

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y

Ciencias de la Producción

"Mejora del proceso de marinado de carne de res empacada al vacío"

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS EN ALIMENTOS

Presentado por:

Jorge Fernando Pozo Pozo

Haira Jaqueline Benites Vera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

Un fuerte agradecimiento al Ing. Kenny Escobar, por su paciencia y buena predisposición en todo momento.

A nuestro tutor del proyecto integrador el Ing. Patricio Cáceres, por sus consejos.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, nuestra Alma Mater, por la excelente formación académica impartida en sus aulas.

Haira Jaqueline Benites Vera

Agradezco infinitamente a Dios por haberme guiado y protegido todo este tiempo; a mi familia quien me ha brindado su apoyo desinteresado especialmente a mi madre que sin dudarlo ha sido el pilar fundamental para cristalizar este proyecto de vida; a mi esposa por brindarme su total confianza y; a María Herminia Cornejo quien me inspiró y motivó a estudiar la carrera.

Jorge Fernando Pozo Pozo

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme a superar cada obstáculo que se me presenta cada día y permitirme llegar a este momento tan ansiado de mi vida.

A mis amorosos Padres por su apoyo, consejos y darme la motivación suficiente para seguir adelante y no rendirme.

A mis amigos, especialmente para Jeanneth Hernández, gracias por tu ayuda y tu paciencia. A mi dulce enamorado que a pesar de la distancia me dio su apoyo en todo momento y finalmente pero no menos importante a mi compañero de tesis Jorge Pozo, gracias porque este logro no sería posible sin su ayuda.

Haira Jaqueline Benites Vera

A Dios quien ha estado en todo momento conmigo; a mi madre por su lucha incansable, por darme aquello de valor incalculable que es la educación y formación, a mi esposa, mis hijos, mis hermanos Edward, Luis y Paola, a Petita Vacacela, a María Cornejo, al Ing. Patricio Cáceres, a mi compañera del proyecto integrador y a todos mis amigos.

Jorge Fernando Pozo Pozo

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

POZO POZO JORGE FERNANDO

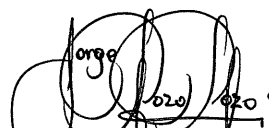
BENITES VERA HAIRA JAQUELINE

CÁCERES COSTALES PATRICIO JAVIER

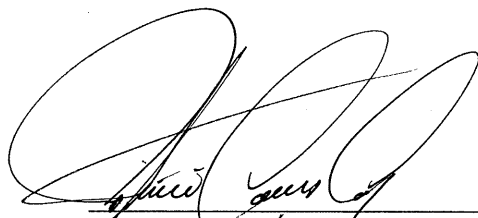
y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



HAIRA J. BENITES VERA
AUTOR 1



JORGE F. POZO POZO
AUTOR 2



PÁTRICIO CÁCERES C, PHD
TUTOR DE
MATERIA INTEGRADORA

RESUMEN

La industria cárnica ecuatoriana presenta una serie de limitaciones que afectan la calidad y los costos de la carne. Debido a ello, este sector busca mejorar todos los procesos de su cadena de producción, tratando de ofrecer a los consumidores mejores precios.

En este contexto, el presente proyecto se ejecutó en una compañía procesadora de carnes, donde, el problema fue la merma originada en la producción de carne inyectada, generando pérdidas que ascienden a miles de dólares anuales. El objetivo de este trabajo fue reducir la merma en el proceso de inyección de la carne de res empacada al vacío. Para ello, se evaluaron todas las etapas del proceso con sus condiciones y se buscó mejorar la capacidad de retención de agua en dos cortes específicos (pulpa blanca y lomo de asado).

Se determinó que el proceso debía incluir una etapa de masajeado al vacío a la carne inyectada como complemento mediante la adición de un equipo que realice este proceso. Para la experimentación se probaron tres tiempos de masajeado: 15, 30 y 60 minutos, a 1°C y a 15 rpm, además se emplearon muestras inyectadas como patrón. Posteriormente, se estableció que las muestras sometidas al masajeado no presentaron pérdidas significativas entre ellas. El equipo masajeador permitió reducir la merma actual de 10% a un 2%, lo que representa un ahorro anual de \$154 284.

Palabras Claves: inyección, cortes, salmuera, retención, mermas.

ABSTRACT

The Ecuadorian meat industry presents a series of limitations that affect the quality and costs of meat. Therefore, this sector seeks to improve all the processes of its production chain, trying to offer consumers better prices.

In this context, the present project was carried out in a meat processing company, where the problem was the reduction in the production of injected meat, generating losses amounting to thousands of dollars per year. The main objective of this labor was to reduce the decrease in the process of injection of vacuum packed beef. For this, all the stages of the process were evaluated, with their conditions and influencing the capacity of water retention, in two specific cuts (sirloin tip and tenderloin roast).

It was determined that the process should include a step of massaging the injected meat as a complement, using a vacuum massager. Testing three different times 15, 30 and 60 minutes at a temperature of 1°C and 15 rpm. For experimentation samples injected as a standard were used. Subsequently, it was established that the samples submitted to the massage did not present significant losses among them. The massager made it possible to reduce the current reduction from 10% to 2%, which represents an annual saving of \$ 154,284.

Keywords: Injection, cut, brine, retention, losses.

INDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Marco Teórico	3
1.3.1 Materia prima.....	3
1.3.2 Proceso	4
1.3.3 Características del producto.....	6
CAPÍTULO 2	7
2. Materiales y Métodos.....	7
2.1 Pruebas Experimentales.....	7
2.2 Evaluación Sensorial.....	9
CAPÍTULO 3	11
3. Resultados.....	11
3.1 Resultados Experimentales	11
3.2 Resultados del Análisis Sensorial.....	14
3.3 Diseño del Proceso	15
3.4 Selección de Equipos	16
3.5 Lay-Out de la planta	17
3.6 Costos de Fabricación y Punto de Equilibrio	18
CAPÍTULO 4	22
4. Conclusiones y Recomendaciones	22
4.1 Conclusiones.....	22
4.2 Recomendaciones	23

BIBLIOGRAFÍA
APÉNDICE

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Mecánica y Ciencias de la Producción
INEN	Instituto Ecuatoriano De Normalización
PBDP	Polietileno De Baja Densidad Y Poliamida

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramo
rpm	Revoluciones por minuto
T	Temperatura
°C	Celsius
l	litro
ml	Mililitro
h	Hora
cm	Centímetro
mm	Milímetro
x	Media
ds	Desviación Estándar
rpm	Revoluciones por minuto

