

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**“DETERMINACION DE LAS MERMAS DURANTE EL PROCESO DE
ELABORACION DE LAS SALCHICHAS EN LA EMPRESA CARGILL PLANTA
DELICIA”**

POR:

ANGELICA MITCHELL SANTOS LAGOS

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2013

**“DETERMINACION DE LAS MERMAS DURANTE EL PROCESO DE
ELABORACION DE LAS SALCHICHAS EN LA EMPRESA CARGILL PLANTA
DELICIA”**

POR:

ANGELICA MITCHEELL SANTOS LAGOS

BENITO ESAÚ PEREIRA, M.Sc.

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A **JEHOVA DE LOS EJERCITOS** por su amor sin condiciones por ser mi escudo, mi fortaleza regalarme la oportunidad de lograr uno de mis anhelos bendiciéndome de sabiduría y paciencia para enfrentar todos los obstáculos, sobre todo Por su gran misericordia.

A mi **Padre Ángel Evaristo Santos** ejemplo de rectitud, honestidad y trabajo quien es la persona más importante y a quien me debo, por su cariño, dedicación, comprensión y consejos que me ha brindado durante mi vida.

A mi Madre **María Angelina Lagos**. Por ser el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mi las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

A **mis Hermanas** Esly Santos, Stephanie Santos y Rosángel Santos, por su cariño y apoyarme en todo momento y cuidar de mi pequeño y adorable hijo.

A mi **Hijo Ángel Eduardo Interiano Santos** para quien ningún sacrificio es suficiente, que con su luz ha iluminado mi vida y hace mi camino más claro

Hijo eres el amor de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por bendecir mi vida y guiar cada uno de mis pasos.

A MIS PADRES Por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, lo que hizo posible el triunfo profesional alcanzado. Para ellos mi amor, obediencia y respeto.

AL M.Sc. BENITO PEREIRA, M.Sc ALBA JULIA MUÑOZ Y M.Sc. HECTOR DIAZ
Por formar parte y apoyarme en la realización del trabajo de investigación.

A empresa Cargill planta Embutidos Delicia por darme la oportunidad de llevar a cabo el desarrollo de mi tesis.

A todos mis amigos en especial (lidia, Nora, Belkis, Brenda, amado, pacheco, Manuel, Hernán, Mauricio, pinto.) y compañeros por permitirme trabajar juntos y en armonía clase kayros 2013.

A la Universidad Nacional de Agricultura por darme la oportunidad de formarme y realizar mis estudios universitarios

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	1
2.1 General	1
2.2 Específicos	1
III. REVISION DE LITERATURA	2
3.1. La carne.....	2
3.2.1 Tipo de Embutido	6
3.2.2 Aspectos físico-químicos del embutido escaldado	6
3.3 Influencia de la temperatura y el PH.....	7
3.3.1 Temperaturas finales en los productos.....	7
3.4 Calidad y propiedades del agua	9
3.5 Capacidad de retención de agua.....	10
3.5.1 Factores que afectan la CRA	11
3.6 Tipos de carne PSE Y DFD.....	13
3.6.1 Carne PSE	13
3.6.2 Carne DFD	14
3.7 Capacidad de Emulsificación (CE)	15
3.8 Funciones de los ingredientes no cárnicos en los embutidos	16
3.9 Tecnología de la elaboración	18
3.10 Clasificación y determinación de causas del problema	24
3.10.1 Diagrama de causa-efecto, o Diagrama Ishikawa	24
3.10.2 Cualidades importantes de control de calidad.....	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.1 Descripción del sitio.....	26

4.2. Materiales y equipo	26
4.2.1 Papelería	26
4.2.2 Equipos para elaboración del producto	26
Equipo para la protección personal	26
4.3 Variables evaluadas.....	27
4.3.1 Variable temperatura.....	27
4.3.2 Variable tiempo	27
4.3.3 Variable rendimiento	27
4.4 Manejo de la investigación.....	27
Los tipos de salchicha evaluadas se describen a continuación:	27
4.4.1 Tamaño de la muestra	28
4.4.2 Medición de temperaturas, tiempos.....	28
4.5 Modelo estadístico aplicado	31
4.6 Análisis Estadístico	32
4.6.1 Modelo estadístico	32
4.7 Diagrama causa-efecto	32
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1 Análisis de variable Temperatura en los procesos	34
5.2 Análisis de la variable tiempo en los procesos	36
5.3 Análisis de variable Rendimiento del producto terminado	37
5.4 Determinación de mermas en los productos dentro de los procesos.....	41
5.4.1 Merma en el producto hot dog queso.....	41
5.4.2 Merma en el producto Hot dog pollo	41
5.4.3 Mermas en el producto Big dog delicia	42
5.4.4 Mermas en el producto de hot dog delicia.....	43
5.5 Factores que afectan el rendimiento del proceso en los productos	46
5.5.1 Pérdida de materia prima en el corte	46
5.5.2 Pérdidas en pesado de materia prima.....	46
5.5.3 Pérdidas en proceso de mezclado	47
5.5.4 Perdidas en el proceso de embutido	47
5.5.5 Perdidas en el proceso de cocción	47
5.5.6 Perdidas en el proceso de enfriamiento	48
5.5.7 Perdidas en el proceso de empaque	48
5.5.8 Pérdida en pesado de producto terminado.....	48

5.6 Evidencia de las causas que más afectan las mermas en los productos.....	48
VI CONCLUSIONES.....	54
VII RECOMENDACIONES	55
VII BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción del proceso de elaboración de salchichas.....	29
Cuadro 2. Etapas del proceso evaluadas para la determinación en rendimiento.....	30
Cuadro 3. Modelo estadístico aplicado.	31
Cuadro 4. Promedio general de las temperaturas de cocción y enfriamiento de las salchichas.....	35
Cuadro 5. Tiempo total de los procesos de cocción y enfriamiento en los productos	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de causa-efecto	25
Figura 2. Grafica de los procesos para la variable temperatura	34
Figura 3. Tiempo total de los procesos cocción y enfriamiento por producto	36
Figura 4. Rendimiento total de los procesos cocción, enfriamiento y empaque en los producto.....	38
Figura 5. Gráfico de rendimiento en el Hot dog queso	38
Figura 6. Gráfico de rendimiento en Hot Dog pollo	39
Figura 7. Gráfico de rendimiento en Big Dog delicia	40
Figura 8. Gráfico de rendimiento en salchicha Hot Dog delicia	40
Figura 9. Porcentaje de merma segmentada por cada uno de los procesos en los productos	42
Figura 10. Promedio general de las mermas en las salchichas del proceso	44
Figura 11. Gráfico de merma acumulada en los productos en proceso de empaque.....	45
Figura 12. Diagrama causa-efecto general de la problemática planteada	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para temperatura en los productos.....	60
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable tiempo	61
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	63
Anexo 4. Análisis de varianza para la merma acumulada.....	64
Anexo 5. Análisis de varianza para la merma.....	66
Anexo 6. Cuadro de programación de auditorias	68
Anexo 7. Diagrama de flujo del proceso de la salchicha	69
Anexo 8. Etapas del proceso evaluadas	70
Anexo 9. Diagrama de flujo de los procesos en las salchichas	71
Anexo 10. Cuadro de medición en temperatura y tiempo y reproceso de los diferentes productos	72

SANTOS LAGOS, AM. 2013. Determinación de mermas durante el proceso de elaboración de las salchichas en la empresa Cargill plante delicia. Tesis, Ing. Agrónomo Universidad Nacional de Agricultura. 78 Pág.

RESUMEN

El trabajo se realizó en las instalaciones de la planta DELICIA en la Empresa Cargill, localizada en la ciudad de San Pedro Sula, con el propósito de determinar las mermas en los procesos de cuatro productos tipo salchicha. Este trabajo contiene el análisis que soporta el estudio de mermas (expresado en porcentaje %) de los productos cárnicos embutidos. se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo en parcelas divididas, generando un total de 20 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron las temperaturas, tiempos y rendimiento de los productos en los diferentes procesos. Se encontró que las temperaturas aplicadas a los procesos de cocción y enfriado, reflejaron diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) La interacción proceso por producto resultó ser significativa ($P < 0.05$), según los resultados obtenidos. Lo que demuestra una gran variabilidad respecto a las temperaturas aplicadas a los productos en los distintos procesos para la variable tiempo el análisis de los procesos cocción y enfriamiento presentaron diferencia estadística los procesos demuestran que los productos en promedio están 35.15 minutos en cocción y 151.10 minutos en enfriamiento.

Al comparar los rendimientos en cada etapa del proceso se encontró que se obtiene los rendimientos más bajos en el proceso de empaque con 91.81% (A), siendo este rendimiento estadísticamente diferente ($P < 0.05$) al rendimiento obtenido en los procesos de cocción con 97.17%(B) y enfriamiento con 94.74%(AB).

Palabras claves: cárnicos, merma, tiempos, pesos, estándar.

I. INTRODUCCION

Honduras ocupa actualmente el tercer lugar en producción de embutidos a nivel centroamericano con una producción anual de 7 millones de libras , sus dos ciudades más importantes San pedro sula y Tegucigalpa ocupan el primer y segundo lugar en consumo a nivel centroamericano, lo que significa que las dos plazas más importantes de mercado son nacionales (según la Ahpe 2005).

En la actualidad existe una gran competencia por el mercado de productos cárnicos procesados, las empresas emplean estrategias que abarcan todos los procesos productivos y mercadológicos a fin de volverse más eficientes y enfrentar de una mejor manera a sus competidores. La planta procesadora de embutidos Delicia, subsidiaria de la multinacional Cargill es una planta con presencia de mercado en todo el territorio nacional, entre sus principales productos que ofrecen al público se encuentra la línea de las salchichas con proceso de producción complejo, en el cual los rendimientos es uno de los aspectos claves a considerar a final de obtener resultados satisfactorios.

Actualmente la empresa considera importante determinar las mermas que existen en los procesos de elaboración de las salchichas, ya que es un factor que al ser disminuido, tiene como consecuencia una mejora en la productividad y eficiencia de la empresa porque aun cuando las mermas no se han percibido a simple vista, al momento de darle un valor monetario puede representar un gran problema en las ganancias de la empresa.

El objetivo primordial de este trabajo es la recopilación de información estadística sobre los procesos de cocción, enfriamiento y empaque, que nos pueda ayudar a entender mejor las desviaciones del proceso y evaluar las causas de las mermas en el proceso con el fin que la información sea utilizada en una mejora continua.

II OBJETIVOS

2.1 General

Determinar las causas de la reducción del rendimiento productivo de los productos tipo salchicha en la empresa Cargill planta Delicia.

2.2 Específicos

Cuantificar estadísticamente las mermas en las etapas del proceso de cocción, enfriamiento y empaque.

Realizar estudios de causa y efecto para determinar las posibles causas de merma con el diagrama Ishikawa.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. La carne

La carne en su composición química tiene 75% de agua, 3% de grasa, 18% de proteínas, un 4% de proteínas insolubles, además de algunas sales y vitaminas. el agua y la proteína tienen una relación de 4:1 (Alimentos Marvisa S.A., citado por Márquez 2005).

Muchas de las propiedades físicas de la carne como ser color y textura en carne cruda y de propiedades de aceptación, jugosidad y blandura en carne cocinada dependen de la capacidad de la carne para retener agua (Rengifo, LI; Ordoñez, ES.2010).

Las principales materias primas para la fabricación de cárnicos y embutidos son la carne de cerdo, de res y la pasta de pollo (o carne mecánicamente deshuesada, MCD) en la actualidad el ingrediente más importante para fabricar embutidos en Honduras es la carne de pollo. Esta materia se importa en forma de pasta de pollo desde Estados Unidos y Costa Rica por resultar más económico (Osorio, E. et al. 2003).

3.1.1 Composición química de la carne

a) Agua: La cantidad varía dependiendo de la especie, la edad, sexo y zona anatómica del tejido. La variación de la cantidad de agua está directamente relacionada con la variación de la cantidad de grasa (lo mismo pasa en todos los alimentos). La cantidad de agua en la carne oscila entre 60 y el 80% y está relacionada con la jugosidad y otros atributos sensoriales como la textura, la dureza de la carne (Arango; Restrepo s.f).

b) Proteínas: Proteínas miofibrilares constituyen hasta el 65-75% del total de las proteínas más importantes son la actina componente de los filamentos delgados y la miosina componente de los elementos gruesos, estas se encuentran en la carne en forma de actinmiosina (Arango; Restrepo s.f).

Proteínas sarcoplásmicas: Representan alrededor del 30-35% total de proteínas, se encuentran en el citoplasma de la fibra muscular es una proteína soluble en solución salina diluida. la más importante desde el punto de vista tecnológico es la mioglobina, responsable del color de la carne pero depende del estado en el que se encuentra la mioglobina (ONEGA, ME et al.2003).

c) Grasa: Son los lípidos de la carne que se encuentran formando piezas visibles a simple vista, son los depósitos de cebo, las pellas de manteca; la cantidad varía según la especie, edad y alimentación del animal, la carne más grasosa es la de cerdo. Además de estos depósitos visibles, la grasa se infiltra entre las fibras musculares en forma de pequeñas gotas microscópicas que pasan a formar parte del tejido muscular.

Lo expresado por Cengiz y Gokoglu (2007) En la elaboración de salchichas, la disminución de grasa a concentraciones de 5% hasta 20% ha implicado una reducción en su contenido de humedad resultado de la baja capacidad de retención de agua, ocasionando mayores pérdidas de cocción al sustituir la grasa. Al compensar la cantidad reducida con agua se provocan cambios adversos en la textura y propiedades mecánicas de productos emulsionados. Esta disminución en la dureza por la reducción del nivel de grasa y adición de agua, provoca aumento en el volumen de la fase continua de la emulsión, alterando la fuerza iónica del medio y disminuyendo la concentración de proteína miofibrilar extraída capaz de actuar en la formación de la matriz proteica del gel. (Ahmed y col., 1990).

d) Sales: Las sales minerales se encuentran entre 0.8 al 1.8%, las cenizas del musculo son muy ricas en fosforo, pero pobres en calcio, se encuentran con seguridad, potasio, sodio,

cobre, hierro. Todas en estado de sales solubles en agua, como los cloruros de potasio, de sodio, etc. (Márquez 2005).

e) Vitaminas: la vitamina A se encuentra en la grasa y en la carne gorda del buey, no en la grasa del cerdo, La vitamina B se encuentra en el hígado, al igual que la vitamina C (Márquez 2005).

3.1.2 Características de Miosina y Actina

De acuerdo a lo expresado por Herrera,CH;*et al* (2003) la actina es una proteína globular, actina G es aislada del polvo muscular que se obtiene al tratar el musculo con acetona, solubilizándola con disoluciones salinas de baja fuerza iónica y la actomiosina, también posee actividad ATP-asa, la cual es activada por el ion Mg^{2+} .

3.1.3 Cambios de las proteínas

Las proteínas sarcoplasmáticas precipitan progresivamente desde los 40°C así la carne llega a ser más pálida, a causa del incremento de la luz dispersa. La mayoría de las precipitaciones se presentan por encima de 60°C; siendo completa a aproximadamente 70°C las proteínas contráctiles actina y miosina- se desnaturalizan a 65-70°C el exudado de miosina se deposita por el calor a esta temperatura, tejido conectivo colágeno se contrae a 55-60°C por tanto hay un incremento en las pérdidas de agua a esta temperatura y esto puede provocar la rotura de embutidos (RANKEN, MD.2003).

3.2 Embutidos

Según Gaetano Paltrinier (2008) se define como embutidos a los productos cárnicos elaborados con carne, sangre o una mezcla de ambas, con o sin agregado de vísceras u otros productos de origen animal o vegetal autorizado.

