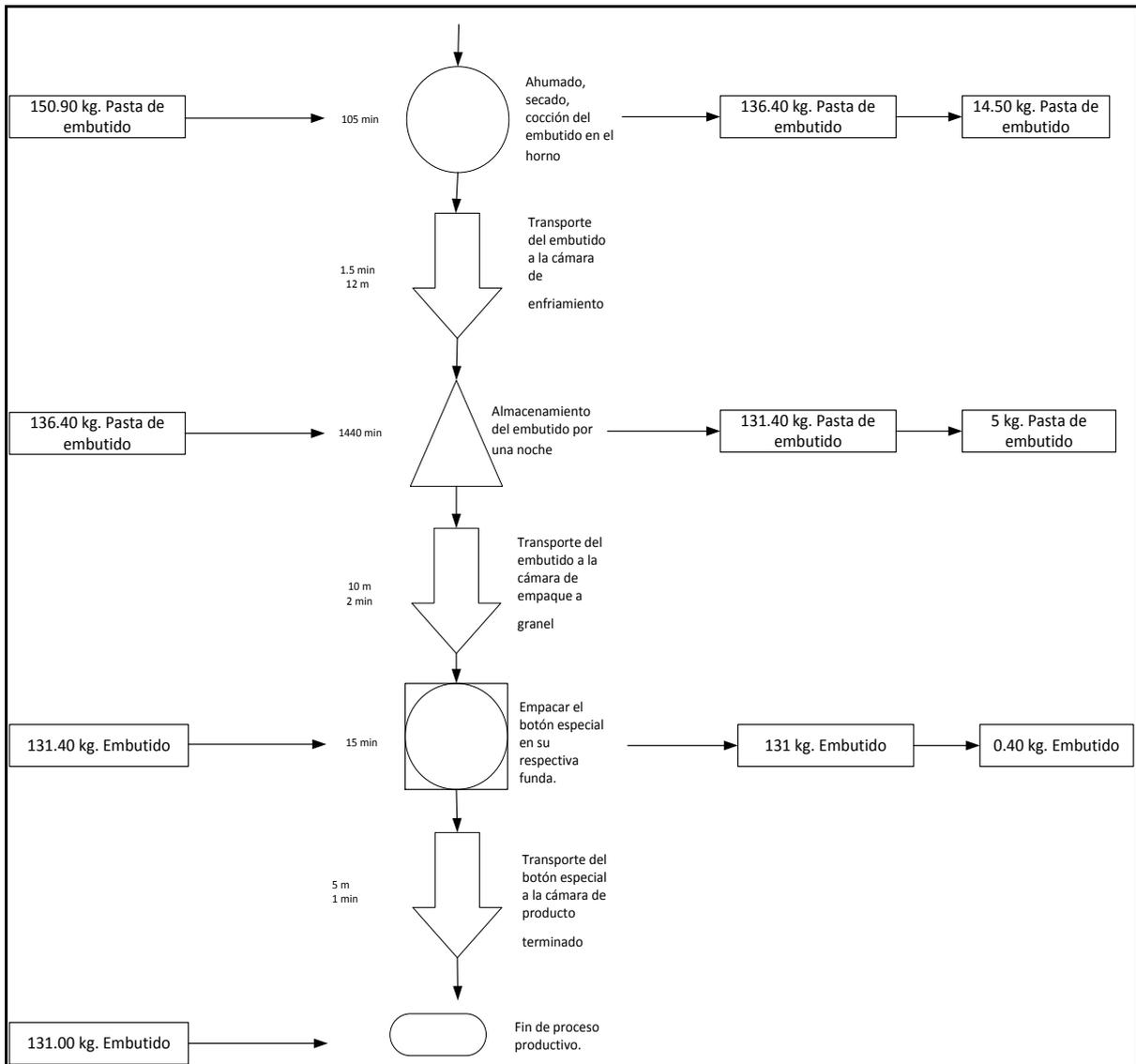




El diagrama de flujo para longaniza ahumada permite identificar las áreas en las que se originan las mermas y establece que el porcentaje más alto de merma se encuentra en el área del horno, en el que se pierde 9.40 kg de pasta de embutido en un ciclo de producción de 150 kg.