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carne de res inyectada	4
Figura 2. Diagrama de proceso de la empresa cárnica.....	5
Figura 3. Corte de pulpa blanca	6
Figura 4. Cortes de lomo asado	6
Figura 5. Inyectadora de carnes FOMACO.....	7
Figura 6. Tipos de masaje (Tumbling y Masaje)	8
Figura 7. Equipo masajeador al vacío RÜHLER	9
Figura 8. Panelistas evaluando la carne de res	10
Figura 9. Ejemplo de Hoja de respuesta.....	10
Figura 10. Gráfico de barras de error con muestras de pulpa blanca.	13
Figura 11. Gráfico de barras de error con muestras de lomo de asado.	14
Figura 12. Diagrama de flujo con proceso de inyección y masajeado.....	15
Figura 13. Lay-Out de la planta procesadora de carne	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes de la salmuera	3
Tabla 2. Resultados de la semana N°01	11
Tabla 3. Resultados de la semana N°02	12
Tabla 4. Resultados de la semana N°03	12
Tabla 5. Medias y desviaciones de la merma en porcentaje.....	13
Tabla 6. Tabla de respuestas del Panel Sensorial.....	14
Tabla 7. Equipos empleados en la empresa cárnica	16
Tabla 8. Datos de producción de carne de res inyectada.....	18
Tabla 9. Costos de producción actuales.....	19
Tabla 10. Costos de producción con masajeador	19
Tabla 11. Representación del ahorro con el uso del masajeador.....	20
Tabla 12. Resumen de Costos Fijos y Variables.....	21

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La carne de res es un alimento fundamental para los seres humanos, ya que aporta nutrientes como: proteínas, vitaminas y minerales (hierro y zinc), esenciales para un sano crecimiento y desarrollo, lo que va acorde a una dieta balanceada. (Carballo Garcia, López de Torres, & Madrid Vicente, 2001)

En Ecuador el sector bovino está representado principalmente por la producción de leche y carne. En sus diferentes regiones podemos encontrar que es en la región oriente y costa, donde se encuentra el mayor índice de ganado para producción de carne y la mayor existencia de bovinos con destino al sector lechero se encuentra en la región Sierra. (Barzola, 2013)

Hoy en día las empresas cárnicas buscan darles valor agregado a sus productos, este es el caso del marinado el cual es ampliamente conocido y básicamente consiste en adicionar una solución de ingredientes a la carne fresca, para incrementar la suavidad, jugosidad y sabor. Existen tres métodos para marinar: inmersión, masajeado al vacío y finalmente inyección.

El proceso de inyección es el más utilizado en la industria cárnica ya que permite dosificar las cantidades exactas de ingredientes y lograr una distribución más homogénea de los mismos dentro de la carne. Su uso es más común en productos frescos. (Rocha de Mcguire, 2011)

1.1 Descripción del problema

La limitada atención en el proceso de inyección de carne de res ocasiona bajos rendimientos y pérdida de calidad. El mayor reto por superar es que la carne, una vez inyectada con salmuera, tenga la capacidad de retenerla, sin afectar las características microbiológicas y sensoriales del producto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Mejorar la capacidad de retención de agua de la carne en el proceso de inyección para la reducción de la merma en el producto empacado al vacío, evaluando la fórmula de la salmuera y seleccionando los equipos adecuados.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los componentes principales que intervienen en el proceso de inyección.
- Evaluar el proceso de inyección adecuado analizando equipos, procesamiento y fórmula.
- Analizar la planta actual de procesamiento considerando los costos de producción y los requerimientos de infraestructura.

1.3 Marco Teórico

1.3.1 Materia prima

Para la realización del presente proyecto se utilizaron como materias primas:

Carne

La Norma técnica ecuatoriana 1338:2012, define a la carne como “el tejido muscular estriado en fase posterior a su rigidez cadavérica, comestible, sano y limpio e inocuo, de animales de abasto (res) que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para el consumo humano”.

Salmuera

La salmuera es una mezcla que contiene en mayores proporciones hielo y agua, y un 5% de los siguientes ingredientes: Tripolifosfato de sodio, proteína de soya, cloruro de sodio, maltodextrina, citrato de sodio, y goma xanthan.

Las proporciones se presentan a en la Tabla 1:

Formulación salmuera	Cantidad	
	%	Kg
Agua	55%	220
Hielo	40%	160
Tripolifosfato de sodio	1,85%	7,408
Proteína de soya	1,33%	5,332
Cloruro de sodio	0,82%	3,26
Maltodextrina	0,74%	2,964
Citrato de sodio	0,22%	0,888
Goma Xanthan	0,04%	0,148
TOTAL	100%	400

Fuente: Elaboración Propia

1.3.2 Proceso

En la planta la temperatura de recepción del área oscila entre 3-7°C, mientras que la res recién faenada se encuentra a 34°C. Cada res llega dividida en 4 partes (2 brazos y 2 piernas) para una mejor manipulación.

El pH de recepción es de 5.9, valor dentro del rango permitido de acuerdo con la norma INEN 1338:2015 que va de 5.4 a 6.5.

Las reses son desinfectadas antes de ingresar a la cámara de almacenamiento con una solución de citrosan de 3 ml por litro de agua. Esta no afecta el pH de la res.

Dos operadores se encargan del desposte de las piernas obteniendo así los diferentes productos entre ellos los cortes a emplear.

Luego de su limpieza, son enviados a la inyectora, la que por medio de agujas perforan el corte de carne que se precisa marinar y la salmuera (-2 a 2°C) es bombeada por cada aguja a través de pequeños orificios, finalizando este proceso el cabezal se retira. (Xargayó, Lagares, Fernández, Ruiz, & Borrell, 2001) (Ver Figura 1)

El método de marinado por inyección es el más usado en la actualidad. Logrando dosificar cantidades exactas de salmuera, lo que asegura una distribución homogénea en todos los productos empleados, además evita la pérdida de tiempo. (Rocha de Mcguire, 2011)



Figura 1. Carne de res inyectada
Fuente: (Metalquimia, 2001)

Los cortes inyectados pasan por un equipo en forma cilíndrica a fin de reducir el exceso de salmuera. Estos son empacados al vacío en fundas de polietileno de baja densidad y poliamida de 70 micras. Finalmente, el producto es colocado en gavetas y enviado a la cámara de refrigeración para su posterior distribución.