Un embutido es un alimento que se prepara con carne picada y condimentada, dándole normalmente una forma simétrica. La palabra embutido deriva de la latina salsus que significa salada o literalmente, carne conservada por salazón. La elaboración de embutidos comenzó con el simple proceso de salado y secado de la carne. Esto se hacía para conservar la carne fresca que no podía consumirse inmediatamente. Nuestros antepasados pronto descubrieron que estos productos mejoraban con la adición de especias y otros condimentos, (Price & Schweigert, 1994 p. 415)

3.2.1 Tipo de Embutido

El embutido escaldado está compuesto básicamente por una mezcla finamente picada de tejido muscular carne, tejido graso y agua a la que se le añade sal y especias para la formación de color, sabor y para su estabilización el embutido escaldado puede estar compuesto de esta masa homogénea básica por ejemplo , embutido de carne , diferentes tipos de salchicha los componentes de la masa básica son picados crudos, mediante cuchillas que giran a gran velocidad u otros sistemas donde sean picados crudos, y posteriormente son mezclados así se obtiene una masa pastosa espesa, la que con el posterior tratamiento térmico (ahumado en caliente, escaldado, esterilizado). (WIRTH, F.1992 p 61)

3.2.2 Aspectos físico-químicos del embutido escaldado

Desde el punto de vista físico-químico la pasta o masa del embutido escaldado está compuesta por diferentes sistemas:

Solución de proteínas y sales, suspensión de componentes tisulares en el agua existente y en la añadida, gel de sustancias proteicas del tejido muscular, fijación de células adiposas y grasas libre en el gel de las proteínas musculares solubles en agua y sal, en parte, en forma de emulsión. (WIRTH, F.1992 p 61-62)

Para la fijación de agua y grasa, ambos procesos de integración de agua agregada y de grasa están ligados estrechamente entre sí la principal responsable es la sustancia que se encuentra en la célula muscular denominada actomiosina. Esta sustancia proteica de estructura compleja, apta para la concentración y que durante la vida origina el movimiento muscular, está compuesto por actina y miosina. Pero actina y miosina presentan un 40% de la proteína cárnica total, o sea, aproximadamente del 8% de la carne. (WIRTH, F.1992 p 62)

3.3 Influencia de la temperatura y el PH

Cocción en agua a temperatura constante: en el caso de la cocción a vapor o por inmersión en agua caliente, los embutidos se calientan progresivamente hasta una temperatura interior en el centro de la masa, de alrededor de 70° C, llegado a este punto, se han coagulado las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas mientras que las del tejido conectivo se han contraído.

Cocción a temperaturas en gradiente: se desarrolla en dos etapas La primera desde el inicio del calentamiento hasta que el centro del producto alcanza los 54-55°C. De este modo se logra una buena gelificación del producto; Se construye una trama estable que fija en su malla partículas de grasa y agua. en la segunda etapa de aumento de temperatura se consigue la cocción del producto y la estabilización bacteriana se debe lograr una temperatura interna del producto de 72°C con el fin de obtener una pasteurización (Rust, 1975).

3.3.1 Temperaturas finales en los productos

Sea cual sea el proceso de cocción utilizado, la temperatura del centro térmico de la pieza es la que delimitará el punto final del proceso de cocción. Esta temperatura variará dependiendo del tipo de producto que se esté procesando, del rendimiento deseado y de las características organolépticas esperadas en el producto acabado.

Productos Merma Cero: temperaturas internas finales en el centro de la pieza desde 65°C a 69°C.

Productos con Merma (cocción en bolsa abierta): temperaturas internas finales entre 67°-71°C.

Productos de Alta Calidad: En estos productos se busca precisamente la merma, por eso la temperatura interna final suele llegar a 70-71°C

A diferentes temperaturas la carne es sometida refrigeración, congelación y tratamiento térmico, lo cual genera la pérdida de agua afectando el rendimiento del producto. (Rengifo, LI; Ordoñez, ES.2010).

Los embutidos elevan su pH de 0.2 a 0.5 unidades. Esto provoca que el pH del producto se aleje del punto isoeléctrico de las proteínas, y presenta un aumento en la capacidad de retención de agua por las mismas (Pérez, 1992)

La escasa capacidad de fijación de agua y grasa por parte de la carne fría, se debe, a la pérdida de ATP al disminuir el pH, el uso de sal sódica de los ácidos comestibles citratos, lactatos y de fosfatos sódicos se pierde lograr una pequeña elevación del pH de aproximadamente 0,1unidad de pH (F.WIRTH 1992).

Un pH inferior a 5.8 no debe dedicarse a la elaboración de embutidos escaldados, ya que exhibe muy malas cualidades fijadoras de agua, pudiendo dar lugar a defectos de fabricación como deficiencias de la consistencia y separación de la grasa y gelatina. (Frey, 1995)

3.4 Calidad y propiedades del agua

La calidad sanitaria del agua y hielo que se utilizan durante la elaboración de estos productos es un aspecto fundamental para la producción de alimentos inocuos.(Osorio, E; et al.2000)

El agua que se utiliza en las industrias de alimentos tiene que poseer unas ciertas cualidades. La calidad microbiológica no afecta a la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección. el agua a utilizar debe ser siempre potable. La calidad química del agua es de mucha importancia y se les llama aguas duras las que contienen cantidad elevada de compuestos como ser calcio, magnesio y en menor medida manganeso, aluminio y hierro. Existe dureza transitoria debido a carbonatos y bicarbonatos que desaparecen al hervir y se precipitan. Debido a sulfatos y cloruros que no desaparecen al hervir el agua existe una dureza permanente del agua. (Moreno, B. 2006)

Las aguas blandas tienen una cantidad pequeña de compuestos de calcio y magnesio y son las adecuadas para la limpieza. el ablandamiento o acondicionamiento es necesario en las industrias de alimentos para eliminar las durezas del agua que consiste en adicionar compuestos químicos acondicionadores o agentes secuestrantes que mantienen disueltos o precipitan el calcio y magnesio en soluciones detergentes alcalinas se utilizan los polifosfatos ,tripolifosfatos fosfatos trisódicos (Moreno ,B. 2006).

Actividad de agua (A_w): Los microorganismos requieren de una demanda absoluta de agua, debido a que sin ella no pueden crecer, dicho requerimiento de agua se expresa mejor con el termino de agua disponible o actividad de agua (Frazier, 1978)

La actividad del agua junto con otros agentes ya sean físicos o químicos tales como temperatura, pH, sales curantes o el humo líquido, pueden actuar conjuntamente reduciendo la tasa de crecimiento de las bacterias (Christian, 2000).

3.5 Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua es la habilidad que exhibe la carne para retener el agua que se encuentra en ella durante la aplicación de fuerzas externas como cortes, calentamiento, trituración y prensado, depende del tipo y concentración de la proteína, de la presencia de hidratos de carbono, lípidos, y sales, al igual que del pH. Para la industria transformadora de carnes significa la habilidad que tiene la carne para retener el agua contenida o agregada, de tal manera que no se separe en las diferentes operaciones de transformación (Arango; Restrepo s.f).

La capacidad de retención de agua es importante desde el punto de vista sensorial, nutritivo y tecnológico. Desde el punto de vista sensorial va a tener importancia en la jugosidad, textura, color y dureza de la carne. Desde el punto de vista nutritivo, una carne con una capacidad de retención de agua baja, pierde agua, minerales y todos aquellos componentes solubilizados como proteínas vitaminas etc. Desde el punto de vista tecnológico, carnes con baja capacidad de retención de agua producirán goteo mientras que carnes con alta capacidad de retención de agua producirán hinchamiento.

Uno de los factores que favorecen al uso adecuado y mejor aprovechamiento de las carnes, es entonces la capacidad de retención de agua. Este valor depende en gran manera de algunas variables como ser: tiempo entre el sacrificio y el procesamiento, edad del animal, velocidad de almacenamiento, tipo de tejido a utilizar (Wirth 1992).

Muchas de las propiedades físicas de la carne dependen de su CRA, entre ellas: color, textura y jugosidad. Cuando los tejidos tienen poca CRA, las pérdidas de humedad y consecuentemente de peso durante su almacenamiento son grandes. Esta pérdida de humedad tiene lugar en la superficie del producto expuesta al aire dando la apariencia de un producto deshidratado (Forrest et al. 1974).

Por otro lado, la solubilización de la proteína es otro factor de suma importancia para la obtención de un buen embutido escaldado en lo que respecta a fijación de agua y de grasa); Se deben utilizar concentraciones adecuadas de sal, cuando se utilizan concentraciones mayores a 1 M , la CRA disminuye debido a que el exceso de iones salinos que no han reaccionado con la proteína compiten con esta para establecer enlaces con el agua, no dejando agua suficiente para interactuar con las proteínas, trayendo como consecuencia la agregación y precipitación de dichas proteínas (Fennema, 1977).

(Carballo y López de Torre, 1991).Determina dos importantes parámetros económicos: las pérdidas de peso y la calidad de los productos obtenidos. Las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de distribución y transformación y pueden alcanzar al 4-5% del peso inicial, siendo corrientes pérdidas del 1,5 al 2%.(Hazlewood y col., 1974)

Las pérdidas de peso y palatabilidad son también un efecto de disminución de la CRA. En los productos procesados es importante tener una proporción adecuada de proteína/agua, tanto para fines de aceptación organoléptica como para obtener un rendimiento suficiente en el peso del producto terminado. (Medina, LA.2009)

Factores que afectan la CRA son la cantidad de grasa, el PH y el tiempo que ha transcurrido desde el deshuesado. Se considera que un máximo de 5% del agua total del músculo está ligada a través de grupos hidrofílicos de las proteínas, agua fuertemente ligada (Medina, LA.2009).

3.5.1 Factores que afectan la CRA

a) Tiempo de refrigeración: La velocidad de refrigeración indicará la capacidad de retención de agua. Si la refrigeración es lenta (6 a 10 horas para congelamiento total), se aumentará la capacidad de retención de agua. Por el contrario si la refrigeración es rápida

(cuatro a seis horas para congelamiento total) su valor de retención de agua disminuirá (Wirth 1992).

b) Tipo de tejido y edad del animal: El tipo de tejido a utilizar tiene relación íntima con la capacidad de retención de agua, buen mezclado, capacidad de combinación, vida de anaquel, y muchas otras características del producto final. El tejido muscular tiene una mayor absorción en comparación al conectivo y graso. La grasa por su composición química no le permite mezclarse con el agua, el tejido conectivo es menos poroso que el muscular y animales de menor edad tienen mejor capacidad de retención de agua (Wirth 1992).

c) Tiempo entre sacrificio y procesado: Se ha comprobado que la mayor capacidad de retención de agua la tiene la carne caliente, o sea la carne de animales recién sacrificados. En el caso de los bovinos la capacidad de retención de agua se habrá reducido en un 40%, 12 horas después del sacrificio, mientras que en los cerdos este tiempo es de una hora (Wirth 1992).

d) Concentración de sal y pH: La sal aumenta significativamente la capacidad de retención de agua de la carne al desplazar el punto isoeléctrico a un pH de aproximadamente 2.5, esto se efectúa por medio de la contribución de las cargas negativas del ion cloruro, lo que causa un desequilibrio en la carga de las proteínas, y por lo tanto aumenta la repulsión entre ellas (Lynn, citado por Paguada 2008).

e) Carne PSE (pálida, suave y exudativa) y DFD (oscura y untuosa): Estas son dos alteraciones que se presentan en la carne modificando su pH, lo que influye en la capacidad de retención de agua y por consiguiente en la elaboración de los embutidos. Afectan mayormente a las canales porcinas y en menor escala a las bovinas. No perjudican toda la musculatura, pero si algunas piezas como los músculos dorsales y músculos de jamón que gozan de mayor valor (Wirth 1992).

3.6 Tipos de carne PSE Y DFD

3.6.1 Carne PSE

(Offer y Trinick 1983) plantearon que la desnaturalización de la miosina puede causar una pérdida de cargas eléctricas en los Filamentos cruzados entre la actina y la miosina, haciendo que el retículo que forma los filamentos se encoja originando pérdidas de agua.

El tiempo que la carne necesita normalmente para llegar a su pH final (5.8) es de 6 a 12 horas, en las carne PSE este descenso de pH se da en apenas una (1) hora, esto debido a que la glucólisis se produce en forma acelerada. En solo una hora la carne aún posee una temperatura elevada, lo que origina, en parte, una desnaturalización de la proteína cárnica que se manifiesta en una disminución de la capacidad de fijación de agua (Wirth 1992).

Esta carne se distingue por presentar una superficie exudativa, acuosa. Debido a su baja capacidad de fijación de agua la carne PSE es inadecuada o poco apropiada para la elaboración de productos que requieran un alto valor de fijación de agua. Sin embargo, para la elaboración de embutidos la masa cárnica proviene de distintas canales con lo que se puede llegar a tener un equilibrio de pH, es por eso que no debemos sobrevalorar el valor de PSE (Wirth 1992).

Al producirse una bajada brusca de pH en la canal cuando la temperatura todavía se encuentra en torno a los 37°C (temperatura que tenía el animal en vivo), se produce la desnaturalización de las proteínas: esto hace que no sean capaces de retener agua, y que ésta salga al espacio intercelular, dando lugar a carnes. (Cipitria, AS.2008)

La flacidez de la carne PSE parece deberse a que el colapso del retículo de los miofilamentos y la expansión de los fluidos sarcoplásmico e intercelular disminuye la firmeza o turgencia de la carne, (Swatland, 1992).

3.6.2 Carne DFD

La condición DFD está asociada con un alto pH y no tiene un origen genético, sino que es provocada por un prolongado estrés en el periodo anterior al sacrificio, que conduce a que se agote prácticamente el glucógeno o haya un bajo contenido en los músculos de los animales cuando son sacrificados.(Andújar , G. et al .2003)

El glucógeno puede llegar a agotarse en situaciones de stress para el animal a consecuencia de un aumento en la glucógenolisis y la lipólisis. Esto se traduce en una reducción del proceso de glucólisis post-mortem, resultando en un pH final mayor del requerido. Como consecuencia, las proteínas tienden a aumentar su capacidad de enlace, y por tanto, su capacidad de retener agua. (Cipitria, AS.2008

Cuando la glucólisis se produce muy retardada, o casi no se produce, entonces se presenta la carne DFD. En este caso, debido a las insuficiencias de glucógeno en la musculatura, la carne no alcanza en ningún momento los valores de pH normales, logrando solamente un pH final de 6,2 o incluso valores mayores (Wirth 1992).

Con un alto valor de pH aumenta la capacidad de fijación de agua, por lo que la carne DFD resultaría muy adecuada para el procesamiento, sin embargo presenta limitaciones en la conservación, dado que los valores que influyen en un pH más elevado originan un deterioro microbiano más rápido (Wirth 1992). 10

En el caso de las carnes DFD presenta condiciones similares a la carne PSE por que la masa cárnica bien mezclada y proveniente de distintas canales puede llegar a neutralizar el pH y disminuir el efecto DFD (Wirth 1992).

La actina y la miosina son las proteínas más importantes de la carne, se encargan de la retención de agua, las cuales no son solubles en agua, solamente en soluciones salinas, por ello, la concentración de sal es importante, ya que permite el hinchamiento de la proteína

cárnica y en parte provoca la solubilización de las proteínas. La cantidad total de sal está dada por las sales genuinas de la carne, que se encuentran en el jugo cárnico, más las sales agregadas (sal común, nitrito, citrato, fosfatos) (Hamm 1960).

También mediante la adición de coadyuvantes como citrato y lactato para el procesado, se aumenta la cantidad de sal y con ello la inhibición y la solubilidad de las proteínas cárnicas.

En Alemania para la elaboración de embutidos a partir de carnes que no sean calientes se permite hasta un 0,3% de ácidos comestibles en forma de sales sódicas (Wirth 1992).

Al momento del sacrificio la carne tiene un pH de 7.2, pero este en las horas posteriores va descendiendo hasta tener un pH de 5.8, lo que tiene una influencia en la capacidad de retención de agua. El descenso del pH en la carne después del sacrificio se da de manera normal, debido a la formación de ácido láctico a partir de glucógeno y en parte por la denominada maduración de la carne. A medida que el pH desciende la proteína sede agua (Wirth 1992).

3.7 Capacidad de Emulsificación (CE)

Se define como la cantidad de grasa que se puede emulsificar en una pasta de carne; esta es la característica básica de las salchichas y de los embutidos emulsificados tales como mortadela, pate, entre otros. Los factores como pH, temperatura y cantidad de grasa presente, influyen en la CE. (Fenemma, 1993).

Las emulsiones cárnicas son elaboradas con carnes frescas, con alta capacidad de retención de agua (CRA) y un PH alto (5.8 a 6.4). La carne de animales jóvenes y magros, recién sacrificados es la más apropiada, ya que permite aumentar el poder emulsificante y aglutinante, porque sus proteínas se desprenden con mayor facilidad. (Maya, JA.2008)

Los embutidos de pasta fina son productos de humedad intermedia, lo que significa que pueden consumirse sin necesidad de re-hidratarlos. No son estériles, lo que implica necesariamente la refrigeración en todas las etapas de su almacenamiento, transporte y venta (Girard, 1991).

