



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN  
LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**

**María Tipaz Reynoso**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, agosto de 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN  
LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARÍA TIPAZ REYNOSO**

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2015



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Aroldo Gramajo Estrada
EXAMINADOR	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

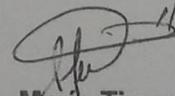


**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN  
LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2013.



**María Tipaz Reynoso**





2015-Agroindustria

## *Escuela Nacional Central de Agricultura*

Finca Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, C.A.

PBX: 6665-1345

Email: [central@enca.edu.gt](mailto:central@enca.edu.gt)

[www.enca.edu.gt](http://www.enca.edu.gt)

Bárcena Villa Nueva, 15 de Mayo de 2015.

Ingeniero  
Cesar Urquizu  
Director  
Escuela de Mecánica industrial, EMI.  
Presente:

Estimado Ingeniero Urquizu.

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en todas sus actividades.

Como parte de la terna evaluadora del trabajo de graduación presentado por la estudiante de la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **María Tipaz Reynoso**, quien se identifica con el número de Carné 2009-16119, ha realizado las correcciones al documento titulado. **MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA LTDA.** Por lo que estoy de acuerdo con el documento y solicito se continúe con el proceso que corresponda.

Sin otro particular extendiendo la presente a los quince días del mes de mayo del presente año.

Ing. Fredy Haroldo Gramajo Estrada

**Fredy Gramajo Estrada**  
INGENIERO EN ALIMENTOS  
Col. No. 871



Guatemala, 20 de mayo de 2015

Ingeniero  
César Urquizú  
Director  
Escuela de Mecánica Industrial, EMI  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.-

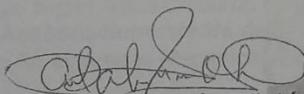
Estimado Ingeniero Urquizú:

Con un atento saludo me permito hacer de su conocimiento que la estudiante **María Tipaz Reynoso** de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, quien se identifica con el Carné estudiantil número 2009-16119, ha realizado las correcciones correspondientes, al documento de tesis titulado "**MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**"; y como parte de la terna evaluadora de dicho trabajo estoy de acuerdo con el documento y solicito se continúe con el proceso que corresponda.

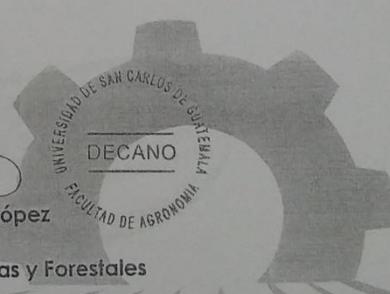
Sin otro particular y agradeciendo la atención, suscribo la presente.

Atentamente,

"Id y enseñad a todos"



Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
Coordinador Carrera  
Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales



c.c. archivo

../astrid





Guatemala, 28 de mayo de 2015.  
REF.EPS.DOC.414.05.14

Doctor  
Ariel Ortiz  
Coordinador de la Carrera Ingeniería en  
Industrias Agropecuarias y Forestales  
Facultad de Agronomía.

Ing. Ortiz:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **María Tizac Reynoso**, Carné No. **200916119** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAWONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CIA LTDA.**

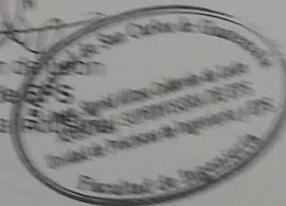
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica



SACdL/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de mayo de 2015.  
REF.EPS.D.279.05.14

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

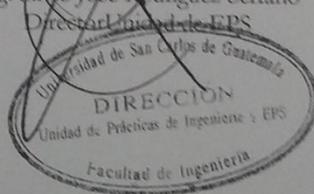
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA LTDA."** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **María Tipaz Reynoso** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

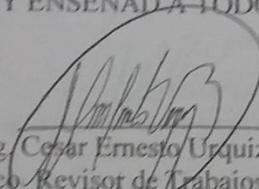


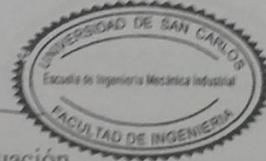
FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EML083.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA LTDA.**, presentado por la estudiante universitaria **María Tipaz Reynoso**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.

mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

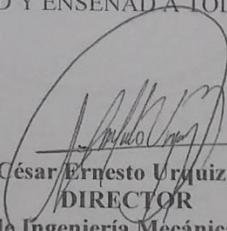


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.153.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**, presentado por la estudiante universitaria **María Tipaz Reynoso**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2015.

/mgp

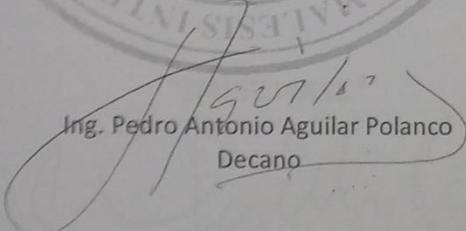




DTG. 425.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.,** presentado por la estudiante universitaria: **María Tipaz Reynoso,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, 26 de agosto de 2015

/gdech

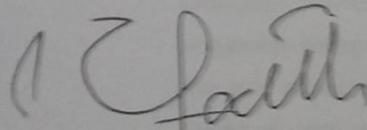




No. 57.2015

Trabajo de Graduación:	"MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA."
Estudiante:	Maria Tipaz Reynoso
Carné:	200916119

"IMPRIMASE"



Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara  
DECANO EN FUNCIONES



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme fortaleza en los momentos difíciles y sabiduría para culminar una gran meta.
- Mis padres** Paulina Reynoso y Salvador Tipaz, por el apoyo incondicional que me han brindado, por ser ejemplo de superación y enseñarme a luchar por un ideal.
- Mis hermanas** Sandra y Elizabeth Tipaz, porque son parte del éxito de mi vida.
- Mi sobrino** Wilson Ortíz, por darme esa alegría que solo los niños pueden dar en todo momento.
- Mis abuelos** Gregorio Reynoso y María Ramos, por acogerme siempre en su hogar. Salvador Tipaz por sus conocimientos dados, porque sé que desde el cielo me está ayudando siempre con experiencias que nos quedan por vivir.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme las herramientas necesarias en mi formación profesional.
<b>Facultades de Ingeniería y Agronomía</b>	Por el apoyo brindado en la carrera para culminar esta meta trazada.
<b>Escuela Nacional Central de Agricultura</b>	Por ser el eslabón de esta cadena.
<b>Gelver Larios</b>	Por ser un amigo incondicional, apoyándome en todo momento, por las palabras de aliento en los momentos difíciles y por compartir las alegrías vividas. Gracias por ser parte de esta meta alcanzada.
<b>Mis amigos</b>	Byron Ajanel, Héctor Turcios, Juan Luis Lantán, Jose Luis Rodríguez, Flor Elena Victoria, Tony Leal, Jonathan Meinke, Julio Tojin, Olga Orozco, Elida Chutá, Vivi Guerra, Violeta Montejo, Byron Miranda, Thelmy Cruz, Guillermo García, a todos gracias.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Historia .....	1
1.2. Valores .....	2
1.3. Visión .....	3
1.4. Misión .....	3
1.5. Estructura organizacional Cargill .....	4
1.5.1. Estructura organizacional empacadora Perry y Cía. Ltda. ....	5
1.6. Ubicación de la institución .....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL. MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA. ....	9
2.1. Diagnóstico del proceso de producción de jamón .....	9
2.1.1. Análisis del problema .....	14
2.1.2. Causas .....	14
2.1.2.1. Maquinaria .....	14
2.1.2.2. Mano de obra .....	21
2.1.2.3. Método .....	24

2.1.2.4.	Materia prima e insumos .....	27
2.1.2.4.1.	Materia prima no cárnica .....	28
2.1.2.4.2.	Materia prima cárnica .....	32
2.1.2.4.3.	Material de empaque ..	35
2.1.2.5.	Medición.....	39
2.1.2.6.	Ambiente laboral .....	40
2.2.	Propuesta de mejora .....	41
2.2.1.	Determinación de método de medición de rendimiento .....	41
2.2.2.	Validación del proceso de producción.....	42
2.2.2.1.	Validación de pesado de ingredientes cárnicos .....	43
2.2.2.2.	Validación de pesado de ingredientes no cárnicos .....	45
2.2.2.3.	Validación de elaboración de salmuera .....	46
2.2.2.4.	Validación mezcla pasta cárnica .....	49
2.2.2.5.	Metodología para obtención de datos .....	51
2.2.2.6.	Verificación de forma de agarre en máquinas de rebanado.....	54
2.2.2.7.	Validación de rebanado y empacado .....	55
2.2.2.8.	Determinación de rendimiento .....	60
2.2.3.	Estandarización de pesos de embutición .....	65
2.2.3.1.	Rendimiento con método propuesto .....	69

2.2.4.	Evaluación de rendimiento .....	75
2.2.5.	Diseño de hoja de chequeo de maquinaria de embutición .....	77
2.2.6.	Rotación de personal línea de producción de jamones .....	79
2.2.7.	Beneficio de la propuesta de mejora .....	81
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. GUÍA DE AHORRO DE AGUA.....	85
3.1.	Diagnóstico de la situación actual de la empresa sobre el uso de agua.....	85
3.1.1.	Identificación del consumo actual.....	86
3.1.2.	Inventario de problemas actuales, fugas y posibles averías.....	87
3.1.3.	Indicadores de uso de agua .....	88
3.1.4.	Análisis del problema.....	92
3.1.4.1.	Causas .....	92
3.2.	Guía de ahorro de agua en diferentes áreas .....	93
3.3.	Propuesta de mejora en las instalaciones .....	95
3.4.	Sistema de rotulación .....	97
3.5.	Beneficio de la guía .....	99
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN .....	101
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación .....	101
4.1.1.	Análisis del problema.....	101
4.2.	Planificación de capacitación.....	103
4.3.	Programación de la capacitación.....	105
4.4.	Evaluación de la capacitación .....	106
4.4.1.	Resultado de evaluación .....	109
4.5.	Costo del plan de capacitación.....	110

CONCLUSIONES..... 111  
RECOMENDACIONES ..... 113  
BIBLIOGRAFÍA..... 115  
APÉNDICES..... 117  
ANEXOS..... 121

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Estructura organizacional de Empacadora Perry y Cía. Ltda. ....	6
2.	Croquis de ubicación empacadora Perry.....	8
3.	Resultado cuestionario de diagnóstico.....	11
4.	Diagrama de pescado .....	13
5.	Cortadora de bloques Flaker .....	15
6.	Molino cato .....	16
7.	Mezcladora de salmuera Molistick .....	17
8.	Mezcladora pasta cárnica.....	18
9.	Embutidora Technopack.....	19
10.	Torres de moldes .....	19
11.	Prensa de moldes .....	20
12.	Diagrama de operaciones: elaboración de jamón curado .....	25
13.	Empaque típico de dos tipos de plásticos. ....	38
14.	Máquina empacadora.....	38
15.	Comportamiento de rebanado proceso actual .....	59
16.	Rendimiento actual .....	64
17.	Formas de los extremos de jamón curado. ....	65
18.	Forma ideal de piezas.....	67
19.	Comportamiento de pesos de embutición para pasta densa .....	68
20.	Comportamiento de pesos de embutición para pasta fluida.....	69
21.	Comportamiento de rebanado con método propuesto .....	72
22.	Rendimiento com método propuesto .....	74
23.	Comparación de rendimiento actual con propuesto .....	76

24.	Diagrama de pescado.....	91
25.	Aireadores propuestos.....	96
26.	Mangueras a presión.....	96
27.	Recolector de residuos sólido.....	97
28.	Rótulo uso de agua.....	98
29.	Rótulo uso de agua empaque.....	98
30.	Diagrama de pescado.....	103
31.	Ficha de evaluación de capacitación.....	108

## TABLAS

I.	Cuestionario para diagnóstico.....	10
II.	Frecuencia de mantenimiento por máquina.....	21
III.	Cuestionario de tiempo de labor en el puesto.....	22
IV.	Resultado de cuestionario de tiempo de labor en el puesto.....	23
V.	Resumen del diagrama de operaciones.....	26
VI.	Registro diario de materias primas no cárnicas.....	32
VII.	Entrega de materias primas cárnicas.....	34
VIII.	Permeabilidad de diversos materiales.....	37
IX.	Hoja de chequeo pesador de carnes.....	44
X.	Hoja de chequeo materia prima no cárnica.....	46
XI.	Hoja de chequeo elaboración de salmuera.....	48
XII.	Especificaciones de producción.....	50
XIII.	Registro de pesos línea de producción de jamones.....	53
XIV.	Registro de pesos de paquetería.....	58
XV.	Validación de rendimiento.....	62
XVI.	Resumen de rendimiento actual.....	63
XVII.	Registro de pesos de paquetería método propuesto.....	71
XVIII.	Resumen de rendimiento método propuesto.....	73

XIX.	Comparación de rendimiento actual con propuesto .....	75
XX.	Hoja de chequeo maquinaria de embutición .....	78
XXI.	Método ergonómico Rodgers línea de jamones.....	79
XXII.	Programa de rotación método Rodgers .....	81
XXIII.	Beneficio de propuesta de mejora.....	83
XXIV.	Consumo actual de agua .....	86
XXV.	Consumo promedio por indicador I .....	87
XXVI.	Consumo promedio por indicador II .....	88
XXVII.	Consumo promedio por día en litros .....	89
XXVIII.	Consumo promedio por mes en litros .....	90
XXIX.	Comparación de consumo actual y guía de ahorro.....	99
XXX.	Planificación de capacitación .....	104
XXXI.	Estrategias didácticas .....	105
XXXII.	Programación de la capacitación .....	106
XXXIII.	Criterios de evaluación.....	109
XXXIV.	Cuadro promedio de resultado de capacitación.....	110



## GLOSARIO

<b><i>Check list</i></b>	Formato elaborado para los asociados del área de Producción, donde se indican los ingredientes, aditivos, materias primas cárnicas, orden de ingredientes, tiempos de mezclado, temperaturas, turnos y responsables de la elaboración de los diversos productos.
<b>Diagrama Ishikawa</b>	Diagrama que muestra gráficamente la relación de los factores con el problema, mostrando el diagnóstico de forma estructurada y específica.
<b>Enmoldar</b>	Término utilizado para describir el proceso de colocar la pieza de jamón dentro de los moldes para su cocción.
<b><i>Film</i></b>	Material de empaque transparente, en presentación de diferentes grosores, utilizado para formar los paquetes que contendrá el producto terminado.
<b>Fondo</b>	Término utilizado para referirse a la parte inferior de los paquetes al momento de pasar en la máquina de empaque, en el producto final se refiere a la parte trasera en donde se puede observar directamente el producto.

<b>Funda</b>	Material que contiene la pasta cárnica que determina la forma y tamaño de las piezas, además de servir de moldes y recipientes durante su manejo y transporte, como unidad comercializadora y para exhibición.
<b>Insumo</b>	Aquellos implementos que sirven para un determinado fin y que se pueden denominar como materias primas, específicamente útiles para deferentes procesos.
<b>Jamón curado</b>	Embutido cocido elaborado a partir de diferentes carnes, son masajeados y luego colocados dentro de una funda y bolsas de cualquier material debidamente aprobado.
<b>Lonchas</b>	Denominado así a las unidades que forman el producto, con determinado grosor dependiendo de la presentación que se requiere, también llamado hojas formadoras.
<b>Lote</b>	Conjunto de productos que conforman una sola unidad que poseen las mismas características y variables.
<b>Muestreo</b>	Técnica utilizada para seleccionar una muestra a partir de una población o lote, ya sea al azar o por bloques.

<b>PEPS</b>	Sistema de inventario, que consiste en que el primero en entrar es el primero en salir, para un mejor control en las materias primas en las bodegas.
<b>Rebanado</b>	Proceso de cortar las piezas en grosores determinados para las diferentes presentaciones utilizando la máquina de rebanado en área de empaque.
<b>Rendimiento</b>	Forma de expresar la ganancia o pérdida de producto terminado con relación al peso inicial de la carne utilizada o elementos utilizados para su producción.
<b>Tapa</b>	Término para referirse a la parte posterior del producto terminado, es donde se coloca la etiqueta del producto.
<b>Tarima</b>	Base para transportar el producto terminado, elaborado con materiales diversos.
<b>Validación</b>	Acción y efecto de convertir algo en válido, darle fuerza o firmeza que se hizo el proceso como se describe en las hojas de chequeo.



## RESUMEN

Empacadora Perry y Cía. Ltda. es una empresa guatemalteca que ha elaborado embutidos por más de 50 años, formando parte del grupo Cargill en 1999. Al realizar un diagnóstico se identificó que los procesos de producción no se estaban realizando de forma correcta, afectando directamente el rendimiento.

Se procedió a la validación de los procesos en la elaboración de jamón curado, para identificar los puntos en los cuales se estaban dando los posibles problemas, esta consistió en la verificación de la calidad y las especificaciones de todo material involucrado en la elaboración del jamón. Al analizar las oportunidades de mejora dentro de la línea de producción de jamones, se evidenció el efecto negativo de no tener estandarizado los pesos de los jamones al introducirlos en los moldes para su cocción, y el impacto que representa en el rendimiento global por el bajo número de paquetes a obtener por pieza.

El peso ideal propuesto de embutición es de 21,00 lb para evitar deformación al momento de colocarlos en los moldes, los pesos varían si la pasta es densa o fluida, por lo que se planteó el uso de una hoja de chequeo de embutición, realizando varias pruebas de comportamiento del peso según el nivel de pasta en tolva.

Como parte de la fase de investigación, a través de un diagnóstico, se pudo evidenciar que la empresa tiene una gran cantidad de consumo de agua mensual, por el tipo de proceso que se tiene, así como para la limpieza del área

de trabajo, lavado de equipo de trabajo y de botas y manos antes de ingresar a la planta; por lo que la propuesta de ahorro en el consumo de agua ayudará también, al medio ambiente, concientizando a todos los asociados sobre su buen uso e importancia, sin descuidar la calidad del producto.

En la fase de docencia se realizó un plan de capacitación para los asociados, así como la distribución de un trifoliar sobre innovación, con el fin de involucrarlos a todos tanto de gerencia como a la planta, para participar en la mejora continua, tanto en cuestiones de procesos como en productos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar la eficiencia en la producción de jamones en la empresa empacadora Perry y Cía. Ltda., para optimizar los recursos disponibles.

### **Específicos**

1. Establecer los indicadores de producción para que el artículo final esté dentro de los parámetros establecidos por las normas nacionales e internacionales.
2. Determinar las funciones de la maquinaria involucrada en la producción de jamones y su efecto en el rendimiento final del producto.
3. Establecer la metodología de muestreo para la estandarización en la toma de datos y ser comparables en la línea del tiempo.
4. Determinar el rendimiento por fases y global, en la producción de la gama de jamones.
5. Elaborar una propuesta de mejora en la línea de producción de jamones, para aumentar el rendimiento y estandarizarlo.
6. Realizar una guía de ahorro de agua para la empresa empacadora Perry y Cia. Ltda.

7. Diseñar un plan de capacitación a los asociados de acuerdo a las necesidades de la empresa.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue orientado para mejorar la eficiencia en la producción de jamones, optimizando los recursos disponibles, validando los procesos de producción de las diferentes pastas de jamones y sus respectivas presentaciones.

El proyecto se divide en tres fases: técnica profesional, investigación y docencia.

El capítulo uno incluye las generalidades de la empresa, como la historia, sus valores, misión y visión, la estructura organizacional a nivel corporativo y de nivel planta; representando de forma gráfica la jerarquía dentro de la empresa.

En el capítulo dos se describe la fase técnico profesional, en donde se realizó un diagnóstico en la línea de jamones, realizando un diagrama Ishikawa para representar de forma gráfica las causas del problema principal; realizando el levantamiento de datos de rendimiento actual e identificando el punto de mejoría, proponiendo una estandarización de pesos de embutición, para evitar deformación de las piezas y reducir la cantidad de reproceso generado, utilizando los recursos disponibles con esta propuesta se generará un beneficio de Q 75 810,00.

La fase de investigación contenida en el capítulo tres, es una propuesta para la reducción del consumo de agua, a través de un diagnóstico y del análisis de datos históricos proporcionado por la Gerencia. Determinando los

indicadores para el análisis y elaboración de la guía de ahorro, en ella se describe la metodología a seguir para la reducción del consumo, así como los cambios recomendados. Como parte de la guía se elaboró un rótulo con el fin de concientizar a los asociados sobre el uso y la importancia del líquido vital.

En el capítulo cuatro, fase de docencia, se presenta la propuesta de un plan de capacitación a todos los asociados tanto de planta como de Gerencia, para el involucramiento en innovación, aportando ideas para mejoras en procesos y productos. Distribuyendo un tríptico titulado: “Despliegue de cultura de innovación”, con el objetivo de lograr la participación de todos y generar la mejora continua.

# 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

## 1.1. Historia

Empacadora Perry es una empresa guatemalteca fundada desde hace más de 50 años por la familia Perry en la zona 3, ciudad de Guatemala. En 1999 formó parte del grupo Cargill. En los últimos 14 años, formando parte de la corporación Cargill, se ha fortalecido en sus principios y valores, proporcionando a todos sus asociados el sentimiento de ser parte de esta gran familia, teniendo como base principal la seguridad de todos sus asociados; capacitándolos constantemente en relación a la seguridad industrial. Teniendo instalaciones adecuadas de trabajo, implementando la ergonomía en las áreas de trabajo y fomentando la colaboración entre todos los asociados.<sup>1</sup>

La empresa empacadora Perry, no solo produce y distribuye productos de alta calidad, sino también está comprometido con el bienestar del pueblo guatemalteco, es por ello que, con todos sus asociados colaboran en programas para la construcción de viviendas y mantenimiento de escuelas de escasos recursos, asimismo, la disposición de computadoras y el seguimiento de dichos proyectos.

Es una empresa dedicada a la elaboración de una gran variedad de embutidos, tanto crudos como cocidos, con procesos certificados que rigen las *Normas higiénicas de manejo de alimentos y ambientes*, tanto nacionales como

---

<sup>1</sup> Cargill. <http://www.cargill.com.hn/es/index.jsp>. [Consulta: enero de 2015].

internacionales, ofreciendo un producto de la más alta calidad, logrando exportar sus productos a diferentes países.

Cargill es una corporación multinacional privada, con sede en Minnesota, en los Estados Unidos de América. Fundada en 1865, dedicada a la producción y venta de alimentos, productos y servicios agrícolas, financieros e industriales, y es conformada mundialmente por 138 000 asociados en 66 países.

Entró en la región de Centro América cuando adquirió el negocio de alimento concentrado Alcon en Honduras en 1969, luego diversificó a alimentos refrigerados mediante la adquisición de procesamiento y comercialización de pollo (Pronorsa) en 1975 en Honduras. Teniendo centros en Honduras, Costa Rica, Guatemala y Nicaragua.

## **1.2. Valores**

“Los valores en empacadora Perry determinan la forma de actuar y el adecuado comportamiento que se debe de tener mientras se desempeña la labor como asociados de Cargill. Determinando el compromiso de todos los asociados tanto dentro como fuera de ella, formando una cultura organizacional dentro de los valores.”<sup>2</sup>

Los principales valores que se ponen en práctica dentro y fuera de la empresa son:

1. “Respeto hacia los demás: tratar a los demás como ellos desean ser tratados, velando por su seguridad. Enfocándose en la seguridad de todos los asociados, toda tarea se debe de realizar con seguridad con mente y ojos en la tarea.

---

<sup>2</sup> Folleto de inducción Cargill. p. 12.

2. Integridad: hacer siempre lo correcto sin importar las consecuencias. Realizar las actividades con toda transparencia y honestidad. Forjando la confianza en todas las actividades realizadas y facilitar la ubicación del problema.
3. Compromiso para servir: hacer lo que es mejor para los demás, poniendo a nuestros compañeros, clientes y comunidades siempre primero. Para lograr un ambiente de trabajo adecuado y ser una familia en la que se ayudan mutuamente, sentirse parte de Cargill.
4. Pasión por el éxito: es lo que motiva a los asociados, los equipos y la compañía para continuar desafiando el estado actual de las cosas y buscar nuevas y diferentes formas de proporcionar valor distintivo a los clientes. Ser parte del éxito de la empresa”<sup>3</sup>.

