



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

**EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS
PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA
SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN**

Sergio Dénnis Guevara Recinos

Asesorado por el Ing. Edgar Teófilo Vásquez Cobón

Guatemala, Julio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS
PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA
SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO DÉNNIS GUEVARA RECINOS

ASESORADO POR: ING. EDGAR TEÓFILO VÁSQUEZ COBÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

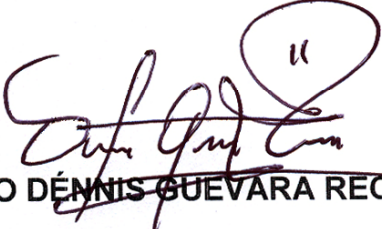
DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Hernán Cortés Urioste
EXAMINADORA	Ing. Miriam Patricia Rubio Contreras
EXAMINADORA	Ing. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 10 de agosto de 2007.



SERGIO DÉNNIS GUEVARA RECINOS

Guatemala, abril de 2008

SEÑOR DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
INGENIERO JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA
SU DESPACHO.

Señor Director:

He asesorado y revisado el trabajo con fines de graduación del estudiante universitario Sergio Dénis Guevara Recinos, quien se identifica con carnet 9416415 titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN”**, el cual cumple con lo establecido por el protocolo aprobado para el efecto, así como con los requisitos del nivel académico correspondiente.

Sin otro particular, se suscribe de usted, muy atentamente.



Ing. Edgar Teófilo Vásquez Cobón
Colegiado 5466

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO UTILIZANDO DOS PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA SALMUERA MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Sergio Dénnis Guevara Recinos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Renaldo Girón Alvarado
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala mayo de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN**, presentado por el estudiante universitario Sergio Dénnis Guevara Recinos, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2008.



/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CANAL FRESCA DE POLLO, UTILIZANDO DOS PRODUCTOS DIFERENTES DE CARRAGENINA Y GOMA EN LA SALMUERA, MEDIANTE EL PROCESO DE MARINACIÓN**, presentado por el estudiante universitario, **Sergio Dénnis Guevara Recinos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. ~~Murphy Olympo Paiz Recinos~~
Decano.



Guatemala, julio 2008

/cc

AGRADECIMIENTOS A

- Dios** Por ser mi amigo fiel y guiarme en todo momento en mi vida.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Especialmente a la Facultad de Ingeniería.
- Avícola el Sur** Por darme la oportunidad de realizar este proyecto
- Ing. Edgar Hernández** Con admiración profesional y respeto
- El Sr. Alvaro Nolasco** Por sus consejos y apoyo en todo momento.
- El Ing. Edgar Vasquez** Por la asesoría realizada en este proyecto de tesis.
- El Ing. Edgar Guevara** Por el apoyo en el desarrollo este trabajo
- Y a todos los que colaboraron de forma directa e indirecta en este proyecto

ACTO QUE DEDICO A

Dios	Porque me ha dado sabiduría, inteligencia y fuerza, para ver culminado este proyecto. TE AMO.
Mis padres	Edgar René Guevara Gordillo, Aura Marina Recinos de Guevara, por su amor, apoyo en todo momento y consejos dados a mi vida. Mil gracias.
Mi esposa	Vanny Elizabeth Castillo de Guevara, gracias por tu amor, comprensión y apoyo al realizar este proyecto
Mis hermanos	Karina Magaly y Edgar René, por el ejemplo dado para seguir sus pasos, gracias Edgar, por apoyarme en la realización de este trabajo.
Mis padres espirituales	Por su amor dado, enseñanzas y cuidados pastorales en mi vida, motivándome para dar inicio a este proyecto.
Mi abuelita	Lilian, con amor y cariño
Mis tios, primos y demas familia	Por su apoyo y cariño.
Mis compañeros	Alejandra, Jorge, Luis, Byron, Antonio, Fernando, Marco Antonio, Carlos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIX

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 La empresa	2
1.1.1 Localización	2
1.1.2 Producción de la región	2
1.1.3 Historia (antecedentes)	2
1.1.4 Proceso productivo.....	3
1.1.4.1 Procesamiento del pollo a beneficiar y beneficiado.....	4
1.1.5 Recursos.....	6
1.1.5.1 Naturales.....	6
1.1.5.2 Físicos.....	7
1.1.5.2.1 Instalaciones.....	7
1.1.5.3 Humanos.....	9
1.1.5.4 Financieros.....	9
1.1.6 Producción principal.....	10
1.1.7 Situación técnica.....	10
1.1.8 Situación administrativa.....	10

1.1.9	Generales de comercialización.....	12
1.2	Productos avícolas.....	12
1.2.1	Valor agregado.....	12
1.2.2	Ingredientes.....	13
1.2.2.1	Fosfatos.....	13
1.2.2.2	Almidones.....	16
1.2.2.3	Hidrocoloides o gomas.....	16
1.2.2.3.1	Carragenina.....	17
1.2.2.4	Proteínas.....	18
1.2.3	Proceso de marinación.....	19
1.2.3.1	Sistemas de inyección y marinado.....	19
1.2.3.1.1	El efecto de la presión en la calidad de la carne inyectada.....	21
1.2.3.1.2	Definición de inyección atomizada...	22
1.2.3.1.3	Presión y pérdida de salmuera.....	23
1.2.3.1.4	Retención del marinado.....	24
1.2.3.2	Proceso de inyección desde el punto de vista fisiológico.....	25
1.2.3.2.1	Estructura muscular.....	26
1.2.3.2.2	Fisiología del balance hídrico.....	26
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA SALMUERA	31
2.1	Aditivos utilizados en la salmuera actual	31
2.1.1	Agua y hielo.....	32
2.1.2	Cloruro de sodio (sal).....	32
2.1.3	Fosfato.....	33
2.1.4	Carragenina actual.....	33
2.1.5	Hidrocoloides o gomas.....	33
2.2	Ficha técnica actual.....	34
2.2.1	Definición.....	34

2.2.2	Recomendación de uso.....	34
2.3	Costo de salmuera actual.....	35
2.3.1	Tabla de costos y formulación en salmuera a base de producto actual.....	35
2.4	Mezcla actual de ingredientes.....	36
2.5	Preparación de salmuera actual.....	36
3.	PROPUESTA DE SALMUERA	37
3.1	Aditivos utilizados en salmuera propuesta.....	37
3.1.1	Carragenina propuesta.....	37
3.2	Ficha técnica propuesta.....	37
3.2.1	Definición.....	38
3.2.2	Recomendación de uso.....	38
3.3	Costo de la salmuera propuesta.....	39
3.3.1	Tabla de costos y formulación en salmuera a base de producto propuesto	40
3.4	Mezcla propuesta de ingredientes.....	40
3.5	Preparación de salmuera propuesta.....	41
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA SALMUERA PROPUESTA, EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD Y SEGUIMIENTO	43
4.1	Cálculo de la absorción.....	43
4.1.1	Valores medios de absorción por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.	43
4.1.1.1	Tabla de valores medios.....	44
4.1.1.2	Gráfico de valores medios.....	45
4.1.2	Valores medios de absorción por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.....	46
4.1.2.1	Tabla de valores medios.....	46
4.1.2.2	Gráfico de valores medios.....	48
4.2	Cálculo de la merma.....	49

4.2.1	Valores medios de merma por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.....	49
4.2.1.1	Tabla de valores medios.....	49
4.2.1.2	Gráfico de valores medios.....	51
4.2.2	Valores medios de merma por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.....	52
4.2.2.1	Tabla de valores medios.....	52
4.2.2.2	Gráfico de valores medios.....	53
4.3	Proyección de la rentabilidad.....	54
4.3.1	Comparación de retención de rentabilidad para los dos productos de carragenina y goma a 24 y 48 horas.....	54
4.3.2	Estimación de producción anual.....	57
4.3.3	Estimación de ahorros.....	57
4.4	Determinación posterior de la rentabilidad como parte del seguimiento a la salmuera propuesta.....	61
4.5	Consideración a futuro de la aplicación de nuevos productos de carragenina y goma.....	62
5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	63
5.1	Determinación del tamaño de la muestra.....	63
5.2	Estimación del intervalo de confianza.....	67
5.2.1	Para la salmuera actual y propuesta a 24 horas.....	68
5.2.2	Para la salmuera actual y propuesta a 48 horas.....	70
5.3	Pruebas de hipótesis.....	72
5.3.1	Prueba t para la diferencia de medias de los rendimientos y mermas a 24 horas.....	74
5.3.2	Prueba t para la diferencia de medias de los rendimientos y mermas a 48 horas.....	77
5.3.3	Prueba f para determinar la variabilidad de los rendimientos y mermas a 24 horas.....	82