Los embutidos forman parte de las emulsiones cárnicas. Estructuralmente, esta emulsión consiste en una matriz de musculo y fibras del tejido conectivo suspendido en un medio acuoso que contiene proteínas solubles y partículas de grasa (Forrest, J.C., et.al 1975)

La capacidad de emulsión está inversamente relacionada con la temperatura. La falta de control en la temperatura provoca inestabilidad en la emulsión haciendo que la grasa se funda antes que la proteína actúe como agente emulsificador o si la temperatura sube bruscamente la grasa se expande, la capa proteica se contrae y las partículas se colapsan (Introducción a la Tecnología de Alimentos, 2000).

Para la obtención de una buena emulsión cárnica, se necesita aumentar el pH y, por consiguiente, aumentará la capacidad de retención de agua y la capacidad de emulsión de la mezcla, lo que se logra con la adición de sales como el Cloruro de Sodio y los Fosfatos. A la vez, es necesario evitar que la temperatura de la mezcla aumente para impedir la fundición de grasas, lo cual se evita con la adición de hielo en lugar de agua a temperatura ambiente. (Romano, MA.et al. 2012).

Estudios han demostrado que la capacidad de emulsión aumenta al subir el pH (Knipe, 2011)

3.8 Funciones de los ingredientes no cárnicos en los embutidos

Sal: es el ingrediente más común en los embutidos. Cualquier tipo de embutido contendrá entre un 1 a 5% de sal en el producto final. la sal desempeña funciones muy importantes

como las siguientes: da sabor, funciona como conservante y solubiliza proteínas. La sal sirve como conservante llevando a retardar el crecimiento microbiano. La capacidad de la sal de solubilizar las proteínas miofibrilares es de vital importancia debido a que solubilizadas estas proteínas sirven como envoltura a las partículas de grasa uniendo agua, dando lugar a una emulsión más estable (Price & Schweigert, 1994, p. 420-421).

Fosfatos. Son componentes naturales de casi todos los alimentos. Su empleo en todos los campos de la tecnología alimentaria obedece a sus valiosas propiedades específicas en la fabricación de alimentos. En el tratamiento de la carne, los fosfatos se emplean en la fabricación de embutidos y artículos curados y cocidos. favorecen el proceso de emulsión, ya que estimulan la dispersión molecular. Otro efecto de los fosfatos es su acción conservadora, estos impiden o retrasan la oxidación de las grasas insaturadas de los sistemas alimentarios, a la vez que inhiben el crecimiento de microorganismos presentes. (Prandl, Fischer, Schmidhofer & Sinell, p. 522-524).

Es uno de los más utilizados en las carnes para alcanzar una capacidad de retención de agua. este efecto aumenta el rendimiento (Sánchez, MT.2003).

Almidón: se extrae principalmente de cereales, tubérculos y frutas. Existen diferentes formas de almidón. Cada una de sus formas posee características independientes en la industria alimentaria, ya que influyen en las propiedades sensoriales porque son hidratables y además presentan gelatinización a ciertas temperaturas. también ayuda a que la carne retenga mayor proporción de agua que se encuentra englobada entre las porciones gelatinizadas y en aquellos jugos liberados durante el tratamiento térmico. esta retención de agua hace que disminuya la pérdida de peso.

Condimentos: Se utilizan condimentos y especias naturales es común encontrar los unipack, los cuales llevan mezclas preparadas y específicas para cada producto. Deben mantenerse en empaques originales, no humedecerlos ni contaminarlos (Maya, JA.2008).

Ligantes: presentes en la carne son aditivos proteicos, definidos como proteínas no cárnicas. Mejoran la consistencia Se encuentran naturalmente en la mayoría de los alimentos y son vitales para la vida de los organismos (Henson, 1992).

Espesantes: La principal función de los espesantes, es la de ligar agua, ayudando así a la estabilización de la emulsión que liga el exceso de agua que la emulsión puede soportar (Mittal et al, 1985).

En la preparación de embutidos, los ingredientes más importantes son la carne y la grasa, que son los que forman la pasta, el resto de los ingredientes tales como la sal , especias, etc., determinan las características organolépticas del producto final.(Forrest et al, 1974).

3.9 Tecnología de la elaboración

Picado: Esta operación consiste en picar los trozos de carne, agregándole a su vez cierta cantidad de sal, para lograr una buena extracción de proteínas miofibrilares y así poder lograr una buena estabilidad de emulsión y un buen gel (Girard, 1991).

El grado de molido dependerá del tipo de producto que se quiera obtener. Así, algunos productos procesados requieren un tamaño de partícula más grande pero en otros el tamaño de partícula es tan pequeño que se logra formar una emulsión (Forrest et al, 1974).

Es importante el control de temperatura en esta operación que no debe de sobrepasar los 4°C ya que las temperaturas óptimas para la extracción de las proteínas contraíbles están entre los 4 y 7°C esta temperatura final debe ser controlada durante el mezclado y la reducción de tamaño de la emulsificadora (GRUPO NORIEGA .2000)

Mezclado: Se conjugan los procesos de picado, formación de la emulsión e incorporación del resto de ingredientes. durante todo el proceso la temperatura no debe de exceder los 10-12 °C para mantener la funcionalidad de las proteínas, por lo tanto, el proceso debe realizarse en cuartos fríos y/ o con la adición de hielo cual tiene como finalidad ajustar la humedad del producto. Posteriormente son agregados el resto de los ingredientes (Rust, 1975).

La pasta o masa cruda es un producto intermedio que a través del tratamiento por calor adquiere las características del producto final. Para el proceso de calentamiento la masa, que es viscosa y posee capacidad para fluir, requiere de una funda que es la que determina la forma final del producto (Pérez, 1992).

Tripas artificiales

Las tripas que se utilizan para los productos artesanales son preferentemente de cordero, pero en la elaboración de productos de consumo masivo, sobre todo los que expenden sin piel, se utilizan tripas celulósicas, que sirven para mantener la forma hasta que se coagula la proteína durante la cocción y luego se eliminan mediante una maquina especial.(Girard, 1991).

Las tripas de celulosa Están constituidas por material impermeable al vapor de agua y a los gases puede considerarse que están cerradas herméticamente, siempre y cuando se sometan a una temperatura de 80° C.

Llenado de las tripas y sus riesgos

Es importante el llenado en la elaboración del producto cárnico ya que un mal llenado puede suponer que el producto final sea defectuoso .la presión del llenado debe ser la

adecuada y el diámetro del tubo de llenado debe tener un tamaño que permita acomodarse al calibre de las tripas utilizadas en el proceso .evitar la presencia de aire, que pueda aparecer tanto en la masa como en el llenado (RODRIGUEZ, MJ.2006)

Fraccionado y atado: Luego de que la pasta ha sido embutida dentro de la funda, en el caso de salchichas pequeñas como las de tipo salchicha, la división se logra girando la funda. Esta operación se puede realizar a mano o mecánicamente (Kramlich, 1982).

Humo líquido: Los métodos alternativos de aplicación de humo se han desarrollado como resultado de la necesidad de tener un mayor control sobre el proceso, y la reducción de la contaminación resultante de la descarga del humo; entre estos tenemos la utilización de humo líquido cual se puede adaptar fácilmente en las líneas del proceso (Rust, 1975).

Con el humo líquido solo se le da el sabor al producto y se pierden ventajas. Para el ahumado de una salchicha se recomienda un tiempo de exposición al humo de 20 a 30 minutos con temperaturas de 60°C y 65°C.

Pueden hacerse aplicaciones directamente a la masa durante su mezclado, por inmersión del producto en una solución de aroma de humo, mediante inyección, o atomización (Rust, 1975). También se ha reportado que algunos componentes del humo, confieren propiedades que limitan el crecimiento de bacterias tales como *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Listeria spp* y *Staphylococcus áureos* (Labell, 1996; Brandt, 2003).

Tratamiento térmico/ cocción: El objetivo de la cocción es lograr un producto en el que se haya logrado consolidar la estructura proteica característica del embutido, Minimizar el desarrollo bacteriano, lograr una buena coloración uniforme, incluyendo el centro de la masa del producto, si se ahúma, lograr el color externo y la aromatización característica de estos productos (F.WIRTH 1992)

En la cocción, las pérdidas de agua o fluidos dependen principalmente de la temperatura del producto y en grado más pequeño del tiempo de cocción. Existe un gran incremento en las pérdidas entre las temperaturas de 50-60°C, el 80-100% de la pérdida total se produce en el tiempo en que la muestra alcanza 80°C en una pieza grande de carne o producto cárnico, las pérdidas totales dependen de las temperaturas alcanzadas a diferentes profundidades. Así, por ejemplo, para el mismo producto cocido a la misma temperatura en el centro (RANKEN, MD.2003)

Temperaturas de cocción elevadas y prolongadas en los embutidos presentan los siguientes defectos como ser: ruptura de la tripa, separación de la grasa (Apolo, JD.2009).

Defectos en los embutidos cocidos y sus causas se mencionan a continuación:

1. Embutidos rotos: tiempo de ahumado largo, altas temperaturas de cocción.
2. Separación de grasa: debido a temperaturas de cocción elevadas, enfriado inadecuado.
3. Núcleo central gris y rojo: Cocción a una temperatura baja o duración corta.
4. Acidificación: las bacterias se proliferan y producen ácido por ser almacenadas a altas temperaturas y enfriamiento lento e incorrecto. (Amerling, C.2001)

Una cocción rápida proporciona temperaturas superficiales altas, por consiguiente elevadas pérdidas en la superficie. Esto significa unas pérdidas totales altas. La cocción más lenta origina temperaturas superficiales más bajas (para una misma temperatura central), por lo tanto, unas pérdidas más bajas en la superficie, con las mismas pérdidas totales serán más bajas. Parte del agua perdida se puede reabsorber si la carne permanece en contacto con el líquido durante el enfriamiento. (RANKEN, MD.2003)

Temperaturas significativas en la cocción mientras el agua está presente, la temperatura no puede ser más alta de 100°C; a causa del alto contenido en agua de la carne magra; esto significa que en la práctica la temperatura en el centro de casi todas las piezas de carne no excederá de 100°C cualquiera que sean las condiciones externas de la cocción. (RANKEN, MD.2003)

Colocar las salchichas en el horno de secado y cocción las 2 operaciones se llevan a cabo en la misma cámara, programando temperaturas y tiempos indicados para eso es importante conocer la temperatura interna del producto (máximo 72°C); por lo cual se recomienda la utilización de un termopar, para el control continuo de la temperatura. por lo tanto, el objetivo de esta operación es el secado y cocimiento de la salchicha a la temperatura adecuada.

La forma de controlar las condiciones de cocimiento temperaturas, humedad relativa depende del tipo de proceso relacionado directamente con el equipo con que se cuenta y del tiempo de cocimiento. la humedad relativa se realiza con humidificadores cuando se realiza con aire caliente y vapor , en la sección del secado

Generalmente es más recomendable utilizar más de una etapa de cocción con aumento progresivo en la temperatura de la cámara. Como durante toda esta etapa se va a tener una humedad relativa del 100%, se hará referencia a la temperatura de la cámara sin diferenciar la de bulbo seco y la de bulbo húmedo. Cuando el proceso es continuo, los hornos que se utilizan son Alkar y fessman (Grupo Noriega.2000).

La primera etapa de cocción podría tener una temperatura que sea 3°C a 5°C mayor que la utilizada en la etapa de aire caliente. El tiempo utilizado en esta etapa va a depender del diámetro del producto, pero debe ser el necesario para aumentar la temperatura interna del producto hasta un valor de 44°C aproximadamente. El sensor de temperatura interna debe ser colocado desde el comienzo del proceso.

Una vez el producto alcance esta temperatura, el programa puede cambiar a la segunda etapa de cocción. a partir de esta etapa, se sigue escalonando la temperatura de la cámara de forma tal que el producto aumente su temperatura interna en 10°C a 15°C con respecto a la etapa anterior. ya que se utiliza vapor directo. La duración de esta etapa estará controlada por la temperatura interna del producto. Dicha temperatura debe alcanzar un valor mínimo de 72°C y no debe sobrepasar el valor máximo de 80°C.

Duchado

El duchado puede ser realizado dentro de la cámara si el horno tiene esta opción incluida, o en una ducha externa. El duchado de los productos cárnicos es de vital importancia y debe procurarse no omitirlo bajo ninguna circunstancia.

Enfriamiento:

El objetivo de este producto es que el producto disminuya su temperatura de 72°C que es la temperatura que sale de la etapa de cocimiento hasta una temperatura de 40°C dependiendo del calibre de la salchicha. Con el proceso de enfriado se obtiene la formación de un mejor gel, además de lograrse el choque térmico necesario para finalizar el proceso de pasteurización (Frey, 1995).

Es común que se utilice la salmuera de cloruro de sodio para el enfriamiento de salchichas en hornos las concentraciones de sal que se recomiendan son 12°Baume, lográndose temperaturas de enfriamiento de -4 a 0°C el cocimiento de los productos se hizo en hornos es común el uso de salmueras.

Empacado:

En esta etapa las variables de control son: la temperatura la cual no se debe sobrepasar de 8°C (Grupo Noriega,2000).

3.10 Clasificación y determinación de causas del problema

Para contrarrestar un problema se deberá iniciar con determinar las causas principales, partiendo de ellas como la base de la solución, saber en dónde se encuentran ubicadas las zonas que representan de manera significativa la causa del inconveniente, deberá ser necesario establecer cuáles son las áreas puntual y cuáles son las causas de origen. Existen varias formas de fijar en dónde se encuentran ubicadas las principales causas, una forma de hacerlo es utilizando el método científico al momento de observar, a través de lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa o Causa-efecto, Con el establecimiento de las causas no se soluciona el problema; el uso de una metodología proporcionara la relación que existe entre las causas potenciales y el efecto de los inconvenientes (Pulido 2005).

3.10.1 Diagrama de causa-efecto, o Diagrama Ishikawa

Es un gráfico que demuestra las relaciones entre una característica, sus factores y causas. (Galgano,A.1995). recibe el nombre de su creador,kaoru Ishikawa y también el de espina de pescado por la forma que adquieren. Son una forma gráfica de representar el conjunto de causas potenciales que podrían estar provocando el problema bajo estudio o influir en una determinada característica de calidad.

Al utilizar el diagrama Ishikawa en el control de calidad de los productos se mencionan cualidades importantes al momento de terminar las causas potenciales para resolver un problema.

3.10.2 Cualidades importantes de control de calidad

Entre ellas la búsqueda de causas: un diagrama bien elaborado causa-efecto nos ayudara a localizar las causas de la disminución de calidad.

La mejora del conocimiento del proceso: genera un tipo de aprendizaje que mejora el conocimiento que los expertos tienen sobre el mismo, lo que redundará a una mejora de la calidad del proceso (Vicente ,CA.1998).

Por último asume la forma de espina de un pez. Una vez elaborado el diagrama representa de forma ordenada y completa todas las causas que pueden determinar cierto problema ya que constituye una útil base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas, es decir el auténtico análisis causa-efecto. (Galgano, A.1995)

Para esto se debe agrupar las seis M por categoría que las más comunes son máquinas mediciones, mano de obra, método de trabajo, materiales, medio ambiente se muestra en la Figura 1.