Figura 6: Flujograma del botón especial

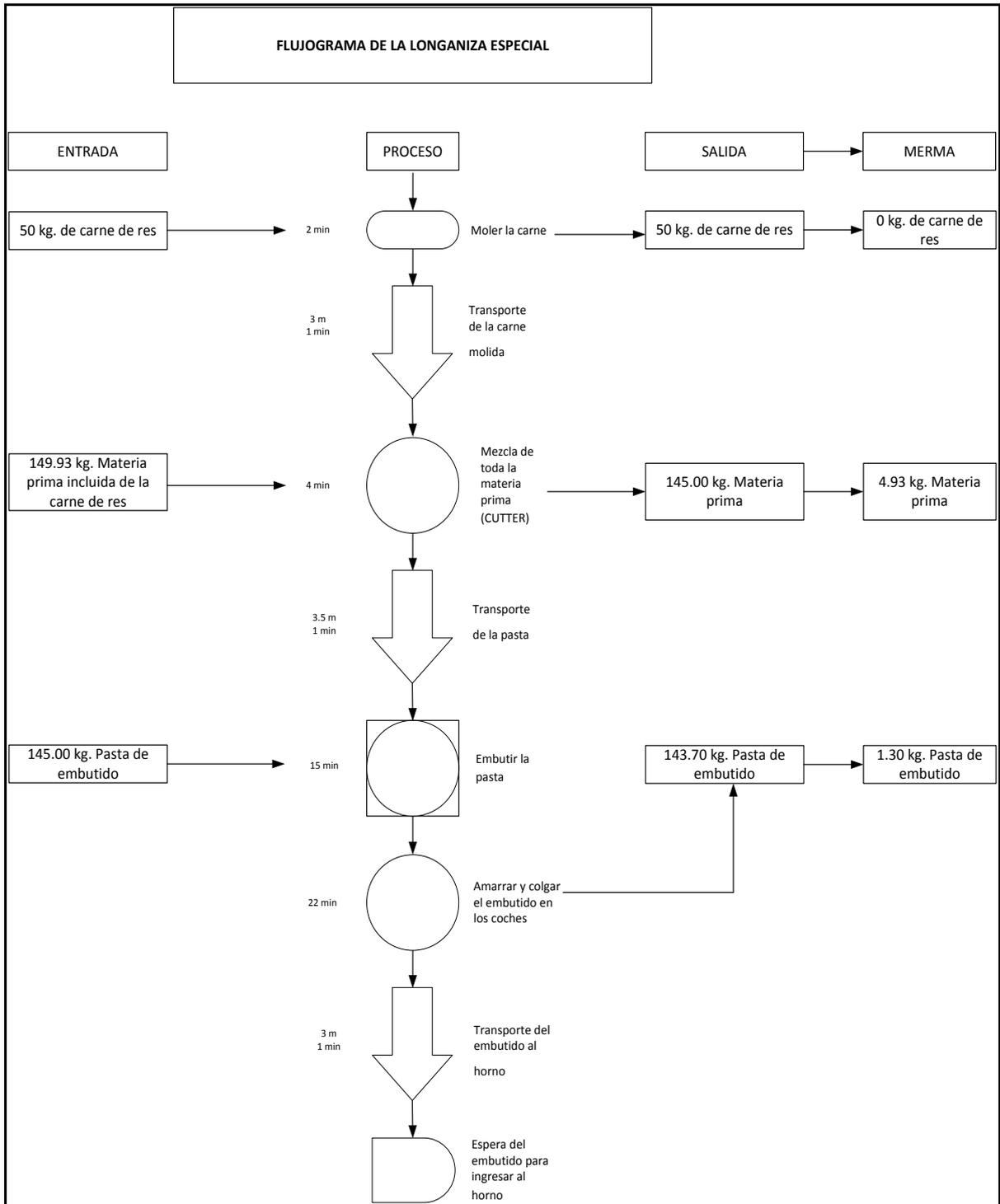


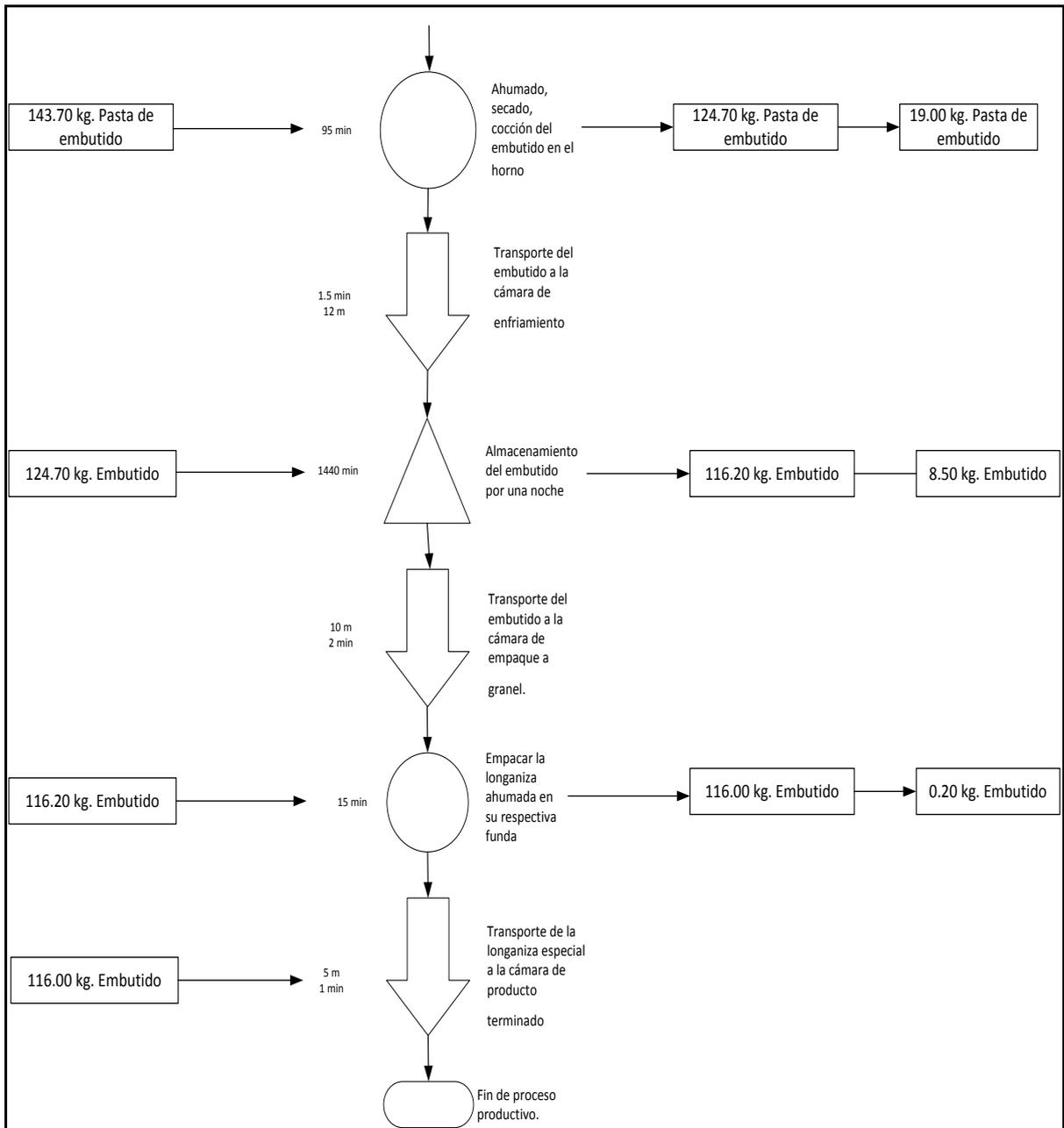


Elaborado por: El autor.

El diagrama de flujo de botón especial permite identificar las áreas en las que se originan las mermas y se establece que el porcentaje más alto de merma se encuentra en el área del horno, en el que se pierde 14.50 kg de pasta de embutido en un ciclo de producción de 150 kg.

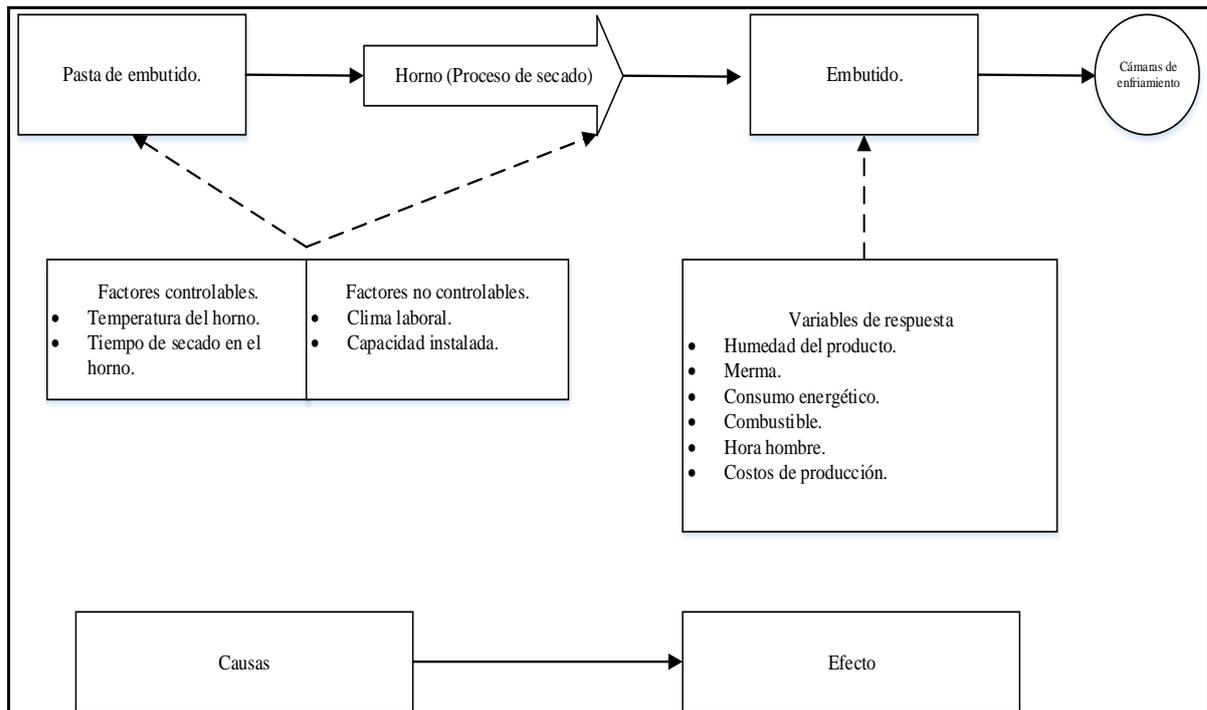
Figura 7: Flujograma de la longaniza especial





Elaborado por: El autor.

El diagrama de flujo de la longaniza especial permite identificar las áreas en las que se originan las mermas y se establece que el porcentaje más alto de merma se encuentra en el área del horno, en el que se pierde 19 kg de pasta de embutido en un ciclo de producción de 150 kg.

Figura 8: Diseño de experimentos

Elaborado por: El autor.

El proceso a estudiar es la etapa de “secado del producto en el horno” (no considera las etapas de cocción y ahumado, por cuanto la temperatura en estas etapas son fijas respondiendo a variables microbiológicas y organolépticas del producto). La entrada del proceso está constituida por la pasta de embutido (materia prima cruda); y la salida corresponde al embutido listo para empacar (producto final).

Siendo la etapa del horno el área susceptible de cambios, con proyección a reducir mermas, se seleccionaron las variables “temperatura del horno” y “tiempo de secado del embutido” como factores controlables; las variables “humedad del producto” (%), “merma” (kg), “consumo energético” (kWh), “combustible” (Gls), “mano de obra” (\$), “costos de producción” (\$) como variables de respuesta; la variable de clima laboral, capacidad instalada como factor no controlable. Por lo tanto las variables independientes corresponden a los factores controlables, las variables dependientes a las variables de respuesta, siendo las primeras las causas y las segundas los efectos.

Tabla 4: Resultados del experimento longaniza ahumada

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO LONGANIZA AHUMADA								
Factores controlables			Variables de respuesta					
Tratamiento	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Humedad del producto (%)	Merma del producto (kg)	Consumo energético (kWh)	Combustible (Gls)	Mano de obra (\$)	Costos de producción (\$)
T0	70	35	56	1.036,38	730,48	590,18	159,62	15.892,08
T1	90	15	56	879,98	567,64	253	95,68	15.072,82
T2	72	26	63	852,38	656,42	438,38	130,64	15.264,18

Elaborado por: El autor.

➤ Comprobación y descripción de resultados.

Se probaron tres tratamientos para el experimento de la longaniza ahumada. Cada tratamiento resulta de la combinación de los niveles de los factores “temperatura del horno” y “tiempo de secado del embutido”. El primer tratamiento corresponde al testigo (T0) con una temperatura de 70°C y un tiempo de 35 minutos obteniendo como resultado: humedad 56 %, merma 1.036,38 kg, consumo energético 730.48 kWh, Combustible 590.18 Gls, Mano de obra 159.62 \$ con un total en costos de producción de 15.892,08 \$ por mes. Son los factores controlables y variables de respuesta habituales con las que funciona actualmente la planta de producción. Los dos siguientes (T1 y T2) corresponden a la ejecución del experimento con su respectivo factor controlable y sus variables de respuesta.