### **1.3. Visión**

“En el 2015 seremos reconocidos como el socio elegido por tener marcas preferidas, por ser innovadores y por contar con asociados comprometidos que juntos logran cosas extraordinarias”.<sup>4</sup>

### **1.4. Misión**

“Nosotros, los asociados de Cargill Meats Central America (CMCA), duplicaremos al 2015 el tamaño de nuestra unidad de negocios, deleitando a los clientes y consumidores de alimentos a través de nuestro servicio, innovación y prestigio de nuestras marcas”.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Folleto de inducción Cargill. p. 12.

<sup>4</sup> Ibíd.

<sup>5</sup> Ibíd.

## 1.5. Estructura organizacional Cargill

En Centroamérica, Cargill opera bajo dos unidades de negocio: Cargill Meats Central America (CMCA), perteneciente a la plataforma Cargill Animal Protein and Salt (CAPS), orientada a la producción y venta de productos de nutrición humana. Cargill Feed and Nutrition (CFN), la cual pertenece a la plataforma Cargill Nutrition Animal (CAN) y dedicada a la producción y venta de productos de nutrición animal.

Dentro de la cadena de valor, las funciones que constituyen la estructura Cargill Meats Centro América son:

- Agricultura
- Operaciones
- Cadena de suministros
- Comercial
- Centro de servicios compartidos

La estructura de Cargill Feed Nutrition es:

- Operaciones
- RMS (gerenciamiento de riesgos y recursos, por sus siglas en inglés)
- Contraloría
- Comercial

“Empacadora Perry pertenece a la unidad de negocio Cargill Meats Central America (CMCA), orientada a la producción y venta de productos de nutrición humana, el cual está conformado en los siguientes departamentos”<sup>6</sup>:

- Operaciones
- Mercadeo
- Recursos Humanos
- Financiero
- Servicio al Cliente
- Cadenas y Suministros

#### **1.5.1. Estructura organizacional empacadora Perry y Cía. Ltda.**

La estructura organizacional en empacadora Perry es de forma vertical, en donde la suma de los logros por departamento hace el éxito de la compañía, pero se trabaja con nivel jerárquico invertido en donde los de alto mando son el soporte para llegar a lograr las metas y no como mandatos, se posee la política de puerta abierta, el cual todos se ponen a disposición de todos para resolver algún problema o escuchar sugerencias (ver figura 1). Descripción:

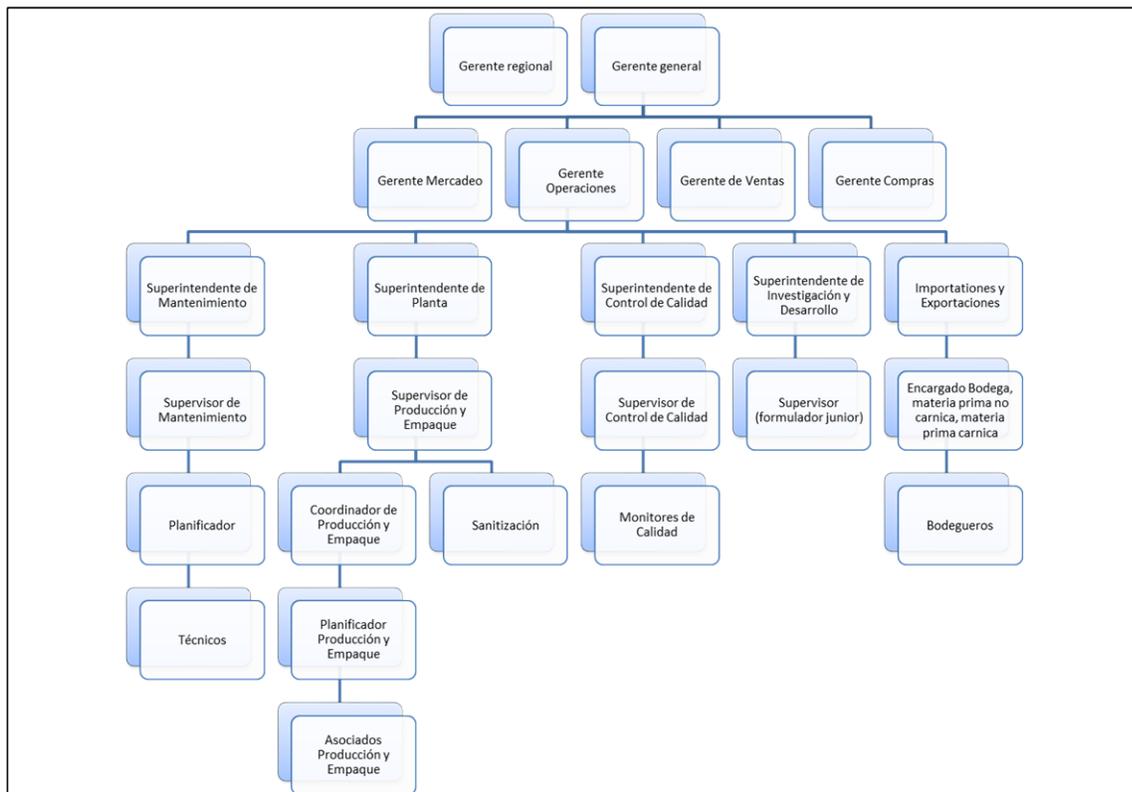
- Gerente regional: es la persona encargada de supervisar las diferentes unidades de negocio en los países donde se encuentran. Unificando a todas las unidades de negocio a nivel internacional.
- Gerente general: pasar reporte al gerente de Unidad de Negocio, supervisando todas las áreas impulsando a la mejora continua del negocio.

---

<sup>6</sup> Folleto de inducción Cargill. p. 14.

- Gerente de Operaciones: encargado de toda la planta de producción, buscando soluciones a las necesidades de la planta, para lograr entregar los pedidos a tiempo y productos de la mejor calidad.
- Superintendente de Mantenimiento: mantener en óptimas condiciones toda la maquinaria de producción y empaque, evitando el paro de la producción por algún desperfecto de la maquinaria.
- Superintendente de planta: teniendo a su cargo a los supervisores de producción y empaque para llevar a cabo la producción de forma consecuyente y los pedidos se tengan en tiempo y forma.

Figura 1. Estructura organizacional de Empacadora Perry y Cía. Ltda.



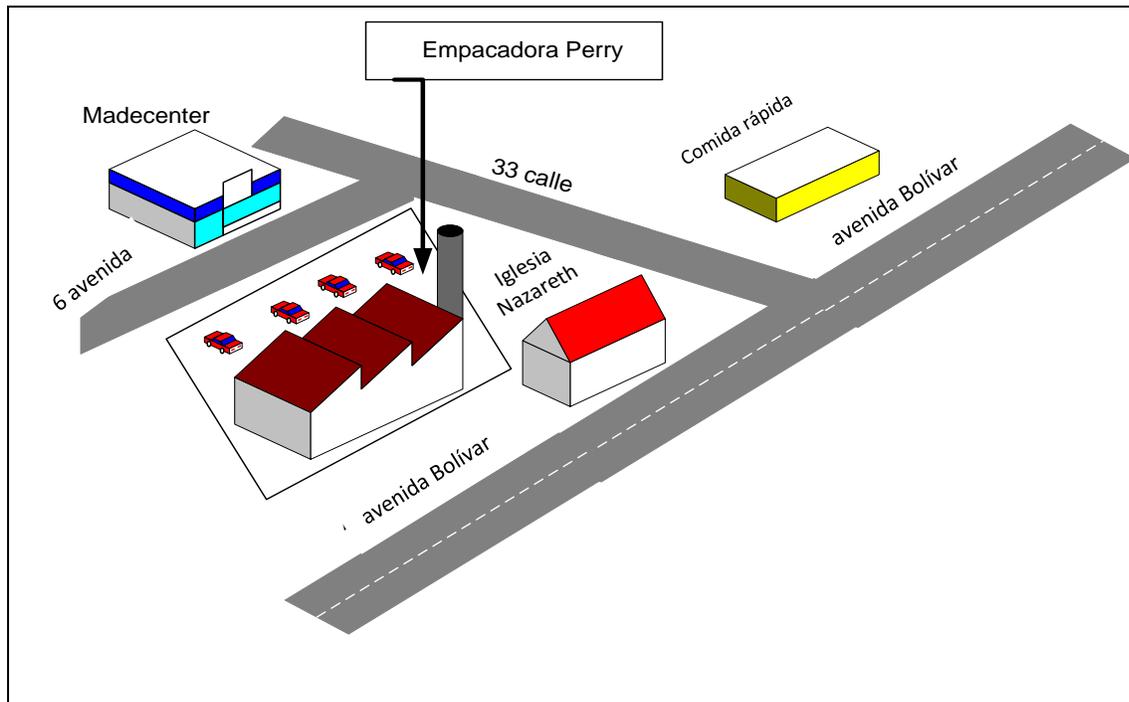
Fuente: empresa empacadora Perry y Cía. Ltda.

- Superintendente de Control de Calidad: verificando que los procesos se den con toda la higiene necesaria para tener un producto de calidad, supervisando los procesos en producción y empaque, así como en el centro de distribución para evitar los reclamos por los clientes.
- Superintendente de investigación y desarrollo: desarrollar nuevos productos para ser más competitivos en el negocio, mejorar productos actuales y llevar a cabo proyectos que tengan impacto positivo, así como el apoyo directo a mejoras en procesos productivos.
- Importaciones y exportaciones: llevar a cabo todo lo relacionado a los permisos necesarios para importar materia prima y exportar los productos. Tiene estrecha relación con los proveedores.

#### **1.6. Ubicación de la institución**

La empresa se encuentra ubicada en la 6 avenida 33- 49 zona 3, en el departamento de Guatemala, Guatemala C. A.

Figura 2. Croquis de ubicación empacadora Perry



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL. MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE JAMONES EN LA EMPRESA EMPACADORA PERRY Y CÍA. LTDA.**

### **2.1. Diagnóstico del proceso de producción de jamón**

Para conocer la situación actual del proceso de producción de jamón en la empresa empacadora Perry y Cía. Ltda. e identificar las oportunidades de mejora se utilizó la herramienta Ishikawa, la cual muestra la relación entre las causas y los efectos con el problema principal. Para lograr obtener datos reales en la línea de producción de jamones se realizaron preguntas concisas a los asociados de forma directa, elaborando un cuestionario para tener registro de la información.

En cada área que conforma la línea de producción de jamones se le informó a los asociados sobre la actividad de validación de los procesos en los cuales se podría identificar la causa del problema, si es por el método que ellos estaban trabajando o por el proceso en sí de elaboración de los jamones, además de otros factores, por tal razón se utilizó la categoría de las 6 m en la cual comprende: mano de obra, medición, maquinaria, materiales, medio ambiente (medio ambiente laboral) y método. Para la obtención de información se utilizó el siguiente cuadro con las preguntas realizadas a los asociados.

Tabla I. **Cuestionario para diagnóstico**

No.	Preguntas	Resultado %	
		Sí	No
1	¿Tienen conocimiento de todo el proceso de producción de jamón?		
2	¿Conocen la importancia del uso y seguimiento de las hojas de chequeo?		
3	¿Ha realizado algún tipo de cambio en el proceso sin notificarlo a su supervisor?		
4	¿Tiene dificultades en el proceso de elaboración?		
5	¿Lleva mucho tiempo realizando la misma operación?		
6	¿Se procesan varios productos al mismo tiempo?		
7	¿Ha tenido capacitaciones relacionado a la operación que ejecuta?		
8	¿Son constantes los fallos en la maquinaria?		
9	¿Tienen buena comunicación entre departamentos?		

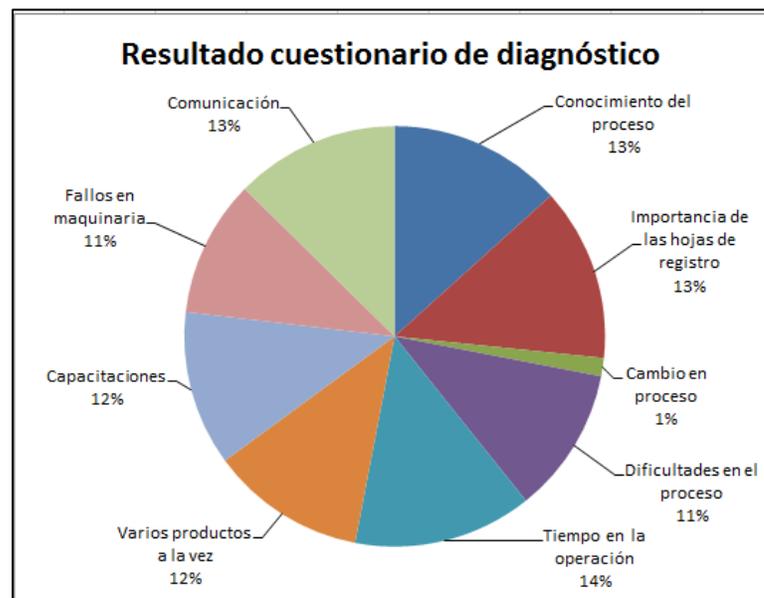
Fuente: elaboración propia.

El cuestionario de la tabla I fue guía para recolectar los datos necesarios e identificar las causas del problema y las áreas correspondientes a analizar, así determinar la raíz del problema. Como toda empresa debe ser rentable se hace necesario establecer el rendimiento del producto y maximizar el uso de todo el material disponible.

Con el apoyo de los supervisores y coordinadores de planta (producción y empaque), se logró difundir la información a todos los asociados relacionados en la línea de producción de jamones, así como la colaboración al momento de realizar las preguntas, y proporcionar la información necesaria, explicándoles que el proceso no era por motivo de realizar despidos sino de mejorar el proceso y, que se tengan mejores beneficios tanto para ellos como para la compañía.

La figura 3 muestra los resultados obtenidos del cuestionario de la tabla I para obtener las necesidades de la línea de producción de jamones, con la participación de todos los involucrados (línea de jamones y supervisores) uniendo todas las ideas, tomando en cuenta cada una de ellas para analizarlas y lograr determinar la causa o causas del problema.

Figura 3. **Resultado cuestionario de diagnóstico**



Fuente: elaboración propia.

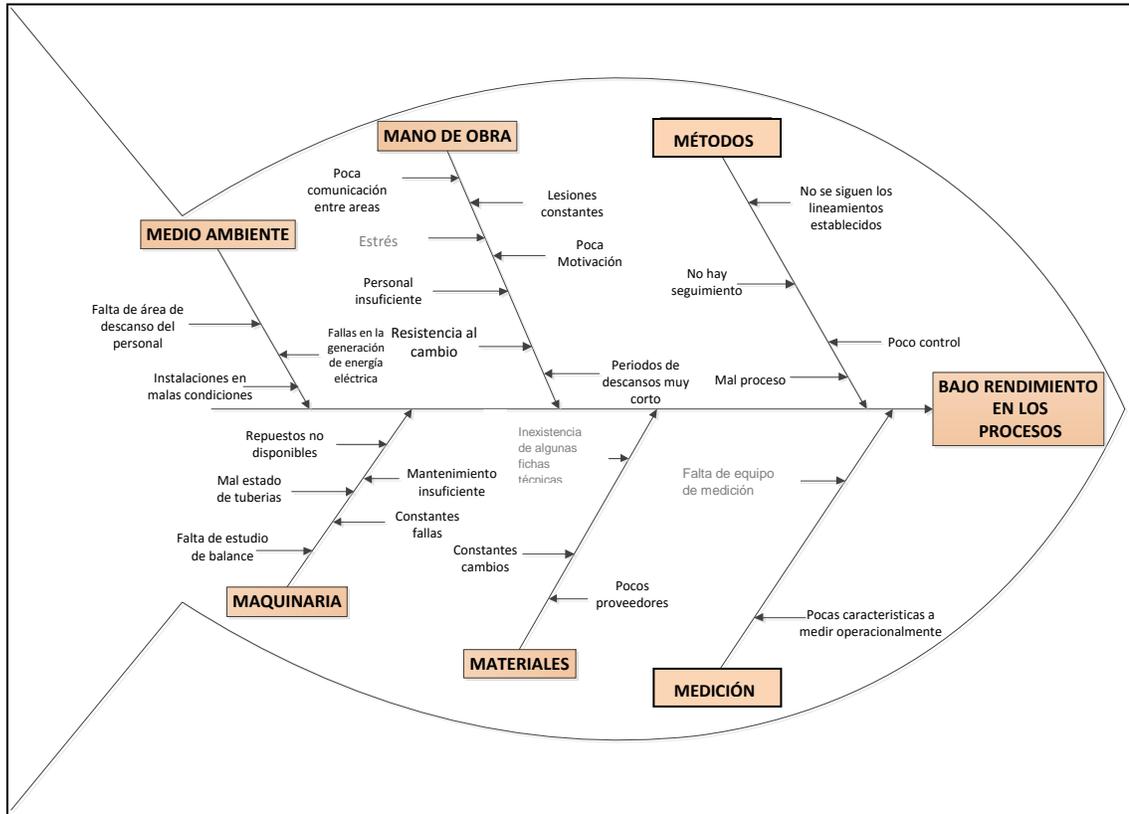
La figura 3 muestra que, en la mayoría de los casos, el asociado conoce la importancia del uso de la hoja de chequeo, sin embargo, realiza cambios en el proceso sin la autorización de su supervisor, sin registrar tal cambio en las hojas para no ser sancionado.

El 14 % de los asociados tienen el deseo de cambiar de la operación que han estado realizando, ya que no han tenido una rotación en el área, manifestando una sensación de complacencia, es decir, realizan la actividad sin el compromiso respectivo, descuidando aspectos de seguridad industrial y presentando en el transcurso del tiempo síntomas de enfermedades tempranas, teniendo que realizar suspensiones o cambio de tarea definitiva; reduciendo la productividad por el entrenamiento de otro personal para tal tarea.

Con la información recopilada, el 11 % de los casos tienen fallas en la maquinaria, provocando atrasos en la producción por el mantenimiento realizado por los asociados del Departamento, teniendo dificultades en el proceso de elaboración de jamón, ya que en algunos casos estos desperfectos se dan cuando el producto se está mezclando, generando calor interno dentro del mismo, desnaturalizando las proteínas de forma no establecida.

Con el cuestionario de diagnóstico, tabla I se recolectaron datos necesarios para la elaboración de un diagrama de pescado y desglosar cada uno de sus componentes, para identificar el problema principal de los bajos rendimientos obtenidos y establecer la metodología de obtención de datos para la misma. A continuación, en la figura 4 se presenta el diagrama generado mediante los datos primarios recolectado.

Figura 4. Diagrama de pescado



Fuente: elaboración propia.

Ante la falta de control de los pesos de las piezas de jamón, se está teniendo variación en cuanto al rendimiento en paquetería, afectando al rendimiento general, como se observa en la figura 3 del diagrama de pescado, teniendo problemas en la maquinaria de embutición, por la poca rotación de personal en su área de trabajo, además el método de embutición actual no es el correcto por la deformación de las piezas de jamón.

### **2.1.1. Análisis del problema**

En la planta empacadora Perry se han tenido datos de bajos rendimientos en la línea de jamones, con respecto a los rendimientos establecidos a nivel regional de la corporación (mayor al 90 %), esto debido al tipo de proceso de elaboración o por el manejo de los materiales. Los datos de rendimiento, actualmente seteados, no siguen un proceso establecido y justificado de obtención de datos, por lo que se tienen sesgos en los resultados, afectando directamente en la productividad de la empresa.

### **2.1.2. Causas**

En los siguientes incisos se describen cada una de las 6 M del diagrama de pescado realizado en el diagnóstico, para conocer la situación actual de la empresa.

#### **2.1.2.1. Maquinaria**

“Para la elaboración de jamón se necesita de maquinaria con un propósito específico, es por ello, que se debe conocer las funciones y propósitos de su uso y el efecto que tiene en el rendimiento del producto final.”<sup>7</sup>

Las principales máquinas para la elaboración de jamón se describen a continuación:

- Cortadora de bloques (Flaker): cuenta con un rodillo pesado con una serie de cuchillas intercambiables; a medida que pasa el bloque de carne congelada, emitiendo trozos graduales. Es más rápida que una guillotina.

---

<sup>7</sup> MÜLLER, Siegfried; ARDONIO, Mario; PRICE, James. *Procesamiento de carne y embutidos*. p. 83

Su principal función es reducir el tamaño de la carne congelada para una mezcla uniforme.

Figura 5. **Cortadora de bloques Flaker**



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Molino cato: los trozos de carnes son transportados por un rodillo sin fin y pasar por una serie de discos con perforaciones de diferentes diámetros (1/4", 1/8", 1") según las necesidades de la mezcla. Cuenta con una serie de cuchillas para lograr que la carne se rompa y logre pasar por los discos.

Figura 6. **Molino cato**



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Mezcladora de salmuera (Molistick): consiste de un tanque de acero inoxidable, con un agitador en la parte interna que trabaja a grandes velocidades, diseñada para disolver, dispersar o solubilizar los componentes de una salmuera, la cual es una salmuera es una mezcla de agua, hielo, sales y harinas.

Figura 7. Mezcladora de salmuera Molistick



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Mezcladora: maquinaria de acero inoxidable, en su parte interna cuenta con una serie de paletas acopladas a un eje principal con dos sentidos de mezclado *mix* y *remix*, la tapa es hermética con sistema de vacío para mejores resultados. Al girar las paletas, los trozos de carne son golpeados contra las paletas, con esta acción se logra una mayor eficiencia a los efectos perseguidos, el rompimiento de las proteínas introduciendo la salmuera y amarrando todos los ingredientes.

Figura 8. Mezcladora pasta cárnica



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Embutidora (Technopack): tolva que recibe la pasta ya curada para luego pasar por medio de un rotor, empujando la pasta con cierta presión a través de un puntero hacia el interior de la funda, este es accionado por medio de aire comprimido, embutiendo un volumen estándar de pasta, obteniendo jamones del mismo peso y tamaño. Al final del puntero se encuentra la engrapadora automática, engrapando una unidad en forma continua, la alimentación es de forma individual de funda.

Figura 9. **Embutidora Technopack**



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Torres de moldes: torre con varios segmentos cuadrados en donde se introducen las unidades de jamón para obtener la forma cuadrada requerida.

Figura 10. **Torres de moldes**



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

- Prensa de moldes: sistema neumático en donde la torre de moldes se somete a una presión predeterminada, con el objetivo de hacer uniforme la presión de las masas musculares de los jamones y ayudar a eliminar los posibles agujeros musculares.

Figura 11. **Prensa de moldes**



Fuente: planta de producción empacadora Perry.

En la tabla II se muestran las frecuencias de mantenimiento por máquina involucrada en el proceso de elaboración de jamón, el monitoreo se realizó por tres meses promedio para lograr identificar el punto crítico, es decir, la maquinaria en la cual tiene mayor frecuencia de paro.

Tabla II. **Frecuencia de mantenimiento por máquina**

<b>No.</b>	<b>Máquina</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo promedio de paro (hora)</b>
1	Cortadora de bloques (Flaker)	3	0,5
2	Molino cato	4	2,0
3	Mezcladora de salmuera (Molistick)	1	0,3
4	Mezcladora de jamones	2	3,0
5	Embutidora (Technopack)	6	4,5
6	Torres de moldes	0	0,0
7	Prensa de moldes	1	0,5

Fuente: elaboración propia.

La embutidora, por la frecuencia de 6 y el tiempo de paro de 4,5 horas promedio, siendo mayor que las demás, se determina como un punto crítico, esta maquinaria afecta directamente en el rendimiento, por la variabilidad de pesos y, por ende los tamaños, afectando a las formas de las piezas cuando se enmoldan, repercutiendo en el resultado del rebanado.

#### **2.1.2.2. Mano de obra**

En cada maquinaria se tiene uno o dos asociados a cargo para ejecutar la operación, dependiendo del área al cual corresponden. En el caso de la cortadora de bloques de carnes congeladas, hay tres asociados en donde uno recibe la carne en ollas móviles y dos ingresan la carne en la máquina, en el molino cato hay dos asociados, uno de ellos pesa la carne a utilizar y otro maneja el molino, en mezcladora de salmuera hay un asociado quien es el encargado de hacer la salmuera y pesar la misma para su uso; en la

mezcladora de jamones hay un asociado quien es el encargado de cargar las carnes a mezclar y llevar el tiempo de mezclado, así como la descarga de la pasta cárnica, en la embutidora hay dos asociados uno encargado de cargar la tolva y pasar ollas al otro asociado, quien recibe las piezas de jamones embutidas y controlar el peso de las mismas.

Se realizó un cuestionario a los asociados, con respecto al tiempo que han laborado en su puesto de trabajo, y de esta forma conocer su opinión sobre la misma si desean seguir con el mismo puesto o trasladarse a otra área, utilizando la siguiente tabla.