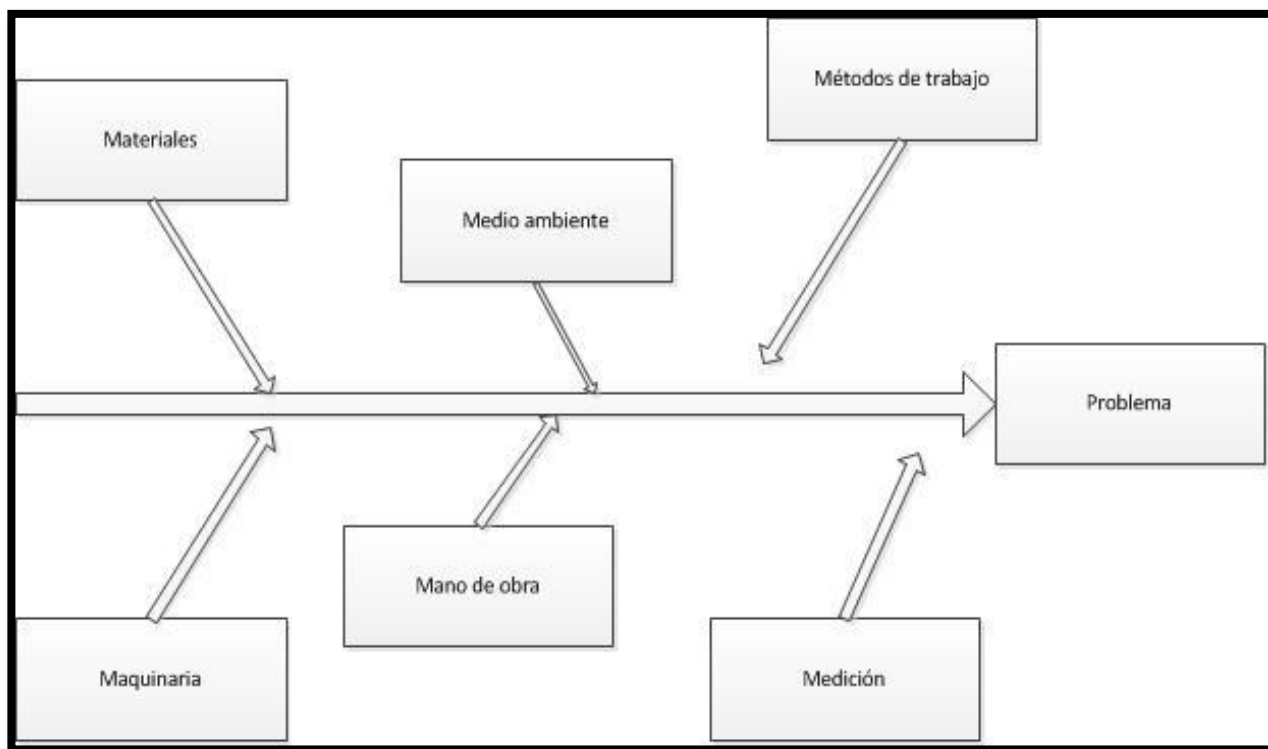


Figura 1. Diagrama de causa-efecto

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del sitio

El trabajo se realizó en las instalaciones de la planta DELICIA en la Empresa Cargill, localizada en la ciudad de San Pedro Sula en colonia las palmas entre 18 y 19 calle 6 avenida.

4.2. Materiales y equipo

4.2.1 Papelería

Libreta y lápiz para recopilación de datos, calculadora.

4.2.2 Equipos para elaboración del producto

Cortadora de carne o cutter, molino, bascula, termómetro, maquina cozzini-1, embutidora, ahumadora, hornos Alkar 1,2 y hornos atmos, cámara de enfriamiento, máquina cortadora del producto, empacadora multipac.

Equipo para la protección personal

Botas, guantes, casco, orejeras, redecilla, tapa boquilla, gabacha

4.3 Variables evaluadas

4.3.1 Variable temperatura

Se midió en grados Fahrenheit (F°) en las etapas del proceso desde el mezclado hasta empaque con mayor énfasis en cocción y enfriamiento.

4.3.2 Variable tiempo

Se midió la duración en minutos por cada tratamiento en cada etapa del proceso.

4.3.3 Variable rendimiento

Finalizada la recolección de datos de cada uno de los pesos en cada etapa, se procedió a realizar el análisis de las mermas de los productos cárnicos embutidos objetos de revisión estableciendo la relación porcentual entre el peso inicial y final en las etapas de la elaboración de salchichas y para determinar el rendimiento se utilizó de la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{lbs. del producto terminado}}{\text{lbs. de producto inicial}} \times 100$$

4.4 Manejo de la investigación

Los tipos de salchicha evaluadas se describen a continuación:

Hot dog queso Este producto es de consistencia gruesa, pero su proceso lleva pasta fina, ya que sus ingredientes se trituran en el cutter un 100%. el tipo de materia prima que se utiliza es emulsión de piel de pollo, cuero de cerdo, CMD importado, CMD norteño, el reproceso que se utiliza es de mortadela, jamones y chuleta se utilizó tripa de tipo celulosa 28/95

corrugada, siete unidades por vuelta con diesciocho vueltas por varilla con un peso de embutido de 480-490 gramos, un largo de cola de 10 cm, largo de unidad de 110 mm de diámetro de 26-27 mm, peso mínimo unitario de embutidos de 59.25 gr al momento de empacarlo se introducen ocho unidades con un peso por paquete de 475-484 gr.

Hot dog pollo norteño es uno de los productos de pasta fina. la materia prima utilizada fue trimming de pollo, CDM importado, no se utilizó reproceso, se embutió el producto en tripa tipo celulosa 28/95 sin impresión corrugada un diámetro del producto de 26 mm, largo de cola de 10-15cm con aceptación del mercado de ocho unidades de 475-484 gr.

Big dog delicia La materia prima que se utilizó carne mecánicamente deshuesada de pavo (MDT), CDM norteño, emulsión de cuero de cerdo CDM importado, la tripa utilizada es celulosa impresa largo de cola del producto de 10-15cm.

Hot dog delicia La materia prima que se utilizó carne CDM norteño, emulsión de cuero de cerdo, se embutió el producto en tripa tipo celulosa con impresión de pequeño calibre al momento de empacar se hizo a granel de 1590 gr y paquetes de 385 gr

4.4.1 Tamaño de la muestra

Se trabajó con muestras del tamaño de las tandas de producción empleadas en la empresa, los que varían entre dos mil setecientos cincuenta libras, dos mil quinientos, dos mil trecientos libras.

4.4.2 Medición de temperaturas, tiempos

Se procedió a la medición de las temperaturas aplicadas a los productos en cada etapa del proceso la frecuencia utilizada fue de 10 minutos de tal manera que con los registro se puede apreciar de mejor manera el comportamiento de temperatura. Simultáneamente se midió la variable tiempo registrando la duración en minutos de las etapas del proceso.

Cuadro 1. Descripción del proceso de elaboración de salchichas

ETAPAS	PROCEDIMIENTO
Selección de materia prima	Se seleccionó CDM importado, CDM norteño, MDT, piel de pollo, cuero de cerdo.
Proceso molienda	Se cortó la carne luego se pesó en la báscula ubicada en producción, se pasó carne al molino para reducir el tamaño preparar un fácil mezclado.
Proceso mezclado	Se descargó la materia prima a la mezcladora, se agregó agua a temperatura 120°F-130°F. Se agregó ingredientes, y se dejó en reserva por 7 minutos Se utilizó agua normal a temperatura 80°F-100°F, se dejó los ingredientes reposar por 3 minutos. Se agregó reproceso, y emulsifico por medio del sistema de reducción con vacío, T° salida del emulsificador fue de 50°F-58°F. la pasta se pesó incluyendo los buggies en la báscula para obtener los pesos antes de ser embutidos.
Proceso de embutición	Se utilizó maquina Vemag 2 que demarco las piezas y unidades que se embutieron Se utilizó tripas de celulosa, colágeno corrugado.
Proceso de ahumado	Se colocó producto embutido en la ahumadora, que ducho al producto con humo líquido 3-4 minutos, se trasladó en los carros a la báscula ubicada en los hornos se procedió a recolectar los pesos antes de entrar a cocción.

Ver flujo-grama en anexo 7.

Cuadro 2. Etapas del proceso evaluadas para la determinación en rendimiento

ETAPAS	PROCEDIMIENTO	FORMULAS
Proceso de cocción	Peso del producto crudo en lbs. Temperatura Tiempo Peso del producto al salir del horno. Rendimiento.	Determinación de merma $\frac{\text{peso crudo} - \text{peso cocido}}{\text{peso crudo}} \times 100$ Determinación de rendimiento: $\frac{\text{peso cocido}}{\text{peso crudo}} \times 100$
Proceso de Enfriamiento	Peso producto cocido en lbs. Temperatura Tiempo Peso del producto al salir de enfriamiento. Rendimiento	Determinación de merma: $\frac{\text{peso cocido} - \text{peso enfriado}}{\text{peso crudo}} \times 100$ Determinación de rendimiento: $\frac{\text{peso cocido}}{\text{peso enfriado}} \times 100$
Proceso de corte	Producto fue cortado en piezas individuales se ingresaron en cestas.	Pesado en la báscula Se anotó los pesos y se procedió a empaque
Proceso de empaque	Peso final de enfriamiento Temperatura Rendimiento	Determinación de merma: $\frac{\text{peso empacado} - \text{peso enfriado}}{\text{peso crudo}} \times 100$ Determinación de rendimiento: $\frac{\text{peso empacado}}{\text{peso enfriado}} \times 100$
Evaluar rendimiento total del producto	Se cuantifico en qué etapa se presentó más pérdidas se realizó análisis estadístico se utilizó diagrama causa-efecto.	Determinación de merma: $\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$ Determinación de rendimiento: $\frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso final}} \times 100$

Ver flujo-grama en anexo 8.

4.5 Modelo estadístico aplicado

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo en parcelas divididas donde la parcela grande fueron los productos elaborados (ver cuadro 3.), las 5 semanas fueron los bloques y las sub-parcelas los procesos (tres). Se estudiaron los procesos de cocción, proceso de enfriamiento, proceso de empaque dando un total de 20 unidades experimentales.

Cuadro 3. Modelo estadístico aplicado.

Semanas	Hot dog queso	Hot dog pollo	Big dog delicia	Hot dog delicia
Semana 1	Procesos evaluados tratamientos			
	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque
Semana 2	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque
Semana 3	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque
Semana 4	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento Empaque
Semana 5	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque	Cocción Enfriamiento Empaque	Cocción Enfriamiento empaque

Tipo de productos	Tipo de procesos	Tratamientos
A₁ =Hot dog queso	B₁ = Proceso de cocción	T₁ = Proceso de cocción
A₂ = Hot dog pollo	B₂ =Proceso de enfriamiento	T₂ = Proceso de enfriamiento
A₃ = Big dog delicia	B₃ = Proceso de empaque	T₃ = Proceso de empaque
A₄ =Hot dog delicia		

4.6 Análisis Estadístico

Se introdujeron los datos a un análisis de varianza, para determinar en qué proceso se presentaron mayores pérdidas. Para el análisis de varianza, se utilizó la prueba de medias de Fisher al 5% de probabilidad. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico de varianza (ANAVA) en el software infoStat para luego ser interpretados.

4.6.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + B_i P_j + S_k + S_i P_j + BPS$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta correspondiente al efecto i-ésimo factor A y el j-ésimo factor B.

μ = Media general de las observaciones

B_i = Efecto del i-ésimo bloque o semana

P_j = Efecto de la j-ésimo parcela o producto

$B_i P_j$ = Interacción entre el i-ésimo semana y el j-ésimo producto.

S_k = k-ésimo proceso

$S_i P_j$ = interacción entre el i-ésimo proceso y el j-ésimo producto

BPS = Error experimental.

4.7 Diagrama causa-efecto

Se estudiaron los factores del proceso de cocción, enfriamiento y empaque para analizar las causas que provocan el problema de las mermas durante el proceso de elaboración de salchichas. Se estableció un modelo de causa-efecto o diagrama causal procediendo de la siguiente manera:

Con los valores de temperatura, peso y tiempo se hizo el análisis correspondiente para poder dar respuestas a las preguntas del porqué se presentan mermas en el procesamiento de las salchichas.

Basado en las 6 M elementos definieron los procesos de manera global, se procedió a la definición de las posibles causas basándose en el diagrama Ishikawa donde se realizó lluvia de ideas junto a operarios y practicantes, se organizaron las ideas por categoría (factores y causas) se construyó el diagrama causa-efecto, se decidió cuáles son las causas sobre las que se va actuar.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentaran los resultados para cada una de las variables propuestas en la investigación.

5.1 Análisis de variable Temperatura en los procesos

En el análisis de temperaturas aplicados a los procesos de cocción y enfriado (ver Anexo 1), reflejó diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) en los mismos; mientras que resultó ser no significativa para los cuatro tipos de producto, La interacción proceso por producto resultó ser significativa ($P < 0.05$), según los resultados obtenidos.

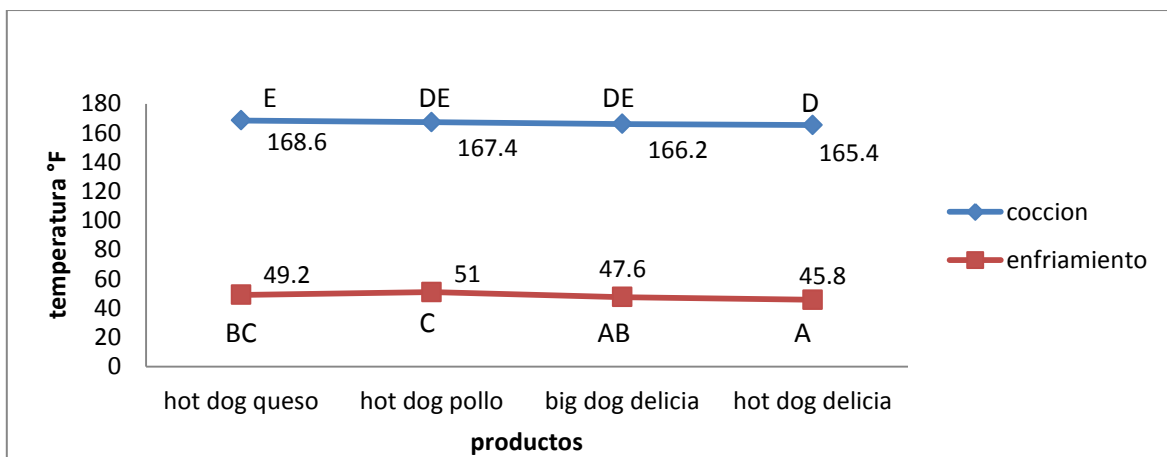


Figura 2. Grafica de los procesos para la variable temperatura

Según la prueba de Fisher de diferencias mínimas significativas el producto Hot Dog queso tiene promedio mayor de temperaturas en el proceso de cocción con 168°F reflejando una diferencia estadísticamente significativa del producto Hot dog pollo, Big dog delicia y Hot dog delicia.

En cuanto al proceso de enfriamiento aplicado se encontró que la temperatura del producto Hot dog queso tiene un promedio de 49.20°F y no es significativamente diferente al Big dog delicia con una temperatura de 47.60°F; el producto que presenta mayor temperatura en el proceso de enfriamiento es el hot dog pollo con un promedio de 51°F .

El proceso de enfriamiento presenta una temperatura media general de 48°F en todos los productos y el proceso de cocción presento temperatura general de 166°F lo que demuestra que los procesos son estadísticamente diferentes es decir que pueden ser estos factores los que influyen en el rendimiento de las salchichas (cuadro 4).

Según Ranken,MD (2003) las proteínas sarcoplasmáticas precipitan progresivamente desde los 40°C así la carne llega a ser más pálida, a causa del incremento de la luz dispersa. La mayoría de las precipitaciones se presentan por encima de 60°C; siendo completa a aproximadamente 70°C las proteínas contráctiles actina y miosina- se desnaturalizan a 65-70°C. El exudado de miosina se deposita por el calor a esta temperatura, tejido conectivo colágeno se contrae a 55-60°C; por tanto hay un incremento en las pérdidas de agua a esta temperatura. Esto puede provocar la rotura de embutidos.

De acuerdo a lo expresado por (Introducción a la Tecnología de Alimentos, 2000) la capacidad de emulsión está inversamente relacionada con la temperatura, La falta de control en la temperatura provoca inestabilidad en la emulsión haciendo que la grasa se funda antes que la proteína actúe como agente emulsificador o si la temperatura sube bruscamente la grasa se expande, la capa proteica se contrae y las partículas se colapsan.

Cuadro 4. Promedio general de las temperaturas de cocción y enfriamiento de las salchichas.

	Error: 5,6500	
	PROCESOS	Medias
P₁	Enfriamiento	48,40
P₂	Cocción	166,20

Prueba de medias Fisher (p=0,05)

5.2 Análisis de la variable tiempo en los procesos

En el análisis de los tiempos aplicados a los procesos de cocción y enfriamiento (Anexo 2) se encontró que los tiempos del producto Big dog delicia tiene un promedio de 202.8 minutos en el proceso de enfriamiento que es significativamente distinto al producto Hot dog queso , Hot dog pollo, Hot dog delicia. En cuanto al proceso de cocción se encontró que los tiempos en los productos tienen un promedio similar lo que indica que no son significativamente diferentes lo que resulta que los productos se lleva más tiempo en enfriamiento que en cocimiento.