Tabla 5: Resultados del experimento botón especial

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO BOTÓN ESPECIAL								
Factores controlables			Variables de respuesta					
Tratamiento	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Humedad del producto (%)	Merma del producto (Kg)	Consumo energético (kWh)	Combustible (Gls)	Mano de obra (\$)	Costos de producción (\$)
T0	74	55	62	2.574,77	2.171,60	1.795,13	339,09	29.083,42
T1	90	15	64	2.396,77	1.533,47	489,50	92,56	26.980,35
T2	81	35	63	2.174,27	1.855,65	1.141,87	216,27	27.631,83

Elaborado por: El autor.

Se probaron tres tratamientos para el experimento del botón especial. Cada tratamiento resulta de la combinación de los niveles de los factores “temperatura del horno” y “tiempo de secado del embutido”. El primer tratamiento corresponde al testigo (T0) con una temperatura de 74°C y un tiempo de 55 minutos obteniendo como resultado: humedad 62 %, merma 2.574,77 kg, consumo energético 2.171,60 kWh, Combustible 1.795,13 Gls, Mano de obra 339.09 \$ con un total en costos de producción de 29.083,42 \$ por mes. Son los factores controlables y variables de respuesta habituales con las que funciona actualmente la planta de

producción. Los dos siguientes (T1 y T2) corresponden a la ejecución del experimento con su respectivo factor controlable y sus variables de respuesta.

Tabla 6. Resultados del experimento longaniza especial

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO LONGANIZA ESPECIAL								
Tratamiento	Factores controlables		Variables de respuesta					
	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Humedad del producto (%)	Merma del producto (Kg)	Consumo energético (kWh)	Combustible (Gls)	Mano de obra (\$)	Costos de producción (\$)
T0	72	50	57	2.273,31	1.561,10	1.228,11	232,49	25.939,72
T1	90	15	58	1.837,81	1.145,03	368,50	69,68	23.424,54
T2	77	26	62	2.005,31	1.274,34	638,51	120,60	24.306,26

Elaborado por: El autor.

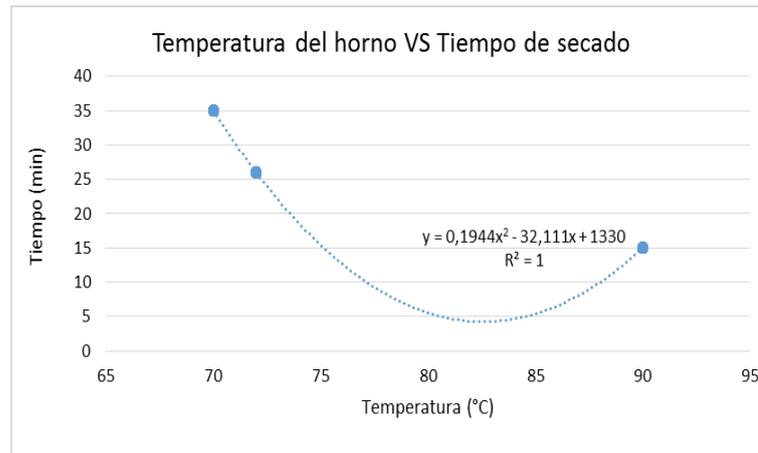
Se probaron tres tratamientos para el experimento de la longaniza especial. Cada tratamiento resulta de la combinación de los niveles de los factores “temperatura del horno” y “tiempo de secado del embutido”. El primer tratamiento corresponde al testigo (T0) con una temperatura de 72°C y un tiempo de 50 minutos obteniendo como resultado: humedad 57 %, merma 2.273,31 kg, consumo energético 1.561,10 kWh, Combustible 1.228,11 Gls, Mano de obra 232.49 \$ con un total en costos de producción de 25.939,72 \$ por mes. Son los factores controlables y variables de respuesta habituales con las que funciona actualmente la planta de producción. Los dos siguientes (T1 y T2) corresponden a la ejecución del experimento con su respectivo factor controlable y sus variables de respuesta.

➤ **Propuesta.**

➤ **Longaniza ahumada**

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 4, se presentan las figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15; con las curvas polinómicas, en las que se determinan los costos mínimos procesando las variables de respuesta encontradas. Se toman como referencia 2 puntos de coordenadas (x, y), x=temperatura, y=tiempo de secado del producto, humedad del producto, merma del producto, consumo energético, combustible, mano de obra, costos de producción, generando una curva cuyo máximo o mínimo, corresponde a la variable de respuesta óptima, con la mayor diferencia significativa respecto a los T0.

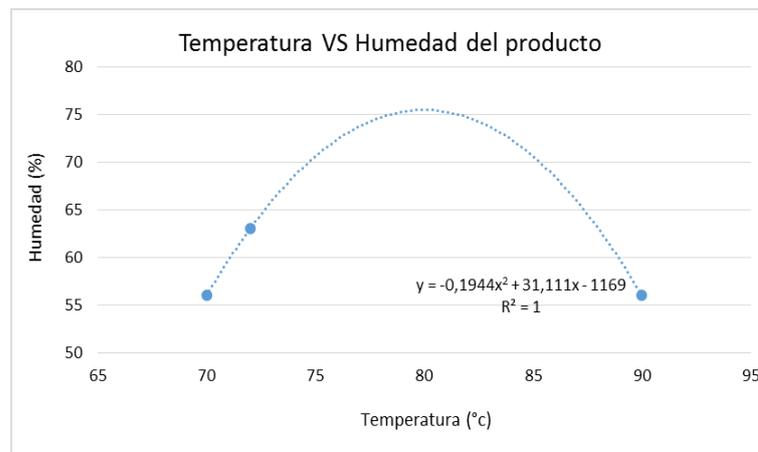
La ecuación polinómica $y=ax^2+bx-c$, permite considerar diferentes valores de x y obtener las respuestas en y.

Figura 9: Tiempos de secado para la elaboración de la longaniza ahumada

Elaborado por: El autor.

El tomar un valor de temperatura de 80°C, requeriría un tiempo de 5 minutos, y en la realidad, esto no sería factible por la baja capacidad instalada (fuentes de suministro de energía compartidos para los diferentes procesos), siendo éste el factor no controlable, que se mencionó en el planteamiento del experimento.

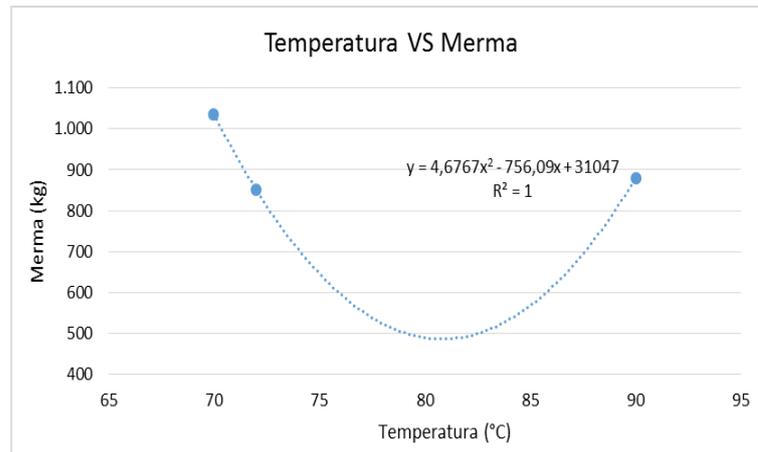
Por tal razón los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar esta temperatura se requiere un tiempo de 20 minutos para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y un tiempo acostumbrado de 35 minutos de secado del embutido.

Figura 10: Humedad del producto para la elaboración de longaniza ahumada

Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar una humedad del 68% para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y una humedad frecuente del 56% del embutido.

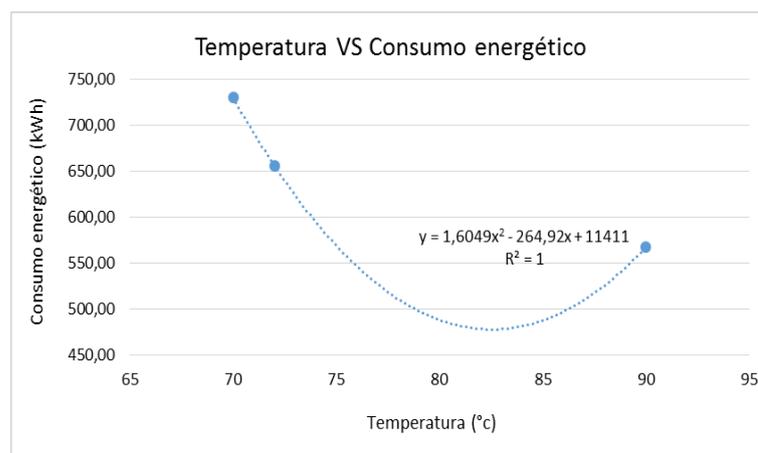
Figura 11: Merma de la longaniza ahumada



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir la merma a 625 kg para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y una merma usual de 1.036,38 kg del producto.