Tabla III. **Cuestionario de tiempo de labor en el puesto**

No.	Puesto/ cargo	Tiempo laborado en el puesto (años)	¿Desean cambiar de actividad?	
			Sí	No
1	Operador Flaker			
2	Auxiliar operador Flaker 1			
3	Auxiliar operador Flaker 2			
4	Operador molino cato			
5	Auxiliar molino cato			
6	Operador Molistick			
7	Operador Mezcladora			
8	Operador Technopack			
9	Auxiliar Technopack			
10	Moldadores			

Fuente: elaboración propia.

El cuestionario de la tabla III fue guía para recolectar los datos necesarios de la situación actual de la rotación de personal de la línea de producción de jamones.

Tabla IV. **Resultado de cuestionario de tiempo de labor en el puesto**

No.	Puesto/ cargo	Tiempo laborado en el puesto (años)	¿Desean cambiar de actividad?	
			Sí	No
1	Operador Flaker	2,0	X	
2	Auxiliar operador Flaker 1	1,0		X
3	Auxiliar operador Flaker 2	4,0	X	
4	Operador molino cato	3,0	X	
5	Auxiliar molino cato	1,5		X
6	Operador Molistick	2,5	X	
7	Operador mezcladora	5,0		X
8	Operador Technopack	3,5	X	
9	Auxiliar Technopack	1,0	X	
10	Moldadores	4,0		X

Fuente: elaboración propia.

El cuestionario realizado refleja la poca rotación del personal en las diferentes áreas, con un 60 % de los asociados con intención de trasladarse a otra área, haciendo el trabajo muy especializado y monótono. La poca rotación del personal no solo afecta a los procesos, sino también a la salud de los mismos, presentando síntomas de dolores por estar realizando la misma actividad por mucho tiempo.

### 2.1.2.3. Método

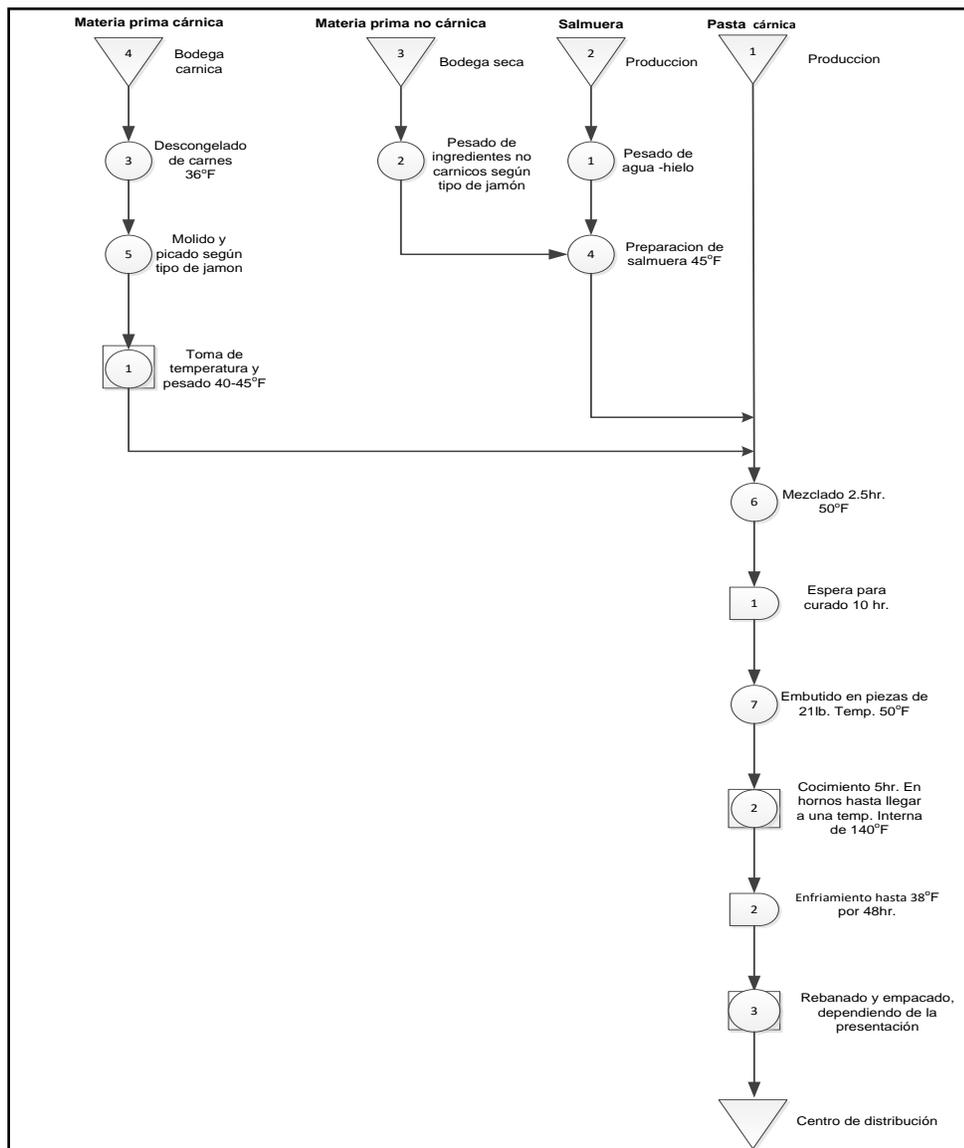
El método actual para la elaboración de jamón consiste en una serie de pasos con una estrecha relación, el cual, si un paso no se lleva a cabo de la forma establecida, repercute en todo el producto. Los pasos para la elaboración de jamón se describen en la figura 11.

A continuación se describen los pasos para la elaboración de jamón curado de forma general:

- Descongelado de carnes: para el uso de la carne se solicita al Departamento de Bodegas Cárnicas la cantidad a utilizar con un día de anticipación, por el tiempo que requiere para llegar a la temperatura de manejo 36 °F, al ingresar en producción estas se colocan sobre una estantería para su descongelamiento, en un cuarto con circulación de aire para agilizar el proceso. Descongelada la carne se procede a moler y pesar la cantidad a utilizar.
- Mezclado y curado: consiste en el mezclado de la salmuera; esta contiene todas las sales, agua, hielo y aditivos necesarios para la curación, entiéndase curación como cualquier proceso de conservación y sazonado de la carne mediante la adición de sal, nitratos y nitritos. Teniendo la salmuera, se procede al mezclado con la carne en un lapso mínimo de 2,5 horas, dependiendo del tipo de jamón que se desee obtener. El masajeo se realiza con la finalidad de extraer las proteínas solubles para unir los trozos de carne durante el cocimiento y por consiguiente, lograr una buena rebanabilidad, color estable y, uniforme, así como un mayor rendimiento al poder retener más salmuera.

Figura 11. Diagrama de operaciones: elaboración de jamón curado

Institución: Empacadora Perry y Cía. Ltda.	Hoja 1 de 2
Sección: Operaciones	Método: actual
Elaborado por: María Tipaz Reynoso	Final: Empaque y etiquetado
Inicio: Requisición de materias primas	



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2007.

Tabla V. **Resumen del diagrama de operaciones**

Institución: empaedora Perry y Cía. Ltda.	Hoja 2 de 2
Sección: Operaciones	Método: actual
Elaborado por: María Tipaz Reynoso	Final: Empaque y etiquetado
Inicio: Requisición de materias primas	

### RESUMEN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Operación	7
	Demora	2
	Operación combinada	3
	Almacenamiento	BPM: 4
		BPT: 1

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2007.

- **Embutido:** para embutir se deja en reposo la mezcla como mínimo 10 horas, en este paso se determina el tamaño y forma del producto. El peso de las piezas es de 21 lb, al colocarlas en los moldes, por el peso las puntas se deforman y se pierden al rebanarlas, así como la pérdida de la funda por el exceso de peso.
- **Cocimiento:** el producto embutido es colocado en torres y pasado a la prensa de molde, para eliminar burbujas de aire entre los músculos de carne. En el proceso de cocción ocurre la desnaturalización de las proteínas, se inicia a los 105-110 °F y no finaliza hasta que la temperatura de la pieza se aproxima a los 140 °F, esta temperatura es interna, por lo

que se debe extraer una torre, y utilizando el equipo de protección personal establecida se extrae una pieza y se toma la temperatura en el centro de la pieza. Una sobrecocción puede ocasionar problemas de sabor, textura y rendimiento.

- **Enfriamiento:** cuando las piezas ya están cocinadas, se hace un descenso de temperatura mediante una ducha fría de agua dentro de los hornos para extraerlos de la zona de riesgo y destruir posibles esporas termoresistentes. Esta ducha se realiza cuando las piezas están dentro de los moldes para evitar la deformación de las mismas.
- **Empaque y etiquetado:** para que las piezas se puedan rebanar deberán estar a una temperatura interna por debajo de los 40 °F, antes de ser rebanado se desinfecta con inspex (ácido peracético), luego se retira la funda y se corta la punta de la pieza para introducirlo a la máquina rebanadora, si la pieza posee una punta redonda se debe de cortar la misma para calibrar la máquina y tener paquetería con peso uniforme.

#### **2.1.2.4. Materia prima e insumos**

A continuación se describe el sistema utilizado para el manejo de inventarios y la descripción de la materia prima cárnica y no cárnica en la elaboración de jamón curado.

En empacadora Perry se utiliza el método PEPS para el manejo de inventarios tanto para los ingredientes cárnicos como los no cárnicos, en las bodegas correspondientes, teniendo sus centros de bodegas en zona 11, para mantener bajo inventario en planta.

Para abastecer la planta se realiza el pedido según las necesidades de producción, teniendo una estrecha relación con el Departamento de Compras, ya que ellos son los encargados de realizar los pedidos a los diferentes proveedores de las materias primas.

En este apartado se describe el manejo y los registros correspondientes, para el control de los aditivos y los ingredientes cárnicos para la elaboración de jamón curado.

#### **2.1.2.4.1. Materia prima no cárnica**

Aditivo alimentario, “elemento que entra en la formulación de un producto como sustancias correctivas o coadyuvantes, con el objetivo de preservar o estabilizar, mejorar su color, sabor, olor y apariencia, siempre que no perjudiquen su valor nutritivo; no se consumen como alimento ni se usan como ingrediente característico del alimento, tengan o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento, en cualquiera de las fases de producción, empaquetado, transporte o almacenamiento, pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de estos”.<sup>8</sup>

En la elaboración de jamón curado se utiliza una diversidad de ingredientes o aditivos alimentarios, a continuación se detallan alguna de ellas:

- Sal fina: ayuda a retardar el crecimiento bacteriano, solubiliza las proteínas miofibrilares y la miosina para emulsificar la grasa, contribuye al sabor del producto terminado. Para ser aceptable al consumidor, esta debe estar en niveles inferiores de 2,5 % de la masa total del producto.

---

<sup>8</sup> COGUANOR NGO 34 039. *Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano*. p. 5.

- Polvo praga o sal cura: es una mezcla de nitritos y nitratos, para llevar a cabo el proceso de curación de la carne. Estabiliza el color de la carne dando el color rosa y sabor característico, inhibir el crecimiento de varios patógenos en especial el *Clostridium botulinum* y retardar el desarrollo de la rancidez. El nivel de uso es de 0,3 % con base a masa total.
- Fosfatos: incrementar la capacidad de retención de agua, solubiliza las proteínas mejorando la liga por la estabilización de la grasa, antioxidante reduciendo la rancidez y decoloración de los productos cárnicos, mejora el rendimiento. El nivel máximo permitido es de 0,5 %, aunque su rango de aplicación es de 0,2 a 0,5 %. si se aplica el máximo, este deja una sensación de aspereza en la lengua por la cara interna de los dientes.
- Eritorbato de sodio: acelera el efecto de curación, por las reacciones que tienen con las sales de curación no deben de estar almacenadas y mezcladas juntas, ya que reaccionarían entre si antes de ser agregadas al producto. Los niveles de uso son de 0,05 a 0,08 % con base al producto terminado.
- Glutamato monosódico: acentuador de sabor, se utiliza 0,2 % con base en producto terminado.
- Azúcar común: contrarresta la nota áspera de la sal, previniendo la pérdida de humedad y suavizando directamente el sabor. Se usa de 0,5 a 1,5 % con base a la carne, por su tendencia a la caramelización y efecto de soporte de crecimiento de microorganismos fermentativos se debe de utilizar el más bajo porcentaje posible.

- Lactato de sodio: posee efecto bacteriano en dosis alta. Su uso es con base en producto terminado siendo esta 2 a 3 %.
- Humo líquido: reduce el pH de la superficie del producto, coagula proteína en superficie, produciendo piel en el producto, mejorando el pelado, proporcionando sabor y color. Su uso es con base en el producto terminado según las buenas prácticas de manufactura.
- Saborizantes: para proporcionar el sabor deseable del producto terminado, según las características deseadas. Su uso es de 0,2 a 0,5 % de acuerdo al tipo de producto, se recurre a las recomendaciones del proveedor, ya que en algunos casos tienen reacción con alguno de los aditivos.
- Colorantes: ajusta el color del producto para ser siempre uniforme, se utiliza colorantes naturales por requerimientos de la compañía, su uso se basa a las buenas prácticas de manufactura. Recordando siempre la concentración el cual tiene para no sobrepasar del color requerido.
- Condimentos: mezcla de ingredientes dedicado a impartir sabor, para sazonar combinación de especias y hierbas.
- Especias: sustancias aromáticas de origen vegetal; fragante, aromático o pungente. Según las buenas prácticas de manufactura.

Esta materia prima es almacenada en la bodega de materias primas sobre estantería con su respectiva identificación. Se mantiene un *stock* bajo para evitar que estas pierdan su funcionalidad por el tiempo de espera para su uso.

En el área de Pesado de Ingredientes, todas las materias primas secas se encuentran almacenadas en sacos, ubicadas en las estanterías correspondientes con las fichas de identificación, dicha ficha contiene datos como: origen del producto, nombre, compuestos químicos, número de lote, fecha de producción y expiración. Sin embargo, no se tiene un listado de aditivos que son peligrosos si se utiliza una mayor cantidad en la producción.

La hoja utilizada para este fin se muestra en la tabla VI, la cual describe la cantidad, ya sea en sacos o bolsas de la materia prima que ingresó, la descripción del lote de las mismas, por día para toda la semana, y finalizado la semana, esta hoja se pasa al coordinador de Producción para tener los registros, de la misma forma que se entrega las materias primas al área de Pesado, se llena otra hoja igual de lo que queda en el día para realizar el cuadro o cierre a fin de mes, para un mejor manejo del inventario. (Ver tabla VI).

Tabla VI. **Registro diario de materias primas no cárnicas**

Nombre de la MPNC	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		Total de Lbs Semanales
	Cantidad (sacos / bolsas)	No. de Lote	Cantidad (sacos / bolsas)	No. de Lote	Cantidad (sacos / bolsas)	No. de Lote	Cantidad (sacos / bolsas)	No. de Lote	Cantidad (sacos / bolsas)	No. de Lote	
Óxido de hierro											
Nuez moscada en polvo											
Caramelina negra líquida											
Monoesterato de gliceril											
Malla 14SQR											
Sal granulada											
Ajo en polvo											
Sabor a pavo											
Condimento california											
Ajo picado en agua											
Pimienta negra molida											
Vinagre											
Myogel											
Oregano molido											
Comino molido											
Condimento sabor pollo											
Sabor res											
Sabor pollo											
Condimento											
Carmin											
Cebolla en polvo											
Maltodextrina											
Response											
Mostaza molida											
Smokaroma de code 63											

Fuente: empresa empacadora Perry y Cía. Ltda.

#### 2.1.2.4.2. **Materia prima cárnica**

La mayoría de veces esta es importada de Estados Unidos de empresas propias de Cargill, en contenedores congeladas, ya que todas estas carnes se transporta bajo temperaturas de congelación, para evitar el crecimiento bacteriano y tener un mejor control en cuanto a la calidad de la misma.

Las materias primas cárnicas utilizadas en la elaboración de jamón curado son las siguientes:

- MDM de pollo: es un proceso de deshuesado mecánico de las carcasas de pollo, y el resultado es un producto finamente picado, como una pasta, estas se distribuyen en cajas de cartón en bloques congelados.
- MDT de pavo: de la misma manera que el MDM de pollo, es un proceso mecánico de deshuesado de la carne de pavo, distribuidos en bloques como una pasta.
- Pierna de cerdo: ingrediente cárnico distribuido de forma congelada y en trozos, proveniente de la musculatura de la pierna de cerdo.
- Recorte de cerdo: partes o trozos de carne del lomo de cerdo distribuido en cajas congeladas.

Toda esta materia prima se mantiene en cuartos de congelado a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Para el manejo y control se llena hoja de requisición al área de Producción para su uso.

Tabla VII. **Entrega de materias primas cárnicas**

 <b>ENTREGA DE MATERIAS PRIMAS CÁRNICAS AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN</b>			
FECHA: _____			
NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA CÁRNICA	No. DE CERTIFICADO	CANTIDAD DE BOLSAS/CAJAS	CANTIDAD DE LBS. ENTREGADAS
MDM de pollo			
MDT de pavo			
Muslo de pavo			
Pechuga de pavo			
Pierna de cerdo			
Muslo de pavo molido			
Recorte de pollo			
Recorte de cerdo			
Grasa de pollo			
Grasa de cerdo			
Cuero de cerdo			
BM de res			
Blade meat			
Cushion meat			
<hr/> ENCARGADO DE BODEGA			

Fuente: empresa empacadora Perry y Cía. Ltda.

La tabla VII muestra un formato de control para el despacho de la materia prima cárnica al área de Descongelado en producción para el control y manejo de la información.

Al momento de requerir la materia prima cárnica es despachado al área de Descongelado en producción, todas las carnes que necesiten de descongelado

son colocados en torres un día antes de su uso para llegar a la temperatura. Los que son de uso congelado se despacha al instante al área de descongelado y estos son transportados a la maquinaria correspondiente.

#### **2.1.2.4.3. Material de empaque**

Se tiene dos clases de material de empaque, según el área de planta, en el área de Producción, el material de empaque utilizado es para embutir piezas de jamón siendo esta de un ancho de 18 cm de material impermeable cero merma; para el área de Empaque se tienen cinco tipos de material, dependiendo del peso a empacar así será el gramaje a utilizar; mientras más sea el peso del producto, el gramaje aumenta para soportar la profundidad que se necesita; el material plástico rígido no formable es el mismo para todas las presentaciones, ya que esta no necesita ser moldeable; conocido también, como tapa del paquete.

Estos materiales de empaque son:

- HB70 = 70 micrones
- TB90 = 90 micrones
- TB125 = 125 micrones
- TB150 = 150 micrones

Las letras significan el tipo de material utilizado, es una clasificación del polietileno de baja densidad; los números significa el calibre o gramaje del material que va desde el más bajo al más alto, por ejemplo, para una presentación de 113g se utiliza el TB90 de fondo y el HB70 de tapa, que es el gramaje más bajo teniendo 90 micrones de espesor. Por el peso no se necesita tanta profundidad a diferencia de una presentación de 908 g que utiliza el

gramaje TB125 o TB150, por la profundidad que se debe de tener para introducir el producto y tener un buen vacío y cierre del paquete.

El gramaje TB175 es utilizado en la mayoría de los casos para paquetería mucho más grandes como para las presentaciones de salchichas de 55 unidades o presentaciones de fiambre de 5 libras. No así para las presentaciones de los jamones.

Todo material de empaque para las diferentes presentaciones es almacenado en bodega de materia prima general, que al momento de su uso son transportados al Departamento de Empaque (bodega de material de empaque), en donde son entregados a cada línea de empaque para su uso.

Los materiales utilizados para el empackado tienen características específicas de permeabilidad, en el área de Compras tienen un cuadro de especificaciones para poder elegir el tipo de material a adquirir, el cual se muestra en la tabla VIII.

Tabla VIII. Permeabilidad de diversos materiales

MATERIAL	PERMEABILIDAD			DENSIDAD G/CC	RESISTENCIA A GRASAS
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	WVTR		
Aluminio	0.00	0.00	0.00	2.70	Total
Etil Vinil Alcohol	0.03	0.04	5.70	1.50	Nd
Poliéster metalizado	0.08	nd	0.10	1.37	Buena
PVDC	0.10	0.25	0.09	1.70	Buena
MXD6 orientado	0.17	nd	1.20	nd	Nd
Poliéster saranizado	0.40	nd	0.90	1.40	Buena
Celofán K	0.60	nd	0.45	1.44	Total
Celofán	2.00	nd	0.50	1.44	Total
Nylon 6 biorientado	2.60	5.8	10.00	1.16	Muy buena
Polipropileno metalizado	3.00	nd	0.10	0.91	Buena
PET	3-6	15-25	1.80	1.37	Buena
PVC rígido	5-20	20-25	0.90	1.30	Pobre
Nylon 6 sin orientación	6.60	10.20	15.00	1.13	Muy buena
PETG extruido	17.00	76	3.90	1.25	Nd
Polipropileno orientado	150	550	0.30	0.91	Buena
Poliétileno alta densidad	185	580	0.30	0.95	Buena
Poliétileno media densidad	250	1000	0.70	0.93	Buena
Polipropileno no orientado	250	nd	0.50	0.90	Buena
Policarbonato	300	1100	11.00	1.20	Buena
Ionómero	350	800	1.70	0.94	Buena
Poliestireno orientado	365	900	7.00	1.05	Nd
Poliétileno baja densidad	500	2500	1.00	0.91	Varía
Poliétileno lineal	500	nd	1.20	0.91	Buena
Poliétileno baja densidad + 12 % EVA	600	nd	3.90	0.09	Varía

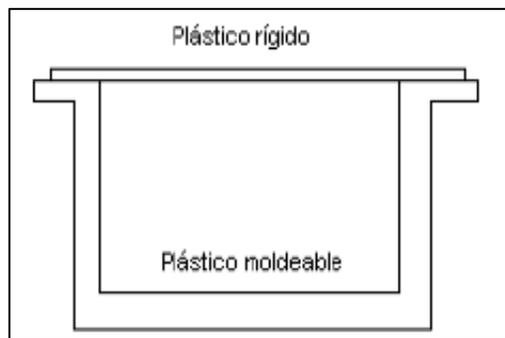
Nd: no disponible.

Fuente: RODRÍGUEZ, T: A. José. *Velocidad de transmisión de vapor de agua*. p. 79.

El proceso de empacado consiste en el calentamiento de la hoja plástica moldeable; moldeándola con la profundidad requerida dependiendo de la presentación del producto final, sobre ella el plástico rígido no moldeable, para pasar por la cámara de vacío removiendo el aire dentro del paquete, sellando el

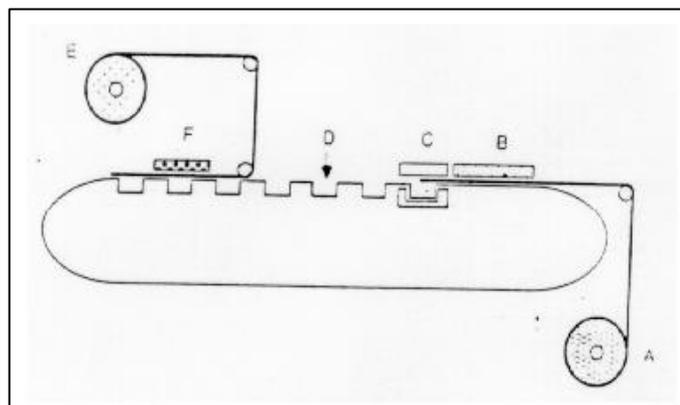
paquete, en donde un abarra selladora derrite las dos capas plásticas y las solda bajo presión, pasa por el área de etiquetado y fechado, y más adelante se encuentra las cuchillas cortadoras haciendo paquetes individuales o las presentaciones que se deseen.

Figura 13. **Empaque típico de dos tipos de plásticos**



Fuente: Gehrke/Camou. <http://gehrke.com/>. [Consulta: abril de 2015].

Figura 14. **Máquina empacadora**



Fuente: Gehrke/Camou. <http://gehrke.com/>. [Consulta: abril de 2015].

Partes de máquina de empaçado:

- Plástico moldeable
- Elemento calentador
- Cámara de vacío para moldear
- Cámara de llenado de producto
- Pastico rígido
- Cámara de sellado y evacuación del producto

#### **2.1.2.5. Medición**

En las áreas de Producción y Producto Terminado se tiene básculas para registros, en el área de pesado de ingredientes secos o de materia prima no cárnica se tiene balanzas, así como en el área de embutido de jamones para verificar los pesos. En el área de Empaque se cuenta con una sola báscula para subir los productos a ser empaçados y una balanza analítica para verificación en paquetería.