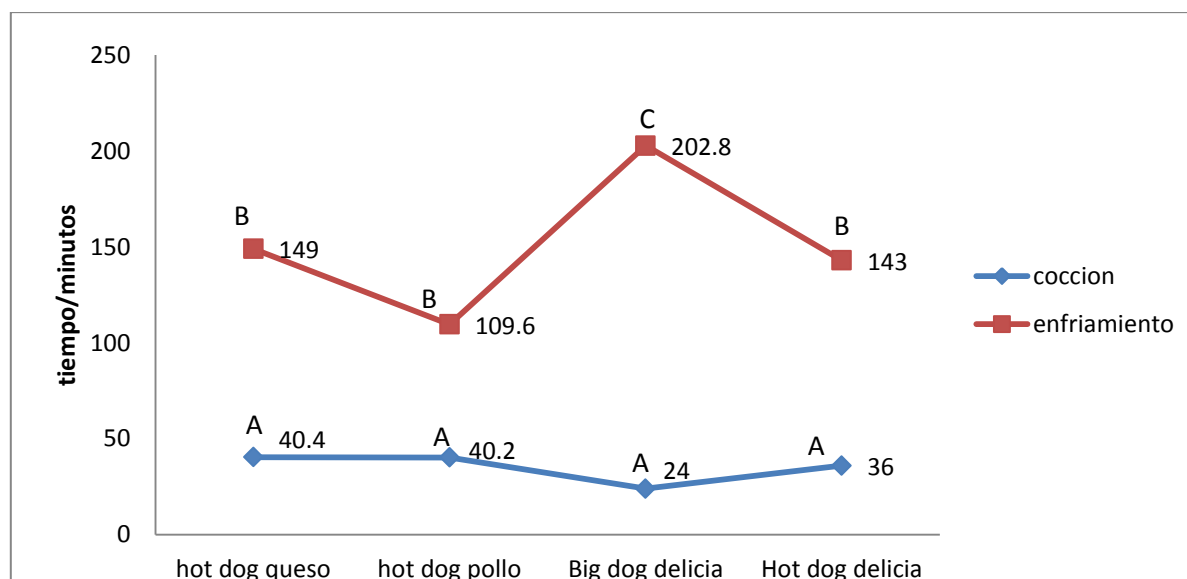


Figura 3. Tiempo total de los procesos cocción y enfriamiento por producto

En el cuadro 5 se muestra el análisis de los procesos cocción y enfriamiento los cuales presentan diferencia estadística significativamente los procesos demuestran que los productos en promedio están 35.15 minutos en cocción y 151.10 minutos en enfriamiento.

Cuadro 5. Tiempo total de los procesos de cocción y enfriamiento en los productos

Error :1454,4750	
PROCESOS	Medias
Cocción	35 ,15 ±A
Enfriamiento	151,10 ± B

Prueba de medias Fisher (p=0,05)

5.3 Análisis de variable Rendimiento del producto terminado

Para medir el efecto de los tratamientos en el rendimiento de las salchichas se estimó y se cuantifico el peso del producto inicial comparado con el rendimiento del producto al finalizar los procesos.

Al comparar los rendimientos en cada etapa del proceso se encontró que se obtiene los rendimientos más bajos en el proceso de empaque con 91.81% siendo este rendimiento estadísticamente diferente ($P < 0.05$) al rendimiento obtenido en los procesos de cocción con 97.17% y enfriamiento con 97.74%, siendo estos últimos estadísticamente semejantes.

En cuanto a los productos las pruebas Fisher de diferencias mínimas significativas demuestra que el producto Hot Dog queso es el que tiene un rendimiento más bajo en el proceso de empaque 87,05% siendo similar al Big Dog delicia cuando este pasa por el proceso de enfriamiento; por otra parte el producto que presentan un rendimiento más alto es el Big Dog delicia con 97,61% en el proceso de cocción cuyo resultado es similar al rendimiento del producto Hot Dog pollo y Hot Dog queso en el proceso de cocción y enfriamiento y el Hot Dog delicia en el proceso de empaque es similar al Hot Dog pollo, Big Dog delicia. el producto Hot dog queso, Hot dog pollo, y Big dog delicia en el proceso de cocción y enfriamiento son estadísticamente diferentes del producto cuatro en ambos procesos y en el procesos de empaque todos los producto no son significativamente diferentes (ver figura 4.)

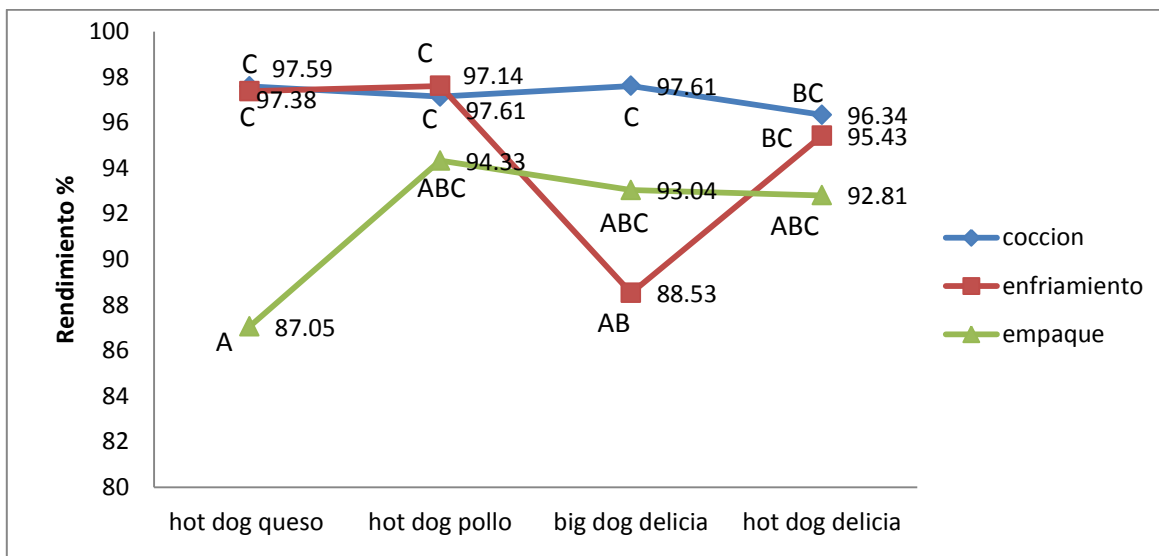


Figura 4. Rendimiento total de los procesos cocción, enfriamiento y empaque en los producto.

Los resultados muestran (Figura 5) que el hot dog queso tiene diferencias estadísticamente significativa en los procesos de cocción lo cual supera al estándar con un rendimiento de 97.59% ($T_c = -6,61 \geq T_t = -2,131$) y en el proceso de enfriamiento se encontró que existe diferencia estadística ($T_c = -3,06 \geq T_t = -2,131$) con un rendimiento de 97.38% que es inferior al estándar, no obstante están dentro del rango aceptable para empaque que no presenta diferencia estadística ($T_c = -1,52 < T_t = -2,131$) con rendimiento de 87.05%. inferior al estándar.

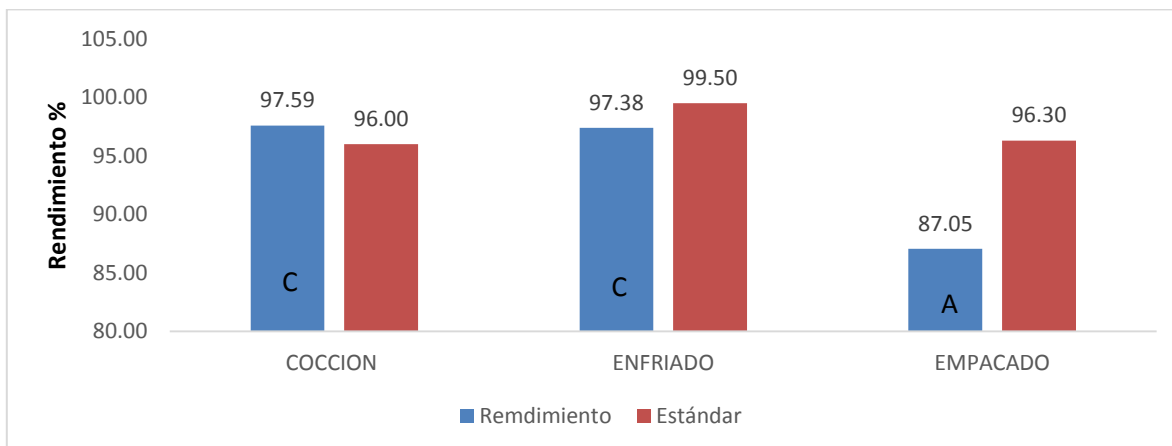


Figura 5. Gráfico de rendimiento en el Hot dog queso

La figura 6 muestra el grafico de rendimiento en los tres procesos del producto Hot Dog pollo que indica que en el proceso de cocci3n existe una diferencia estadística significativa y supera el estándar con rendimiento de 97.14% ($T_c = -3,22 \geq T_t - 2,131$) el proceso de enfriamiento presento diferencia estadística significativa en cuanto al rendimiento pero es inferior al estándar con promedio de 97.61% en general los procesos evaluados tienen incidencia en el rendimiento de la salchicha Hot Dog pollo aunque el ANAVA indica que el mismo producto no es significativamente diferente al rendimiento durante el proceso de empaque ($T_c = -2,48 \geq T_t - 2,131$).

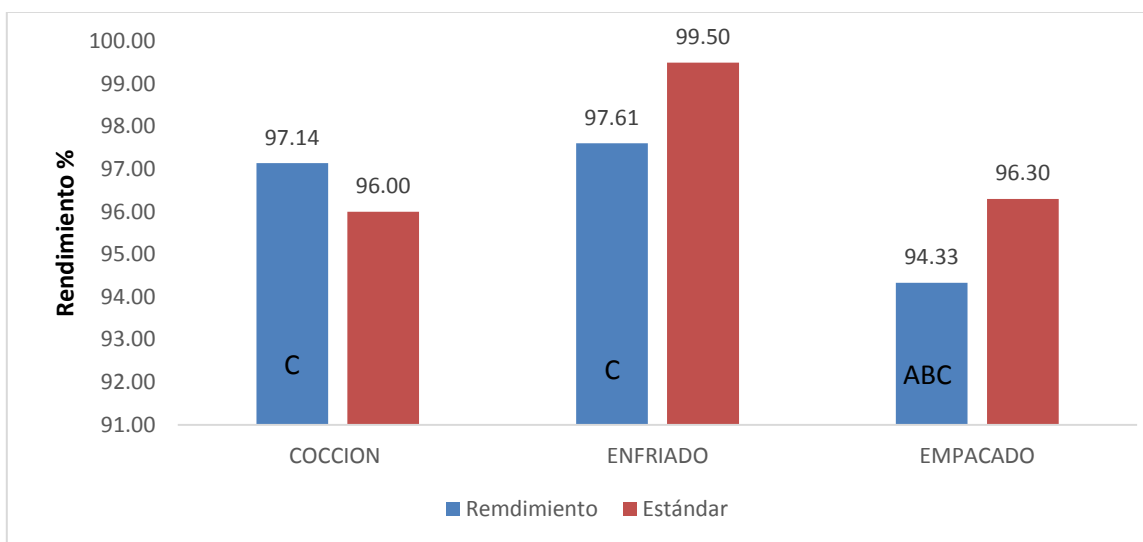


Figura 6. Gráfico de rendimiento en Hot Dog pollo

En la figura 7 se observa el comportamiento del rendimiento de los tres procesos en el producto Big Dog delicia tal como lo indica el grafico el proceso de cocci3n presenta un rendimiento que es superior al estándar con rendimiento de 97.61% y es estadísticamente significativo ($T_c - 3,28 \geq T_t - 2,131$) en proceso de enfriamiento de acuerdo a las “pruebas t” es estadísticamente significativo mientras que en el análisis estadístico no presenta significancia no tiene incidencia en el rendimiento lo cual indica que las diferencias del rendimiento son producto del azar ($T_c - 2,63 \geq T_t - 2,131$), y el proceso de empaque no presenta significancia y es inferior del estándar con 93.04% ($T_c - 1,38 \leq T_t - 2,131$).

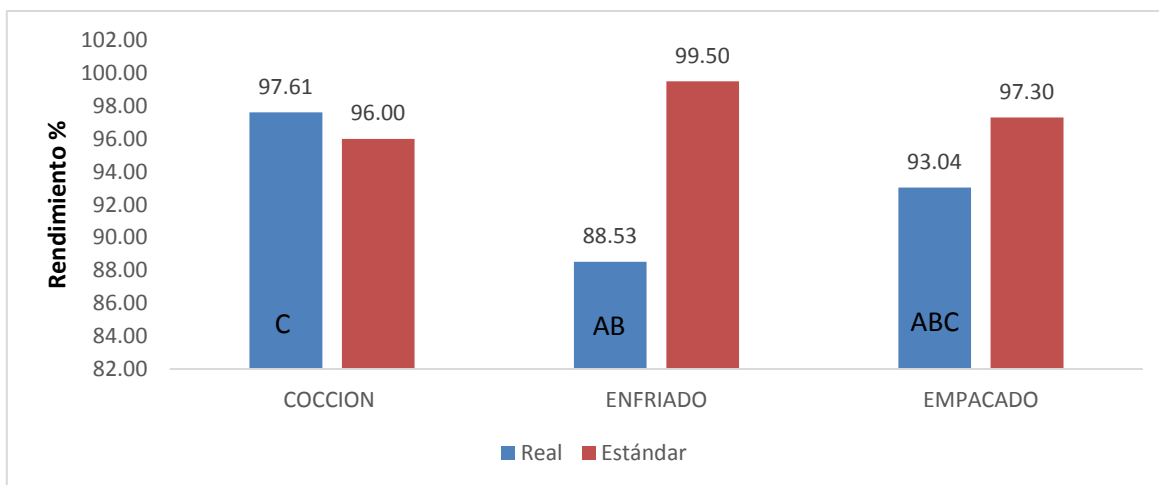


Figura 7. Gráfico de rendimiento en Big Dog delicia

El grafico 8 se observa producto Hot Dog delicia en cuanto a su rendimiento mostro diferencia estadística en el proceso de enfriamiento (ver gráfico 8) según el rendimiento obtenido en el mismo este no difiere del estándar y el proceso de cocción y empacado no tienen incidencia en el rendimiento de la salchicha Hot Dog delicia no son estadísticamente significativos.

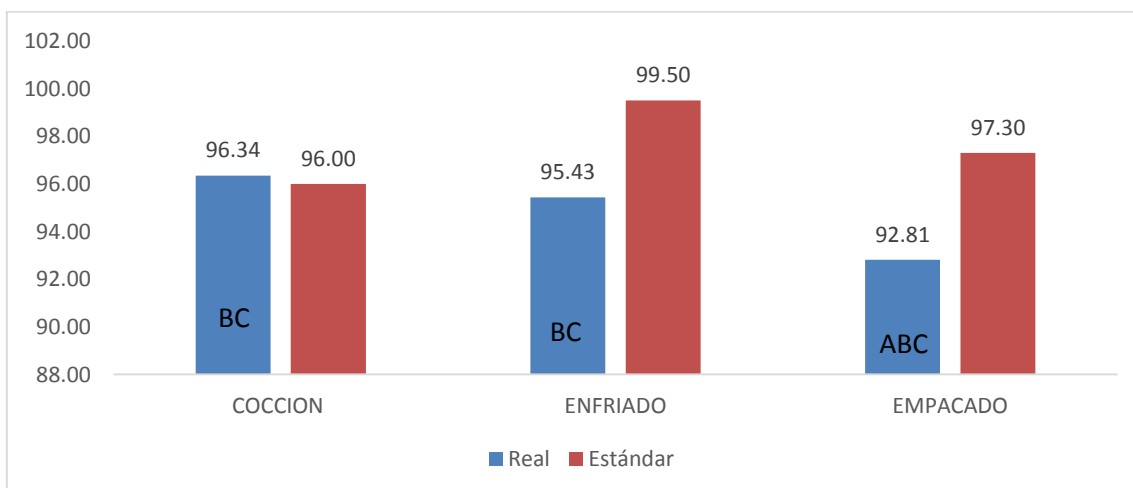


Figura 8. Gráfico de rendimiento en salchicha Hot Dog delicia

5.4 Determinación de mermas en los productos dentro de los procesos

5.4.1 Merma en el producto hot dog queso

el producto Hot Dog queso tiene promedio mayor de temperaturas en el proceso de cocción con 168°F en el proceso de enfriamiento la temperatura del producto Hot dog queso tiene un promedio de 49.20°F

tiene un promedio de merma de cocción de 2.41% y la merma de enfriamiento de 2.56% y en el proceso de empaque presenta una merma del 12.5% (figura 9). Por lo tanto no cumple con la merma estándar establecida. con una media general de 5.78%

El tiempo de cocción en promedio es de 49 minutos y el de enfriamiento de dos horas y media, también cumple con el tiempo establecido para esta operación, lo que indica que la merma de este producto es la esperada.