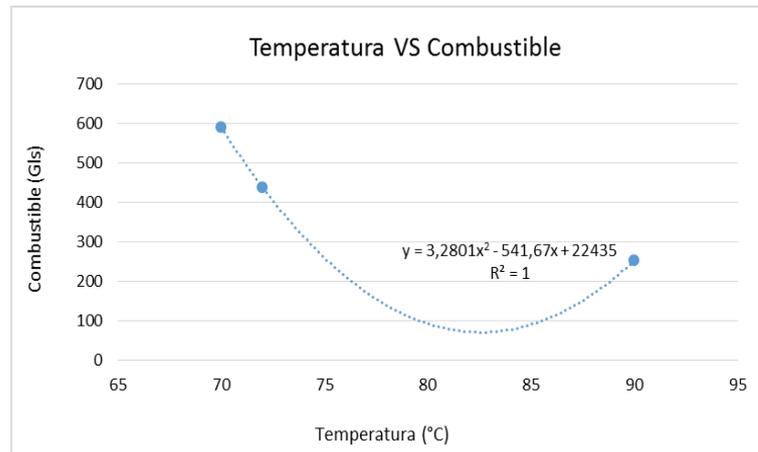
Figura 12: Consumo energético para la elaboración de la longaniza ahumada



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el consumo energético a 537.5 kWh para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y un consumo frecuente de energía de 730.48 kWh para la elaboración del embutido.

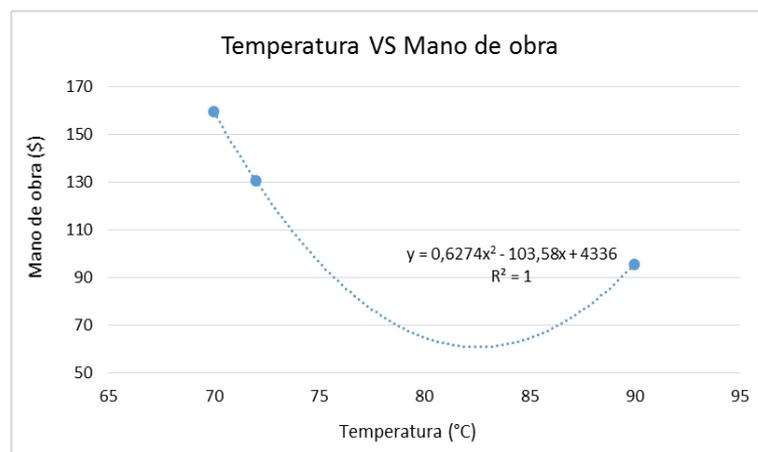
Figura 13: Consumo de combustible para la elaboración de longaniza ahumada



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el consumo de combustible a 190 Gls para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y un consumo frecuente de combustible de 590.18 Gls.

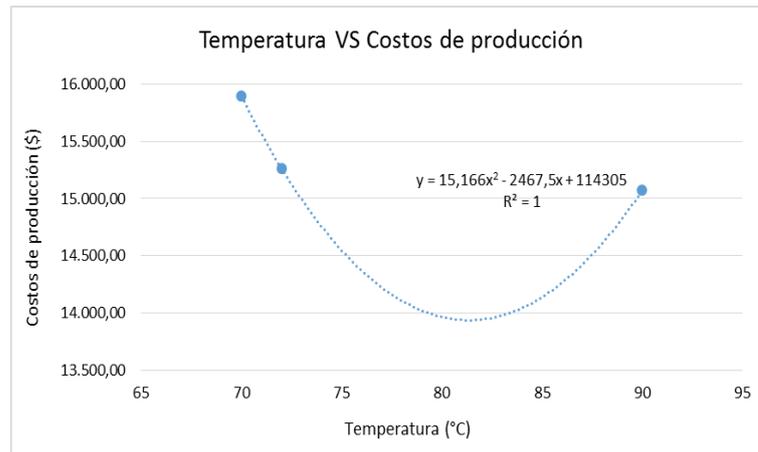
Figura 14: Costo de mano de obra para la elaboración de la longaniza ahumada



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 75°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el costo de mano de obra a 82.50\$ para la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y un costo normal de 159.62 \$ al operario.

Figura 15: Costo de producción para la elaboración de longaniza ahumada



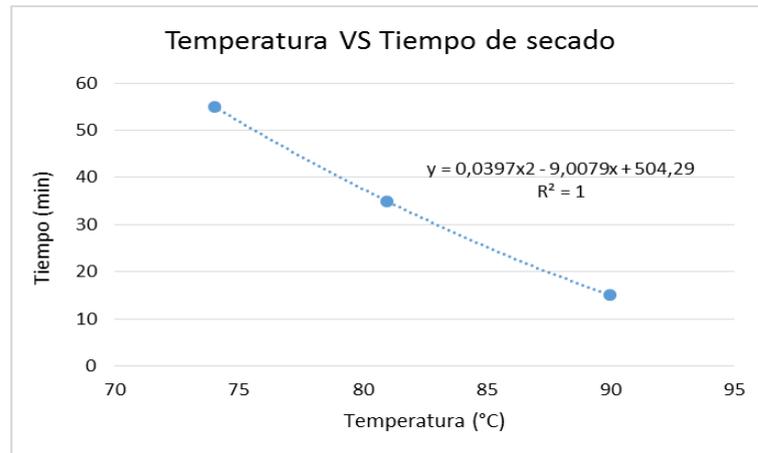
Elaborado por: El autor.

Acorde a la ecuación polinómica y en concordancia a la experimentación, se recomienda considerar los valores en un rango inferior a 85°C. (75°C a 85°C) en el horno, con un tiempo de 20 minutos de secado. Al introducir estos cambios el costo de producción será de 14.346,55 \$ en la longaniza ahumada, con relación a la temperatura habitual de 70°C del horno y un costo de producción frecuente de 15.892,08\$.

➤ Botón especial

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 5, se presentan las figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; con las curvas polinómicas, en las que se determinan los costos mínimos procesando las variables de respuesta encontradas. Se toman como referencia 2 puntos de coordenadas (x, y), x=temperatura, y=tiempo de secado, humedad del producto, merma del producto, consumo energético, combustible, mano de obra, costos de producción, generando una curva cuyo máximo o mínimo, corresponde a la variable de respuesta óptima, con la mayor diferencia significativa respecto a los T0.

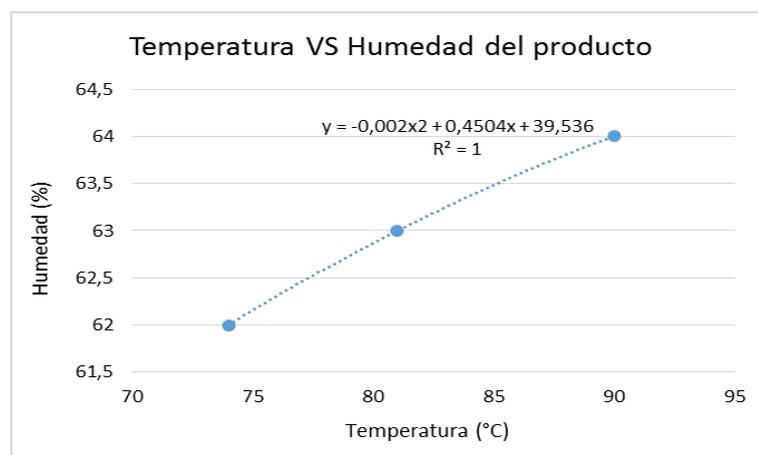
La ecuación polinómica $y=ax^2+bx-c$, permite considerar diferentes valores de x y obtener las respuestas en y.

Figura 16: Tiempo de secado para la elaboración del botón especial

Elaborado por: El autor.

El tomar un valor de temperatura de 90°C, requeriría un tiempo de 15 minutos, y en la realidad, esto no sería factible por la baja capacidad instalada (fuentes de suministro de energía compartidos para los diferentes procesos), siendo éste el factor no controlable, que se mencionó en el planteamiento del experimento.

Por tal razón los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar esta temperatura se requiere un tiempo de 35 minutos para el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y un tiempo acostumbrado de 55 minutos de secado del embutido.