Las básculas poseen rampas como medio de elevación de las ollas; por el tamaño de los lotes de producción no se logra pesar cada una de ellas, por ello se toma un peso estándar de las tarimas de carnes que se utiliza para la producción, las balanzas se utilizan para preparación de los ingredientes no cárnicos y verificación del producto antes de empaçar y producto terminado para el control de paquetería. Por medio de esta actividad se logra detectar si existe sobre o bajo peso en paquetería, en caso de jamones se calibra la maquina rebanadora para evitar este tipo de desviación, en este caso se tiene mayor control, ya que es directamente por la calibración de la máquina rebanadora.

Mediante una empresa externa mensualmente se calibran las balanzas y básculas, extendiendo un certificado del correcto funcionamiento del equipo, en el Departamento de Calidad e Inocuidad de Alimento e Investigación y Desarrollo son sometidos a estas calibraciones al mismo tiempo que se realiza en planta, cada equipo posee una placa donde se anota la fecha en el que se realiza la calibración y la persona encargada.

#### **2.1.2.6. Ambiente laboral**

La empacadora Perry posee un programa de introducción a asociados nuevos llamado Programa de Inducción Corporativa en Centro América (PICCA), en donde se transmite información sobre seguridad industrial que es el pilar de la compañía, medio ambiente, las políticas laborales internas sobre el manejo de la información, calidad e inocuidad de alimentos. Este programa tiene como propósito unificar la visión de todos para crear un ambiente agradable y adecuado, de tal forma que se sientan comprometidos con sus actividades y participar en el desarrollo de la compañía.

Desde la alta Gerencia se aplica la política de puerta abierta, trata de estar a disposición de todos para resolver los problemas y escuchar sugerencias, así como la estructura de jerarquía invertida en donde los altos mandos son la base para la resolución de problemas.

Para lograr un clima laboral estable y adecuado se realizan varias actividades al año para incentivar a todos los asociados y compartir con ellos, estas actividades son llamadas alineamiento general, en donde todos los trabajadores comparten con los supervisores y gerentes, transmitiendo los resultados obtenidos y los logros alcanzados, esta es una forma de hacer sentir al asociado parte de la compañía. Mediante estas actividades se forman

relaciones muy estrechas entre todos los asociados creando un clima laboral seguro y confiable. La información es de doble vía, se dan los resultados alcanzados y se exponen problemas, para buscar soluciones ágiles e innovadoras.

## **2.2. Propuesta de mejora**

En el diagnóstico realizado se identificaron oportunidades de mejora en el proceso de elaboración de jamón curado, iniciando por establecer la metodología para la determinación del rendimiento por las desviaciones mencionadas en la página 12.

### **2.2.1. Determinación de método de medición de rendimiento**

En la elaboración de jamones curados en planta se tiene establecido el tamaño del *batch* a mezclar, se embuten en una sola presentación para luego rebanarlas en los diferentes pesos, por lo que inicialmente se decide si es aceptado o rechazado. Por este motivo se decide el uso del plan de muestreo simple por atributo, utilizando la tabla Military Standard 105D, “con un nivel de calidad de aceptación de 2,5 % este porcentaje es utilizado de forma estándar para defectos menores”<sup>9</sup>.

El fin del uso de la tabla Military Standard 105D es generar un tamaño de muestra representativa y rápida, ya que dentro de planta se dificulta realizar cálculos estadísticos para determinar el tamaño de muestra, estableciendo un método de determinación de rendimiento reduciendo sesgos en la obtención de datos, porque el proceso se puede replicar con las mismas características.

---

<sup>9</sup> GUTIÉRREZ, Humberto. *Ingeniería Industrial Métodos. Calidad total y productividad*. p. 321.

Considerando que la materia prima puede llegar a variar, pero que no afecta en gran medida el producto final ni el rendimiento de la misma.

Aunque en el proceso de determinación de rendimiento se utilice variables medibles como el peso de los paquetes, no entra dentro de un muestreo por variables, ya que las unidades muestreadas no representan el rechazo o aceptación del lote completo por desvío de pesos, sino que representa el comportamiento del producto al momento del rebanado, a consecuencia de la forma en la cual fueron enfriadas u otro desvío de proceso.

Esta metodología permite tener bajo control los pesos de los paquetes, si el muestreo refleja paquetería con bajo peso, se ajusta la máquina para cortar con mayor grosor dentro de los parámetros establecidos y viceversa, si se tiene paquetes con sobre peso se calibra la máquina para llegar al peso ideal.

### **2.2.2. Validación del proceso de producción**

Para la determinación del rendimiento se validaron todos los procesos de tal forma que se diera un proceso ideal y establecer la misma, evitando las desviaciones de procesos. Verificando la cantidad y los parámetros de la materia prima, como la temperatura de las carnes a utilizar y las cantidades exactas de las materias primas no cárnicas, con estos datos se puede determinar la merma o pérdida en cada uno de los pasos del proceso.

Las validaciones se realizaron para 6 productos que tienen el mismo proceso de elaboración y las de mayor volumen, representando un gran impacto en el rendimiento de la empresa por desviaciones de pesos. En los siguientes inicios se toma de ejemplo el jamón *premium* de cerdo para la descripción del proceso de validación.

### **2.2.2.1. Validación de pesado de ingredientes cárnicos**

Este proceso consistió en la verificación de los pesos a utilizar según la lista de chequeo, discos en los cuales son recomendados pasar por el molino y la temperatura respectivamente.

La validación comienza con la inspección de los discos a utilizar si son del diámetro requerido según la hoja de chequeo; en la parte superior de los discos se encuentran marcados los números correspondientes de cada uno por lo que su identificación es más precisa, este paso se realiza antes del armado del molino, ya que los discos por donde pasa la carne queda entre una cuchilla cortadora y el seguro de salida del molino.

Teniendo la carne molida, utilizando un termómetro se toma la temperatura de la carne para verificación del rango de temperatura establecida en la hoja de chequeo, realizando varias tomas en diferentes puntos obteniendo un promedio. Si la temperatura se encuentra dentro del rango se procede al pesado, tarando la olla para tener un peso más exacto.

En la tabla IX se muestra una hoja de chequeo para el pesador de carnes con la descripción de los ingredientes cárnicos, las cantidades necesarias, temperatura requerida y los discos en los cuales debe de pasar para la elaboración del producto, marcando una diagonal si cumple y sobre la tanda correspondiente, si se realiza varias mezclas en un día se marcan de igual forma.

Tabla IX. Hoja de chequeo pesador de carnes

Autorizado \_\_\_\_\_ Implementado: \_\_\_\_\_  
 DIPP

**JAMÓN PREMIUM DE CERDO**  
**HOJA DEL PESADOR**

Cargill FT  
 18 / 10 / 2013

Fecha: \_\_\_\_\_ No. Correlativo 2: \_\_\_\_\_

TANDA No.  1  2  3  4  5

No. DE PASO	CHE-QUEO /	TEMPE-RATURA	ORDEN INGRE-DIENTE	INGREDIENTES	DISCO	LIBRAS
<b>1</b>	/	45 °F	1	Recorte de cerdo 40-45 °F	1/8"	1500
	/	42.3 °F	2	Pierna de cerdo 40-45 °F	3/8"	890

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**VERIFICADOR**  
 Coordinador de Producción

Fuente: empaadora Perry y Cía. Ltda.

#### **2.2.2.2. Validación de pesado de ingredientes no cárnicos**

En la validación de los ingredientes no cárnicos se va anotando en la sección de tanda uno u dos dependiendo de la tanda o el *batch* a mezclar la cantidad de ingredientes establecidos en la hoja de chequeo, corroborando las cantidades al momento de ser pesado por los encargados del área, tarando la bolsa de contención de ingrediente. Cada ingrediente se encuentra respectivamente identificado con el nombre, número de lote, proveedor y fecha de vencimiento, si el ingrediente se encuentra vencido su funcionalidad no es la misma lo que afecta la vida útil del producto final, por ello la importancia de validar la calidad de la materia prima previo a su uso.

En casos especiales de ingredientes que están a diferente concentración de lo establecido en la hoja de chequeo se realiza el cálculo necesario para utilizar la cantidad adecuada, por ejemplo si en la hoja de chequeo requiere 7 libras de polvo praga y la concentración es de 75 %, se multiplica las libras por el porcentaje, dando como resultado el uso de 5,25 libras en vez de las 7 que está establecido en la hoja, este cambio se anota en observaciones para tener el registro de este cambio y considerarlo en procesos posteriores.

En la tabla X se muestra una hoja de chequeo materia prima no cárnica, en la hoja de formulación se encuentra impresa la cantidad de libras, onzas y decimas que deberán de emplearse en la elaboración del producto, así como el tipo de ingrediente a utilizar.

Tabla X. **Hoja de chequeo materia prima no cárnica**

Autorizado _____	Implementado: _____											
DIPP												
<b>Cargill</b> HOJA DE FORMULACIÓN Y BPM: PESADO DE MATERIAS PRIMAS NO CÁRNICAS (INGREDIENTES)												
Tamaño de Batch: 3000 Lbs.	FECHA: 18 / 10 / 2013											
USO DE INGREDIENTES												
NOMBRE MATERIA PRIMA	PESO			TANDA 1			TANDA 2			ORIGEN PROD. (CASA COM/ PAÍS)	No. DE LOTE	MATERIAL EXTRAÑO (inspección visual)
	Lbs	Onz	Déc	PESO			PESO					
				Lbs	Onz	Déc	Lbs	Onz	Déc			
Sal fina	71	7	2	71	4	2				Redesal	RL512009	NT
Polvo Praga	7	10	4	7	10	4				Coaisa	10028365	NT
Fosfato	11	0	0	11	0	0				Gullini	76228032	NT
Eritorbato	0	4	0	0	4	0				Del Caribe	9011231	NT
Harina de trigo	330	0	0	330	0	0				MolinoV	48307	NT
Almidón de maíz	153	8	0	153	8	0				Cargill	119M401	NT
Condimento sabor res	2	8	0	2	8	0				Cargill	705007	NT
Azúcar	56	4	0	56	4	0				Baitn	08091611	NT
Arcon	86	12	0	86	12	0				Dinámica	12009	NT
Lactato de sodio	130	0	0	130	0	0				ADM	09031111	NT
Unipack	31	12	8	31	12	8				Arizon	09020002	NT
Sorbato de potasio	5	0	0	5	0	0				Grupo aiza	05095P	NT
Profosfato ácido sodio	12	12	8	12	12	8				Del sol	08131514	NT
Carmin	1	2	4	1	2	4				Gullini	289044 8	NT
ACCIONES CORRECTIVAS: _____												
_____ Monitor Responsable	_____ Coordinador de Producción					_____ Control de Calidad						

Fuente: empaedora Perry y Cía. Ltda.

### 2.2.2.3. Validación de elaboración de salmuera

La salmuera es una mezcla de agua e ingredientes funcionales como medio de extracción de proteína de una mezcla cárnica, el tiempo de mezclado y el orden de adición son muy importantes para no perder la función de las mismas. Por ello en el proceso de validación de elaboración de salmuera se tomó el tiempo de mezclado establecido en la hoja de registro utilizando un

cronometro, tomando en cuenta que el tiempo de mezclado comienza cuando se agrega el último ingrediente del paso.

En la elaboración de salmuera se adiciona hielo y agua templada, pesando las cantidades mediante una báscula tarando el recipiente para tener cantidades exactas. Los ingredientes no cárnicos se validaron en el punto 2.2.2.2.

En la tabla XI se muestra el uso de la hoja de registro en el proceso de elaboración de salmuera, indicando el tiempo necesario para la mezcla de cada uno de los ingredientes y el orden el cual se deben de ir adicionando para no tener reacciones entre ellos y perder su funcionalidad antes del mezclado final de la pasta cárnica.

Tabla XI. Hoja de chequeo elaboración de salmuera

Autorizado 	Implementado: DIPP					
<b>MEZCLADORA</b> <b>JAMÓN PREMIUM DE CERDO</b>						
Fecha: 18/10/2013						
TANDA No. <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5						
PASOS	CHEK	TEMP.	ORDEN	INGREDIENTE	LIBRAS	MEZCLA
#1	/	69	1	Agua templada (68 -70°F)	455	5 min.
	/		2	Hielo	150	
	/		3	Fosfato		
	/		4	Carmin		
#2	/		5	Sal fina		2 min.
	/		6	Polvo Praga		
	/		7	Eritorbato		
	/		8	Unipack		
	/		9	Azucar		
	/		10	Carragenina		
#3	/		12	Harina de trigo		5 min.
	/		13	Arcon		
	/		14	Almidon de maiz		
		45 °F				
		T° final de mezclado (40-45 °F)				
OBSERVACIONES: _____						
_____						
_____ VERIFICADOR						

Fuente: empaadora Perry y Cía. Ltda.

#### 2.2.2.4. Validación mezcla pasta cárnica

El control de mezcla de la pasta cárnica es de suma importancia, ya que de esta depende el rendimiento final, si el mezclado no cumple con el tiempo y temperatura, las proteínas no podrán estar libres para ligarse con los ingredientes de la salmuera bajando el rendimiento drásticamente. La pasta será inconsistente, liberando agua y proteína antes y durante la cocción.

- Indicadores de producción: un indicador muy importante en la elaboración de jamón curado es el pH, tanto en la pasta como en el producto final, el cual no debe de ser menor de 5,9<sup>10</sup>. Para la medición de pH de la pasta, se toma una muestra de forma aleatoria de las ollas después del tiempo de reposo previo a la embutición, llevando la muestra al laboratorio de calidad utilizando el potenciómetro previamente calibrado para la lectura de la misma. Si el pH está dentro del rango se procede a su embutición de lo contrario toda la pasta será reprocesada o desechada, por ello el estricto control en los proceso previos, ya que representa recursos desperdiciados si se desecha la pasta. El producto embutido deberá estar a temperaturas menores a 40 °F sin exceder los 60 días cuando estén envasados y no mayor de 15 cuando no estén al vacío.

En la tabla XII se muestra un ejemplo de una hoja de chequeo de mezclado con el tiempo establecido y las revoluciones de la maquinaria para realizar un proceso adecuado.

---

<sup>10</sup> Cargill. *Curso técnico de carnes procesadas*. p. 12.

Tabla XII. Especificaciones de producción

Autorizado 	Implementado: DIPP							
<b>MEZCLADORA</b> <b>JAMÓN PREMIUM DE CERDO</b>								
Fecha: 18/10/2013								
TANDA No. <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5								
PASOS	CHEK	TEMP.	ORDEN	INGREDIENTE	LIBRAS	MEZCLA		
#1	/	43.5 °F	1	Recorte de cerdo (40-45°F)	1500	150 min.		
	/	42.5 °F	2	Pierna de cerdo (40-45°F)	890			
	/	45.1 °F	3	Salmuera	610			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las revoluciones de la mezcladora deberá ser 24rpm. El tiempo de mezcla se divide en la mitad en mix y la otra mitad en remix. pH mínimo 5.9</li> </ul>								
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">53.6 °F</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T° final de mezclado (50-55 °F)</td> </tr> </table>							53.6 °F	T° final de mezclado (50-55 °F)
53.6 °F								
T° final de mezclado (50-55 °F)								
OBSERVACIONES: _____ _____								
_____ <b>VERIFICADOR</b> Coordinador de Producción								

Fuente: empaedora Perry y Cía. Ltda.

#### 2.2.2.5. Metodología para obtención de datos

Con la pasta mezclada y con el reposo correspondiente se procede a embutir en piezas de 21 lb, en la embutidora Technopack calibrando el peso, ya que varía el peso inicial por la bomba de la máquina. Para la obtención de los datos en este paso se elaboró una hoja de registro de pesos de las piezas a validar utilizando la siguiente metodología:

- Utilizando el plan de muestreo simple, se calcula las unidades a muestrear en este caso el *batch* es de 3 000 lb y el peso de las piezas es de 21 lb se divide el peso de pieza entre el tamaño del *batch* dando 143 piezas.
- Son aproximadamente 143 piezas a obtener en la embutición con este dato y utilizando la tabla Military Standard se coloca en la primera tabla de la misa (anexo 1) localizando el lote o *batch* buscando el rango al cual corresponde el número de piezas a obtener.
- Teniendo localizado el rango se ubica el código de letra utilizando un nivel de inspección normal, linealmente al rango de lote entrecruzando el nivel se localiza en este caso la letra código F.
- Con la letra código se pasa a la tabla II (anexo 1) localizando la letra código F horizontalmente se encuentra el número de unidades a muestrear en este caso fueron 20 piezas.
- Con las unidades a muestrear, se toma los datos de las piezas como peso de embutición, el tipo y proveedor de la funda, tomando en cuenta que estas piezas se toman al azar.

- Para el control de los datos se marcaron todas las piezas a analizar con marcador permanente al momento de tomar los datos de pesos, marcando con el código siguiente: “validación de rendimiento #1, #2, #3... #20.” se marcaron con números consecutivos para realizar la comparación de merma en hornos.
- Después de la cocción se volvieron a pesar las mismas piezas para verificar la merma por cocción, remarcando las piezas para evitar la pérdida de las muestras en el área de Empaque, así como la colocación de una tarjeta naranja identificando que es un proceso de validación.
- Como dato importante para el rendimiento se contaron las piezas obtenidas del lote, para determinar la merma por *mix* y embutición.

En la tabla XIII de registro de pesos línea de producción de jamones se muestra la toma de datos para el jamón premium de cerdo, con los datos tomados en el área de producción, ya que la hoja tiene columnas para ser llenadas en el área de empaque como proceso de obtención de datos para el cálculo de rendimiento. En este caso solo están llenos los datos que fueron tomados, como ya se mencionó en el área de Producción.

Tabla XIII. Registro de pesos línea de producción de jamones

REGISTRO DE PESOS LINEA DE PRODCCION DE JAMONES				
DATOS GENERALES				
Fecha: 18/10/2013	Batch Lbs.: 3000	Prod.: jamón Premium de cerdo	R&D:	
T salmuera °F: 45.1°F	Descripción y T carnes °F			
	Carne1: recorte de cerdo 45°F	Carne2: Pierna de cerdo 42.3°F	Carne3:	
T final Mixer °F: 53.6°F	pH: 6.10	Desviaciones:		

No.	Technopack	Salida horno	Datos empaque	
	P <sub>e</sub> Lb	P <sub>i</sub> Lb	1. Punta gr.	2. Paq. Verificados gr
1	21.15	21.15		
2	20.155	20.155		
3	20.145	20.145		
4	20.155	20.155		
5	21.05	21.05		
6	21.1	21.1		
7	20.135	20.135		
8	21	21		
9	21	21		
10	20.15	20.15		
11	20.155	20.155		
12	21	21		
13	21	21		
14	20.156	20.156		
15	20.145	20.145		
16	21	21		
17	20.15	20.15		
18	21.145	21.145		
19	21.145	21.145		
20	21	21		
Σ	412.936	412.936		
media	20.6468	20.6468		

DATOS PARA VERIFICACION		
3. Peso tot. Punta Lb:	4. % Punta:	5. # paq tot. obtenido:
6. peso total ob. (5*2) Lb:	7. verif. (6+3+1)Lb:	

DATOS DE EMPAQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO				
Descripción Funda: clara 150	Largo stick: 41m.	Prov.: MHY	#pieza/rollo: 41.3	
#rollo utilizado U: 3 mt: 38	Fondo:	Tapa:	Impresión:	

Fuente: empackadora Perry y Cía. Ltda.

### **2.2.2.6. Verificación de forma de agarre en máquinas de rebanado**

Previo a la validación de rebanado y empaçado del producto final, se verificó la forma de agarre de la máquina de rebanado DIXIE, ya que de ella depende si se hace necesario cortar una parte de la pieza al momento de rebanar o no, para ello se verificó la forma de la pieza en sí y la forma de la punta. La máquina para agarrar la pieza debe tener forma cuadrada en los extremos y no así redonda; por la profundidad de las cuchillas de agarre si la pieza presenta extremo redondo se perfora completamente evitando que la máquina lo pueda estirar y rebanar de forma adecuada.

La máquina de rebanado tiene un agarre con una serie de cuchillas que al colocar la pieza baja por aire hidráulico insertando las cuchillas y vuelve a subir para estirar la pieza realizando el rebanado con el peso calibrado. Con presentaciones de bajo peso se tiene rendimientos menores a comparación con las presentaciones de mayor peso, esto debido a que la máquina no logra leer exactamente el peso y deja caer las lonchas, siendo este un factor de rendimiento.

Por la forma de agarre de la máquina, que las piezas ideales son las que poseen forma cuadrada en las puntas y en toda ella, para tener un peso constante y la máquina lo pueda leer sin dejar caer lonchas de producto. En aquellas piezas que en lo largo presenten deformaciones, el peso varía en todo el proceso de rebanado, es por ello que se aseguró que las piezas muestreadas tuvieran el mismo proceso de enfriamiento y traslado al área de Empaque sin sobrepeso en las tarimas o en las ollas de traslado.

### **2.2.2.7. Validación de rebanado y empaclado**

Para la validación del rebanado es necesario utilizar las mismas piezas de la validación inicial, como se menciona en la página 13, la importancia del proceso, que debe darse en las mismas condiciones, puesto que si un paso no se realiza de forma correcta repercute en el rendimiento final. Es por ello que se marcaron las piezas muestreadas para el seguimiento hasta el empaclado de las mismas. Las piezas marcadas fueron trasladadas al área de Bodega de Enfriamiento en empaque, para llegar a una temperatura interna por debajo de los 40 °F, sin llegar al punto de congelación por el contenido cárnico, ya que se tendría una desnaturalización de las proteínas y un producto con apariencia no agradable. Para que las piezas lleguen a temperatura de rebanado deberán estar en bodega por 48 horas, puesto que no se puede dar un cambio drástico de temperatura.

Pasado el tiempo de enfriamiento y con la temperatura interna adecuada, las piezas fueron llevadas al área de Rebanado, aplicando una solución de inspex (ácido peracético) para evitar contaminación cruzada, por manejar producto terminado. En el área de Rebanado se quitaron las fundas pesando cada una de ellas para tener registro de pesos que no se considera como merma o pérdida. En la máquina de rebanado DIXIE, en la pantalla se ingresan los siguientes datos: unidades a rebanar, grosor de las lonchas, peso, velocidad y la forma de la pieza si es cuadrada o redonda, para que la máquina identifique la pieza y trabaje correctamente.

En la parte inferior de la máquina se colocó una cesta para la recepción de las puntas de las piezas que no se logran rebanar y aquellas que presenten defecto de rebanado.

La metodología de toma de datos en este paso en los siguientes enunciados:

- Con las 20 piezas se calculó los paquetes de producto final a muestrear, dependiendo del volumen de la presentación requerido por el centro de distribución. En caso del Premium de cerdo de 420 gramos el volumen fue de 500 libras.
- Teniendo el volumen total a rebanar de la presentación, se calculó las unidades proyectadas a tener, multiplicando las 500 lb por los gramos 454 g. para tener las unidades en gramos seguidamente se divide en los gramos de la presentación a empacar dando un total de 540 paquetes con esto se ubica en la tabla Military Standard tabla 1 (anexo 1) la letra código.
- Con la letra código J se pasa a la tabla II (anexo 1) para tener el número de unidades a muestrear dando un total de 80 paquetes.
- Para saber el número de piezas a rebanar se multiplicó el número de paquetes por los gramos de la presentación, con este dato se dividió entre 454 para tener las unidades en libras, seguidamente se dividió entre el peso de cada pieza 21 lb dando como resultado 4 piezas a rebanar para la validación. El resto de piezas se utilizaron para las otras tres presentaciones, realizando la misma metodología.
- Las 4 piezas a rebanar en esta presentación fueron de las 20 unidades marcadas inicialmente en Producción para tal fin. Se debe considerar que cualquier cambio en el proceso afecta el rendimiento.

- Al momento de rebanado se aislaron todas las unidades colocándolas en cestas para contar las unidades obtenidas promedio de las 4 piezas y el peso de cada unidad.
- El peso se anotó en la hoja de registro de pesos línea de producción jamones en la sección datos de empaque, paquetes verificados en gramos.
- Registrado el peso obtenido por paquete, las unidades se empacaron y trasladaron al centro de distribución. Al momento del traslado se validaron características visuales siguientes<sup>11</sup>:
  - No sinéresis
  - No deformación de paquete
  - Sin presencia de moho
  - Sin huesos
  - No poros en el producto

En la tabla XIV se muestra los registros tomados, así como la merma en cada paso, el peso de las puntas de las piezas que no se lograron rebanar y las lonchas deformes, el peso de la funda, ya que esta no se considera como merma por ser un material de embutición y no directamente un ingrediente del producto.