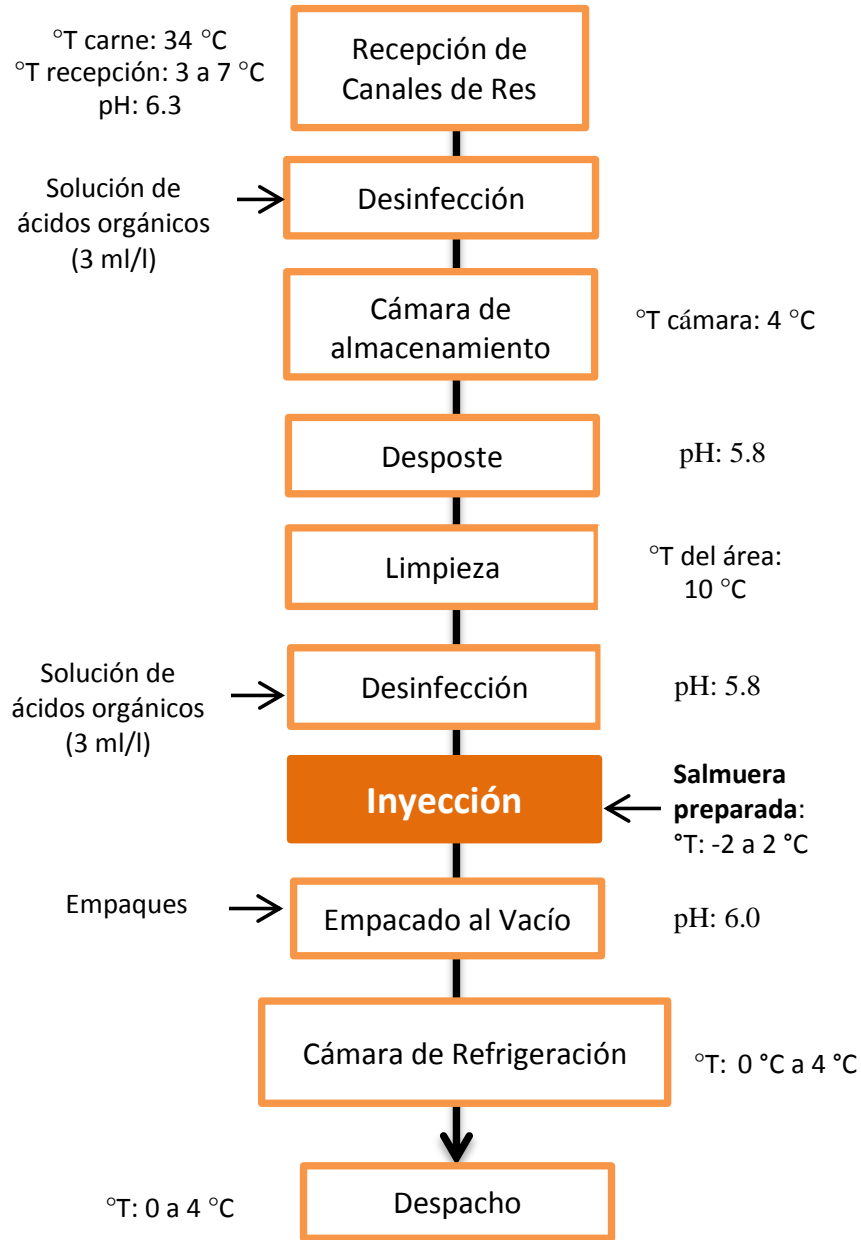


Figura 2. Diagrama de proceso de la empresa cárnica.
Fuente: Elaboración Propia

1.3.3 Características del producto

Existen cortes especiales provenientes de la res, se describen los utilizados en este proyecto:

Pulpa blanca

Se encuentra en la parte frontal de la pierna, pegada al hueso de la rodilla, viene con pequeñas capas de grasa, las que son retiradas hasta dejar el corte completamente limpio y listo para su consumo.



Figura 3. Corte de pulpa blanca

Fuente: Elaboración Propia

Lomo de asado

Se localiza en la parte externa del lomo de la res. Es uno de los cortes más suaves, es de forma alargada y ancha. Se realiza una limpieza del corte hasta dejarlo limpio y apto para su consumo.



Figura 4. Cortes de lomo asado

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 2

2. Materiales y Métodos

2.1 Pruebas Experimentales

Se determinó por bibliografía (Durand, 2002), que el proceso de inyección debería ser complementado por un masajeado, por lo tanto, se decidió adicionarlo a la línea de producción.

Se realizó pruebas a dos tipos de corte; pulpa blanca y lomo de asado. Estos fueron inyectados y sometidos a un masaje por 15, 30 y 60 minutos. Más tarde se evaluó el porcentaje de merma y sus características sensoriales. Además, se usó cortes inyectados como muestras patrón.

Se empleó la inyectora de marca FOMACO, modelo FGM 26/52, equipo provisto de 26 agujas de 4 mm de grosor y de 30 cm de largo, con una presión manométrica de 4 bares. El porcentaje de inyección que se alcanzó es de 16% en pulpa blanca y 14% para lomo de asado.

Los parámetros constantes fueron:

- Presión de inyección: 4 bares.
- T de salmuera: 2°C.
- Velocidad: 500Kg/h.



Figura 5. Inyectora de carne FOMACO

Fuente: Elaboración Propia

Para el masajeado se utilizó un equipo masajeador marca RÜHLE de 200 Kg de capacidad, modelo MKR-200. El equipo contó con un sistema de vacío.

Existen básicamente dos tipos de masajeado: Masaje por caída y masaje por frotación

Masaje por caída (tumbling), utiliza un efecto mecánico intenso. Este masaje logra el rompimiento de las estructuras musculares, en consecuencia, permite un alto grado de extracción y solubilización de las proteínas. Mientras que el *masaje por frotación (masaje)*, tiene un resultado más suave, manteniendo la integridad en la composición de las piezas, pero a su vez alcanzando el nivel de solubilidad deseada. (Xargayó M. , 2001) (Ver Figura 6)

Se utilizó el masaje por frotación ya que se precisa que los cortes permanezcan enteros.

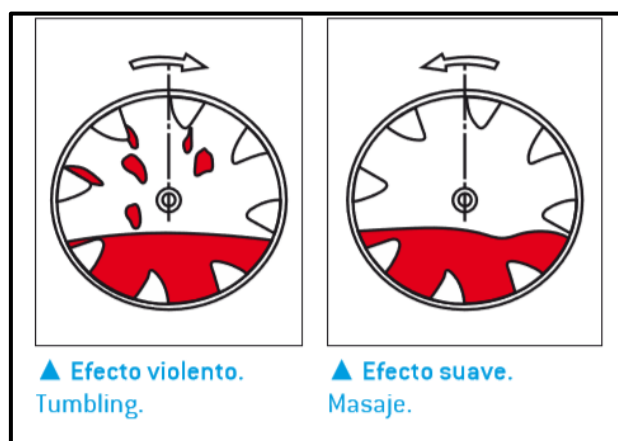


Figura 6. Tipos de masaje (Tumbling y Masaje)
Fuente: (Metalquimia, 2001)

Los parámetros constantes fueron:

Vacío: 20%

Giro: 15 rpm

T: 1°C

El parámetro variable será el tiempo: 15, 30 y 60 minutos



Figura 7. Equipo masajeador al vacío RÜHLER

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Evaluación Sensorial

Para llevar a cabo la evaluación sensorial, se eligió una prueba triangular. El principal objetivo de ella es dar a conocer si existen diferencias perceptibles entre dos productos, sin tener que especificar la naturaleza de las posibles diferencias. Los participantes son semi-entrenados. (Anzaldúa-Morales, 1994). El ensayo consiste en presentar de manera simultánea tres muestras, donde dos de ellas son iguales y una muestra es diferente. (Meilgaard, Carr, & Civille, 2007)

Este ensayo se realizó en el laboratorio de pruebas sensoriales de la FIMCP (Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción). Con la presencia de 60 panelistas semi-entrenados. (Ver imagen 8). Las muestras utilizadas fueron: a) carne de res inyectada transcurridas 24 horas, b) carne de res inyectada-masajeadada transcurridas 24 horas.