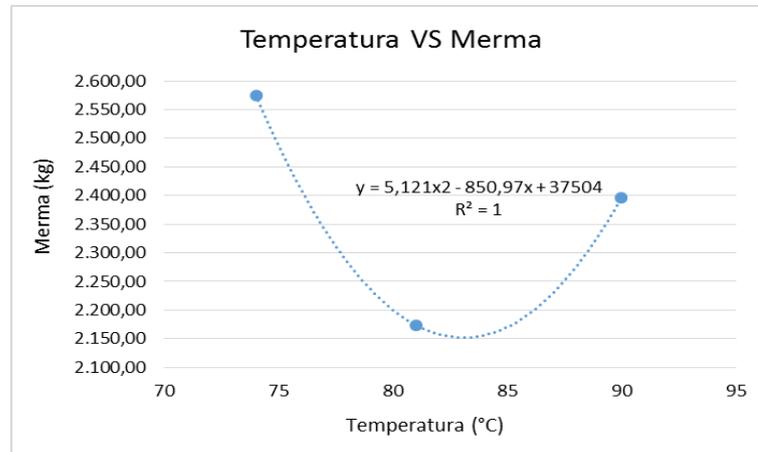
Figura 17: Humedad del producto para la elaboración del botón especial

Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar una humedad del 63% para el botón especial, con

relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y una humedad frecuente del 62% del embutido.

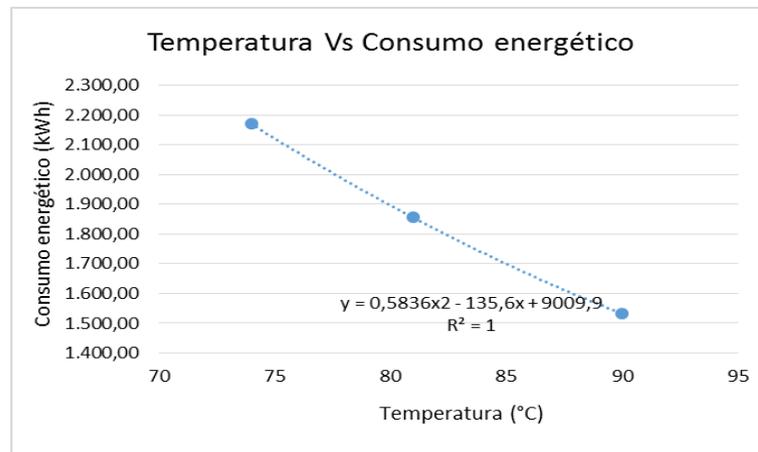
Figura 18: Merma del botón especial



Elaborado por: El autor.

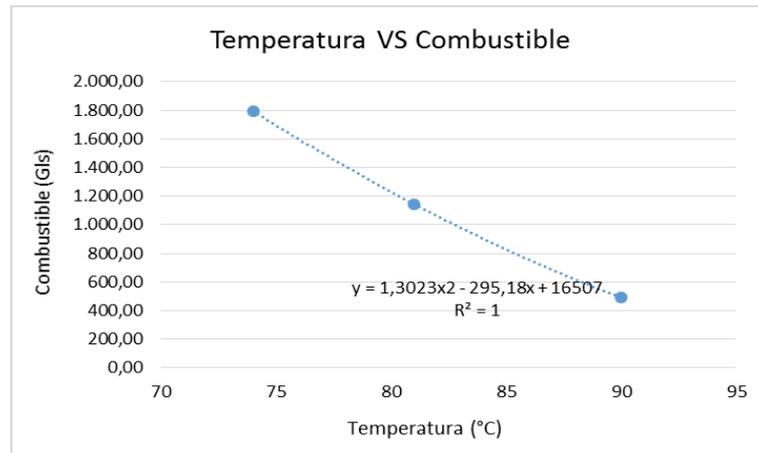
Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir la merma a 2.215 kg para el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y una merma usual de 2.574,77 kg del producto.

Figura 19: Consumo energético para la elaboración del botón especial



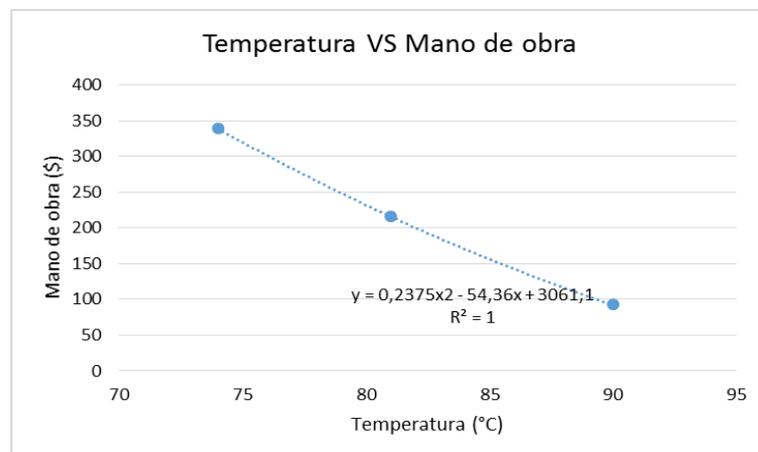
Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el consumo energético a 1.850 kWh para el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y un consumo frecuente de energía de 2.171,60 kWh para la elaboración del embutido.

Figura 20: Consumo de combustible para la elaboración del botón especial

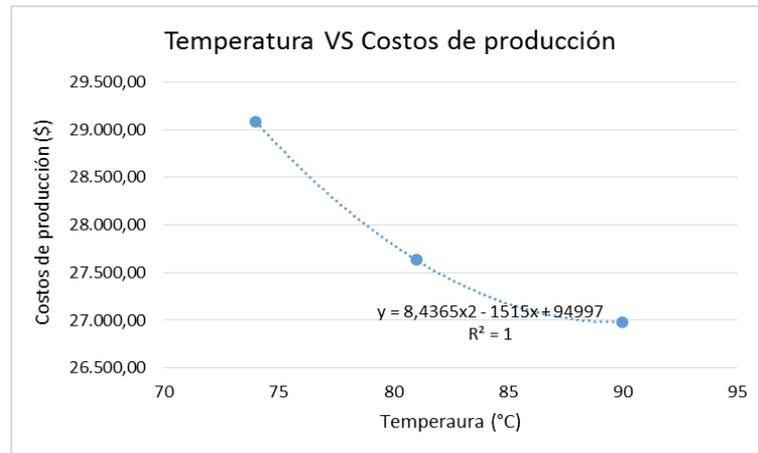
Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el consumo de combustible a 1.116 Gls. para el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y un consumo frecuente de combustible de 1.795.13 Gls.

Figura 21: Costo de mano de obra para la elaboración del botón especial

Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 78°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el costo de mano de obra a 200 \$ para el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y un costo normal de 339.09 \$ al operario.

Figura 22: Costos de producción para la elaboración del botón especial

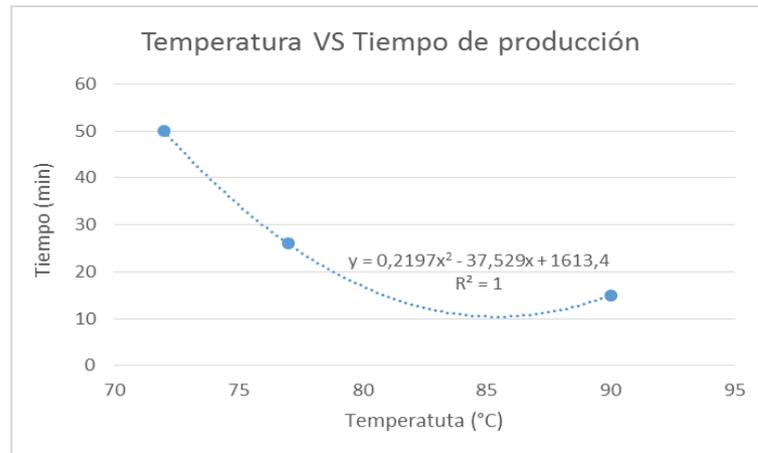
Elaborado por: El autor.

Acorde a la ecuación polinómica y en concordancia a la experimentación, se recomienda considerar los valores en un rango inferior a 85 °C. (78°C a 85°C) en el horno con un tiempo de 35 minutos de secado. Al introducir estos cambios el costo de producción será de 27.665,19 \$ en el botón especial, con relación a la temperatura habitual de 74°C del horno y un costo de producción frecuente de 29.083,42 \$.

➤ Longaniza especial

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 6, se presentan los gráficos 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29; con las curvas polinómicas, en las que se determinan los costos mínimos procesando las variables de respuesta encontradas. Se toman como referencia 2 puntos de coordenadas (x, y), x=temperatura, y=tiempo de secado, humedad del producto, merma del producto, consumo energético, combustible, mano de obra, costos de producción, generando una curva cuyo máximo o mínimo, corresponde a la variable de respuesta óptima, con la mayor diferencia significativa respecto a los T0.