---

<sup>11</sup> Norma COGUANOR NGO 34-131. p. 17-58.

Tabla XIV. Registro de pesos de paquetería

REGISTRO DE PESOS LINEA DE PRODCION DE JAMONES							
DATOS GENERALES							
Fecha: 18/10/2013		Batch Lbs.: 3000		Prod.: jamón Premium de cerdo		R&D:	
T salmuera °F: 45.1°F		Descripción y T carnes °F					
		Carne1: recorte de cerdo 45°F		Carne2: Pierna de cerdo 42.3°F		Carne3:	
T final Mixer°F: 53.6°F		pH: 6.10		Desviaciones:			

No.	Technopack		Datos empaque				
	P <sub>e</sub> Lb	P <sub>i</sub> Lb	1. P <sub>i</sub> funda gr.	2. Paq. Verificados gr			
1	21.15	21.15	0.1694	396	405	408	400
2	20.155	20.155	0.1694	395	410	420	436
3	20.145	20.145	0.1694	410	423	410	400
4	20.155	20.155	0.1694	405	425	425	401
5	21.05	21.05		406	430	398	398
6	21.1	21.1		411	425	423	420
7	20.135	20.135		425	410	415	420
8	21	21		415	396	420	408
9	21	21		405	425	397	426
10	20.15	20.15		416	430	426	416
11	20.155	20.155		400	410	396	430
12	21	21		410	398	400	416
13	21	21		420	420	420	396
14	20.156	20.156		426	421	398	400
15	20.145	20.145		438	420	421	404
16	21	21		435	408	411	407
17	20.15	20.15		415	420	400	405
18	21.145	21.145		410	411	416	418
19	21.145	21.145		396	398	421	415
20	21	21		395	411	420	390
Σ	412.936	412.936					
media	20.6468	20.6468					

DATOS PARA VERIFICACION			
3. Peso tot. Punta Lb: 3.7	4. % Punta: 3.596	5. # paq tot. obtenido: 80	
6. peso total ob. (5*2) Lb: 73.3	7. verif. (6+3+1) Lb: 83.7		

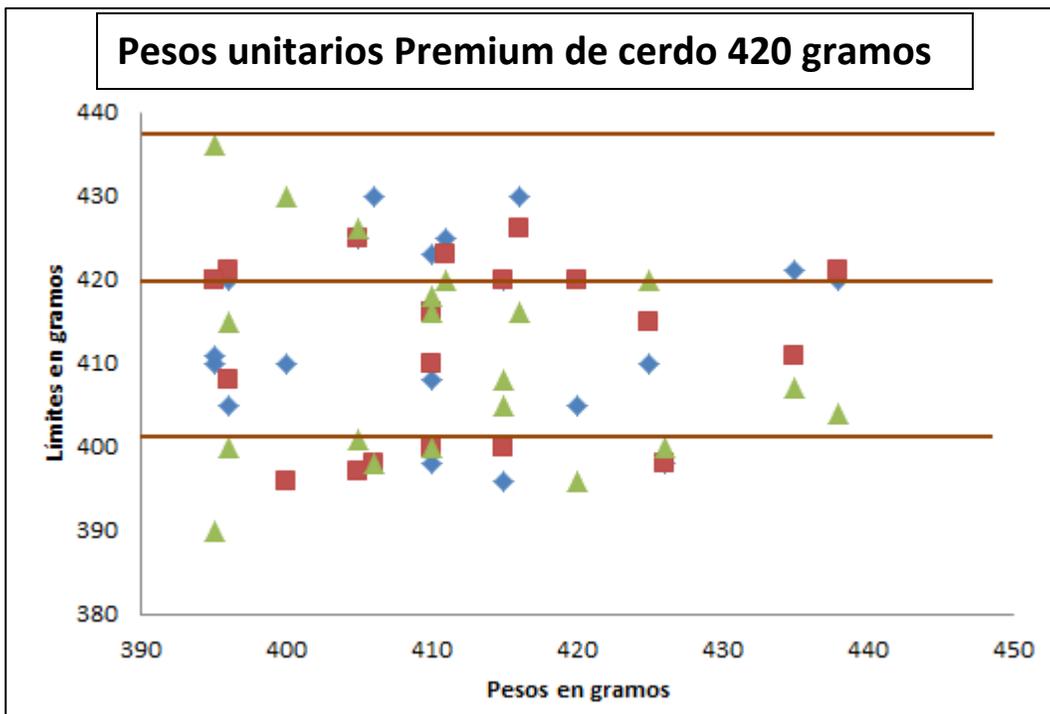
  

DATOS DE EMPAQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO			
Descripción Funda: clara 150		Largo stick: 41m.	Prov.: MHY
#rollo utilizado U: 3 mt: 38		Fondo: 125	Tapa: 70
			#pieza/rollo: 41.3
			Impresión: 1

Fuente: empaadora Perry y Cía. Ltda.

En la tabla XIV se muestran los datos de los pesos de paquetería obtenido en el proceso de rebanado, para visualizar el comportamiento de los pesos obtenidos se muestra la figura 15.

Figura 15. **Comportamiento de rebanado proceso actual**



Fuente: elaboración propia.

La figura 15 muestra el comportamiento de pesos, en donde la mayoría de los paquetes están con bajo peso, según la Norma Coguanor NGO 49,015, permitiendo un rango de  $\pm 18$  gramos indicando que los pesos no están bajo control.

### 2.2.2.8. Determinación de rendimiento

Con los datos recopilados de los registros de las validaciones se unificaron para determinar el rendimiento por fase, considerando que en cada paso de la validación se sacó una copia de las hojas de chequeo para tal fin, ya que las originales quedan como registro en cada área. En el cálculo del rendimiento se tomó como forma general el *mix*, *stuff* y *smoke*, ya que es un solo lote o *batch*, en caso de *prism* el rendimiento fue por presentación del producto, ya que cada presentación tiene diferente comportamiento en rebanado por el peso y el grosor de las lonchas u hojas, al igual que las pastas, por efecto de ingredientes tienen consistencia diferente, por lo que afecta el rebanado, aunque el proceso de producción sea la misma.

Los datos utilizados se encuentran en las tablas, IX, X, XI, XII, XIII y XIV, tanto para verificación de pesos en *mix*, como paquetería obtenida en *prism*, considerando que la paquetería es una proyección con base en las unidades obtenidas de las piezas muestreadas por presentación.

Para la generación del cuadro de validación de rendimiento se utilizaron las siguientes herramientas matemáticas:

$$Stuff = \bar{x}_e * \#piezas\ totales\ del\ batch\ (lb)$$

$$Smoke = \bar{x}_c * \#piezas\ totales\ del\ batch\ (lb)$$

$$Prism = \frac{\bar{x}_p * Unidades\ obtenidas/pieza * \#piezas\ totales\ del\ batch}{g.\ presentación\ del\ producto} * 454g\ (lb)$$

$$\% \text{ Rendimiento por fase} = \frac{\text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 (\%)$$

*Mix* = tamaño del *batch*

$\bar{x}_e$  = media de los pesos de las piezas muestreadas al momento de la embutición (columna 2, tabla XIII)

$\bar{x}_c$  = media de los pesos de las piezas muestreadas después de cocción (columna 3, tabla XIII)

$\bar{x}_p$  = media de los pesos de los paquetes finales muestreados (datos de empaque, tabla XIV)

Las herramientas matemáticas se utilizaron para la generación de los datos de las libras obtenidas en cada uno de los procesos, para la determinación de los rendimientos por fases y global de cada una de las presentaciones y tipos de jamón.

Para la determinación del rendimiento por fase se dividió el *mix* entre las libras obtenidas de *stuff*, por cien para generar el rendimiento de *stuff*; para *smoke* se dividió las libras de *smoke* entre *stuff* y para el rendimiento de *prism* se dividió las libras de *prism* entre *smoke* por cien.

El rendimiento de *mix* es lo que está establecido en el lote o *batch* por tal razón se validó todas las cantidades desde el mezclado, en caso del rendimiento global se divide las libras de *mix* entre lo obtenido de *prism*, generando la siguiente tabla para la presentación de Premium de cerdo 420 g.

Tabla XV. **Validación de rendimiento**

producto, presentación	mix	stuff	Smoke	prism
<b>PREMIUM CERDO 420 g.</b>	3 000	2 789	2 759	2 656,2
% rendimiento por fase	100,00	92,96	98,92	96,27
% final				<b>88,54</b>
pesos individuales		20,61		20.60
% rendimiento individual				<b>99,95</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla XV muestra los rendimientos por fase, el rendimiento global y el individual; el rendimiento individual determina la merma por pieza promedio en horno, esto con el fin de evaluar el comportamiento de la funda utilizada.

Todo el proceso de validación se realizó para los 8 tipos de jamones de mayor volumen de producción, siendo estas; Premium de cerdo (420 g, 340 g, 227 g, 125 g), Premium de pavo (340 g), especial de pavo (340 g, 454 g), pechuga de pavo (340 g), jamón para la refa (113 g, 132 g), jamón california (460 g), jamón chapín (113 g) y jamón chapín de pollo (113 g, 340 g), en sus respectivas presentaciones. Generando la tabla de resumen de rendimiento.

Tabla XVI. **Resumen de rendimiento actual**

Producto, Presentación	Mix %	Stuff %	Smoke %	Prism %	Global %
Premium de cerdo 420 g	100	92,96	98,92	96,27	88,54
Premium de cerdo 340 g	100	92,96	98,92	95,14	86,96
Premium de cerdo 227 g	100	92,96	98,92	94,16	86,60
Premium de cerdo 125 g	100	92,96	98,92	93,50	85,40
Premium de pavo 340 g	100	93,80	97,67	94,62	85,80
Especial de pavo 340 g	100	95,00	96,30	93,50	85,60
Especial de pavo 454 g	100	95,00	96,30	94,80	89,40
Pechuga de pavo 340 g	100	94,87	96,84	89,55	82,27
Jamón para la refa 113 g	100	97,37	98,52	93,61	89,80
Jamón para la refa 132 g	100	97,37	98,52	91,02	88,76
Jamón california 460 g	100	95,38	97,72	96,59	90,02
Jamón chapín 113 g	100	89,40	97,12	97,20	86,70
Chapín de pollo 113 g	100	93,40	97,60	92,20	85,70
Chapín de pollo 340 g	100	93,40	97,60	96,4	87,90

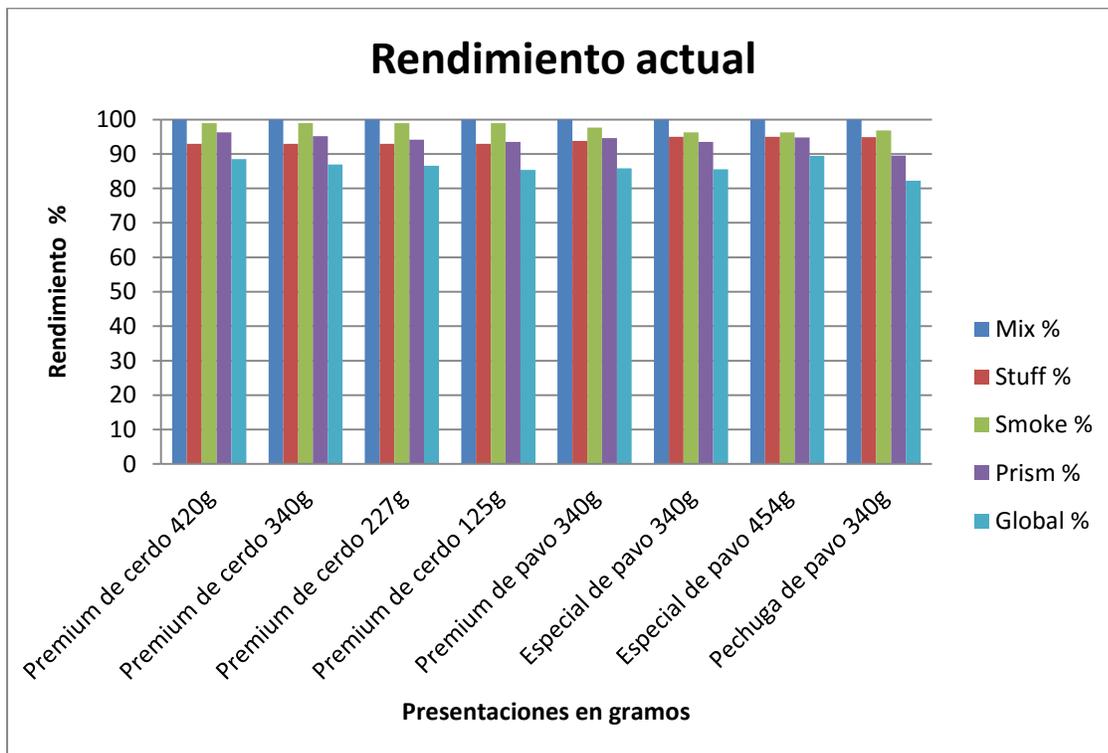
Fuente: elaboración propia.

La tabla XVI muestra el rendimiento por fase de cada una de las presentaciones de los 8 ocho tipos de jamones validados, con el mismo proceso de determinación de rendimiento del jamón Premium de cerdo 420 g.

Para el seteo se consideró el rendimiento global, ya que muestra el rendimiento real desde el mezclado hasta lo empacado, considerando todas las mermas en cada uno de los pasos. Los rendimientos por fases refleja el punto

del proceso a controlar, ya que se tiene menor porcentaje, para mayor visualización de este punto se realizó la figura 16.

Figura 16. Rendimiento actual



Fuente: elaboración propia.

Realizando las comparaciones entre los rendimientos por fases se determinó que, por efecto del rendimiento en el proceso de prism se ve afectado el rendimiento global, percibiendo una oportunidad de mejora en este punto, en donde la forma de la pieza depende el comportamiento de los pesos del producto final, si se calibra en una pieza con forma rectangular, esta tiende a aumentar el peso paulatinamente y viceversa, así también, el peso de la pieza si esta sobreembutida se tiene mayor pérdida en puntas, por el proceso de

enmoldar la funda se hunde dentro del jamón requiriendo al momento de rebanar la eliminación de las puntas.

### **2.2.3. Estandarización de pesos de embutición**

El peso actual de las piezas de jamón curado está entre 20,5 a 21,30 libras, variando su comportamiento al momento de enmoldarlo, esto debido a que mientras más peso tengan al colocarlo en el molde las puntas se hunden por falta de espacio. El largo de las piezas es de 1,06 metros, hundiéndose 2 centímetros de cada punta haciendo un total de 4 centímetros de material hundido y desperdiciado, caso contrario, si las piezas tienen bajo peso las puntas toman forma redonda y por el agarre de la máquina no lo reconoce, lo cual se eliminan ambos extremos para lograr un rebanado adecuado; estas puntas entran como reproceso si el tipo de producto así lo amerita, de lo contrario se desecha.

Figura 17. **Formas de los extremos de jamón curado**



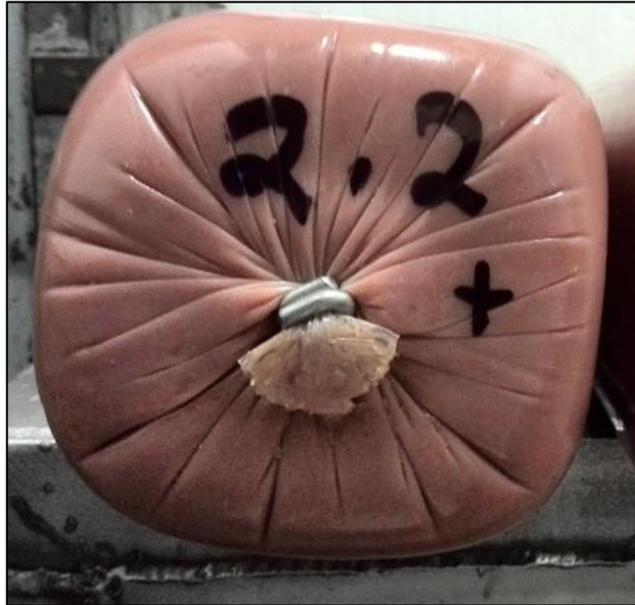
Fuente: empresa empacadora Perry y Cía. Ltda.

En la figura 17 se muestran los dos casos en cuestión, la pieza del lado derecho ocurre cuando la pieza se encuentra sobreembutida y del lado izquierdo cuando está con bajo peso, ambos casos repercuten en el rendimiento por la pérdida de material tanto de pasta como de material de embutición.

Como primer punto considerado fue la estandarización de los pesos de embutición, controlando la forma de las puntas o los extremos de las piezas para la realización de la nueva validación de rendimiento de prism. Con el fin de determinar el peso ideal se realizaron varios ensayos, variando el peso desde 20,60 lb hasta 21,00 lb, ajustando el peso de la embutidora Technopack, verificando si es el peso deseado obtenido.

Se marcaron 10 piezas con peso de 21,60, 20,80 y 21,00; teniendo las piezas debidamente marcadas se colocaron en los moldes para la cocción, al terminar el proceso de cocción se validaron la forma que tomaron en los tres diferentes pesos teniendo como resultado: 80 % de puntas redondas con el peso de 20,60, 60 % con peso de 20,80 y 20 % con peso de 21.00 lb. Este último presenta una forma cuadrada sin hundimiento, con esta forma se reduce la cantidad de producto a eliminar al momento de rebanar y ahorro de material de embutición, puesto que el largo de la pieza es de 1,02 metros sin hundimientos, esto aumenta las unidades de producto a obtener, y por ende aumenta el rendimiento por pieza, representando a gran volumen un porcentaje de rendimiento global alto. La forma ideal de los extremos o puntas de las piezas se observa en la figura 15.

Figura 18. **Forma ideal de piezas**

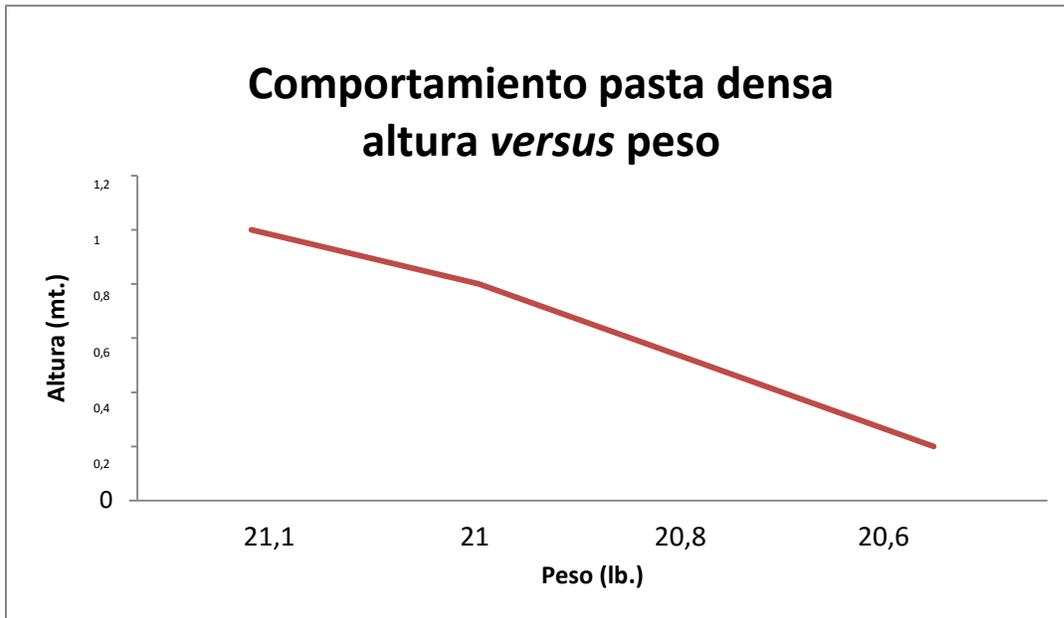


Fuente: empacadora Perry y Cía. Ltda.

Para el establecimiento de los pesos a setear en la máquina de embutición por tipo de pasta, se realizó la embutición de los dos tipos de pasta que se maneja en producción; verificando el comportamiento de los pesos mientras la tolva de embutición comienza a disminuir, chequeando el peso de las piezas en la balanza ubicada al costado de la Technopack.

Comprobando el cambio de pesos de las piezas, aunque el peso esté seteado de un peso específico por la presión y la densidad de la pasta los pesos de las piezas se ven afectadas como lo muestra la figura 19:

Figura 19. Comportamiento de pesos de embutición pasta densa

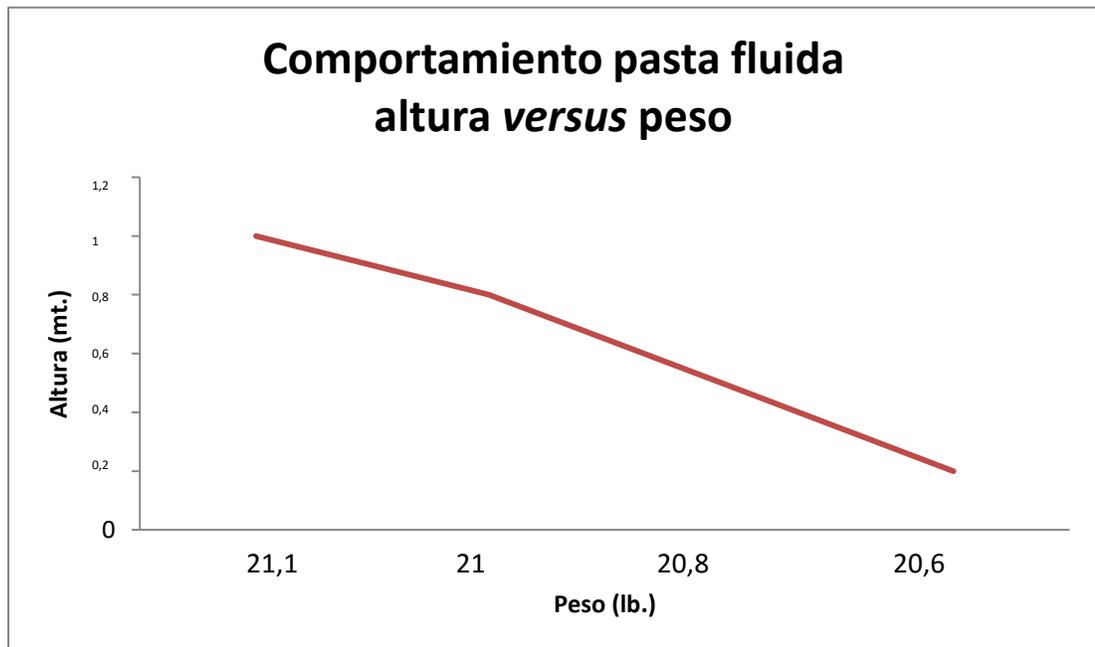


Fuente: elaboración propia.

La relación entre la altura de la tolva con el peso obtenido es linealmente proporcional, mientras se vacía la tolva el peso disminuye, aunque la máquina esté seteado con peso de 21,00 libras.

En el caso de la pasta fluida, el comportamiento es directamente proporcional al igual que la pasta densa, con la característica especial cuando la tolva está llena, por la fluidez llena con mayor rapidez la funda o material de embutición; por lo cual se baja el peso de seteo de la máquina para no tener piezas con mayor peso. En la figura 20 se muestra el comportamiento de la pasta fluida, altura *versus* peso.

Figura 20. **Comportamiento de pesos de embutición pasta fluida**



Fuente: elaboración propia.

Con el análisis realizado del comportamiento del peso con respecto a la altura de llenado de la tolva, en la tabla XX se muestra una hoja de chequeo maquinaria de embutición propuesto en la línea de jamones para el control de los pesos. Considerando que la tolva se encuentra en constante llenado cuando existe demasiada producción, procurando que no se vacíe hasta la última olla de pasta para evitar la fluctuación de pesos.

### **2.2.3.1. Rendimiento con método propuesto**

Con los pesos estandarizados de embutición se volvió a validar los ocho tipos de jamones curados con sus respectivas presentaciones, utilizando la misma metodología de los incisos 2.2.2 al 2.2.2.8 del proceso de validación y

determinación de rendimiento con el cambio de pesos de embutición, para el máximo aprovechamiento de los recursos. Generando el registro de pesos de paquetería para el jamón Premium de cerdo en presentación de 420 g para realizar la comparación del comportamiento de pesos en paquetería y el rendimiento de la misma por fases y global.