Se establecieron las siguientes hipótesis:

Ho: Las muestras de carne de res no presentan diferencias significativas.

H1: Al menos una de las muestras de carne de res presenta diferencia significativa.



Figura 8. Panelistas evaluando la carne de res
Fuente: Elaboración Propia

Para la prueba se utilizará la siguiente hoja de respuesta.

Prueba de Análisis sensorial de Carne		
Nombre: _____		
Fecha: _____	Sexo: M ___ F ___	Edad: _____
A continuación, se presentan 3 muestras de carne, 2 muestras son iguales y una diferente; por favor identifique y marque con una "X" la muestra diferente. En el renglón de observaciones anote sus comentarios o sugerencias si los tiene.		
908 _____	217 _____	859 _____
Observaciones:		

Figura 9. Ejemplo de Hoja de respuesta
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Resultados Experimentales

Se presentan en las siguientes tablas los resultados obtenidos en la experimentación en tres días diferentes, donde se reflejó el % de merma de los cortes inyectados y masajeados a tiempos de 15, 30 y 60 minutos, los que fueron comparados con las muestras patrón inyectadas.

Para realizar el cálculo del % de merma se empleó la siguiente fórmula:

$$\% Pm = 100 - \left[\left(\frac{\text{Peso}_{48h}}{\text{Pfi}} \right) \times 100 \right]$$

Dónde:

% Pm = Porcentaje de merma

Peso_{48h} = Peso final de la muestra (a las 48 horas).

Pfi = Peso final después de la inyección

Tabla 2. Resultados de la semana N°01

SOLO INYECCIÓN								
TIPO DE CORTE	Pi	Pfi	% Inyección Ganada	Peso 24h	Peso 48h	Merma 48h (Lb)	%Merma	
PULPA BLANCA 1	6.51	7.56	16.13	7.10	7.03	0.53	7%	
PULPA BLANCA 2	7.13	8.29	16.27	7.72	7.48	0.81	10%	
PULPA BLANCA 3	8.79	10.20	16.04	9.80	9.45	0.75	7%	
LOMO DE ASADO 1	8.84	10.14	14.71	9.19	8.74	1.40	14%	
LOMO DE ASADO 2	5.67	6.48	14.29	6.32	5.50	0.98	15%	
LOMO DE ASADO 3	9.22	10.53	14.21	9.92	9.00	1.53	15%	
INYECCIÓN + MASAJEADO AL VACÍO								
TIPO DE CORTE	Tiempo	Pi	Pfi	% Inyección Ganada	Peso 24h	Peso 48h	Merma 48h (Lb)	%Merma
PULPA BLANCA 1	15min	9.18	10.66	16.12	10.54	10.45	0.21	2%
PULPA BLANCA 2	30min	10.35	12.02	16.14	11.92	11.90	0.12	1%
PULPA BLANCA 3	60min	8.85	10.33	16.72	10.23	10.10	0.23	2%
LOMO DE ASADO 1	15min	7.21	8.26	14.56	8.16	8.15	0.11	1%
LOMO DE ASADO 2	30min	5.33	6.09	14.26	5.98	5.98	0.11	2%
LOMO DE ASADO 3	60min	5.25	6.01	14.48	6.01	5.95	0.06	1%

Fuente: Elaboración Propia

Pi= Peso inicial antes de inyección, Pfi= Peso final después de la inyección, Peso 24h= Peso del corte a las 24 horas, Peso 48h = Peso del corte a las 48 horas.

Tabla 3. Resultados de la semana N°02

SOLO INYECCIÓN								
TIPO DE CORTE	Pi	Pf	% Inyección Ganada	Peso 24h	Peso 48h	Merma 48h (Lb)	%Merma	
PULPA BLANCA 1	6.05	7.05	16.53	6.65	6.42	0.63	9%	
PULPA BLANCA 2	6.25	7.30	16.80	7.02	6.88	0.42	6%	
PULPA BLANCA 3	5.33	6.20	16.32	5.92	5.73	0.47	8%	
LOMO DE ASADO 1	7.80	8.90	14.10	8.31	8.09	0.81	9%	
LOMO DE ASADO 2	6.35	7.25	14.17	6.70	6.51	0.74	10%	
LOMO DE ASADO 3	5.73	6.55	14.31	5.93	5.72	0.83	13%	
INYECCIÓN + MASAJEADO AL VACÍO								
TIPO DE CORTE	Tiempo	Pi	Pfi	% Inyección Ganada	Peso 24h	Peso 48h	Merma 48 h (Lb)	%Merma
PULPA BLANCA 1	15min	8.31	9.65	16.13	9.14	9.53	0.12	1%
PULPA BLANCA 2	30min	8.60	10.01	16.40	9.89	9.82	0.19	2%
PULPA BLANCA 3	60min	10.05	11.68	16.22	11.42	11.35	0.33	3%
LOMO DE ASADO 1	15min	6.17	7.05	14.26	6.60	6.95	0.10	1%
LOMO DE ASADO 2	30min	6.08	6.95	14.31	6.90	6.84	0.11	2%
LOMO DE ASADO 3	60min	5.91	6.75	14.21	6.54	6.52	0.23	3%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Resultados de la semana N°03