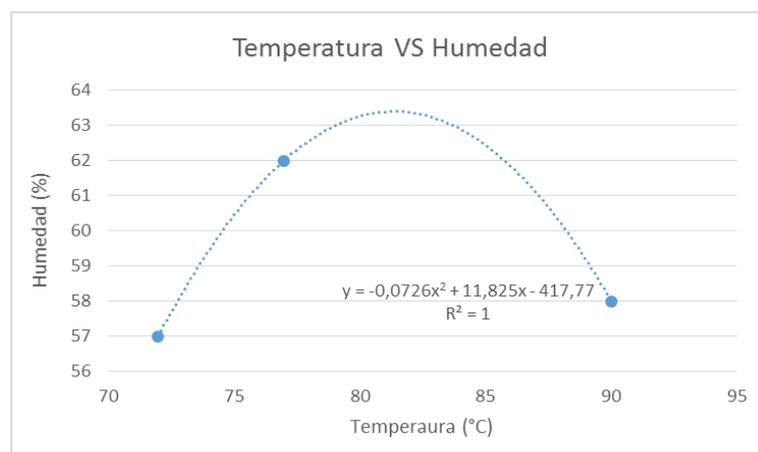
La ecuación polinómica $y=ax^2+bx-c$, permite considerar diferentes valores de x y obtener las respuestas en y.

Figura 23: Tiempo de secado para la elaboración de la longaniza especial

Elaborado por: El autor.

El tomar un valor de temperatura de 85°C, requeriría un tiempo de 10 minutos, y en la realidad, esto no sería factible por la baja capacidad instalada (fuentes de suministro de energía compartidos para los diferentes procesos), siendo éste el factor no controlable, que se mencionó en el planteamiento del experimento.

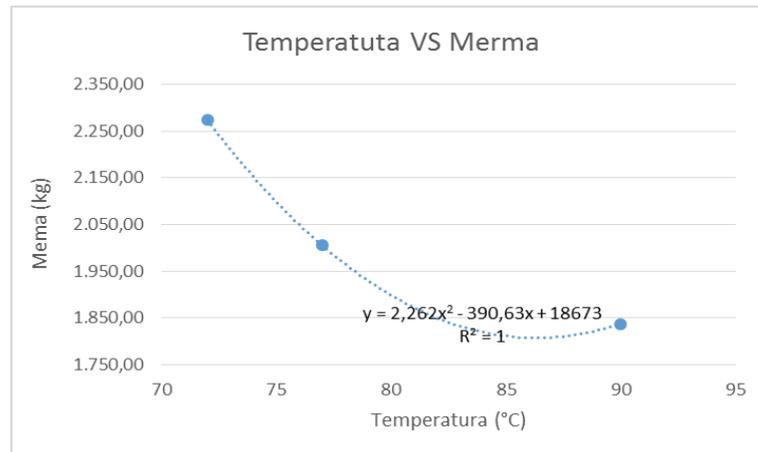
Por tal razón los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar esta temperatura se requiere un tiempo de 20 minutos para la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y un tiempo acostumbrado de 50 minutos de secado del embutido.

Figura 24: Humedad del producto para la elaboración de la longaniza especial

Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para alcanzar una humedad del 63% para la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y una humedad frecuente del 57% del embutido.

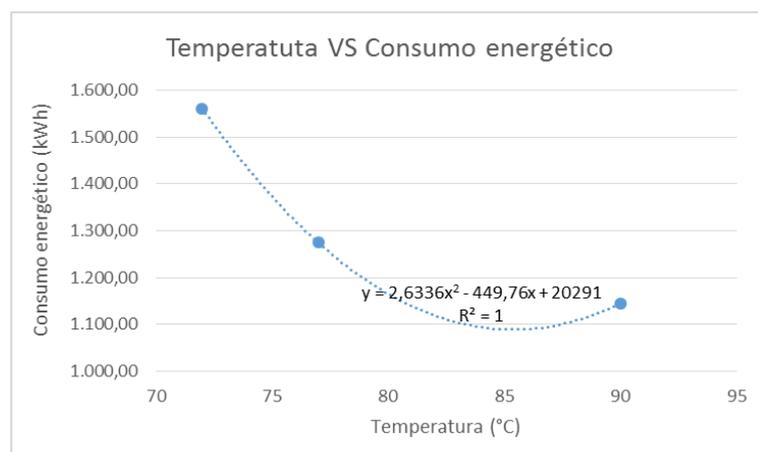
Figura 25: Merma de la longaniza especial



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir la merma a 1.900 kg para la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y una merma usual de 2.273,31 kg del producto.

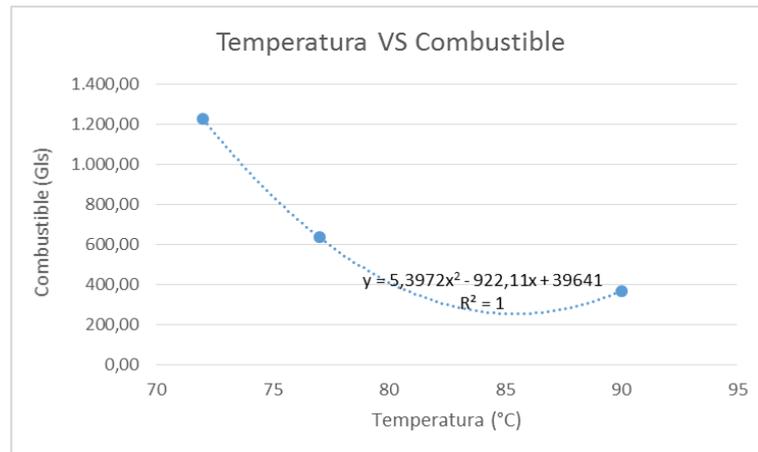
Figura 26: Consumo energético para la elaboración de la longaniza especial



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos, para reducir el consumo energético a 1.195 kWh para la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y un consumo frecuente de energía de 1.561,10 kWh para la elaboración del embutido.

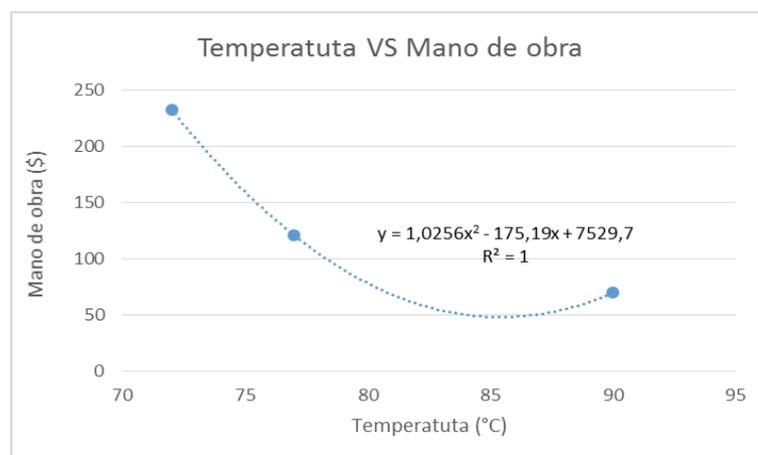
Figura 27: Consumo de combustible para la elaboración de la longaniza especial



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos para reducir el consumo de combustible a 410 Gls. para la longaniza especial con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y un consumo frecuente de combustible de 1.228,11 Gls.

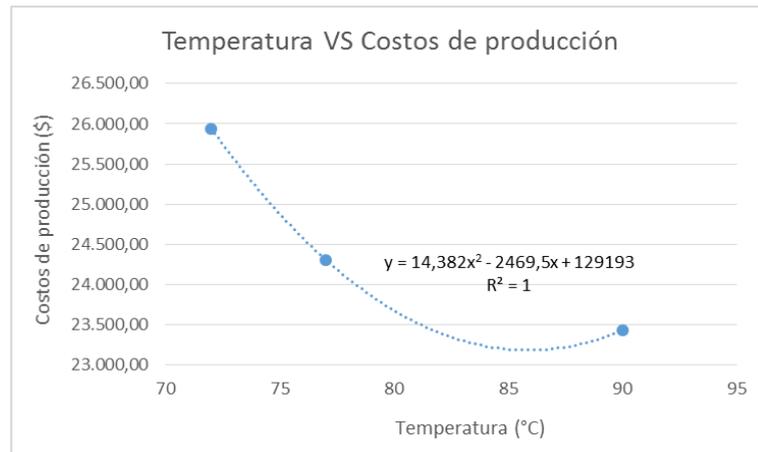
Figura 28: Costo de mano de obra para la elaboración de al longaniza especial



Elaborado por: El autor.