Con el rendimiento propuesto se logra visualizar el máximo aprovechamiento de los recursos del material de embutición, y de la pasta en si por el mayor número de unidades por lote obtenido. Los datos necesarios para la determinación del rendimiento con el método propuesto se muestran en la tabla XVII, en donde se tiene datos de pesos de embutición, de cocción y peso de las unidades muestreadas de paquetería, la determinación del rendimiento es la misma utilizada para la determinación del rendimiento con método actual.

Tabla XVII. Registro de pesos de paquetería método propuesto

REGISTRO DE PESOS LINEA DE PRODCION DE JAMONES							
DATOS GENERALES							
Fecha: 25/11/2013		Batch Lbs.: 3000		Prod.: jamón Premium de cerdo		R&D:	
T salmuera °F: 45.0°F		Descripción y T carnes °F					
		Carne1: recorte de cerdo 43°F		Carne2: Pierna de cerdo 43.3°F		Carne3:	
T final Mixer °F: 52.1°F		pH: 6.9		Desviaciones:			

No.	Technopack		Salida horno		Datos empaque			
	P <sub>o</sub> Lb	P <sub>r</sub> Lb	1. P <sub>o</sub> nda gr.	2. Paq. Verificados gr				
1	21	21	0.1694	420	410	418	415	
2	21.01	21.01	0.1694	415	415	410	420	
3	21	21	0.1694	419	420	415	416	
4	21	21	0.1694	413	415	406	408	
5	21.05	21		416	410	430	420	
6	21	21		420	406	420	419	
7	21.05	21.05		410	25	420	415	
8	21.03	21.03		425	430	410	420	
9	21	21		426	425	416	418	
10	21	21		410	420	419	418	
11	21.	21.		420	420	418	420	
12	21.03	21.03		420	415	420	415	
13	21	21		415	416	410	410	
14	21	21		410	420	430	414	
15	21	21		413	415	425	415	
16	21.03	21.03		410	410	420	420	
17	21.05	21.05		420	420	406	419	
18	21.05	21		415	420	418	418	
19	21	21		420	410	417	408	
20	21	21		405	430	420	419	
Σ	420.3	419.8						
media	21.015	21.01						

DATOS PARA VERIFICACION			
3. Peso tot. Punta Lb: 1.73		4. % Punta:	
6. peso total ob. (5*2) Lb: 82.33		5. # paq tot. obtenido: 89	
		7. verif. (6+3+1)Lb: 84.06	

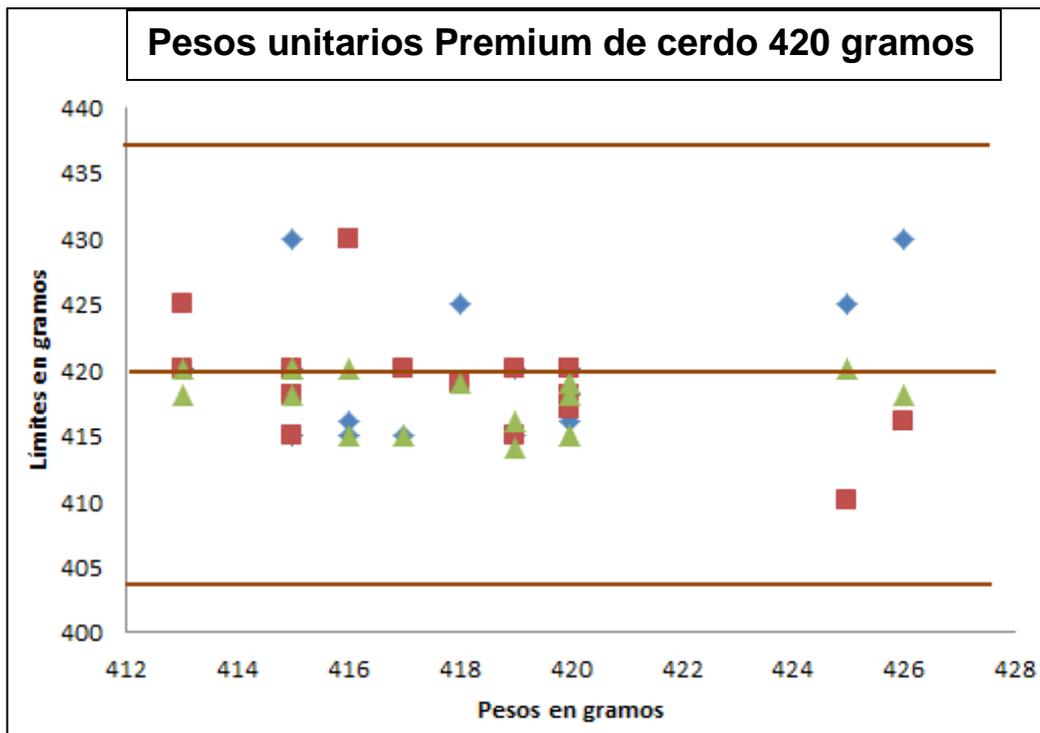
  

DATOS DE EMPAQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO			
Descripción Funda: clara 150		Largostick: 41m.	Prov.: MHY
#rollo utilizado U: 3 mt:38		Fondo: 125	Tapa:70
			#pieza/rollo:41.3
			Impresión: 1

Fuente: empackadora Perry y Cía. Ltda.

La tabla XVII muestra los datos de los pesos de paquetería obtenidos en el proceso de rebanado con el peso de embutición estandarizado, en la figura 21 se visualiza el comportamiento de los pesos con el método propuesto.

Figura 21. Comportamiento de rebanado con método propuesto



Fuente: elaboración propia.

Con la estandarización del peso de embutición se tuvo un mejor comportamiento en el rebanados, con los pesos de paquetería bajo control, ya que la mayoría de los paquetes estuvieron más cercanos al peso declarado y un 15 % sobre esta, sin llegar al máximo permitido.

Utilizando las herramientas matemáticas del subtítulo 2.2.2.8. y el proceso de determinación de rendimiento del jamón Premium de cerdo 420 g, mencionado en la misma página se generó la tabla resumen del resto de tipos de jamones con su respectiva presentación.

Tabla XVIII. **Resumen de rendimiento método propuesto**

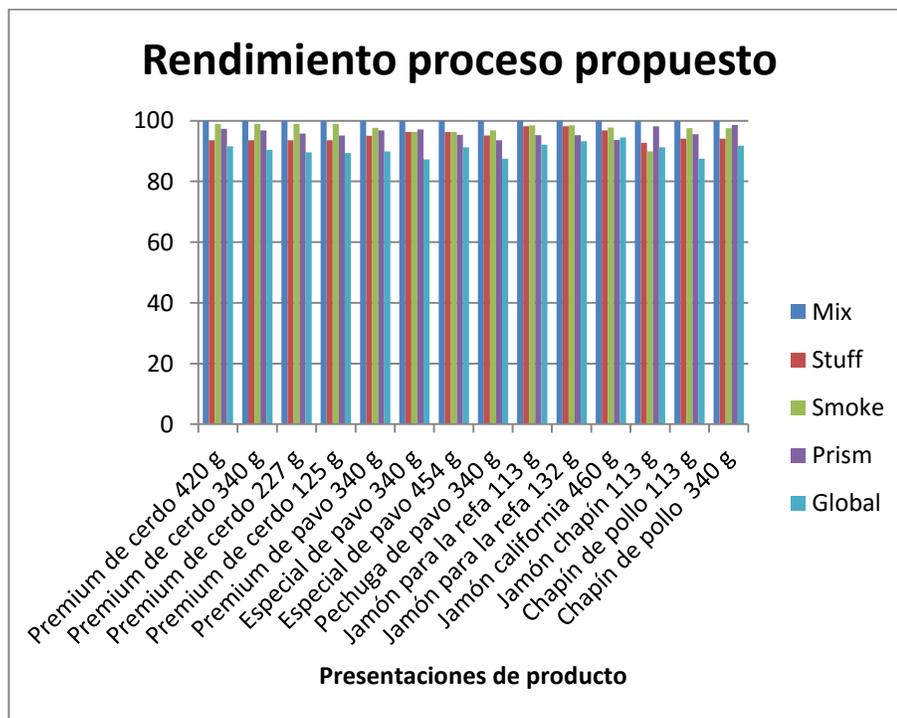
Producto, presentación	Mix %	Stuff %	Smoke %	Prism %	Global %
Premium de cerdo 420 g	100	93,56	98,92	97,35	91,60
Premium de cerdo 340 g	100	93,56	98,92	96,82	90,45
Premium de cerdo 227 g	100	93,56	98,92	95,81	89,56
Premium de cerdo 125 g	100	93,56	98,92	95,10	89,34
Premium de pavo 340 g	100	94,99	97,67	96,78	89,85
Especial de pavo 340 g	100	96,25	96,30	97,10	90,24
Especial de pavo 454 g	100	96,25	96,30	95,36	91,26
Pechuga de pavo 340 g	100	95,12	96,84	93,56	91,23
Jamón para la refa 113 g	100	98,15	98,52	95,26	92,12
Jamón para la refa 132 g	100	98,15	98,52	95,23	93,26
Jamón california 460 g	100	96,84	97,72	93,67	94,52
Jamón chapín 113 g	100	92,78	97,12	98,23	91,24
Chapín de pollo 113 g	100	94,12	97,60	95,60	89,52
Chapín de pollo 340 g	100	94,12	97,60	98,60	91,75

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento de *stuff* aumenta por las unidades obtenidas de embutición, con el peso estandarizado, las piezas tuvieron un peso constante, sin pérdida de pasta, por lo que se pudo obtener mayor cantidad de pieza por *batch*.

El rendimiento de *smoke* se mantuvo por el tipo de material de embutición; en ambos casos se utilizó el actual método y el propuesto. El rendimiento de *prism* aumenta sin mayor pérdida de punta, teniendo un mayor número de unidades por pieza. En la figura 22 se observa el comportamiento por presentación de rendimiento obtenido.

Figura 22. Rendimiento con método propuesto



Fuente: elaboración propia.

En la figura 21 se observa el comportamiento del rendimiento con el método propuesto, con datos más uniformes y un porcentaje de rendimiento de *prism* o paquetería más alineado con los obtenidos en los procesos anteriores, demostrando que el proceso es efectivo.

#### 2.2.4. Evaluación de rendimiento

Con el método propuesto se logró un aumento en el rendimiento global en las unidades obtenidas por pieza, y la reducción de reproceso por el aprovechamiento de la pieza así como la optimización de los materiales utilizados en el proceso de embutición. En la tabla XIX, se realiza una comparación entre el rendimiento con método actual y el propuesto de embutición.

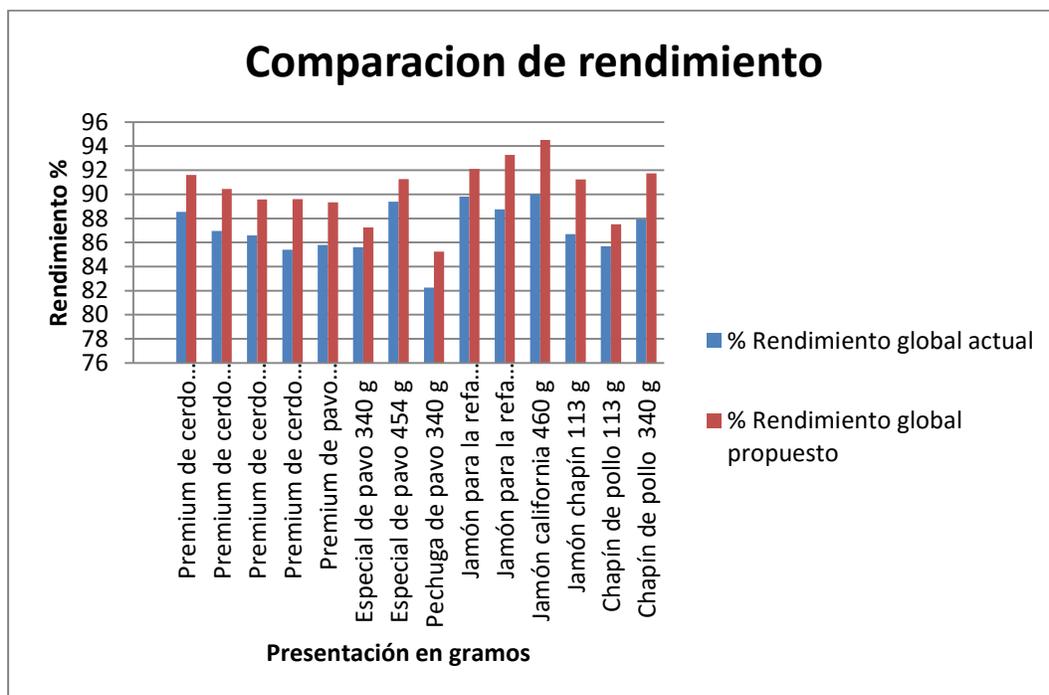
Tabla XIX. Comparación de rendimiento actual con propuesto

Producto, presentación	Porcentaje Rendimiento Global Actual	Porcentaje Rendimiento Global Propuesto
Premium de cerdo 420 g	88,54	91,60
Premium de cerdo 340 g	86,96	90,45
Premium de cerdo 227 g	86,60	89,56
Premium de cerdo 125 g	85,40	89,61
Premium de pavo 340 g	85,80	89,34
Especial de pavo 340 g	85,60	87,24
Especial de pavo 454 g	89,40	91,26
Pechuga de pavo 340 g	82,27	85,23
Jamón para la refa 113 g	89,80	92,12
Jamón para la refa 132 g	88,76	93,26
Jamón california 460 g	90,02	94,52
Jamón chapín 113 g	86,70	91,24
Chapín de pollo 113 g	85,70	87,52
Chapín de pollo 340 g	87,90	91,75

Fuente: elaboración propia.

Con el método de estandarización de pesos de embutición, los resultados obtenidos en la nueva validación de rendimiento fueron mayores al método actual demostrando así la optimización de los recursos y la eficiencia en la producción. A continuación se presenta la figura 23 comparando ambos métodos.

Figura 23. **Comparación de rendimiento actual con propuesto**



Fuente: elaboración propia.

En la figura se visualiza el comportamiento del rendimiento actual con el propuesto, teniendo un mejor resultado con el método propuesto, aprovechando de mejor forma los recursos disponibles, con menos desperdicio de material de embutición y menor cantidad de reproceso.

### **2.2.5. Diseño de hoja de chequeo de maquinaria de embutición**

La estandarización de los pesos de embutición permanece estable si la maquinaria utilizada tiene el mantenimiento adecuado, así como el conocimiento del manejo adecuado de la maquinaria y las condiciones o cualidades del producto a embutir; en algunos casos, por la consistencia de las pastas la bomba de la embutidora infiltra la misma en su interior, haciendo que los pesos varíen y no sea constante o estable, así como la altura al cual se encuentra la tolva, cuando esta se encuentra llena, el peso permanece constante por la presión el cual embute, al vaciar la tolva por la baja presión el peso comienza a reducir haciendo que la pieza embutida tenga menos peso, para evitar esto se controla la altura de la tolva y el peso seteado en la máquina.

Por la importancia y el efecto en el rendimiento que tiene el peso de las piezas embutidas, se propuso el uso de una hoja de chequeo consistiendo en la identificación del tipo de pasta si es densa o fluida. La altura de la tolva, el cual se debe bajar o subir el peso para tener el peso ideal de las piezas, y la forma de verificar el peso del que se esté embutiendo el producto. Con esta hoja, el asociado realizará un arranque de calidad, ya que estará verificando que las piezas tengan el peso ideal, esta hoja ayudará no solo a la línea de jamones sino también, a las variedades que necesiten tener un diámetro y largo específico, reduciendo los reclamos de los clientes por estar fuera de las especificaciones. Para la elaboración de la hoja de chequeo se utilizaron datos del inciso 2.2.3. estandarización de pesos de embutición. A continuación se presenta la tabla XX con la hoja de chequeo de maquinaria de embutición, para la los pesos según el tipo de pasta a embutir.

Tabla XX. Hoja de chequeo maquinaria de embutición

Autorizado \_\_\_\_\_ Implementado: \_\_\_\_\_  
 DIPP


**HOJA DE CHEQUEO MAQUINARIA DE EMBUTICION**


Fecha: \_\_\_\_\_

CONDICIONES DE EMBUTICION		
Tipo de pasta*	Altura en tolva	Peso a setear (lb.)
<b>Fluida</b>	<b>Completamente llena</b>	<b>21.10</b>
	<b>Mitad de tolva</b>	<b>20.80</b>
<b>Densa</b>	<b>Completamente llena</b>	<b>21.00</b>
	<b>Mitad de tolva</b>	<b>20.50</b>

\* En una cubeta de agua agregar una porción de pasta si esta se sumerge de forma inmediata, la pasta es fluida, si la pasta se opone a sumergir entonces esta es densa.

Nombre del producto	Peso ** (lb.)	Largo de la pieza (cm.)	Diámetro de embutición (cm.)

\*\* El peso a registrar se toma después de tres piezas embutidas

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**VERIFICADOR**  
 Coordinador de Producción

Fuente: empaedora Perry y Cía. Ltda.

## 2.2.6. Rotación de personal línea de producción de jamones

El rendimiento del producto se ve afectado por desviación en el proceso de producción, así como el desconocimiento de la maquinaria utilizada, generalmente estas desviaciones es debido a la poca rotación de los asociados, convirtiendo la operación en algo monótono y especializado en donde la ausencia de uno ellos en las áreas dificulta la realización normal del proceso, así también, la generación de daño por traumatismo acumulado por la realización de una misma operación en un periodo de tiempo prolongado. Para ello se utilizó el método ergonómico Rodgers para determinar la rotación de los asociados en las diferentes áreas correspondientes a la línea de jamones.

La tabla XXI se muestra el resumen obtenido en la línea de jamones utilizando el método ergonómico Rodgers, mediante datos tomados en planta de forma visual de la realización de las operaciones.

Tabla XXI. Método ergonómico Rodgers línea de jamones

Operación	Molistik		Operador mixer		Operador handman	
	Código	Grado de severidad	Código	Grado de severidad	Código	Grado de severidad
Cuello	111	Baja	111	Baja	111	Baja
Hombros	222	Moderada	221	Baja	121	Baja
Espalda	312	Alta	221	Baja	321	Alta
Brazos/ codos	131	Baja	132	Moderada	231	Moderada
Manos/dedos/ muñecas	131	Baja	132	Moderada	231	Moderada
Piernas/rodillas/tobillos/ pies/dedos	132	Moderada	221	Baja	221	Baja

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se muestran los códigos con su respectivo grado de severidad, los cuales ayudan a la rotación del personal, determinando el tiempo máximo que debe estar el operario realizando dicha operación que se toma como baja, moderada y alta. Para la toma de decisión del grado de severidad se guía en las combinaciones de severidad (ver anexo 2), el análisis se hizo con base a los grupos de músculos implicados en la operación.

Con la tabla XXI se determinó que no existe una actividad muy severa, por lo que el operario puede realizar la operación sin necesidad de relevo en el turno laboral, esta decisión se realizó con base a los grados de severidad, ya que no se repite el grado de severidad alto más de una ocasión, sin embargo, se deberá dar seguimiento al comportamiento o afecciones que pueda presentar el asociado para determinar el potencial suspensión laboral por lesiones debidas a accidentes derivados por fatiga muscular.

Mediante el método Rodgers se elaboró un programa de rotación de los asociados en la línea de jamones, la rotación se realizará semanalmente para el conocimiento de cada área y la importancia que conlleva cada paso en la producción de jamón, sin llegar a la monotonía en las operaciones, evitando la complacencia en el trabajo, reduciendo la sensación de complacencia los asociados estarán en alerta en sus actividades, reduciendo el nivel de accidentes.

La tabla XXII muestra el programa a utilizar para la rotación de los asociados y los horarios establecidos en los turnos laborales.



El costo por metro de material de embutición es de 9,85 quetzales, si el largo actual de la pieza es de 1,06 metros y el largo de pieza propuesta es de 1,02 metros se multiplica el largo por el costo.

$$9,85 \times 1,06 = 10,44 \frac{\text{quetzales}}{\text{pieza}} \times 141 = 1\,472,18 \text{ quetzales}/\text{batch}$$

$$9,85 \times 1,02 = 10,04 \frac{\text{quetzales}}{\text{pieza}} \times 142 = 1\,425,68 \text{ quetzales}/\text{batch}$$

Con el costo por pieza se multiplica por las unidades obtenidas por *batch* para tener el total de costo y poder realizar la comparación correspondiente. En caso del ahorro por puntas para reproceso, se multiplicó el porcentaje de reproceso por el costo de la misma teniendo lo siguiente:

$$7,39 \times 105 = 775,95 \text{ quetzales}/\text{batch}$$

$$7,39 \times 60 = 443,40 \text{ quetzales}/\text{batch}$$

Con los costos por *batch* se multiplica por el número de producción por semana; está por mes para convertirlo de forma anual, para tener el ahorro en el año fiscal de la compañía. En la siguiente tabla se presentan los costos por *batch*.

Tabla XXIII. **Beneficio de propuesta de mejora**

Descripción	Costo actual (Q) / <i>batch</i>	Costo propuesto (Q) / <i>batch</i>	Ahorro (Q) / <i>batch</i>
Material de embutición	1 472,18	1 425,68	46,50
Reproceso	775,95	443,40	332,55
Total/ <i>batch</i> .			379,05

Fuente: elaboración propia.

Se tiene un ahorro por *batch* de Q.379,05. El ahorro se ve reflejado de mejor manera en el reproceso, ya que se tiene menor cantidad de reproceso y no tanto en el material de embutición por el número de unidades obtenidas, teniendo 2 unidades más por *batch*. Multiplicando el número de *batch* de producto validado se tiene un ahorro de Q 3 032,40, este dato se pasa a la cantidad mezclada en una semana, para luego lo que se produce en el mes se tiene un ahorro total mensual de Q 75 810,00. utilizando los recursos disponibles, sin adición de un costo extra.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. GUÍA DE AHORRO DE AGUA**

#### **3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa sobre el uso de agua**

El suministro de agua proviene de dos pozos propios de la empresa, los cuales son de un mismo manto freático, por medio de una cisterna se distribuye en toda la planta, tanto para el área de Operaciones, así como para la Administrativa.

La cantidad de asociados con que cuenta la empresa es de 350, aproximadamente, distribuyéndose el 40 % en el área Administrativa y 60 % en la Operativa, teniendo una división en el área Operativa en área de Producción, Empaque, Distribución y Recepción.

En el área Operacional por Normas de Planta, Sanitaria e Higiénicas todos antes de ingresar al área correspondiente deben lavarse las botas y manos respectivamente, el promedio de ingreso de colaboradores en las áreas de Empaque y Producción asciende a más de 100 por día, contando con el turno nocturno y visitas.

En el área de Producción es en donde existe mayor uso del agua por el lavado de maquinaria, por cambio de productos, así como el lavado de los equipos de trabajo, es por ello que hace necesaria la concientización sobre el uso adecuado del agua, no olvidando la sanitización de los equipos que es primordial en la producción de un producto inocuo y de calidad.

### 3.1.1. Identificación del consumo actual

Por medio de los registros en la planta se pudo determinar el consumo de agua de forma mensual y diaria, los datos obtenidos es para toda la planta, ya que no existe contador individual por área, en la tabla XXIV muestra el consumo por galones/mes, litros/día, así como la conversión de metros cúbicos por día.

Tabla XXIV. Consumo actual de agua

Consumo de agua en 2013	Galones/mes	litros/ día	m <sup>3</sup> /día
Enero	1 486 386	187 552,77	187,55
Febrero	1 684 010	212 489,04	212,49
Marzo	1 602 015	202 142,88	202,14
Abril	1 730 744	218 385,96	218,39
Mayo	1 456 823	183 822,50	183,82
Junio	1 296 823	163 633,64	163,63
Julio	1 468 322	185 273,45	185,27
Agosto	1 365 856	172 344,25	172,34
Septiembre	1 248 625	157 551,99	157,55
Octubre	1 468 221	185 260,70	185,26
Noviembre	1 686 425	212 793,77	212,79
Diciembre	1 648 362	207 990,96	207,99

Fuente: elaboración propia.

Por medio de los datos se determina las épocas en las cuales se tienen mayor consumo del líquido vital, así como la determinación de los indicadores en los cuales se puede llegar a controlar de una mejor manera y reducir el consumo tanto para las épocas de mayor producción como en el resto del año.