SOLO INYECCIÓN								
TIPO DE CORTE	Pi	Pfi	% Inyección Ganada	Peso 24 h	Peso 48 h	Merma 48h (Lb)	%Merma	
PULPA BLANCA 1	9.05	10.52	16.24	10.16	9.84	0.68	6%	
PULPA BLANCA 2	7.65	8.91	16.47	8.42	8.12	0.79	9%	
PULPA BLANCA 3	7.85	9.11	16.05	8.67	8.13	0.98	11%	
LOMO DE ASADO 1	5.08	5.81	14.37	5.43	5.18	0.63	11%	
LOMO DE ASADO 2	5.85	6.67	14.02	6.15	5.78	0.89	13%	
LOMO DE ASADO 3	5.68	6.48	14.08	6.04	5.64	0.84	13%	
INYECCIÓN + MASAJEADO AL VACÍO								
TIPO DE CORTE	Tiempo	Pi	Pfi	% Inyección ganada	Peso 24 h	Peso 48 h	Merma 48h (Lb)	%Merma
PULPA BLANCA 1	15min	8.12	9.45	16.38	9.35	9.29	0.16	2%
PULPA BLANCA 2	30min	8.74	10.22	16.93	10.12	10.08	0.14	1%
PULPA BLANCA 3	60min	8.50	9.89	16.35	9.21	9.51	0.38	4%
LOMO DE ASADO 1	15min	6.23	7.12	14.29	7.12	7.02	0.10	1%
LOMO DE ASADO 2	30min	7.07	8.07	14.14	8.05	7.98	0.09	1%
LOMO DE ASADO 3	60min	6.63	7.57	14.18	7.33	7.24	0.33	4%

Fuente: Elaboración Propia

Para expresar los resultados experimentales se utilizaron las medias y las desviaciones estándar de las mermas, las que fueron obtenidas del programa Minitab. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Medias y desviaciones de la merma en porcentaje

Pulpa Blanca			Lomo de Asado		
	X	ds		x	ds
I	8.05%	±1.63%	I	12.51%	±2.04%
15 min.	1.64%	±0.37%	15 min.	1.38%	±0.05%
30 min.	1.42%	±0.45%	30 min.	1.50%	±0.35%
60 min.	2.96%	±0.82%	60 min.	2.92%	±1.73%

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar las pruebas se obtuvo que las muestras inyectadas, pero sin masaje tenían un mayor porcentaje de merma. Siendo estas de 8,05% para pulpa blanca y 12,65% para lomo de asado; por otro lado, se observó que los tratamientos que fueron sometidos al masaje mostraron los índices más bajos de merma. Las muestras masajeadas no presentaron diferencias significativas entre ellas, debido a esto se escoge el tratamiento de 15 minutos por representar menor tiempo de operatividad, como se observa a continuación:

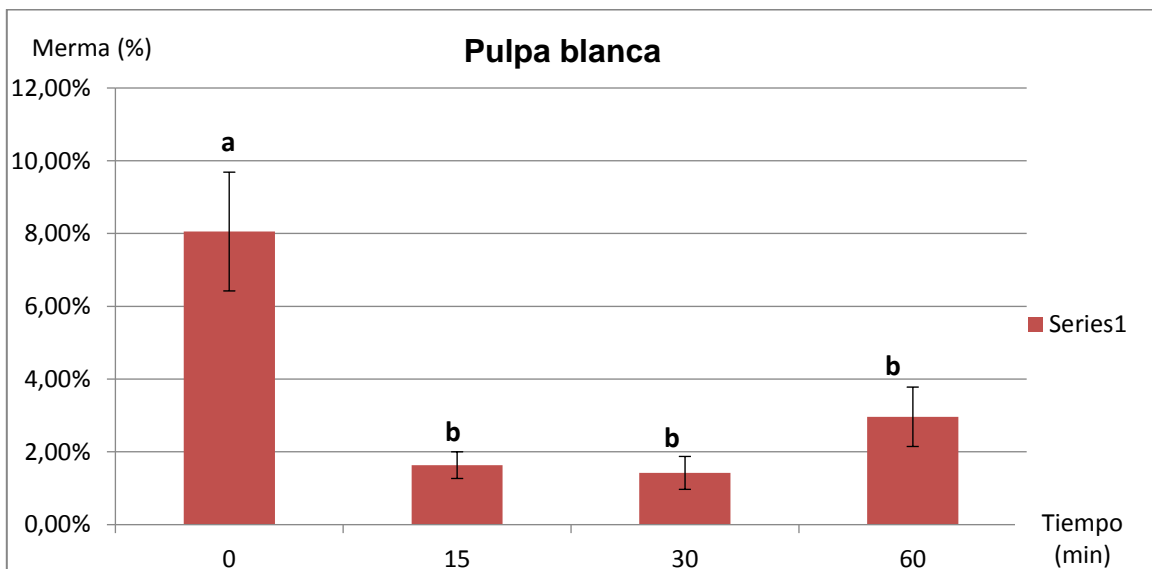


Figura 10. Gráfico de barras de error con muestras de pulpa blanca.

Fuente: Elaboración Propia

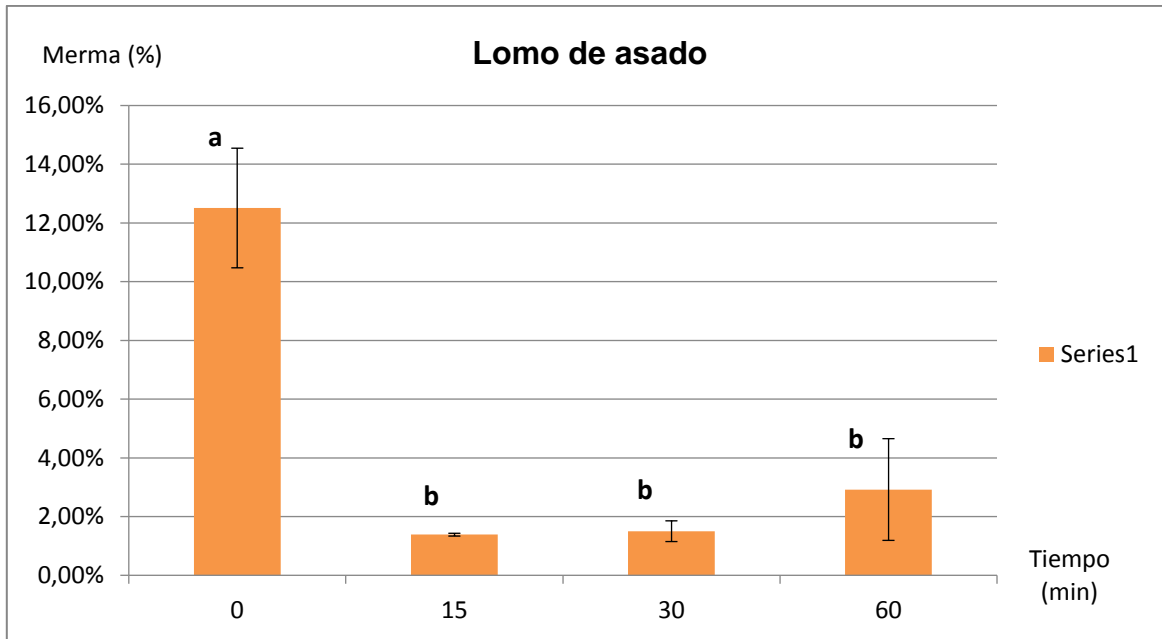


Figura 11. Gráfico de barras de error con muestras de lomo de asado.