El colgado de la salchicha hot dog queso es punto crítico del proceso, porque dependiendo de la agilidad del operario de colgar, y que después de colgado entre inmediatamente a hornos es probable que la merma sea menor en el proceso de cocción.

5.4.2 Merma en el producto Hot dog pollo

El producto hot dog pollo queso tiene promedio mayor de temperaturas en el proceso de cocción con 167.4°F en el proceso de enfriamiento la temperatura del producto Hot dog pollo tiene un promedio de 51°F

El hot dog pollo tiene un promedio de merma de cocción de 2.86% y la merma de enfriamiento de 2.32% y en el proceso de empaque presenta una merma del 5.39% Por lo tanto no cumple con la merma estándar establecida. en enfriamiento y empaque con una media general de 3.52% (figura 9).

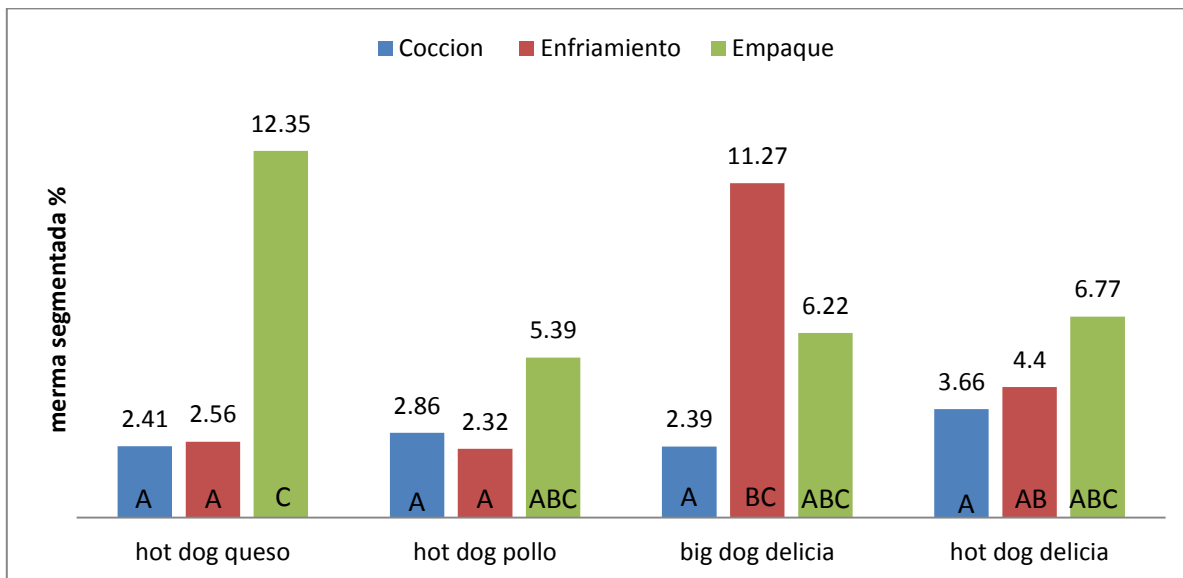


Figura 9. Porcentaje de merma segmentada por cada uno de los procesos en los productos

El tiempo de cocción en promedio es de 40 minutos y el de enfriamiento de una hora 50 minutos, también cumple con el tiempo establecido para esta operación, lo que indica que la merma de este producto es la esperada.

La merma se excede en proceso de enfriado y empaque debido a que no se cumplen a cabalidad todos los requerimientos para que esta no se dé, en cuanto a tiempos especialmente y se comprueban con las temperaturas de los productos.

5.4.3 Mermas en el producto Big dog delicia

El producto Big dog delicia tiene un promedio de merma de cocción de 2.39% y la merma de enfriamiento de 11.27% y en el proceso de empaque presenta una merma del 6.22% (figura 9) por lo tanto no cumple con la merma estándar establecida. en enfriamiento y empaque con una media general de 6.63% .

El tiempo de cocción en promedio es de minutos 24 y el de enfriamiento de 202.8 minutos, no cumple con el tiempo establecido para esta operación, es el producto que mas perdidas de peso se presentan por el manejo que se le da .

Las mermas presentadas para este producto están por encima de lo planteado esto es causado por los tiempos en el proceso de cocción no cumple con el tiempo estipulado en los procedimientos de la empresa.

Se observó situaciones como en la que después de cocción la tripa del embutido se rasgó causado por el incremento de peso en el llenado del producto.

Es uno de los productos que más merma presenta y es en la etapa de enfriado y empaque además de tener en cuenta los tiempos de espera antes de entrar a la etapa de cocción y de enfriamiento.

5.4.4 Mermas en el producto de hot dog delicia

El producto hot dog delicia presento un promedio de merma de cocción de 3.66 % y la merma de enfriamiento de 4.4 % en el proceso de empaque presenta una merma del 6.77 % (figura 9). Por lo tanto no cumple con la merma estándar establecida. en enfriamiento y empaque con una media general de 4.94%

El tiempo de cocción en promedio es de 36 minutos y el de enfriamiento de 143 minutos, no cumple con el tiempo establecido para esta operación, es el producto que también presenta perdidas seguido del big dog delicia.

Es uno de los productos que presenta mermas en menor porcentaje seguido del hot dog pollo pero en el proceso de enfriamiento también presenta bajo de peso en algunas ocasiones por el tiempo en espera en los procesos.

En el análisis de varianza según las pruebas medias Fisher las mermas en cuanto a los productos demuestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa presentando una merma de 3.52% el producto hot dog pollo y con una merma de 6.63% el Big dog delicia (figura 10)

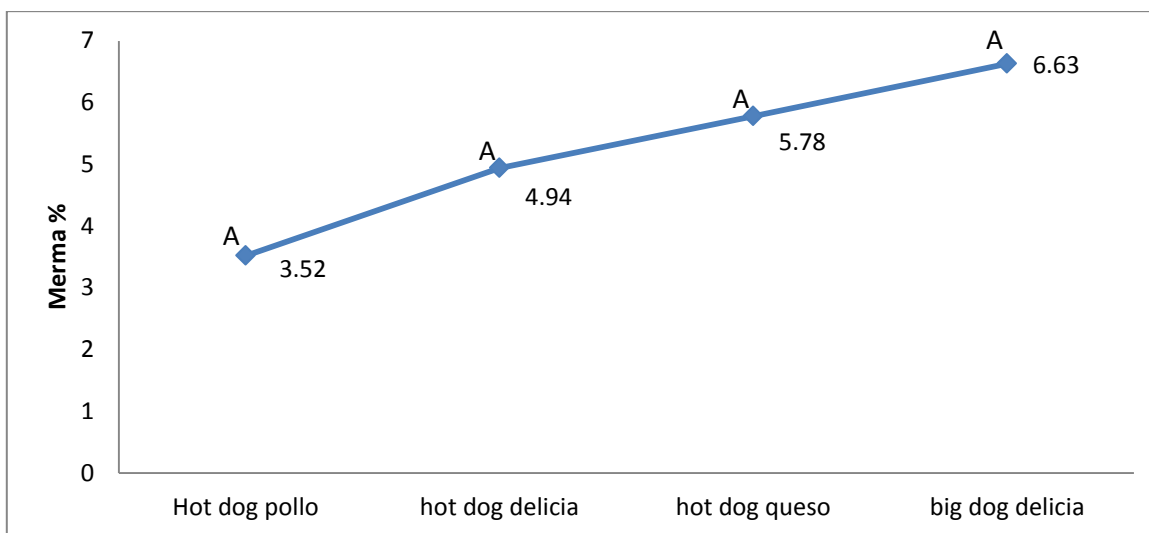


Figura 10. Promedio general de las mermas en las salchichas del proceso

En el Figura 11 se encontró diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) para esta variable en cuanto al proceso; no obstante para el producto y la interacción proceso por producto (Anexo 7) según las pruebas medias de Fisher en la (figura 11) muestra que el proceso de empaque presentó merma en cuanto al rendimiento con un promedio de 7.69% seguido del proceso de enfriamiento con una media de 5.14% ambos procesos presentaron merma más alta en cuanto el proceso de cocción presentó el menor promedio de merma de 2.83%.

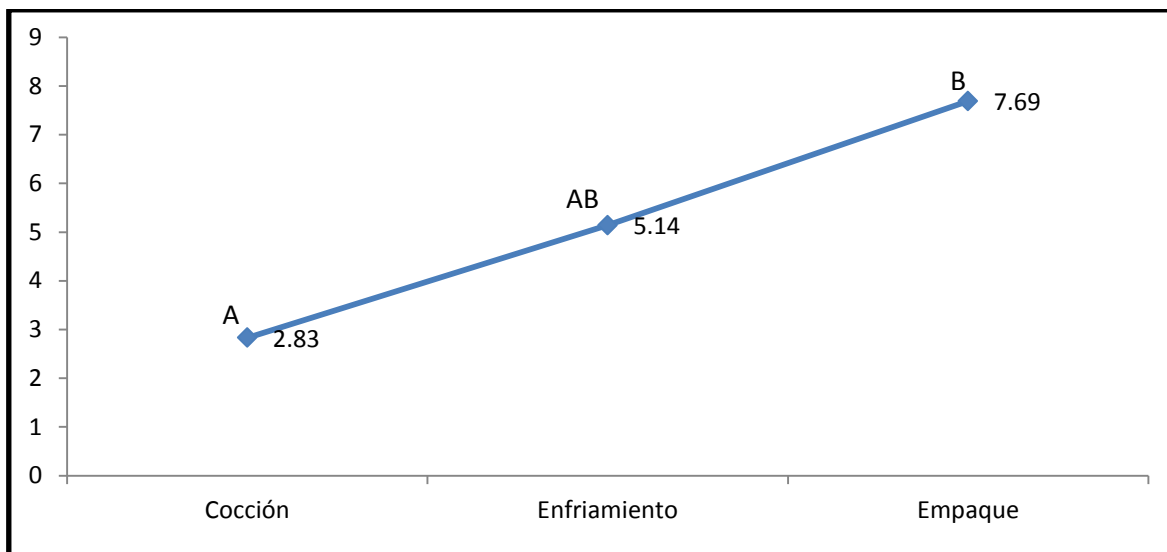


Figura 11. Gráfico de mermas general en los procesos

En el Figura 12 se encontró que existe diferencia estadística significativa en cuanto a los productos ($P < 0.05$) según las pruebas medias de Fisher en la (figura 12) muestra que el producto Big dog delicia presenta una merma acumulada de 19% y muestra diferencia significativa al Hot dog pollo pero es similar al Hot dog queso con 18.21% y Hot dog delicia con merma acumulada del 14.11% (ver anexo 6)

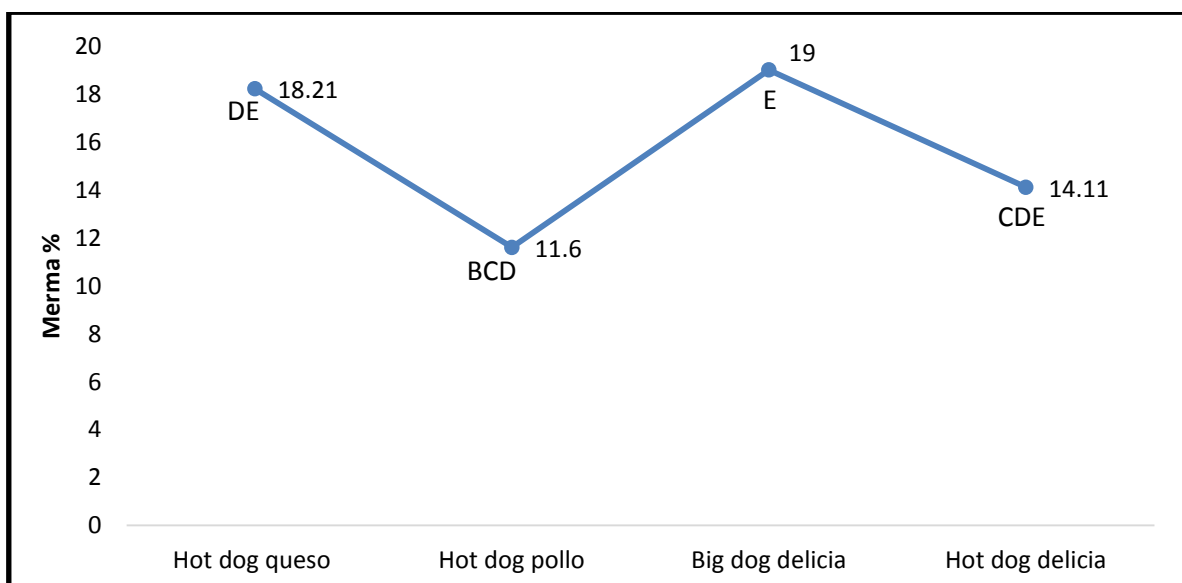


Figura 11. Gráfico de merma acumulada en los productos en proceso de empaque

5.5 Factores que afectan el rendimiento del proceso en los productos

Para determinar las posibles causas de merma de las salchichas se utilizó el método Causa-efecto, en cuanto al rendimiento de las salchichas.

La eficiencia en la producción de un embutido está relacionada directamente con el proceso de elaboración que posee la planta, durante los procesos se estuvo sujeto a diversos factores que provocaron mermas las cuales no podrán ser eliminadas, pero sí podrán ser controladas o reducidas a parámetros aceptables. Los puntos en donde se generaron dichas mermas son:

Transporte de materias primas.

Pesado de materias primas.

Malas técnicas de procesamiento.

Para determinar el método de cuantificación de mermas y los cálculos se utilizó fórmulas para determinar mermas en cada proceso. (Ver cuadro 2).

5.5.1 Pérdida de materia prima en el corte

Las mermas en el sistema ocurren cuando una pequeña parte de CDM no puede ser utilizado para volverlo a incorporar en el sistema de producción por cuestión de inocuidad de los alimentos. las pérdidas de carne eran del 0,02%.

5.5.2 Pérdidas en pesado de materia prima

Las mermas en el pesado de materias primas ocurren cuando la báscula estaba mal calibrada por derramar agua caliente o cuando una pequeña parte de materia pesado caía al suelo y ésta ya no se podía utilizar en el proceso de elaboración de embutidos, la que se determinó

como la merma por derrame en el piso ya que se debe verificar que las básculas estén calibradas antes de realizar el pesado de insumos.

5.5.3 Pérdidas en proceso de mezclado

Las mermas en el mezclado era las diferencias de lo que se colocaba como entrada y la salida de pasta ya emulsificada, se monitorearon cada uno de los pesos de los ingredientes, esta merma se observó afectada por el mal pesado de insumos, raspado de buggies incorrecto es necesario que el operador tenga un control de peso en las básculas al momento de realizar la actividad para evitar un sesgo.

5.5.4 Perdidas en el proceso de embutido

Una vez emulsificada la pasta se evacuaba en la tolva para ser embutida en ocasiones la tripa seleccionada se encontró con imperfecciones el peso del embutido mal ajustado y con un sobre peso, parámetros altos, lo que ocasionaba la ruptura del producto un amarre mecánico y manual no ajustado y al hacerlo manual no se realizaba a la medida.

5.5.5 Perdidas en el proceso de cocción

Para llevar un control de mermas sumamente era difícil el peso de los carros era variable, tres productos fueron evaluados al momento de ser cocinados en los hornos Atmos, y solo uno en horno alkar lo cual todos tienen diferentes temperaturas y tiempos y los rendimientos son variables productos no se cocinaban lo suficiente se les programaba más tiempo y el producto como ser Big dog se estallaba y se perdían hasta 4-6 lb de producto estallado.

5.5.6 Perdidas en el proceso de enfriamiento

El peso del producto al salir de cocción se tomó como referencia para seguir las auditorias en enfriamiento se cuantificaron mermas debido al mal procesamiento el tiempo en enfriado a veces extenso y se realizaba el corte a productos con temperatura incorrecta ya que afectaba a nuestro rendimiento, el producto Big Dog y Hot Dog Delicia, en ocasiones se cancelaron tandas por presentar bajo peso y no se pudo realizar el empaque.