Los valores considerados óptimos se encuentran en un rango de 77°C a 85°C, se recomienda operar en estos rangos para reducir el costo de mano de obra a 85 \$ para la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y un costo normal de 232.49 \$ al operario.

Figura 29: Costos de producción para la elaboración de la longaniza especial



Elaborado por: El autor.

Acorde a la ecuación polinómica y en concordancia a la experimentación, se recomienda considerar los valores en un rango inferior a 85 °C. (77°C a 85°C) en el horno con un tiempo de 20 minutos de secado. Al introducir estos cambios el costo de producción será de 23.759,92 \$ en la longaniza especial, con relación a la temperatura habitual de 72°C del horno y un costo de producción frecuente de 25.939,72 \$.

➤ Comprobación de la Hipótesis

Tabla 7: Comprobación hipótesis longaniza ahumada

Longaniza ahumada				
Tratamiento	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Merma del producto (kg)	Costos de producción (\$)
T0	70	35	1.036,38	15.892,08
T3	75 a 85	20	625	14.346,55

Elaborado por: El autor.

Bajo la hipótesis planteada “Con la evaluación de los procesos productivos se optimizará la producción.” Con la hipótesis proyectada para longaniza ahumada, una reducción en el tiempo de secado de 35 minutos a 20 minutos y una temperatura en el rango de 75°C a 85°C,

reduciría la merma del 15% al 9% y una disminución en costos de producción de 2.30 dólares por kilogramo a 2.08 dólares por kilogramo.

Tabla 8: Comprobación hipótesis botón especial

Botón especial				
Tratamiento	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Merma del producto (kg)	Costos de producción (\$)
T0	74	55	2.574,77	29.083,42
T3	78 a 85	35	2.215	27.665,19

Elaborado por: El autor.

Bajo la hipótesis planteada “Con la evaluación de los procesos productivos se optimizará la producción.” Con la hipótesis proyectada para botón especial, la reducción de 55 minutos a 35 minutos y una temperatura en el rango de 78°C a 85°C, reduciría la merma del 18% al 15% y una disminución en costos de producción de 2.04 dólares por kilogramo a 1.94 dólar por kilogramo.

Tabla 9: Comprobación hipótesis longaniza especial

Longaniza especial				
Tratamiento	Temperatura del horno (°C)	Tiempo de secado del embutido (min)	Merma del producto (kg)	Costos de producción (\$)
T0	72	50	2.273,31	25.939,72
T3	77 a 85	20	1.900	23.759,92

Elaborado por: El autor.

Bajo la hipótesis planteada “Con la evaluación de los procesos productivos se optimizará la producción.” Con la hipótesis proyectada para longaniza especial, acortar el tiempo de 50 minutos a 20 minutos y una temperatura en el rango de 77°C a 85°C, reduciría la merma del 23% al 19% y una disminución en costos de producción de 2.58 dólares por kilogramo a 2.36 dólares por kilogramo.

➤ **Ahorro mensual de los productos de mayor demanda**

Tabla 10: Ahorro mensual productos de mayor demanda

Productos	Ahorro mensual
Longaniza ahumada	1.545,53
Botón especial	1.418,23
Longaniza especial	2.179,80
TOTAL \$	5.143,56

Elaborado por: El autor.

Si se cumple con los tiempos establecidos y las temperaturas determinadas en el proceso de secado de los productos, el ahorro mensual de cada producto se detalla en la tabla 10, se debe considerar que, para alcanzar este ahorro mensual se debe modificar las instalaciones del caldero hacia el horno.

11. IMPACTOS

➤ **Impactos técnicos.**

La empresa Madrileña cuenta con una infraestructura industrial instalada y funcionando, en base a la experiencia técnica de sus propietarios, y respondiendo a la demanda existente en cuanto a embutidos de calidad y precios accesibles, siendo tres de ellos los identificados: longaniza ahumada, botón especial y longaniza especial; los mismos que cuentan con proceso establecido y constante. La modificación de variables temperatura y tiempo, en la experimentación, permiten proyectar la optimización de recursos energético, mano de obra y materia prima. Así, la reducción de tiempos en el horno en el proceso de secado permitiría incrementar el flujo de productos.

➤ **Impacto ambiental.**

La implementación de una propuesta de optimización en base a la modificación de tiempos y temperaturas en el horno, disminuye el uso de combustibles fósiles, reduciendo además con ello, las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Estos aspectos influyen en el medio circundante. Si bien es cierto, la empresa se encuentra en una zona industrial, no deja de tener un impacto positivo en la población circundante.

➤ **Impacto económico.**

La modificación de tiempos y temperaturas, incrementaría la productividad, por cuanto es posible proyectar que la disminución en el tiempo de secado contribuiría a la reducción del empleo de mano de obra, combustible y uso de energía. Al valorar estos aspectos en términos económicos, se reduciría los costos de producción, y esto se proyecta en el incremento de la rentabilidad. Aspectos a demostrar en el caso de implementar la propuesta.

Tabla 11: Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO DEL PROYECTO			
Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
5	Tubos de 2" celula 80	101,00	505,00
5	Codos de 2" clase 300	15,66	78,28
4	Universales de 2" clase 300	26,26	105,04
1	Reducción de 4" x 2" soldable	35,35	35,35
10	Teflones para vapor de 3/4"	2,78	27,78
1	Permatex	15,15	15,15
1	Cinta scoch en 2"	2,53	2,53
35	Cañuelas de 2" x 91 cm con forro en aluminio	13,01	455,31
2	Cinta adhesiva de aluminio de 2"	28,28	56,56
1	Instalación del vapor	606,00	606,00
1	Balanza digital analizador de humedad DEXTER-200	3.212,95	3.212,95
		TOTAL	5.099,93
		IVA 14%	264,18
		TOTAL	5.364,11

Elaborado por: El autor.

12. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO.

La investigación implica una inversión económica, puesto que exige de materiales, instrumentos, que se dedicarán, en la medida que se requieran, para alcanzar los objetivos plasmados en el proyecto de investigación.

La inversión económica que se requiere para ejecutar el proyecto es de 5.364.11 dólares, se ha considerado todos los materiales, instrumentos incluida la mano de obra.

➤ **Periodo de recuperación de la inversión Empresa La Madrileña.**

Ecuación 1: Periodo de recuperación de la inversión proyectado en la empresa Madrileña

$\text{Período de Recuperación de la Inversión (PRI)} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro mensual}}$

Fuente: Salazar, M. (2016). (Proyecto de investigación y desarrollo en opción al grado académico de magister en gestión de energías). Universidad Técnica de Cotopaxi.

PRI=	$\frac{5.364,11}{5.149,57}$	\$
PRI=	1,04	Mes, días

La ecuación consiste en determinar el tiempo simple (meses, años) que tarda un inversionista para recuperar el capital invertido, ya sea por los ingresos que produce el proyecto o por los beneficios resultantes de aplicar alguna medida de ahorro de energía, combustible, mano de obra, materia prima. El número de meses o años en que se amortiza la inversión que requiere la aplicación de la medida recibe el nombre de período de recuperación de la inversión (PRI).

La inversión que se realizará se recuperará en un mes y cuatro días, el criterio de aceptación del proyecto lo establece el gerente de la empresa una vez presentado el período en que se logrará recuperar la inversión.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ **Conclusiones**

- ✓ En base a las preferencias del consumidor por tipos de embutidos, se lograron identificar que de 25 productos, 3 de ellos son los de mayor demanda (longaniza ahumada, botón especial y longaniza especial), por cuanto representan el 29 % de la producción total.
- ✓ La merma de los embutidos de mayor demanda llega al 19% en promedio mensual, el mayor porcentaje de ésta se produce en el área del horno durante el proceso de secado, con un valor de 10%. Los resultados del experimento muestran que la optimización de recursos energéticos, la disminución de la merma y la calidad del producto, estarían determinados por incrementos de temperaturas y disminución de tiempos.

- ✓ La inversión que se realice en la implementación de la propuesta se justifica por cuanto, la adquisición de equipos para el seguimiento a las variables de respuesta en la producción y la modificación de estructuras, implicarían costos asequibles frente a la rentabilidad esperada de cada producto.
- ✓ La formación académica de calidad recibida en la Universidad Técnica de Cotopaxi, junto a la política de vinculación con la empresa y la sociedad, permitió contar con las habilidades y conocimientos necesarios, así como con la logística y apertura de los diferentes actores, para llevar a cabo la presente investigación.