Fuente: Elaboración Propia

Las letras diferentes nos indican la diferencia significativa entre uno y otro tratamiento, por lo observado se puede concluir que no existen diferencias significativas entre los tratamientos masajeados a diferentes tiempos.

Nuestros resultados están acorde a la bibliografía, ya que la absorción y la retención del marinado es dependiente del tiempo de masajeado, por lo que la salmuera es más fácilmente absorbida en los primeros 5 minutos, es decir que a menos tiempo se podrán obtener mejores resultados (Xiong & Kupski, 1999); y, además el masaje al vacío, según estudios realizados, aumenta la absorción de la humedad. (Young & Smith, 2004)

3.2 Resultados del Análisis Sensorial

Al finalizar la prueba sensorial se tabuló los datos y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6. Tabla de respuestas del Panel Sensorial

Respuestas Correctas	Respuestas Incorrectas
26	34

Fuente: Elaboración Propia

Para interpretar las respuestas obtenidas anteriormente, se utiliza la tabla del Apéndice 1, en la que se encuentra, para la cifra de jueces participantes, el número mínimo de respuestas correctas y así establecer si existe o no diferencias significativas. La probabilidad de acertar es del 33%. (Meilgaard, Carr, & Civille, 2007). Con un nivel de significancia del 5%, se obtuvo que el número mínimo de aciertos para 60 panelistas fue 27. Por lo que se acepta la hipótesis H_0 planteada en el análisis sensorial.

3.3 Diseño del Proceso

En el siguiente diagrama de flujo se incorpora el equipo masajeador:

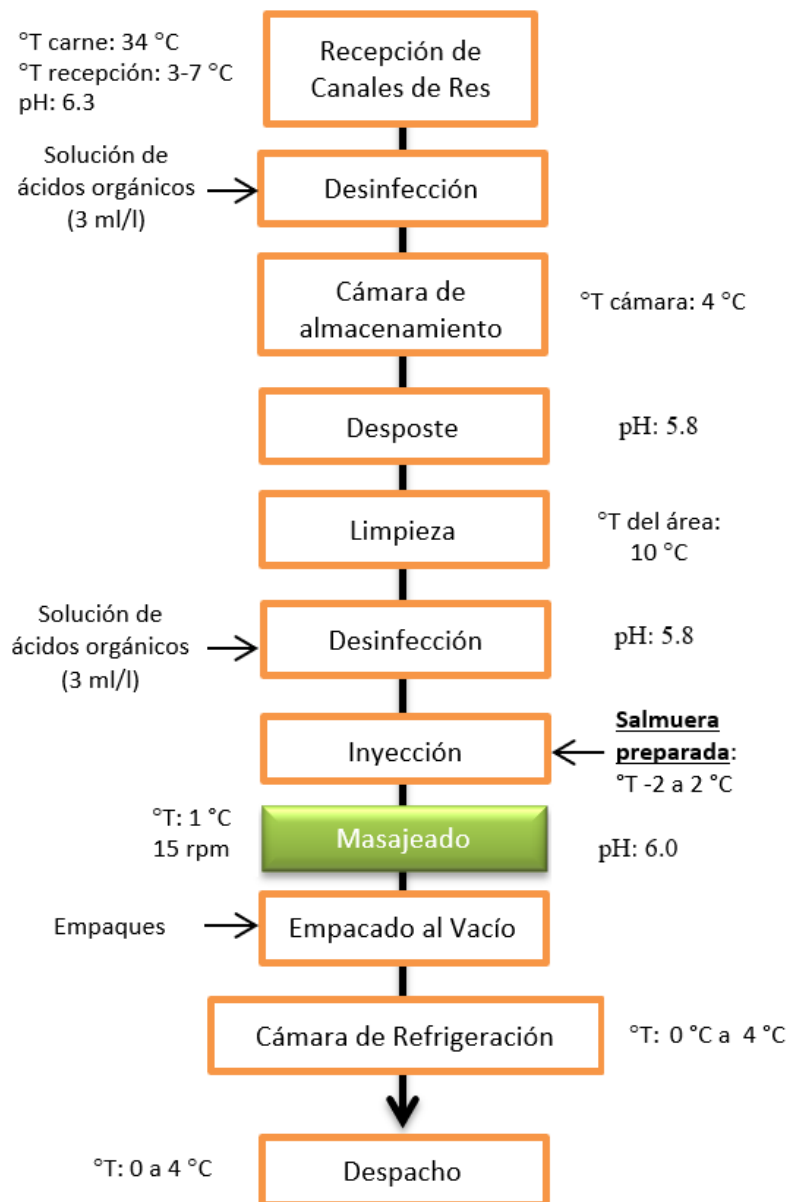


Figura 12. Diagrama de flujo con proceso de inyección y masajeado.

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Selección de Equipos

Se detalla a continuación en la tabla 7 todos los equipos que se utilizan en la empresa cárnica, con sus respectivas capacidades.

Tabla 7. Equipos empleados en la empresa cárnica

ACTIVOS FIJOS	CAPACIDAD
Bandas transportadoras	500 kg/h
Inyectadora	500 kg/h
Tanque mezclador	400 kg/h
Empacadora al vacío	900 kg/h
Fileteadora	60 kg/h
Molino	60 kg/h
Equipo masajeador	200 kg/h

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Lay-Out de la planta

Se presenta el Lay-Out de la planta con la adición del equipo masajeador, el cual se ubicará en la cámara de refrigeración:

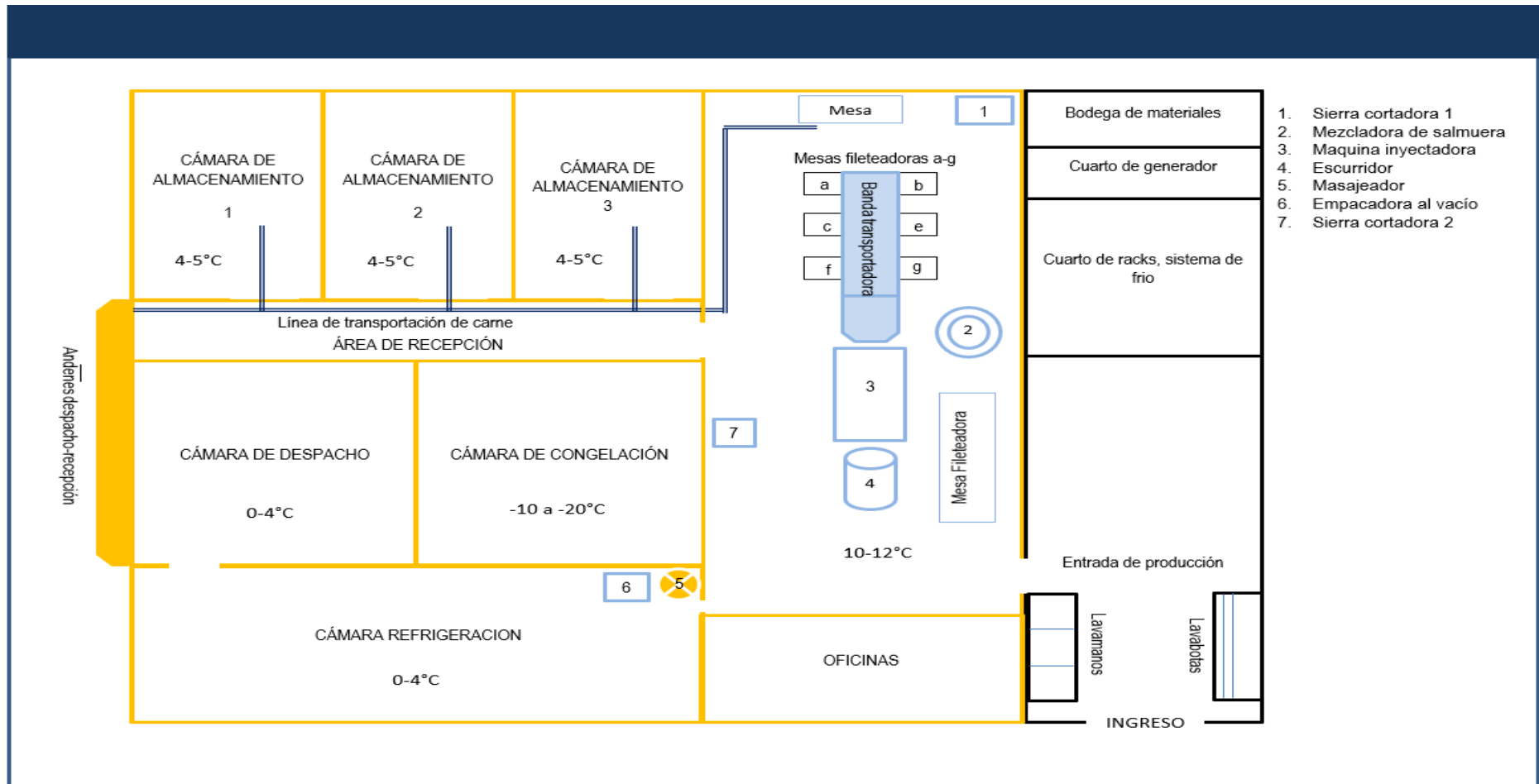


Figura 13. Lay-Out del área de proceso de carne.

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Costos de Fabricación y Punto de Equilibrio

El costo de fabricación abarca todos los recursos que se utilizaron en la elaboración de un producto, por lo general en un periodo de un año. (Guerrero, 2013)

Estos costos tienen dos componentes:

Costo Directo o Costo Primo

- Materia Primas
- Mano de Obra Directa

Carga Fabril o Costos Indirectos (Gastos Indirectos de Fabricación)

- Materiales Indirectos
- Mano de obra Indirecta
- Suministros y Servicios
- Depreciación
- Mantenimiento y seguros
- Imprevistos

Este proyecto requirió calcular los costos de fabricación actuales (sin masajeador) y los generados con el nuevo equipo. Para el cálculo se utilizó como base los datos de producción actual que se muestran a continuación:

Tabla 8. Datos de producción de carne de res inyectada

DATOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE INYECTADA	
Días laborables anuales	260
Producto producido diariamente: Kg	645
Kg producidos al año	167 700

Fuente: Elaboración Propia

Los costos estimados actuales (sin masajeador) equivalen a \$1 118 667,58 y su precio unitario es de \$6,67 por Kg. producido.

Tabla 9. Costos de producción actuales

COSTOS ESTIMADOS DE FABRICACIÓN SIN MASAJEADOR		
	Año 1	
	Total	Kg
COSTO DIRECTO		
COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES DIRECTOS	\$ 443,507.17	2.64
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 99,204.00	0.59
COSTO INDIRECTO		
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 255,948.00	1.53
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS	\$ 160,224.00	0.96
COSTOS DE SUMINISTROS Y SERVICIOS	\$ 62,211.45	0.37
DEPRECIACION	\$ 68,460.00	0.41
MANTENIMIENTO	\$ 9,129.37	0.05
SEGUROS	\$ 9,129.37	0.05
IMPREVISTOS (2%)	\$ 10,854.22	
COSTO DE FABRICACIÓN	\$ 1,118,667.58	6.67

Fuente: Elaboración Propia

Además, se estimaron los costos de fabricación con la adición del equipo masajeador, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Costos de producción con masajeador

COSTOS ESTIMADOS DE FABRICACIÓN CON MASAJEADOR		
	Año 1	
	Total	Kg
COSTO DIRECTO		
COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES DIRECTOS	\$ 443,507.17	\$ 2.64
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 105,672.00	\$ 0.63
COSTO INDIRECTO		
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	\$ 255,948.00	\$ 1.53
COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS	\$ 160,224.00	\$ 0.96
COSTOS DE SUMINISTROS Y SERVICIOS	\$ 63,500.02	\$ 0.38
DEPRECIACION	\$ 71,610.00	\$ 0.43
MANTENIMIENTO	\$ 9,479.37	\$ 0.06
SEGUROS	\$ 9,479.37	\$ 0.06
IMPREVISTOS (2%)	\$ 10,983.58	
COSTO DE FABRICACIÓN	\$ 1,130,403.51	\$ 6.74

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, se puede observar que el aumento de los costos se da en los siguientes componentes:

- Mano de obra directa, por el aumento del personal que se encargara de operar el nuevo equipo (masajeador).
- Servicios, como la energía eléctrica extra.
- Depreciación, Mantenimiento y Seguros.

Por lo que los costos ascienden a \$1 130 403,51 con un costo unitario de \$6,74 por Kg. producido.

Después de estimar los cálculos de fabricación con el nuevo equipo, se busca justificar la incorporación de este a la línea de producción. La siguiente tabla muestra la disminución del porcentaje de merma promedio utilizando el equipo masajeador, esto representará un ahorro anual de \$154 284,00

Tabla 11. Representación del ahorro con el uso del masajeador.