5.5.7 Perdidas en el proceso de empaque

El producto al salir de enfriamiento se recolectaron los pesos de dicha tanda a veces se obtenían libras de más debido a que se combinaban con producto rezagado o bajos de peso en el caso del Big dog y Hot dog Delicia y eso nos ocasionaba mermas arriba del proceso anterior

5.5.8 Pérdida en pesado de producto terminado

El pesado de producto terminado es importante para la planta procesadora ya que un mal control durante estos procesos incurren pérdidas monetarias y pérdida de calidad para la planta, de igual forma es una merma para el consumidor o comprador. Las posibles causas de mermas están relacionadas a la mala calibración de las básculas, raspa no adecuada de los buggies, embutido del producto mal ajustado, amarre manual incorrecto lo cual nos genera un reproceso, peso de los carros variables, temperaturas y tiempos de los procesos incorrectos. Razón por la cual es importante llevar un control y verificación que sean supervisados durante los procesos

5.6 Evidencia de las causas que más afectan las mermas en los productos

A continuación se describen las cinco causas determinadas mediante el diagrama de espina de pescado que afecta el rendimiento y causan mermas en el producto terminado.

1. Método de trabajo

Esta categoría hace referencia al no cumplimiento de los procesos y métodos de trabajo establecidos (cumplimiento de los parámetros de proceso para garantizar una producción normalizada). Es la principal causa de las mermas en los productos cárnicos embutidos.

Causas La poca supervisión del personal a cargo de los colaboradores que ejecutan los diferentes procesos, permite el incumpliendo de las especificaciones técnicas de los productos, por lo que se sugiere ejercer un permanente control sobre cada uno de los operarios en la ejecución de los diferentes procesos, para obtener la calidad esperada por la empresa.

2. Mano de obra

Es una causa potencial para la merma sobre todo por la falta de compromiso de operarios o distracciones al momento de realizar las labores

3. Mediciones

Incumplimiento de la formulación establecida de los productos, por lo tanto se recomienda verificar y controlar los pesajes antes de iniciar los procesos de producción.

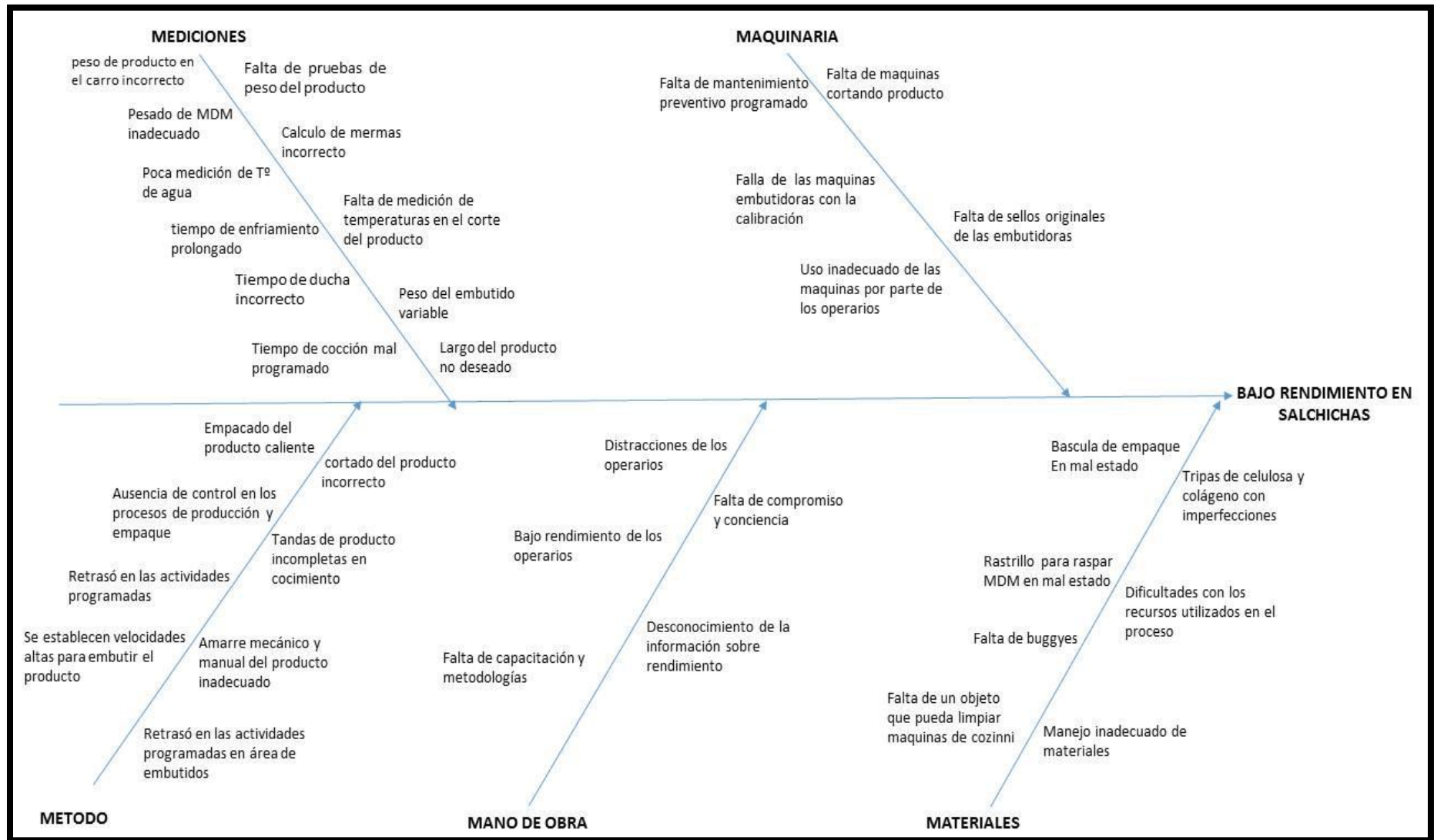
Causas No se considera el tiempo de ducha correcto, además de los tiempos prolongados del producto en enfriamiento.

Soluciones propuestas

Se propone realizar una supervisión constante en cada área de proceso por parte del personal encargado.

Como se puede observar en la figura 12 se construye el diagrama de Ishikawa

Figura 12. Diagrama causa-efecto general de la problemática planteada



Fuente: elaboración propia

Efectuar controles con la debida frecuencia para llevar a cabo un seguimiento a los indicadores de merma con el fin de que cuando se presenten desviaciones se puedan investigar las causas y tomar las acciones correctivas necesarias.

Establecer un plan de muestreo por parte del Departamento de Calidad tomando muestras por área logrando determinar que los pesos finalmente obtenidos son los esperados por la empresa, con flujo de trabajo adecuado prestando especial atención al buen manejo de los productos cárnicos en proceso, la inocuidad y la rentabilidad de la empresa

4. Maquinaria.

Hace referencia esta categoría a la poca calibración de los equipos lo cual facilita que en ellos se queden residuos de las materias primas que después no se pueden recuperar generando los denominados “desperdicio” por cuanto estos deben disponerse como deshechos; esta es otra de las causas de merma en los productos cárnicos embutidos

Causas Los equipos mal calibrados generan mayores desperdicios, por lo que se sugiere realizar un mantenimiento preventivo a los equipos evitando acumulación de residuos en la parte interna de los equipos que no puede ser recuperada.

Soluciones propuestas

Realizar un programa de mantenimiento de los equipos en caso de que estos no se estén utilizando a diario complementado con un control de calidad muy riguroso para detectar cualquier desviación de los estándares.

Evaluar la alternativa de compra de equipos de tecnología de punta que reduzca las mermas, evaluando la factibilidad económica del costo Vs. la reducción de las merma

5. materiales

Manejo inadecuado de materiales (los dispositivos de transporte se encuentran en mal estado rastrillo de cozzini mal estado).

Dificultades con los recursos utilizados en el proceso de embutido (tripa artificial en mal estado)

Soluciones propuestas:

Realizar la compra de buggyes el cual evite derrame de la pasta, enumerar todos los buggyes con el peso exacto para una mejor auditoria y evitar mermas en el proceso de embutido, mejorar rastrillo ubicado en maquina cozzini para realizan un raspador del CDM adecuado.

VI CONCLUSIONES

Las mermas son inevitables, pero con un control en los procesos y con la adecuada supervisión se puede lograr que la merma no se exceda a la planeada.

En base a los resultados obtenidos de la evaluación en los procesos se presentaron diferencias estadísticas significativas en las mermas de los mismos donde el proceso de cocción con un rendimiento del 97.17% es similar al enfriamiento con rendimiento de 94.74% y empaque 91.81% .

El producto que presento más merma de todos es el producto Big dog delicia con 93.03% y difiere estadísticamente del Hot dog queso con un rendimiento de 94.01%, Hot dog pollo 94,86%, Hot dog delicia 96.36% y estos mismo son estadísticamente similares,

De acuerdo al estudio el ANAVA revela que no existe interacciones entre producto por procesos, sin embargo las pruebas de Fisher de diferencias mínimas significativas demuestra que el producto Hot dog queso es el que más merma presenta dentro del proceso de empaque y la merma de este producto es diferente a la observada cuando pasa por el proceso de enfriamiento, por otro lado los productos que menos merma presentan son el Big dog delicia 97.61% y el Hot dog queso 97.59% en el proceso de cocción, él Hot dog pollo 97.61% en el proceso de enfriamiento

Se logró identificar las posibles causas en el procesamiento de las salchichas donde se demostró cualitativa y cuantitativamente la influencia de dichas perdidas mediante el uso de pruebas t y diagrama Ishikawa.

VII RECOMENDACIONES

Realizar más trabajos de investigación de este tipo bajo condiciones experimentales que permita medir con exactitud los factores bajo estudio.

Enriquecer al personal de la empresa con más información de lo importante que son los rendimientos en los productos en todos los procesos para disminuir las pérdidas económicas de la empresa.

Durante el proceso de cocción hacer mediciones de temperaturas y tiempos que sean con datos fidedignos para obtener productos de alta calidad y mejorar los rendimientos procurando que los productos en el proceso mantenga una temperatura interna final deseada que no debe sobre pasar del 70-72°C.

Durante el proceso de enfriamiento monitorear las temperaturas y tiempos de los productos que no debe sobre pasar de 40°C dependiendo del calibre de la salchicha.

VII BIBLIOGRAFÍA

Amerling, C. S.F. Tecnología de la carne: embutidos. 2001. EUNED. 308 P.

Andújar, G et al .2003. Química y bioquímica de la carne y productos cárnicos: componentes de la carne proteínas, agua y grasas .impreso con versión digital .Habana Cuba, editorial universitario .125 p.

Andújar, G et al .2003. Química y bioquímica de la carne y productos cárnicos: carne PSE, DFD. Impreso con versión digital .La Habana Cuba, editorial universitario .125 p.

Arango, M; Restrepo, D. 2004. Estructura, composición química y calidad industrial de la carne (en línea) consultado el 25 octubre. 2013, disponible en <http://www.scribd.com/doc8717494cap-2-Estructura-Composicion-Qimica>

Aranzadi, L. 2011. Formulación y caracterización de salchicha a base de filete de trucha arco iris. Tecnología de la elaboración. Tesis Lic. en tecnología de alimentos. Provincia Buenos Aires. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 72 p.

Cipitria, AS.2008 PH y temperatura, parámetros determinantes en la calidad de la carne .Tecnología e higiene de la carne. No-396:61-62 p.

F. WIRTH.et al. 1992. tecnología de los embutidos escaldados: fijación de agua, fijación de grasa, formación de la estructura. Luis Bernardo ludden. Lengua española. España, ACRIBIA, S.A. P 61, 62,63.

Márquez, S. 2005. Uso de extensores de soya y almidón de papa en la elaboración de chorizo ahumado. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. 41 pág.

Marroquín, TC.2011. Elaboración de salchicha tipo Frankfurt utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (broiler) con almidón de papa: Embutidos .Tesis Ing. Agro. Ibarra ecuador, universidad técnica del norte .6 p.

Moreno, B. 2006. Higiene e inspección de carnes –I: Calidad y propiedades del agua. Lengua española. S.E. Madrid España, Díaz de Santos. 670 p. Vol. 1.

Ordoñez, JA; Patino, EF.2012. Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de Carne de toyo blanco (carcharhinus falciformis) y almidón modificado (maltodextrina).Embutidos. Tesis Ing. Agroindustrial. Santiago de Cali, universidad de san buenaventura Cali. 40 p.

Ranken, MD.2003.manual de industria de la carne: pérdidas de agua por cocción. Lengua española .ed. AMV. Madrid España. Mundi – prensa libros, S.A .209 P

RIVERA, IN. 2012. Reducción de grasa y alternativas para su sustitución en productos cárnicos emulsionados: efecto de la reducción de grasa y su sustitución. (En línea). Estado de México, nacameh. Consultado el 10 de mayo 2013. Disponible en:

Romano, M.A. Valladares, CE. 2012. Planta procesadora de productos cárnicos con enfoques de sistemas integrados de gestión. Tesis Ing. Químico. El salvado. Universidad del Salvador. 179 p.

Romano, MA. *et al.* 2012. Prediseño de una planta procesadora de productos cárnicos con enfoque de sistemas integrados de gestión: obtención de sub-productos cárnicos. Tesis Ing. químico. Salvador. Universidad del salvador .162 p

Ranken, MD. 2003. manual de industria de la carne: temperaturas significativas de la cocción. Lengua española .ed. AMV. Madrid España. Mundi – prensa libros, S.A .209 pág.

Onega, ME et al. 2003. Evaluación de las carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas instrumentales y sensoriales: El musculo, clasificación: Tesis Doc. Madrid, universidad de complutense de Madrid. 449 pág.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para temperatura en los productos.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Temperatura °F	40	1	1	2.21	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	140704.7	23	6117.6	1082.76	<0,0001
SEMANA	23.85	4	5.96	1.06	0.4102
PRODUCTO	87.3	3	29.1	5.15	0.0111
semana*producto	154.95	12	12.91	2.29	0.0621
PROCESO	140422.5	1	140422.5	24853.54	<0,0001
producto*proceso	16.1	3	5.37	0.95	0.44
Error	90.4	16	5.65		
Total	140795.1	39			

<i>Error: 5,6500 gl: 16</i>					
PRODUCTO	Medias	n	E.E.		
4	105.6	10	0.75	A	
3	106.9	10	0.75	A	B
1	108.9	10	0.75		B C
2	109.2	10	0.75		C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)</i>					

<i>Error: 5,6500 gl: 16</i>					
PROCESO	Medias	n	E.E.		
2	48.4	20	0.53	A	
1	166.9	20	0.53		B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)</i>					

<i>Error: 5,6500 gl: 16</i>						
Producto	Proceso	Medias	n	E.E.		
4	2	45.8	5	1.06	A	
3	2	47.6	5	1.06	A B	
1	2	49.2	5	1.06	B	C
2	2	51	5	1.06		C
4	1	165.4	5	1.06		D
3	1	166.2	5	1.06		D
2	1	167.4	5	1.06		D E
1	1	168.6	5	1.06		E
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)</i>						

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable tiempo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Tiempo en Minutos	40	0.88	0.72	40.95	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	177952.78	23	7737.08	5.32	0.0006
SEMANA	5655	4	1413.75	0.97	0.4499
PRODUCTO	7588.48	3	2529.49	1.74	0.1993
semana*producto	14637.4	12	1219.78	0.84	0.6151
PROCESO	134444.03	1	134444.03	92.43	<0,0001
producto*proceso	15627.88	3	5209.29	3.58	0.0374
Error	23271.6	16	1454.48		
Total	201224.38	39			

Error: 1454,4750 gl: 16					
PRODUCTO	Medias	n	E.E.		
2	74.9	10	12.06	A	
4	89.5	10	12.06	A	B
1	94.7	10	12.06	A	B
3	113.4	10	12.06		B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)</i>					

Error: 1454,4750 gl: 16					
PROCESO	Medias	n	E.E.		
1	35.15	20	8.53	A	
2	151.1	20	8.53		B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)</i>					

Error: 1454,4750 gl: 16					
Producto	proceso	Medias	n	E.E.	
3	1	24	5	17.06	A
4	1	36	5	17.06	A
2	1	40.2	5	17.06	A
1	1	40.4	5	17.06	A
2	2	109.6	5	17.06	B
4	2	143	5	17.06	B
1	2	149	5	17.06	B
3	2	202.8	5	17.06	C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)</i>					

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Rendimiento	60	0,48	0,03	6,47	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1087,44	27	40,28	1,08	0,4188
SEMANA	192,08	4	48,02	1,28	0,2977
PRODUCTO	88,39	3	29,46	0,79	0,5103
semana*producto	172,99	12	14,42	0,38	0,9593
PROCESO	288,47	2	144,24	3,85	0,0317
producto*proceso	345,5	6	57,58	1,54	0,198
Error	1198,76	32	37,46		
Total	2286,19	59			