Los indicadores se muestran en la tabla XXIV. Los metros cúbicos es una expresión que abarca 1 000 litros de agua por unidad.

### 3.1.2. Inventario de problemas actuales, fugas y posibles averías

Para el inventario de todos los problemas actuales de la empresa se acudió al área de Mantenimiento así como de observaciones directas de las instalaciones. El cuadro XXV ayuda a determinar cuáles son los indicadores en la empresa, por lo que en estos puntos se enfocaría el plan de ahorro de agua, es por ello la necesidad del listado.

Tabla XXV. Consumo promedio por indicador I

Problema	Descripción
Pequeñas fugas	Causando daños en paredes y pisos, causado por soldaduras defectuosas.
Válvulas	Todas las válvulas en las áreas de Empaque y Producción son de tipo bola, por el uso frecuente de los sistemas de limpieza y desinfección de botas están dejan de funcionar correctamente.
Herrajes	Falta de lubricación de los ejes.
Lavamanos	No se tiene cierre total de los grifos, existencia de fugas.
Mangueras	En las áreas de Limpieza y Desinfección de equipo las válvulas de las mangueras no son las adecuadas para la presión por lo que se desperdicia el líquido.
Colectores de agua	Por el tipo de proceso de producción existen muchos residuos en los colectores, por lo que obstruye el paso del agua.
Tuberías de agua potable	Fuga interna, por lo que se reduce el caudal del agua para el abastecimiento en planta.

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3. Indicadores de uso de agua

Los indicadores de la planta, son principalmente, estación de lavado de botas y manos, pediluvios, área de lavado de equipo de trabajo, mingitorios, duchas, sanitarios, el área de Producción en general, ya que a determinadas horas se realiza un lavado de pisos con agua caliente en toda la planta para eliminar presencia de grasa en el piso.

La tabla XXVI se muestra los equipos indicadores, con las cantidades o unidades en la planta, el consumo por descarga promedio por colaborador. La obtención de los datos se realizó por medio de observación directa tomando el tiempo y cantidad de litros utilizados por cada unidad. El muestreo realizado fue completamente al azar en diferentes días.

Tabla XXVI. **Consumo promedio por indicador II**

Nombre	Cantidad (unidad)	Consumo	Total consumo
Estación de lavado botas	6	1,785 l/seg	10,71 l/seg
Estación de lavado de manos	5	1,862 l/seg	9,31 l/seg
Pediluvios	2	18,69 l/día	37,38 l/día
Área de Lavado de Equipo	1	10 876,89l/día	10 876,89l l/día
Área de Producción en general	1	8 789,98 l/día	8 789,98 l/día
Mingitorio	3	2,13 l/descarga	6,39 l/descarga
Duchas	2	8,897 l/seg	12,27 l/seg
Sanitario	7	1,236 l/descarga	8,652 l/descarga

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del consumo por indicadores se colocó la cantidad o unidades existentes en la planta, así como el consumo por unidad promedio de cada uno de ellos y el total de consumo por cada indicador, todos los indicadores están relacionados al inventario de problemas actuales, fugas y posibles averías para determinar en cuál de ellos se tiene mayor desperdicio de agua por mal manejo de los equipos o mal estado de los mismos.

Con los indicadores establecidos se procede al cálculo del consumo diario y mensual de cada uno de ellos, con base al número de repeticiones promedio por persona y la cantidad de personal en la planta, como se muestra en la tabla XXVII.

**Tabla XXVII. Consumo promedio por día en litros**

Nombre	Cantidad colaborador	Repetición	Descarga litros	Total consumo/día
Estación de lavado botas	87	16	1,785	2 484,72
Estación de lavado de manos	87	11	1,862	1 781,93
Pediluvios	2	6	18,69	224,28
Área de Lavado de Equipo	1	7	10 876,89	76 138,23
Área de Producción en general	1	10	8 789,98	87 899,8
Mingitorio	87	4	2,13	741,24
Duchas	80	1	8,897	711,76
Sanitario	87	6	1,236	645,192
TOTAL				170 627,152

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVII se demuestra la cantidad de consumo de agua diario por cada área determinada como indicadores, el cual es de 170 627,152 litros por día promedio por el total de colaboradores solo en área de Operaciones.

Del consumo diario se procede al cálculo de consumo mensual por indicador, tomando los días laborados por los colaboradores se expresa en un total de metros cúbicos, que es una medida que abarca 1 000 litros de agua por cada unidad, tomando el tiempo de uso de los mingitorios por día promedio, así como las pequeñas fugas que se observó en las áreas de lavado de manos y botas.

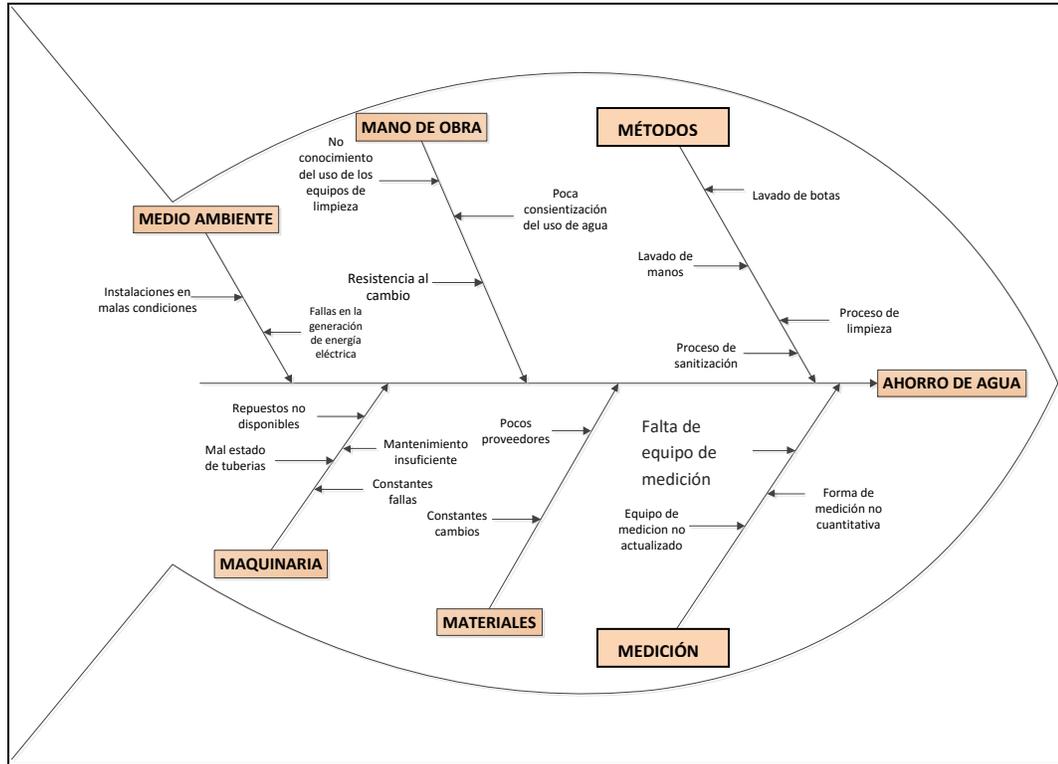
**Tabla XXVIII. Consumo promedio por mes en litros**

Nombre	Total consumo/día (litros)	Día	Total consumo/mes
Estación de lavado botas	2 484,72	24	59 633,28
Estación de lavado de manos	1 781,93	24	42 766,32
Pediluvios	224,28	24	5 382,72
Área de Lavado de Equipo	76 138,23	24	1 827 317,52
Área de Producción en general	87 899,8	24	2 109 595,2
Mingitorio	741,24	24	17 789,76
Duchas	711,76	24	17 082,24
Sanitario	645,192	24	15 484,6
TOTAL (litros)			4 095 051,61lt
TOTAL ( m <sup>3</sup> )			4 095 m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

El total de consumo es de 4 095 m<sup>3</sup> por mes con base a los elementos considerados como indicadores, comparando con el consumo promedio mensual del registro de la compañía (4 488 m<sup>3</sup>/mes) se tiene una diferencia de 313 m<sup>3</sup> el cual puede ser por fugas, así como el uso inadecuado del líquido.

Figura 24. Diagrama de pescado



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se muestra el diagrama de pescado correspondiente al uso de agua, mostrando la necesidad de controlar el uso del líquido vital por el mantenimiento insuficiente de las tuberías y los repuestos no disponibles, así como los espacios poco accesibles para el mantenimiento, los métodos de medición del uso no cuantitativa para determinar los puntos de mayor uso.

### **3.1.4. Análisis del problema**

En la planta empacadora Perry se ha tenido un consumo mensual de 4 488 m<sup>3</sup> de agua, por ser una empresa procesadora de alimentos el agua es un recurso vital para mantener la inocuidad y calidad del producto, sin embargo, no se tiene todo el control del uso del recurso, existiendo fugas y uso excesivo por equipo de tipo no ahorradoras.

#### **3.1.4.1. Causas**

En los siguientes incisos se describen cada una de las 6 M's del diagrama de pescado realizado en el diagnóstico, para conocer la situación actual de la empresa con respecto al uso del agua.

- **Maquinaria:** los repuestos necesarios para el mantenimiento de tubería no se encuentran disponibles inmediatamente por las certificaciones que son solicitadas por la compañía, este aspecto conlleva a las tuberías sin mantenimiento.
- **Materiales:** por la misma razón de las certificaciones de los materiales, existen pocos proveedores a nivel nacional, por lo que se hace necesario importarlos.
- **Medición:** existen pocos equipos para la medición del uso de agua que estén certificados a nivel internacional para el uso dentro de la compañía, teniendo equipos obsoletos para tal fin.
- **Métodos:** los métodos de sanitización y limpieza de las áreas utilizan una gran cantidad de agua, por los equipos que se utilizan actualmente, el

proceso de lavado de botas se encuentra estandarizado para todos los asociados que ingresen a planta por el número de asociados eleva la cantidad de agua, por lo que se hace necesario hacer más eficientes los métodos.

- Mano de obra: la mayoría de los asociados no están concientizados sobre el uso del agua, haciendo que al momento de realizar alguna actividad tengan un uso excesivo del líquido vital, esto por la resistencia al cambio.
- Medio ambiente: en planta el proceso requiere de una gran cantidad de agua haciendo que el ambiente sea húmedo, por lo que en algunas partes tengan deterioro y estén en malas condiciones.

### **3.2. Guía de ahorro de agua en diferentes áreas**

La guía fue diseñada con base en los indicadores establecidos dentro de planta, actualmente se tiene un gran consumo del líquido, al comparar los litros consumidos reales con los calculados se demuestra que existe una gran cantidad que se desperdicia, ya sea por el mal uso o por las fugas que se tiene en las tuberías, por lo cual es una cantidad sumamente alta. En la guía se describe la cantidad en porcentaje de ahorro, la cantidad de agua en ahorro por día y mes, esto con el fin de demostrar la importancia del líquido y el impacto que representa el ahorro de la misma.

- Estación de lavado de botas: antes de abrir las llaves frotar las botas con el cepillo correspondiente para suavizar suciedad, esto reduce el uso del líquido, ya que se evita mojar las botas por el desinfectante que contiene los cepillos, asimismo se remueve la suciedad con mayor facilidad, cerrando correctamente los grifos después de su uso.

Al frotar las botas antes de abrir los grifos se tiene un ahorro de 19,23 %, representando 477,81 litros por día convirtiéndose en 11 467,44 litros de agua según cuadro XXVIII de consumo promedio por mes en litros. Representando una gran cantidad de litros que se pueden ahorrar, concientizando al personal sobre su uso.

- Estación de lavado de manos: con el hecho que los asociados no pisen los pedales de los lava manos al momento de frotar las manos con jabón se tiene un ahorro de 15,27 % representando 227,1 litros por día y 5 450,4 litros mensuales, según tabla XXVIII consumo promedio por mes en litros.

Con esta acción se estará ahorrando una gran cantidad de litros de agua, ya que los pedales sirven como válvula de liberación, posee una fuerte presión que al momento de pisar los pedales libera una gran cantidad; y si no se maneja con cuidado se estará desperdiciando el recurso.

- Pediluvios: con el correcto lavado de las botas mencionado en el inciso a, el lavado de los pediluvios se reduce a 5 veces por día, lo que representa un 16,66 % siendo una cantidad de 896,76 litros mensuales.

El lavado de los pediluvios está establecido por la frecuencia en que estos se ensucian, por lo que si las botas no llevan tanta suciedad no se tendría la necesidad de estar lavando con tanta frecuencia.

- Área de Lavado de Equipo: al lavar las ollas se debe utilizar un cepillo de mano para eliminar las partículas grandes y pegajosas, para que al momento de utilizar la manguera estas se remuevan con mayor facilidad y el lavado sea completo.

Con el uso del cepillo de mano y la rosca de manguera con la presión correcta (aireadores) se reduce el uso de agua a un 40,50 % siendo 30 835,98 litros de agua por día, representando 740 063,59 litros mensuales. En este inciso se tiene un gran desperdicio de agua por que la presión que no es correcta y la forma de lavado no es el adecuado.

### **3.3. Propuesta de mejora en las instalaciones**

Como parte de la guía de ahorro de agua se plantea una propuesta de mejora en algunos equipos, de tal forma que se dé una reducción en el consumo, esto debido a que en algunos equipos se tienen fugas constantes y se hace necesario el cambio por elementos los cuales se mencionan a continuación.

- **Aireadores:** estos dispositivos se colocan en las estaciones de lavado de los equipos de trabajo, ya que este es el área en donde se tiene mayor uso del recurso, así mismo en la estación de lava mano.  
Con el uso de los aireadores se tiene un ahorro de 40 a 50 %, el principio de funcionamiento es la incorporación de aire al flujo de agua, que junto con el reductor de flujo hace que el colaborador no perciba la disminución en la cantidad de agua al hacer que el chorro que sale sea grueso y uniforme.
- **Mangueras de presión:** con las mangueras de presión conjuntamente con los aireadores se tendrá una reducción del uso del recurso; actualmente se lavan los equipos con mangueras, con pistola sin presión, por lo que aumenta la cantidad de litros a utilizar, los residuos de producto no se limpian con facilidad. Con el uso de las mangueras a presión se tiene un ahorro de 25 %.

Figura 25. **Aireadores propuestos**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, empacadora Perry.

Figura 26. **Mangueras a presión**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, empacadora Perry.

- Recolectores de residuos sólidos: estos dispositivos se colocan en las estaciones de lavado de los equipos de trabajo y en las áreas donde se tengan máquinas que requieran lavado constante, y se desechen productos por el mismo proceso; más que ahorro representa una disminución de contaminación, ya que se puede utilizar el material recolectado para otros propósitos.

Figura 27. **Recolector de residuos sólido**



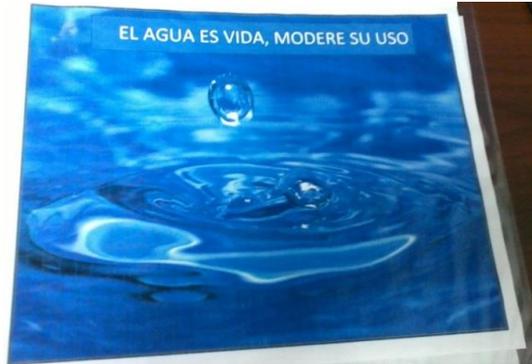
Fuente: Departamento de Mantenimiento, empacadora Perry.

Por el proceso de elaboración de los productos se tienen desperdicios, los cuales pueden ser una fuente de contaminación hídrica. Al momento de lavar los equipos por el cambio de producto se desecha muchos sólidos. Por medio de este dispositivo se podrá reducir el desecho de estos sólidos, obteniendo un subproducto al momento de realizar la limpieza del dispositivo.

#### **3.4. Sistema de rotulación**

Dentro de la guía de ahorro de agua comprende una parte sumamente importante, se trata de la concientización de los colaboradores con respecto al líquido vital, con esto se puede optimizar el consumo y reducir el desperdicio, logrando grandes resultados. Por medio de este sistema se hará llegar el mensaje a todos los colaboradores tanto en planta donde se da directamente el consumo masivo de agua, así como al personal administrativo.

Figura 28. **Rótulo uso de agua**



Fuente: elaboración propia.

Los rótulos tratan de enviar un mensaje público de la necesidad de ahorro, su ubicación depende del consumo que se tenga de la misma, por lo que se colocó en la entrada principal en el área de Producción y Empaque, esto con el fin que los colaboradores lean el mensaje al momento de estar lavando las botas y manos al ingresar en la planta y tenerlo presente al realizar sus actividades.

Figura 29. **Rótulo uso de agua empaque**



Fuente: área de Empaque, empacadora Perry y Cía. Ltda.

### 3.5. Beneficio de la guía

El beneficio se enfoca al ahorro de agua que se puede generar mediante la guía descrita en la página 84 a 90, con los cuadros XXVIII de consumo por mes de cada una de las áreas que fueron considerados como indicadores dentro de la planta, con ello se realiza una comparación de las cantidades utilizadas actualmente en relación a la guía, en donde indica las acciones a tomar para reducir el uso del líquido, así como las medidas o los cambios que se sugiere para poder lograrlo, teniendo las cantidades que se puede ahorrar mediante la guía y la propuesta de mejora de las áreas o indicadores se hace una diferencia de litros de agua ahorrados por mes, de esta manera se obtiene el consumo propuesto y se realiza una suma total en litros de agua ahorrado por mes para demostrar la cantidad que se puede ahorrar con estas acciones y mejoras. A continuación se presenta la tabla XXIX con la comparación de consumo con las mejoras y las actuales, demostrando el ahorro que se puede generar.

Tabla XXIX. **Comparación de consumo actual y guía de ahorro**

Nombre	Consumo actual/mes	Consumo propuesto/mes	Ahorro litro/mes
Estación de lavado botas	59 633,28	48 165,84	11 467,44
Estación de lavado de manos	42 766,32	37 315,92	5 450,40
Pediluvios	5 382,72	4 486	896,76
Área de lavado de equipo	1 827 317,52	1 087 253,93	740 063,59
Área de producción en general	2 109 595,2	1 255 209,14	854 386,056
Mingitorio	17 789,76	0	17 789,76
Duchas	17 082,24	12 811,68	4 270,56
Sanitario	15 484,6	0	15 484,6
TOTAL			1 649 809,17

Fuente: elaboración propia.

El consumo actual es de 4 095 metros cúbicos mensuales, con la guía y la propuesta de mejora se reduce un 40,28 % siendo 1 649,80 metros cúbicos mensuales de ahorro, más que la cuestión económica, el impacto que representa hacia el ambiente y social, convirtiendo una empresa amigable al ambiente por el ahorro del líquido y la reducción de desperdicios sólidos.

El aporte de la fase es el ahorro del líquido vital que representa 1 649,80 metros cúbicos, siendo este un ahorro de Q 24 747,00 con lo que se atribuye al termino de producción más limpia, creando concientización sobre el uso del agua a todos los colaboradores de la empresa, evitando el uso excesivo al momento de lavar las áreas de trabajo y el lavado de los equipos de trabajo, sin afectar la calidad e inocuidad del producto ya que estas dos áreas son en donde se tiene mayor uso de agua, considerando el suministro del líquido es por medio de dos pozos propios de la empresa.

Todo este ahorro se logrará, siguiendo los pasos que se mencionan dentro de la guía, ya que por una simple acción representa una gran cantidad de agua mensual que se desperdicia, así como el mantenimiento constante de los equipos que distribuyen agua dentro de las instalaciones, evitando las fugas visuales reportando a los encargados de mantenimiento si existe alguna que se pueda mejorar.

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación**

Para la realización del diagnóstico se utilizó la herramienta de causa y efecto, con el fin de determinar la necesidad de la misma en el Departamento de Investigación y Desarrollo, ya que fue el área en la cual se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado.

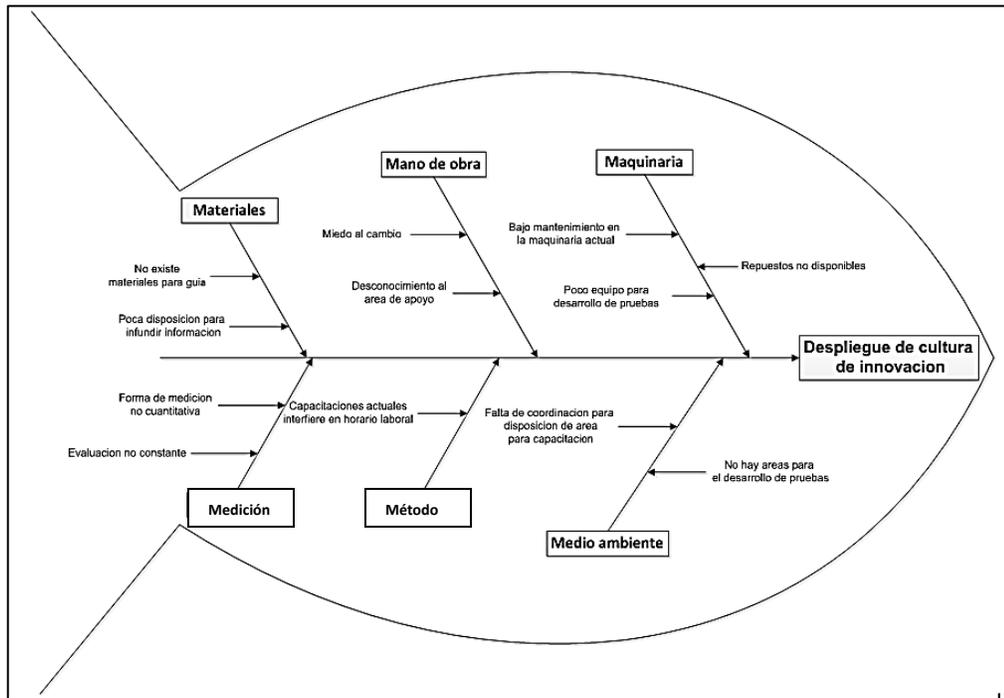
#### **4.1.1. Análisis del problema**

Los programas de capacitación son muy importantes en cualquier empresa, para el proceso de mejora continua, incentivando al desarrollo de todos los asociados a la superación personal y colectiva. En el transcurso del EPS la practicante estuvo en constantes capacitaciones por parte de la empresa en donde se tuvo la experiencia para poder desarrollar las clases magistrales a los asociados y distribución de un trifoliar para no afectar los horarios de trabajo.

- Causas
  - Medio ambiente: las áreas de trabajo no son las adecuadas para la realización de la capacitación por el tipo de maquinaria que se manejan, el ruido provocado por ellos, no permite la atención de los asociados.

- Mano de obra: la participación de los asociados a desarrollar nuevos productos son muy pocos, por desconocimiento del área al cual pueden acudir para dar la idea y proceder con todos los pasos necesarios para desarrollar la misma.
- Maquinaria: no se tiene a nivel piloto para el desarrollo de las ideas, por lo que el proceso de se atrasa y no se tienen resultados de forma inmediata.
- Materiales: las disposiciones de los materiales son muy escasas para hacer llegar la información a los asociados.
- Método: los programas de capacitación actuales interfieren en los horarios de labor de los colaboradores.
- Medición: en cuanto a la cultura de innovación no se tiene establecido un método de medición cuantitativa de aportación, sino de participación, es decir por el número de aportaciones de ideas.

Figura 30. Diagrama de pescado



Fuente: elaboración propia.

Mediante el diagrama de causa-efecto se logró determinar la necesidad de realizar la capacitación de despliegue de cultura de innovación, para incentivar al asociado a participar en el desarrollo de productos nuevos, la capacitación va dirigido a todos los asociados desde el Departamento Administrativo, Distribución y Planta, hasta todos que tengan una idea de desarrollo.

#### 4.2. Planificación de capacitación

La planificación comprende las capacitaciones adquiridas, así como las impartidas a los asociados de la planta por el practicante de EPS. Se consideró los horarios de labor de los asociados para no influir en la misma, dando charlas

informales en las áreas de trabajo, acercándose directamente al asociado y desarrollando el tema, así como la elaboración de un trifoliar para que el asociado pueda leer e informarse mejor, al mismo tiempo este método sirve para los nuevos asociados, con el fin de ahorrar tiempo y no volver a reunir a todos los asociados para la charla, se dará el trifoliar<sup>12</sup> al nuevo asociado comprometiéndose a leer y preguntar si se tiene duda y la respectiva evaluación para el registro de la información. En la tabla XXX se muestra la planificación de capacitación sobre las capacitaciones recibidas y las impartidas con base en las necesidades de la empresa.