➤ **Recomendaciones**

- ✓ Realizar el pesaje y registro correspondiente de la pasta de embutido en el área del horno, para la implementación de procesos de seguimiento que permitan el control de la producción.
- ✓ Se requiere para hacer efectiva esta propuesta, la modificación de la capacidad instalada de la empresa, mediante la implementación de un conducto independiente de abastecimiento energético (del caldero hacia el horno), que permita potenciar los procesos productivos.
- ✓ Se recomienda continuar la investigación en las diferentes áreas de los procesos productivos enfocados a optimizar la producción, para de esta manera potenciar la capacidad de producción enfocada a responder la demanda creciente.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Campinas. (2010). *Datos experimentales de la cinética del secado y del modelo matemático para pulpa de cupuaçu (Theobroma grandiflorum) en rodajas*. España. Scielo, 179-182.
- García, F. (2016). *Auditoría energética para la optimización de consumos en el proceso productivo de una fábrica de embutidos*. España.
- Cespón, R. (2006). *Procedimientos para la selección del sistema de gestión de la producción en empresas manufactureras*. Colombia. Redalyc.org, 183-188.
- Gutiérrez, H. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. Guanajuato, México.
- Madrileña. (2016). *Embutidos tradición, calidad y servicio*. Latacunga, Ecuador.
- Personal del programa universitario de alimentos de la universidad autónoma de México. (2009). *Procesos productivos en la elaboración del embutido*. México.
- Rodríguez, R. (2008). *Merma de los productos*. España.
- Santiago, A. (2012). *Marco metodológico para el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rediseño de procesos*. España. My science work.
- Sevilleja, D. (2011). *Eficiencia energética en el sector industrial*. España.

ANEXOS

Resultados de humedad de 71°C a 74°C en el proceso de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



Ingeniería Agroindustrial

Resultados de Humedad de 71°C a 74 °C en el horno.

Tipo de embutido	Tipo de Análisis	%
Longaniza Especial	Humedad	57
Botón Especial	Humedad	62
Longaniza Ahumada	Humedad	56

Ing. Manuel Fernández

Latacunga 24 de Noviembre de 2016



Resultados de humedad de 90° C en el proceso de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



Ingeniería Agroindustrial

Resultados de Humedada 90 °C en el horno.

Tipo de embutido	Tipo de Análisis	%
Longaniza Especial	Humedad	58
Botón Especial	Humedad	64
Longaniza Ahumada	Humedad	56

Ing. Manuel Fernández

Latacunga 24 de Noviembre de 2016



Resultados de humedad de 67°C a 82°C en el proceso de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



Ingeniería Agroindustrial

Resultados de Humedad de 67 a 82 °C en el horno.

Tipo de embutido	Tipo de Análisis	%
Longaniza Especial	Humedad	62
Botón Especial	Humedad	63
Longaniza Ahumada	Humedad	61



Ing. Manuel Fernández

Latacunga 30 de Noviembre de 2016



Resultado de humedad 72°C en el proceso de secado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES



Ingeniería Agroindustrial

Resultados de Humedad 72°C en el horno.

Tipo de embutido	Tipo de Análisis	%
Longaniza Ahumada	Humedad	63

Ing. Manuel Fernández

Latacunga 15 de Diciembre de 2016



Presupuesto para la ejecución del proyecto.



PRESUPUESTO DEL PROYECTO			
Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
5	Tubos de 2" celula 80	101,00	505,00
5	Codos de 2" clase 300	15,66	78,28
4	Universales de 2" clase 300	26,26	105,04
1	Reducción de 4" x 2" soldable	35,35	35,35
10	Teflones para vapor de 3/4"	2,78	27,78
1	Permatex	15,15	15,15
1	Cinta scoch en 2"	2,53	2,53
35	Cañuelas de 2" x 91 cm con forro en aluminio	13,01	455,31
2	Cinta adhesiva de aluminio de 2"	28,28	56,56
1	Instalación del vapor	606,00	606,00
1	Balanza digital analizador de humedad DEXTER-200	3.212,95	3.212,95
		TOTAL	5.099,93
		IVA 14%	264,18
		TOTAL	5.364,11

Atentamente,

ING. MARCELO ESTRELLA
JEFE DE MANTENIMIENTO

Certificado de calibración de balanza. Marca OHAUS, modelo T 31P



PINPREXAT CIA. LTDA.

R.U.C.: 1792428467001

FPC01 02 R08

QUITO: ALANGAS, CALLE SIMON BOLIVAR 061-152 Y GNRAL. ELOY ALFARO (VALLE DE LOS CHILLOS)
TELEFAX: 2788155 TELEFONO: 2787452

CERTIFICADO DE CALIBRACION DE BALANZAS PC01 Rev. 06 N° 2014

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

CLIENTE: EMBUTIDOS LA MADRILEÑA
TELEFONO: 032 806649
DIRECCION: PANAMERICANA SUR KM 3 1/2 BRR. TICOBAMBA
LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION : PLANTA , 2015/10/27

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

MARCA:	OHAUS	MODELO:	T 31P	CLASE:	II
CAPACIDAD:	2000	SERIE:	B424704695	TIPO:	CARGA
UNIDAD:	kg	CODIGO:	BAL MD 15		
RESPONSABLE:	ING. MARCELO ESTRELLA	DIV. ESCALA VERIF. (e) :	0,1		
UBICACION:	ENTRADA A LA PLANTA	DIV. ESCALA REAL (d) :	0,1		

EL LABORATORIO PRECISIÓN, HA REALIZADO LA CALIBRACIÓN DE LA BALANZA DESCRITA, UTILIZANDO LOS PATRONES DE TRABAJO CON TRAZABILIDAD, SEGUN LOS SIGUIENTES CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN:
TRAZABILIDAD EXTERNA:
PATRONES REFERENCIA: CERTIFICADOS INEN: LNM-M-2015-056, 057, 058, 059
CERTIFICADOS INEN: LNM-M-E-2015-008
TRAZABILIDAD INTERNA:
PATRONES TRANSFERENCIA: CERTIFICADOS PC02 CABBA Rev. 04 No. 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156.
PATRONES DE TRABAJO: CERTIFICADOS PC02 CABBA - Rev. 04 No. 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA SE HA OBTENIDO MULTIPLICANDO LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR DE MEDIDA POR EL FACTOR DE COBERTURA $k=2$, QUE PARA UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL CORRESPONDE A UNA PROBABILIDAD DE COBERTURA DE APROXIMADAMENTE DEL 95%, CALCULO BASADO EN LA "GUIDE TO THE EXPRESSION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT" DE LA ISO.
MÉTODO: SIM MWG7/CG-01/V.00 , GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO. PROCEDIMIENTO INTERNO PC01 REV 06.
EL LABORATORIO PRECISIÓN, MANTIENE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA NTE INEN ISO/IEC 17025:2006, CON EL FIN DE GARANTIZAR LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN QUE SE ENTREGUEN A LOS CLIENTES.
LAS PRUEBAS DE CALIBRACIÓN REALIZADAS SE BASAN EN LA GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO SIM MWG7/CG-01/V.00, Y LA NTE INEN -OIML R76-1 2013.
LAS CONDICIONES AMBIENTALES FUERON MEDIDAS, SUS EFECTOS SON CONSIDERANDOS EN LA INCERTIDUMBRE.
LOS RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Y DE SU INCERTIDUMBRE EN EL PRESENTE DOCUMENTO SE REFIEREN AL MOMENTO Y CONDICIONES EN QUE SE REALIZÓ LA CALIBRACIÓN.
EL LABORATORIO NO SE RESPONSABILIZA POR LOS PERJUICIOS QUE PUEDA OCASIONAR EL USO INADECUADO DEL INSTRUMENTO CALIBRADO.
EL CLIENTE ESTÁ OBLIGADO A TENER INTERVALOS APROPIADOS DE CALIBRACIÓN, LOS CUALES DEPENDEN DEL USO DEL INSTRUMENTO.
EL RESULTADO EXPRESADO EN ESTE DOCUMENTO SE REFIERE EXCLUSIVAMENTE AL ÍTEM CALIBRADO.
LOS ERRORES DERIVADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS ADJUNTAS A ESTE DOCUMENTO SON VERIFICADAS CON RESPECTO A LOS ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS (E.M.P) PARA LA CLASE DE INSTRUMENTO, SEGÚN LA NORMA NTE INEN -OIML R76-1 2013, Y NO CONSTITUYE UNA VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO SEGUN LA NORMA NTE INEN ISO/IEC 17025:2006.
LOS CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EMITIDOS POR EL LABORATORIO PRECISIÓN NO CONSTITUIRÁN UN CERTIFICADO DE APTITUD DE USO DEL EQUIPO, ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE EL USO DEL ÍTEM CALIBRADO
SE RECOMIENDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DEL PRESENTE CERTIFICADO, PARA EVITAR MALAS INTERPRETACIONES.

EL RANGO DE USO DEL EQUIPO ES DE HASTA 300kg, SE PRUEBA HASTA ESTE RANGO A PEDIDO DEL CLIENTE

GERENTE TECNICO LABORATORIO PRECISION
ING. DANIEL PINTO
Página 1 de 2