	%Merma promedio	Merma (Kg)	\$
Sin masajeador	10%	16.770	192.855
Con masajeador	2%	3.354	38.571
		Ahorro	154.284

Fuente: Elaboración Propia

Punto de Equilibrio:

Es el punto de actividad (volumen de ventas) donde los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir donde no existe utilidad ni pérdida. Para calcularlo, se necesita clasificar los costos, en fijos y variables. (Guerrero, 2013)

Estos costos se presentan a continuación:

Tabla 12. Resumen de Costos Fijos y Variables

Costos Fijos		Costo Variable	
Mano de Obra Indirecta	\$ 105,672.00	Materias Primas	\$ 443,507.17
Servicios y Suministros Administrativos	\$ 4,100.00	Mano de Obra Directa	\$ 105,672.00
Mantenimiento	\$ 9,479.37	Materiales Indirectos	\$ 160,224.00
Seguros	\$ 9,479.37	Servicios y Suministros	\$ 39,375.01
Gastos de Venta y Distribución del producto	\$ 13,416.00	Pruebas de Laboratorio	\$ 5,000.00
Publicidad e Impuestos	\$ 2,000.00		
Total	\$ 144,146.74		\$ 753,778.19
COSTOS FIJOS			\$ 144,146.74
COSTOS VARIABLES			\$ 753,778.19
	CVU		\$ 4.49
	PVP		\$ 11.50

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Costo variable unitario (CVU): Costos variables totales / Número de unidades a producir

PVP: Precio de venta al público

Con los datos de las tablas anteriores se puede hallar el punto de equilibrio con la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{PVP} - \text{Cvu}}$$

$$PE = \frac{146\,396.74}{11.50 - 4.49}$$

$$PE = 20\,577 \text{ Kg}$$

$$PE = 20,577 \text{ Kg} * 11.50$$

$$PE = \$ 236\,636$$

El punto de equilibrio es de **20 577 Kg**, es decir, se necesita vender esta cantidad de producto anualmente para que los ingresos y los costos se igualen; por lo tanto, a partir de la venta de **20 578 Kg**, se empieza a generar utilidades para la empresa, mientras que una venta menor a este dato significaría pérdidas monetarias.

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La incorporación de un equipo *masajeador al vacío* a la línea de producción mejora el proceso en la inyección de carne de res, esto gracias a la interrupción de las fibras musculares por la acción mecánica y a la absorción de la humedad provocada por el vacío.
- Las muestras que fueron sometidas al masaje (15, 30 y 60 minutos) no presentaron diferencias significativas entre sí, por esta razón se elige la de 15 minutos por representar menor tiempo de operatividad.
- Hay similitud entre los cortes de pulpa blanca y lomo de asado en cuanto al porcentaje de merma obtenido (1-4%).
- La evaluación sensorial demostró que existe similitud entre las muestras inyectadas y las inyectadas más masajeadas. Por lo tanto, el consumidor no tendrá preferencia por una u otra.
- El equipo masajeador permitirá reducir la merma promedio de un 10% actual a un 2%, lo que representa un ahorro de \$154 284 anuales.

4.2 Recomendaciones

- Es importante complementar este estudio a nivel microscópico, a fin de comprender la interacción entre la salmuera y las fibras musculares de la carne de res masajeadas al vacío.
- La empresa donde se realizaron las pruebas no cuenta con un masajeador al vacío para la línea de producción de carne res por lo que se recomienda la compra de uno de estos.
- Es necesario realizar el análisis de los demás cortes especiales de la res a fin de compararlos y tener resultados más específicos.
- Se recomienda realizar pruebas con agujas de inyección para el método spray, estas pueden mejorar la capacidad de retención de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Andujar, G., Pérez, D., & Venegas, O. (2003). *Química y Bioquímica de la Carne y los Productos Cárnicos*. La habana: Universitaria.
- Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza: Acribia.
- Barzola, S. (2013). Estudio de cadenas pecuarias de Ecuador. *Ministerio de agricultura, ganadería y pesca de la nación*, 75.
- Bjorkroth, J. (2005). Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Science*, 477-480.
- Carballo Garcia, B., López de Torres, G., & Madrid Vicente, A. (2001). *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Madrid: Mundi Prensa.
- Durand, P. (2002). *Tecnología de los productos de charcutería y salazones*. Zaragoza: Acribia.
- Guerrero, G. (2013). *Proyectos de Inversión*. Guayaquil: Espol.
- INEN. (2012). NORMA INEN 1338:2012. *Carnes y Productos Cárnicos. Productos Cárnicos Crudos-Madurados y Productos Cárnicos Precocidos-Cocidos. Requisitos*.
- INEN. (2015). NORMA INEN 1338:2012. *Carnes y Productos Cárnicos. Productos Cárnicos Crudos-Madurados y Productos Cárnicos Precocidos-Cocidos. Requisitos*.
- López Vásquez, R., & Vanaclocha, A. (2004). *Tecnología de mataderos*. Madrid: Mundi Prensa.
- Meilgaard, M., Carr, T., & Civille, G. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press.
- Rocha de McGuire, A. (2011). Fisiología de la Marinación: ¿Qué sucede en la carne? *CARNETEC*, 95.
- Roessler, E., Pangborn, R., Sidel, J., & Stone, H. (1978). Expanded statical tables for estimating significance in paired-preference, paired-diference, duo-trio and triangle tests. *Journal of Food Science*, 940-941.
- Xargayó, M. (2001). Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos del músculo entero III: Masaje. *Metalquímica*, 7.

- Xargayó, M., Lagares, J., Fernández, E., Ruiz, D., & Borrell, D. (2001). Marination of fresh meats by means of spray effect: influence of spray injection on the quality of marinated products. *Metalquimia*, 10.
- Xiong, Y., & Kupski, D. (1999). Monitoring phosphate marinade penetration in tumbled chicken filets using a thin-slicing, dye-tracing method. *Poultry Science*, 1048-1052.
- Young, L., & Smith, D. (2004). Effect of vacuum on moisture absorption and retention by marinated broiler fillets. *Poultry Science*, 129-131.

APÉNDICE

APÉNDICE 1

Tabla de respuestas correctas mínimas para establecer significancia con diferentes niveles de probabilidad para prueba triangulo

No. of trials (n)	Probability levels						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
5	4	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	6	
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21
35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	22
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	23
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	24
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	25
44	21	21	22	22	23	24	26
45	21	22	22	23	24	24	26
46	22	22	22	23	24	25	27
47	22	22	23	23	24	25	27
48	22	23	23	24	25	26	27
49	23	23	24	24	25	26	28
50	23	24	24	25	26	26	28
60	27	27	28	29	30	31	33
70	31	31	32	33	34	35	37
80	35	35	36	36	38	39	41
90	38	39	40	40	42	43	45
100	42	43	43	44	45	47	49

^a Values (X) not appearing in table may be derived from:
 $X = 0.4714 z \sqrt{n} + [(2n + 3)/6]$. See text.