Tabla XXX. **Planificación de capacitación**

Nombre	Objetivo	Dirigido a	Impartido	Tiempo/horas	Técnica
Seguridad industrial	Aprender los cuidados dentro y fuera de planta.	practicante EPS	EPS empacadora Perry	1	Clases magistrales
Tecnología de alimentos	Aprender sobre el uso de preservantes en la industria	practicante EPS	FIUSAC	6	Clases magistrales
Producción más limpia	Aplicarlo a la planta para optimizar el consumo de agua	practicante EPS, jefe Calidad	FIUSAC	6	Demostración
Despliegue de cultura de innovación	Incentivar a todos los asociados a participar en el desarrollo de nuevos productos	Practicante EPS, asociados de planta	Practicante EPS	0.5	Clases magistrales/ trifoliar

Fuente: elaboración propia.

<sup>12</sup> Ver formato en anexo

### 4.3. Programación de la capacitación

Mediante las necesidades de capacitación del área de desarrollo de EPS (investigación y desarrollo), se describe en la tabla XXXI las estrategias didácticas utilizada para lograr transmitir la información y el compromiso de los asociados con respecto a la innovación dentro de la planta.

En la tabla XXXI se muestran las estrategias didácticas utilizadas para impartir las capacitaciones.

Tabla XXXI. Estrategias didácticas

Técnica	Desarrollo	Recomendación
Exposición didáctica	El profesor, el alumno, o un experto externo, realizan la presentación del tema, organizando los aspectos destacables de cada tema en unidades, remarcando los elementos básicos y secundarios. Se trata de clases preparadas, cortas y centradas en los objetivos como base para futuras actividades de aprendizaje.	las técnicas de presentación son más efectivas si superan la simple transmisión de información, favorecedora de una receptividad pasiva, y van hacia exposiciones orientativas, introductorias o clarificadoras del contenido; recalcar aspectos de desarrollo del tema, indicando los aspectos básicos y secundarios.
Preguntas al grupo	Consiste en plantear bien las preguntas al grupo en forma de interrogatorio o a la presentación del resultado de actividades desarrolladas de forma individual o grupal.	plantear preguntas claras y sencillas, atractivas y estimulantes; no deben contener la respuesta; reflexivas, que incluyan frases como respuesta; atender a las respuestas elogiando las respuestas más interesantes y acertadas.
Exposiciones	Presentación al grupo de trabajos escritos, resultados de trabajos de reflexión de creación, conclusiones, productos de proyectos, realizados por diferentes grupos de alumnos, al gran grupo.	De esta forma los alumnos pueden exponer sus resultados a modo de exposición para que el resto de compañeros pueda analizar y valorar el trabajo, paralelamente se puede abrir un espacio de discusión y valoración mediante la aportación de los pro y contras, aspectos a mejorar, valoración del proceso, cuestiones entre otros.

Continuación de la tabla XXXI.

Simposio y mesa redonda	Consiste en reunir un conjunto de pequeñas presentaciones formales a cargo de un grupo de expertos que ofrezcan diferentes visiones o aspectos divergentes de un mismo tema, guiados por un moderador.	Las presentaciones de los expertos deben ser cortas; al igual que las presentaciones del profesor pueden estar realizadas en formato texto, vídeo, presentación multimedia o cualquier otro formato.
-------------------------	--	--

Fuente: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

<http://www.uacj.mx/DINNOVA/Documents/innovacion>. [Consulta: abril de 2015].

En la tabla XXXII se muestra la programación de la capacitación tanto las recibidas como las impartidas, con el tiempo de duración de cada una de ellas.

Tabla XXXII. **Programación de la capacitación**

Tema a desarrollar	Duración	18	19	20	21	22
Seguridad industrial	1 hora	■				
Tecnología de alimentos	6 horas		■	■		
Producción más limpia	6 horas			■	■	
Despliegue de cultura de innovación	0,5 horas					■

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Evaluación de la capacitación

La evaluación de la capacitación está dirigida al nivel de compromiso de los asociados con respecto al tema y el grado de motivación transmitida por el practicante de EPS, puesto que no es una capacitación sobre el manejo de algún producto o maquinaria, está enfocada directamente al incentivo de los asociados y la pérdida de miedo al desarrollar una idea sobre algún producto.

El despliegue de cultura de innovación pretende que todos los asociados se comprometan y generen ideas nuevas, que ayuden al crecimiento continuo de la empresa perdiendo el miedo y teniendo claramente a qué departamento pueden avocar para el desarrollo de sus ideas y el reconocimiento que se merecen por ello.

En la figura 23 se muestra una ficha de evaluación de capacitación como registro y soporte. En la tabla XXXIII muestra los criterios utilizados para la evaluación.

Figura 31. **Ficha de evaluación de capacitación**

Registro de evaluación de capacitación	Seminario:	Código: lc-fc-00							
<b>EJEMPLO</b>									
Fecha:	Horario:								
<p>Por favor, conteste las siguientes preguntas. Toda sugerencia adicional que nos aporte se la agradeceremos e intentaremos realizar los mejoramientos pertinentes en las próximas actividades. Por favor, evalúe en la escala 1-7.  <i>Muchas gracias.</i></p>									
1. <b>UTILIDAD DE LOS CONTENIDOS ABORDADOS EN EL CURSO.</b> Importancia y utilidad que han tenido para usted los temas tratados en el curso.									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
2. <b>METODOLOGIA UTILIZADA EN EL CURSO.</b> Respecto a los métodos y estrategias utilizadas por el relator para impartir los contenidos fue:									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
3. <b>GRADO DE MOTIVACIÓN DEL RELATOR.</b> Nivel de participación y de motivación ofrecido por el relator fue:									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
4. <b>CLARIDAD DE LA EXPOSICIÓN.</b> Respecto al lenguaje y orden dado al curso									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
5. <b>NIVEL DE ASIMILACION Y COMPROMISO PERSONAL CON LOS TEMAS ABORDADOS.</b> Evalúese a usted mismo en el grado de motivación e interés personal para atender y seguir la clase y sus actividades.									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
6. <b>INFRAESTRUCTURA Y COMODIDAD DEL LUGAR DE CAPACITACIÓN</b>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
7. <b>CALIDAD Y CLARIDAD DE LOS EJEMPLOS ENTREGADOS (si aplica).</b>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
8. <b>CUMPLIMIENTO DEL HORARIO Y DEL PROGRAMA.</b>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td> <td style="width: 12.5%;">2</td> <td style="width: 12.5%;">3</td> <td style="width: 12.5%;">4</td> <td style="width: 12.5%;">5</td> <td style="width: 12.5%;">6</td> <td style="width: 12.5%;">7</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7			
9. <b>SUGERENCIAS Y COMENTARIOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PRÓXIMAS ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN:</b>									

Fuente: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. *Educar*.  
 <<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD14/contenidos/organizacion/pag2/>>.

[Consulta: marzo de 2013].

Tabla XXXIII. **Criterios de evaluación**

%	Resultado
0 – 50	Deficiente
51 – 70	Regular
71 – 90	Bueno
91 – 100	Excelente

Fuente: Asociación Psicología A. C.

La forma de determinar el nivel de asimilación y compromiso de los asociados es pasando la ficha de evaluación (figura 22) sacando el porcentaje de cada uno y se toma un promedio, con lo que se procede a comparar con la tabla XXXIII, demostrando los resultados de la capacitación impartida.

#### **4.4.1. Resultado de evaluación**

Los resultados obtenidos fueron mediante la ficha de evaluación descrita en la figura 22, con todas las características respectivas, en donde los asociados consideren el nivel de asimilación de la capacitación, esto refleja el criterio de evaluación, en el cual se determinará, según el puntaje que ellos logren obtener al momento de la evaluación.

En la tabla XXXIV se muestran los resultados obtenidos por los asociados en promedio.

Tabla XXXIV. **Cuadro promedio de resultado de capacitación**

<b>Nombre</b>	<b>%</b>	<b>Resultado</b>
Seguridad industrial	100	Excelente
Tecnología de alimentos	70	Regular
Producción más limpia	100	Excelente
Despliegue de cultura de innovación	100	Excelente

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5. Costo del plan de capacitación**

El plan de capacitación consiste en incentivar a los asociados a participar en la innovación de productos, por lo que no representa un costo sino una inversión en ellos, que a corto plazo genere ingresos representativos para la empresa. En la planificación cuadro VI se menciona la forma en la cual se realizó la capacitación en donde no se tuvo interferencia en horarios de trabajo, lo que implica inexistencia de tiempos muertos en las labores. La capacitación fue realizada por la practicante de EPS, con la información del Departamento de Investigación y Desarrollo, por lo que no existe costo por contratación de empresa privada.

## CONCLUSIONES

1. Los indicadores de producción son: pH no menor de 5,90, los embutidos cocidos deben estar mantenidos a temperaturas menores a 40 °F, sin exceder los 60 días cuando estén envasados al vacío. Si este no se envasa al vacío no podrá exceder más de 15 días. Seguir el tiempo de mezclado establecido en *check list*. la Norma Coguanor NGO 34-131, para especificaciones del producto final son: sin presencia de sinérgicos, sin deformación, sin presencia de moho, sin huesos y poros.
2. Para la elaboración de jamón curado se determinaron las funciones de la maquinaria importantes entre las cuales están: flaker reducción de tamaño de carne congelada, molino reducción de tamaño de carne descongelada mediante discos, mezcladora de salmuera dispersar o solubilizar los componentes de la salmuera mediante aspas en su parte interior a grandes velocidades, masajeadora de jamones facilita la extracción de proteínas solubles y distribuir la salmuera de forma uniforme con el uso de vacío favorece una difusión rápida de la salmuera dentro de los músculos de la carne, logrando una mejor rebanabilidad aumentando el rendimiento.
3. Para la obtención de rendimiento se utilizó la tabla Military Standard determinando las unidades a muestrear dependiendo del volumen del *batch* a mezclar, a la vez se utilizaron las hojas de chequeo como validación del proceso para la reducción de sesgo en los resultados.

4. El rendimiento de las operaciones unitarias (*mix*, *stuff*, *smoke* y *prism*) se determinaron para 8 diferentes pastas en varias presentaciones, teniendo rendimientos que varían de 82,27 % hasta 90,02 %, con el método actual de embutición y 89,34 % hasta un 94,52 % con el método propuesto.
5. En la propuesta de mejora incluye estandarizar los pesos de los jamones a 21,00 libras, considerando la variación que presenta según el tipo de pasta, estableciendo el peso de seteo en la máquina de embutición de 21,10 libras, cuando la tolva esté llena hasta 20,80 libras, cuando se encuentra a la mitad y la pasta es fluida y 21,00 a 20,50 libras cuando la pasta sea densa.
6. Con la guía de ahorro de agua propuesto se tiene un ahorro de 40,28 % siendo 1 649,80 metros cúbicos, siendo este un ahorro de Q24 747,00. Convirtiéndose en un gran valor tanto para la empresa como para el medio ambiente.
7. El plan de capacitación sobre despliegue de cultura de innovación, debe ser monitoreado y darle seguimiento a las capacitaciones para lograr un mejor resultado.

## RECOMENDACIONES

1. Monitorear el proceso de embutición, cambiar las especificaciones en las hojas de chequeo por medio del supervisor y programador de Producción y verificar el cumplimiento de las especificaciones.
2. Seguir realizando validaciones en los procesos en cada cambio que se dé en los procesos y en las formulaciones de los productos.
3. Incentivar a los asociados en la participación en cuestiones de innovación proporcionando las herramientas y orientaciones de sus ideas, así como el reconocimiento de las aportaciones.
4. Monitorear el consumo de agua para determinar si se reduce el mismo, con la guía propuesta y la concientización constante de los asociados de la importancia del uso adecuado del líquido.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DAUDIN J.D. et al. *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Acribias. S.A., 1991. 300 p.
2. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2001. 383 p.
3. PRICE, James F. Ph.D. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. 2a ed. España: Acribia, 1994. 273p.
4. SCHIFFNER, Eberhard; OPPEL, Klaus; LORTZING, Dietrich. *Elaboración casera de carne y embutidos*. España: Acribia, 2005. 291 p.
5. SIEGFRIED G., Müller; ARDOINO, Mario. *Procesamiento de carnes y embutidos. elaboración, estandarización, control de calidad. Un manual práctico de calidad*. México: Limusa, 1983. 185 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Tablas generadas en línea de producción de jamones aplicando el método ergonómico Rodgers**

A continuación se presentan las tablas generadas usando el método ergonómico Rodgers para las operaciones en la línea de producción de jamones.

Mezclado de salmuera (Molistik)					
MÉTODO ERGONÓMICO RODGERS	Nivel de esfuerzo	Duracion del esfuerzo	Frecuencia (esfuerzo por minuto)	Grado de severidad	Grado de severidad
Cuello	1	1	1	111	Baja
Hombros	2	2	2	222	Moderada
Espalda	3	1	2	312	Alta
Brazos/ codos	2	3	1	131	Baja
Manos/dedos/ muñecas	1	3	1	131	Baja
Piernas/rodillas/ obillos/pies/ dedos	1	3	2	132	Moderada

Continuación del apéndice 1.

Área de mezclado de jamones (Mixer)					
MÉTODO ERGONÓMICO RODGERS	Nivel de esfuerzo	Duración del esfuerzo	Frecuencia (esfuerzo por minuto)	Grado de severidad	Grado de severidad
Cuello	1	1	1	111	Baja
Hombros	2	2	1	221	Baja
Espalda	2	2	1	221	Baja
Brazos/ codos	1	3	2	132	Moderada
Manos/dedos/ Muñecas	1	3	2	132	Moderada
Piernas/Rodillas/tobillos/pies/dedos	2	2	1	221	Baja

Area de embudidora (Hantman)					
MÉTODO ERGONÓMICO RODGERS	Nivel de esfuerzo	Duración del esfuerzo	Frecuencia (esfuerzo por minuto)	Grado de severidad	Grado de severidad
Cuello	1	1	1	111	Baja
Hombros	1	2	1	121	Baja
Espalda	3	2	1	321	Alta
Brazos/ codos	2	3	2	231	Moderada
Manos/dedos/ muñecas	2	3	2	231	Moderada
Piernas/rodillas/ tobillos/pies/ dedos	2	2	1	221	Baja

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Trifoliar “Despliegue de cultura de innovación”

Trifoliar distribuido en capacitación del despliegue de cultura de innovación a producción y departamentos afines a planta.

<p><b>¿ Cuales son los beneficios de la innovación?</b></p>	 <p>Cargill Meats Central América</p> <p>ésta. Avenida 33-49 Zona 3 Guatemala, Guatemala</p> <p>Teléfono: (502) 2475-9658 Correo: Deidy_Valadares@cargill.com www.cargill.com</p>	 <p><b>DESPLIEGUE DE CULTURA DE INNOVACIÓN</b></p> <p>Usted es la clave para la Innovación</p> <p>Departamento de Investigación y Desarrollo Tel. (502) 2475-9658</p>
<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Permite convertirse en el “socio elegido” por medio de la provisión de soluciones al cliente.</li><li>◊ Seguir haciendo que Cargill un excelente lugar para que todos los asociados puedan trabajar y prosperar.</li><li>◊ Satisfacción y entusiasmo del cliente.</li><li>◊ Dominio de la participación en el mercado.</li><li>◊ Sinergias con las que todos ganan.</li><li>◊ Valoración de la empresa.</li><li>◊ Conduce el crecimiento futuro de Cargill.</li><li>◊ Calidad del lugar de trabajo y fidelidad.</li><li>◊ Atracción a lo mejor y lo más brillante.</li><li>◊ Reconocimiento y recompensa.</li></ul> <p><i>“La innovación es responsabilidad de cada persona. Es un compromiso personal a ser más intuitivos e imaginativos que nuestros colegas que trabajan para la competencia” Greg page.</i></p>		

## Continuación del apéndice 2.

<div data-bbox="259 445 544 535" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>CULTURA DE INNOVACIÓN</b></div> <p data-bbox="250 577 444 602">¿Qué es innovación?</p> <p data-bbox="246 615 570 749">Innovar es introducir un (o significativamente mejorado) producto, proceso, sistema de marketing o de gestión al mercado o a las prácticas del negocio. Para saber que tan innovador es lo que se propone se tiene dos características:</p> <ol data-bbox="250 762 570 976" style="list-style-type: none"><li>1. Saber que tan distinto es lo que se propone con respecto a lo que existe en el mercado. Entre mas novedoso, será mas innovador.</li><li>2. Cuan seguro es obtener los resultados esperados, se debe de saber que un proyecto innovador se asumen mayores riesgos que aquellos habituales del negocio.</li></ol> <p data-bbox="250 1018 444 1041">Para Cargill innovación es:</p> <ul data-bbox="250 1052 570 1192" style="list-style-type: none"><li>◊ Mejorar el proceso: <b>ORM's</b></li><li>◊ Ideas de mejora de desempeño, creaciones de valor</li><li>◊ Ideas de nuevos productos o servicios para nuevos mercados o clientes.</li></ul> <div data-bbox="357 1249 397 1365" style="text-align: center;"></div>	<p data-bbox="641 543 932 596">Característica de una cultura de innovación</p> <ul data-bbox="641 600 954 1108" style="list-style-type: none"><li>◆ <i>Liderazgo dedicado a la innovación y comprometido con ella.</i></li><li>◆ <i>Tolerancia ante incertidumbre y respaldo para asumir riesgos.</i></li><li>◆ <i>Los asociados comprenden la necesidad de contribuir con ideas imaginativas.</i></li><li>◆ <i>Se celebran y se reconocen los éxitos.</i></li><li>◆ <i>Se comparte el conocimiento dentro de toda la organización y las funciones y entre ellas.</i></li><li>◆ <i>Las ideas se gestionan eficazmente dentro de una selección disciplinada de proyectos y una recolección de gestiones.</i></li><li>◆ <i>Las unidades de negocio y las funciones colaboran mutuamente para crear soluciones innovadoras.</i></li></ul> <p data-bbox="641 1148 721 1171">Objetivo</p> <p data-bbox="641 1176 954 1312">El objetivo de la innovación en Cargill es unir las herramientas en un proceso que sea uniforme y pueda repetirse en todo Cargill, ofrece un enfoque estructurado para comprometer todas las mentes y ofrecer un pensamiento imaginativo para prosperar.</p>	<p data-bbox="1053 543 1292 596">¿Cómo puedo comenzar? ¿Qué puedo hacer?</p> <ul data-bbox="1053 627 1370 1001" style="list-style-type: none"><li>* Ser curioso</li><li>* Estar dispuesto a asumir riesgos y aportar ideas.</li><li>* Buscar oportunidades para colaborar con otros equipos, funciones o unidades de negocios.</li><li>* Escuchar a los demás.</li><li>* Ser creativo e imaginativo.</li><li>* Perder el miedo de aportar ideas.</li><li>* Acercarse al departamento de investigación y desarrollo, y comunicar tus ideas relacionadas a producto o supervisor de creación de valor</li></ul> <div data-bbox="1112 1060 1274 1197" style="text-align: center;"></div> <p data-bbox="1058 1213 1357 1278">La clave para hacer que nuestra innovación sea valiosa para los clientes es hacer que todo Cargill les importe.</p> <p data-bbox="1044 1306 1265 1360">Teléfono: (502) 2475-9688 Correo: Deidy_Valadares@cargill.com www.cargill.com</p>
--	--	---

Fuente: elaboración propia.

# ANEXOS

Anexo 1. Tabla MIL STD 105D I y II A

MIL STD 105D																									
TABLE I Sample size code letters				TABLE II-A Single sampling plans for normal inspection (Master table)																					
Lot or batch size	General inspection levels			Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																			
	I	Level Normally Used II	III			0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25		
						Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
2 to 8	A	A	B	A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	↓	1 2			
9 to 15	A	B	C	B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	↓	1 2 3			
16 to 25	B	C	D	C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	↓	2 3 4			
26 to 50	C	D	E	D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	↓	5 6			
51 to 90	C	E	F	E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	5 6 7 8			
91 to 150	D	F	G	F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	7 8 10 11			
151 to 280	E	G	H	G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	10 11 14 15			
281 to 500	F	H	J	H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	14 15 21 22			
501 to 1200	G	J	K	J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	21 22			
1201 to 3200	H	K	L	K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
3201 to 10000	J	L	M	L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
10001 to 35000	K	M	N	M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
35001 to 150000	L	N	P	N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
150001 to 500000	M	P	Q	P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
500001 and over	N	Q	R	Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			
			R	R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	↓	↑			

Ac Acceptance number.  
Re Rejection number.

↓ Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ Use first sampling plan above arrow.

Fuente: United States defense standard. <<https://en.wikipedia.org/wiki/MIL-STD-105>>.

[Consulta abril de 2013].

## Anexo 2. Tablas método ergonómico Rodgers

A continuación se muestran las tablas utilizadas para la realización de rotación de personal en línea de jamones, utilizando el método ergonómico Rodgers.

<b>Nivel de Esfuerzo</b>			
Los niveles de esfuerzo se valoran como Ligeros (1), Moderados (2) o Fuertes (3) basándonos en descripciones cualitativas para las distintas partes del cuerpo. Estas descripciones se listan en la Tabla 1:			
<b>Parte el cuerpo</b>	<b>Ligero (1)</b>	<b>Moderado (2)</b>	<b>Fuerte (3)</b>
<b>Cuello</b>	- Cabeza girada parcialmente a un lado, hacia atrás o ligeramente hacia delante.	- Cabeza girada a un lado. - Cabeza completamente hacia atrás. - Cabeza hacia delante unos 20°.	- Igual que en moderado, pero con fuerza o peso. - Cabeza estirada hacia delante.
<b>Hombros</b>	- Brazos ligeramente despegados; - Brazos extendidos sobre algún apoyo.	- Brazos despegados del cuerpo, sin apoyo. - Trabajar por encima de la cabeza.	- Ejercer fuerzas o sostener peso con las manos despegadas del cuerpo o por encima de la cabeza.
<b>Espalda</b>	- Doblada a un lado o inclinada. - Espalda arqueada	- Inclinada hacia delante, sin peso. - Elevar cargas pesadas cerca del cuerpo. - Trabajar por encima de la cabeza.	- Subir cargas o ejercer fuerza con la espalda girada. - Fuerza elevada o carga mientras se está inclinado.
<b>Brazos/Codos</b>	- Brazos despegados del cuerpo, sin carga. - Elevar cargas ligeras cerca del cuerpo.	- Girar el brazo mientras se hace una fuerza moderada.	- Ejercer fuerzas grandes con rotación. - Elevar cargas con los brazos extendidos.
<b>Manos/ Dedos/ Muñecas</b>	- Fuerzas o pesos leves que se cogen junto al cuerpo. - Muñecas derechas. - Agarre cómodo.	- Mangos demasiado anchos o estrechos. - Ángulos moderados en la muñeca, especialmente de flexión. - Uso de guantes con fuerza moderada.	- Agarre punzante. - Ángulos grandes de giro en la muñeca. - Superficies deslizantes.
<b>Piernas/ Rodillas/ Tobillos/ Pies/ Dedos</b>	- Permanecer de pie. - Andar sin inclinarse o girarse. - Peso repartido entre ambos pies.	- Inclinación hacia delante. - Inclinarse sobre una mesa. - Peso sobre un solo lado. - Pivotar mientras se ejerce fuerza.	- Ejercer fuerzas grandes empujando o elevando cargas. - Agacharse mientras se ejerce una fuerza.

Tabla 1: Niveles de esfuerzo según la parte del cuerpo

Continuación del anexo 2.

### Duración del esfuerzo

Clasificación	Duración para un nivel de esfuerzo específico
1	< 6 segundos
2	Entre 6 y 20 segundos
3	> 20 segundos

Tabla 2: Duración del esfuerzo

### Frecuencia (Esfuerzos por Minuto)

Clasificación	Esfuerzos por minuto
1	< 1 por minuto
2	1 a 5 por minuto
3	> 5 y hasta 15 por minuto

Tabla 3: Frecuencia. Esfuerzos por minuto

Baja (B) (severidad = 2)	Moderada (M) (severidad = 5)	Alta (A) (severidad = 7)
	1,2,3	2,2,3
	1,3,2	3,1,3
	2,1,3	3,2,1
Resto de combinaciones	2,2,2	3,2,2
	2,3,1	3,2,3
	2,3,2	3,3,2
	3,1,2	3,3,1

Tabla 4: Combinaciones de Severidad (Esfuerzo, Duración, Frecuencia)

Fuente: ADINGOR. <[http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2003/Art\\_118.pdf](http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2003/Art_118.pdf)>.

[Consulta: 24 de enero de 2015].