Error: 37,4611 gl: 32				
PRODUCTO	Medias	n	E.E.	
3	93,06	15	1,58	A
1	94,01	15	1,58	A
4	94,86	15	1,58	A
2	96,36	15	1,58	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)				

Error: 37,4611 gl: 32					
PROCESO	Medias	n	E.E.		
3	91,81	20	1,37	A	
2	94,74	20	1,37	A	B
1	97,17	20	1,37		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)					

Error: 37,4611 gl: 32							
producto	proceso	Medias	N	E.E.			
1	3	87,05	5	2,74	A		
3	2	88,53	5	2,74	A	B	
4	3	92,81	5	2,74	A	B	C
3	3	93,04	5	2,74	A	B	C
2	3	94,33	5	2,74	A	B	C
4	2	95,43	5	2,74		B	C
4	1	96,34	5	2,74		B	C
2	1	97,14	5	2,74			C
1	2	97,38	5	2,74			C
1	1	97,59	5	2,74			C
2	2	97,61	5	2,74			C
3	1	97,61	5	2,74			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)							

Anexo 4. Análisis de varianza para la merma acumulada

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Merma Acumulada	60	0,74	0,53	55,43	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
SEMANA	395,73	4	98,93	3,44	0,0005
PRODUCTO	413,96	3	137,99	3,4	0,0199
semana*producto	360,29	12	30,02	4,74	0,0076
PROCESO	1307,35	2	653,67	1,03	0,4447
producto*proceso	221,03	6	36,84	22,48	<0,0001
Error	930,61	32	29,08	1,27	0,3001
Total	3628,97	59			

Error: 1454,4750 gl: 16					
Producto	Medias	n	E.E.		
2	7,3	15	1,39	A	
4	8,21	15	1,39	A	
1	9,3	15	1,39	A	
3	14,11	15	1,39		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)					

Error: 1454,4750 gl: 16					
Proceso	Medias	n	E.E.		
1	4,35	20	1,21	A	
2	9,11	20	1,21		B
3	15,73	20	1,21		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)					

Error: 1454,4750 gl: 16					
Producto	proceso	Medias	n	E.E.	
4	1	3,13	5	2,41	A
1	1	3,96	5	2,41	A
2	1	4	5	2,41	A
1	2	5,73	5	2,41	A
2	2	6,29	5	2,41	A
3	1	6,31	5	2,41	A
4	2	7,39	5	2,41	A B C
2	3	11,6	5	2,41	B C D
4	3	14,11	5	2,41	C D E
3	2	17,02	5	2,41	D E
1	3	18,21	5	2,41	D E
3	3	19	5	2,41	E

Anexo 5. Análisis de varianza para la merma

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
merma	60	0,47	0,02	113,01	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	978,18	27	36,23	1,04	0,4517
semana	161,85	4	40,46	1,16	0,3451
producto	78,67	3	26,22	0,75	0,5280
semana*producto	161,41	12	13,45	0,39	0,9585
proceso	236,09	2	118,05	3,40	0,0460
producto*proceso	340,16	6	56,69	1,63	0,1708
Error	1112,43	32	34,76		
Total	2090,61	59			

<i>Error: 34,7635 gl: 32</i>					
Producto	Medias	n	E.E.		
2,00	3,52	15	1,52	A	
4,00	4,94	15	1,52	A	
1,00	5,78	15	1,52	A	
3,00	6,63	15	1,52	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)</i>					

<i>Error: 34,7635 gl: 32</i>					
Proceso	Medias	n	E.E.		
1,00	2,83	20	1,32	A	
2,00	5,14	20	1,32	A	B
3,00	7,69	20	1,32		B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)</i>					

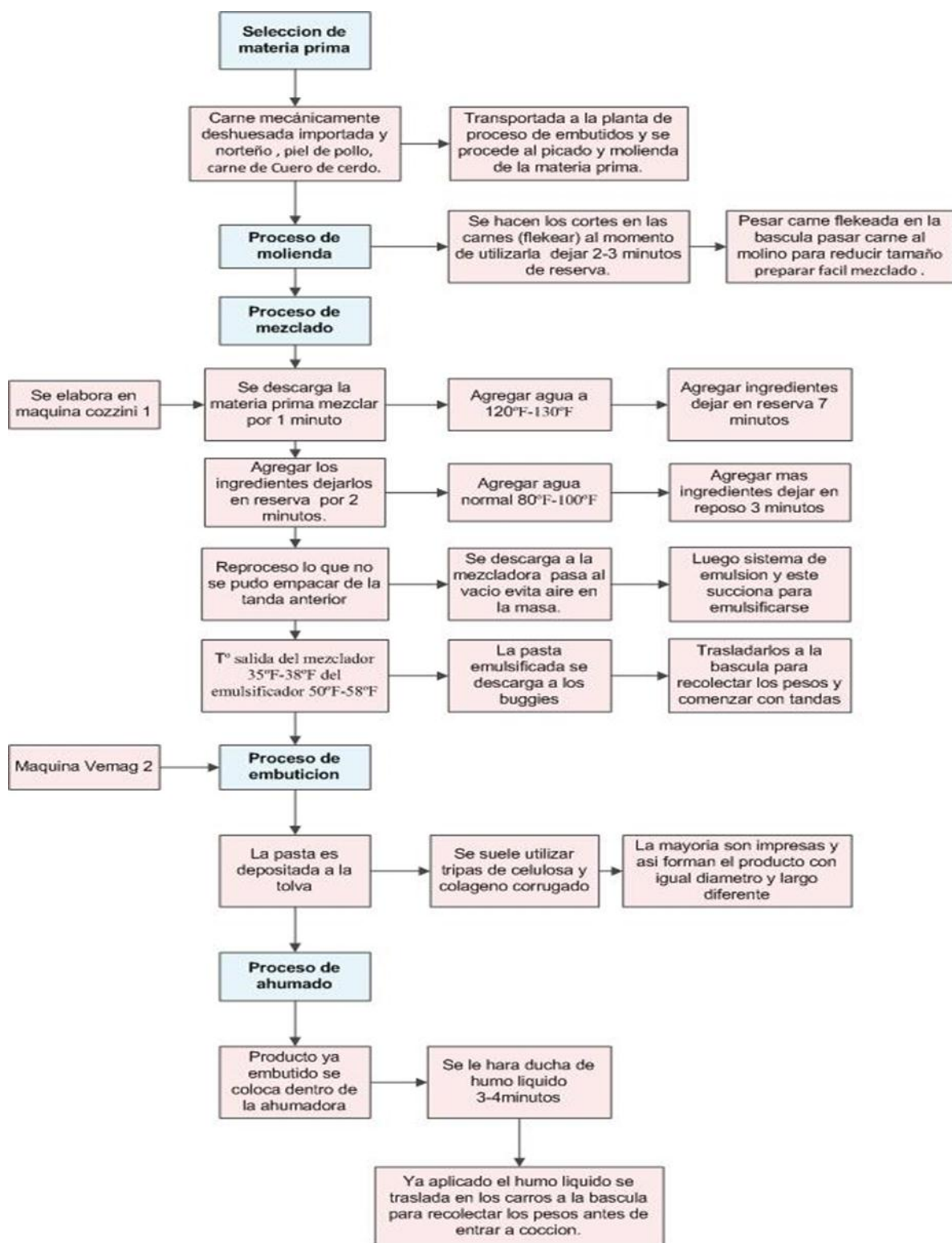
Error: 34,7635 gl: 32							
producto	Proceso	Medias	n	E.E.			
2,00	2,00	2,32	5	2,64	A		
3,00	1,00	2,39	5	2,64	A		
1,00	1,00	2,41	5	2,64	A		
1,00	2,00	2,56	5	2,64	A		
2,00	1,00	2,86	5	2,64	A		
4,00	1,00	3,66	5	2,64	A		
4,00	2,00	4,40	5	2,64	A	B	
2,00	3,00	5,39	5	2,64	A	B	C
3,00	3,00	6,22	5	2,64	A	B	C
4,00	3,00	6,77	5	2,64	A	B	C
3,00	2,00	11,27	5	2,64		B	C
1,00	3,00	12,35	5	2,64			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes($p \leq 0,05$)							

Anexo 6. Cuadro de programación de auditorías

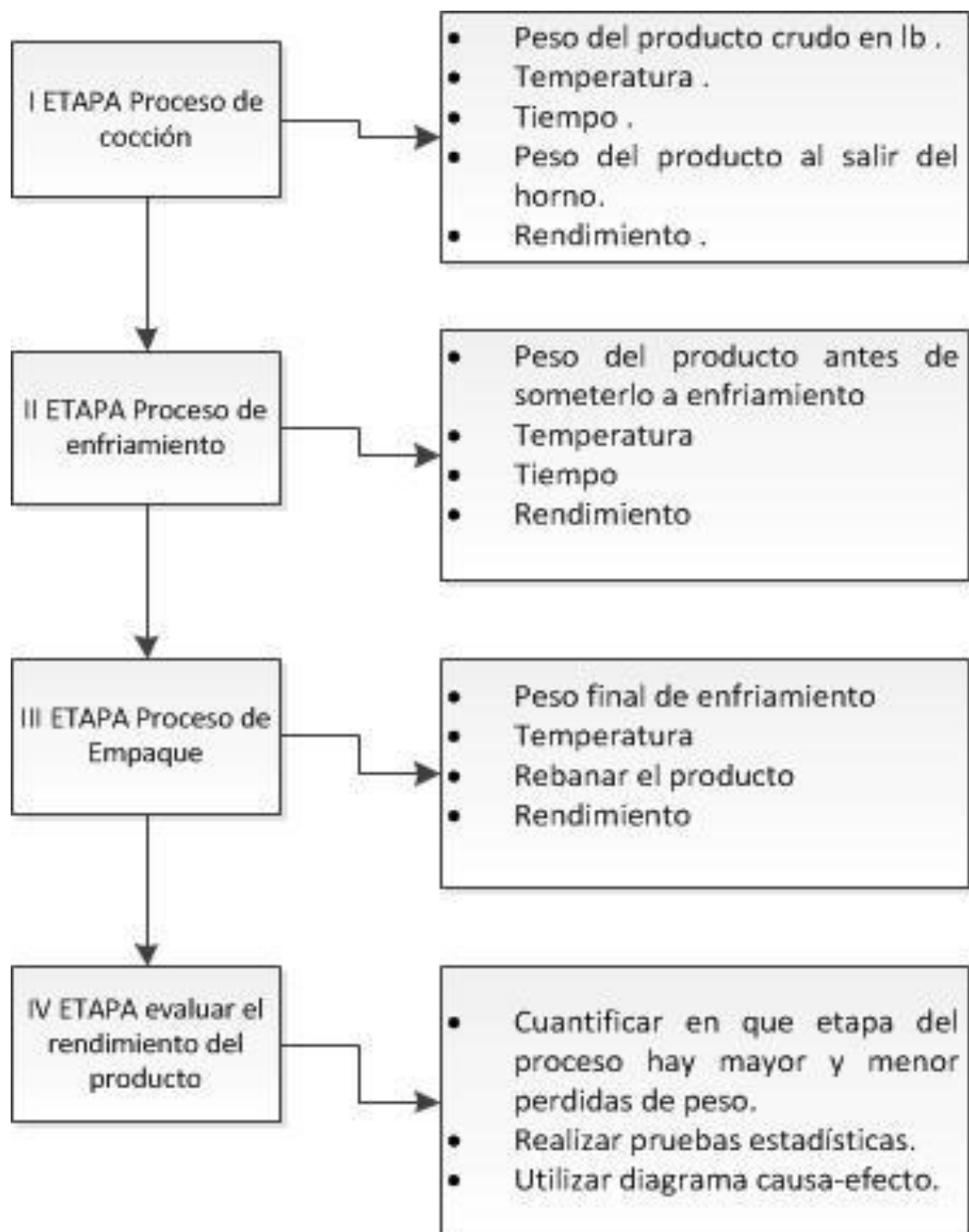
Producto	Tamaño de Tanda	Mezclado	Embutido	Cocido	Enfriado	Empacado	Rendimientos				

Nº Carros	Varilla	Peso Carro	Peso Neto Embutido	Peso Neto Carro	Peso Crudo	Peso Cocido	

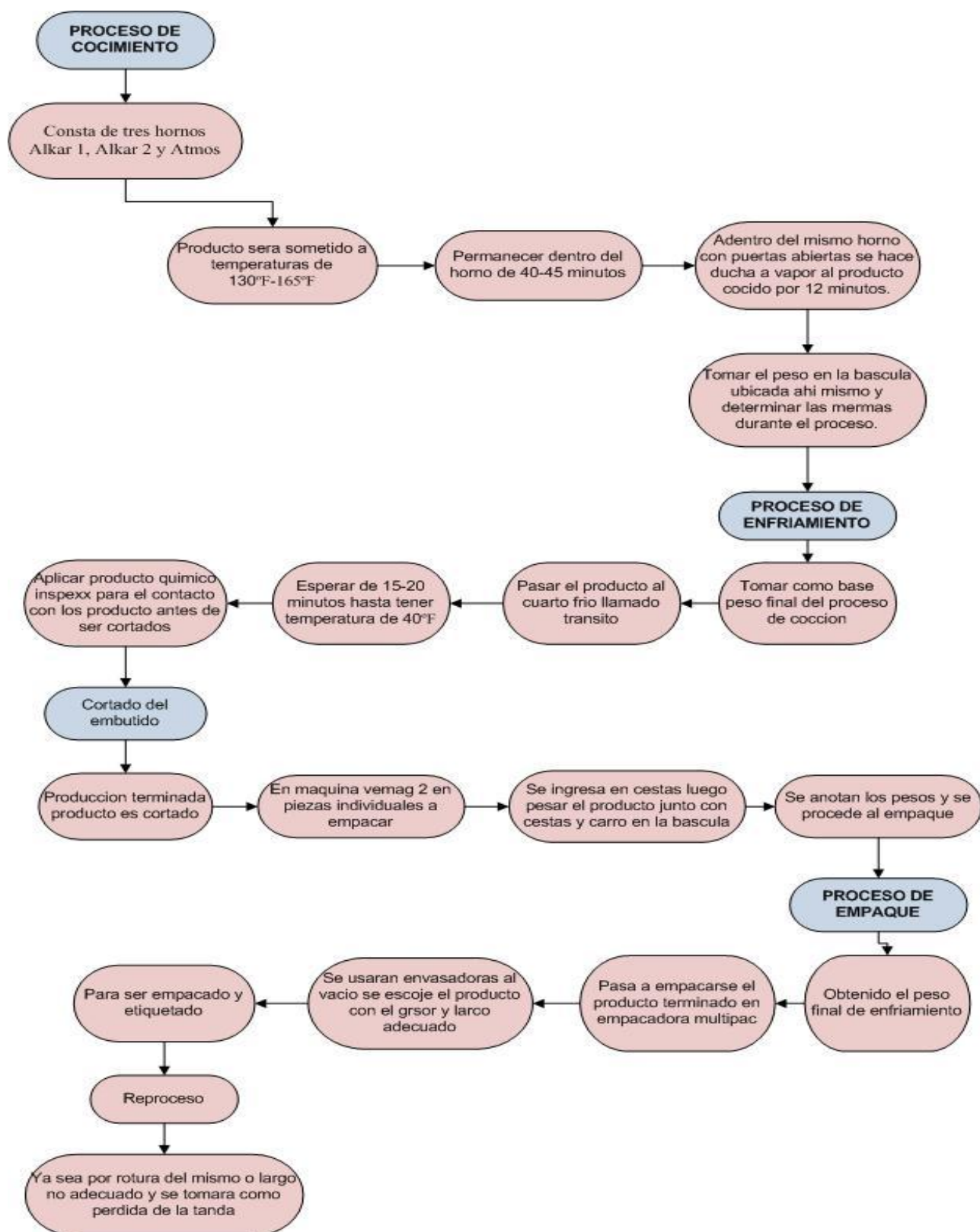
Anexo 7. Diagrama de flujo del proceso de la salchicha



Anexo 8. Etapas del proceso evaluadas



Anexo 10. Diagrama de flujo de los procesos en las salchichas



Anexo 9. Cuadro de medición en temperatura y tiempo y reproceso de los diferentes productos

PRODUCTO	TEMPERATURA	TIEMPO	REPROCESO