5.3.4	Prueba f para determinar la variabilidad de los rendimientos y mermas a 48 horas.....	85
5.4	Análisis de Varianza (ANOVA).....	88
5.4.1	Prueba f para las diferencias en las varianzas a 24 horas.	92
5.4.2	Prueba f para las diferencias en las varianzas a 48 horas.	95
5.4.3	Prueba de Tuckey-Kramer a 24 horas.....	99
5.4.4	Prueba de Tuckey-Kramer a 48 horas.....	1101
CONCLUSIONES		1105
RECOMENDACIONES		1109
BIBLIOGRAFÍA		1111
ANEXOS		1113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama de la empresa.....	10
2	Valores medios de absorción de salmuera a veinticuatro horas.....	45
3	Valores medios de absorción de salmuera a cuarenta y ocho horas.....	48
4	Valores medios de merma de salmuera a veinticuatro horas.....	51
5	Valores medios de merma de salmuera a cuarenta y ocho horas....	53
6	Diagrama Absorción – Merma.....	66

TABLAS

I	Total de personal distribuido por área de empresa en estudio.....	9
II	Fosfatos permitidos en productos cárnicos.....	14
III	Costos y formulación en salmuera a base de producto actual.....	35
IV	Costos y formulación en salmuera a base de producto propuesto...	40
V	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para la diferencia de medias de rendimientos a veinticuatro horas..	75
VI	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para la diferencia de medias de mermas a veinticuatro horas.....	76
VII	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para la diferencia de medias de rendimientos a cuarenta y ocho horas.....	78
VIII	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, para la diferencia de medias de mermas a cuarenta y ocho horas..	79
IX	Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de los rendimientos a veinticuatro horas.....	83
X	Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de las mermas a veinticuatro horas.....	84
XI	Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de los rendimientos a cuarenta y ocho horas.....	86
XII	Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de las mermas a cuarenta y ocho horas.....	87
XIII	Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas de los rendimientos a veinticuatro horas (ANOVAS).....	93
XIV	Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas para mermas a veinticuatro horas.....	94

XV	Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas de los rendimientos a cuarenta y ocho horas.....	95
XVI	Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas para mermas a cuarenta y ocho horas.....	97
XVII	Valores medios de absorción de salmuera a veinticuatro horas.....	44
XVIII	Valores medios de absorción de salmuera a cuarenta y ocho horas.....	46
XIX	Valores medios de merma de salmuera a veinticuatro horas.....	50
XX	Valores medios de merma de salmuera a cuarenta y ocho horas....	52
XXI	Análisis de rentabilidad de las canales de pollo por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.....	55
XXII	Estimación de producción promedio y estimación de ahorros con aplicación de salmueras a veinticuatro horas.....	58
XXIII	Análisis de rentabilidad de las canales de pollo por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.....	59
XXIV	Estimación de producción promedio y estimación de ahorros con aplicación de salmueras a cuarenta y ocho horas.....	61
XXV	Pesos de canales de pollo marinadas con salmuera actual.....	113
XXVI	Pesos de canales de pollo marinadas con salmuera propuesta.....	116

GLOSARIO

Absorción	Es el porcentaje de peso que gana la canal de pollo por la aplicación intencional de líquidos.
Actina	Es la proteína principal de los filamentos delgados y supone el 20% de la proteína miofibrilar del músculo.
Aglutinantes	Que se adhieren o se unen tenazmente.
Aleatoriamente	Procedimiento de ordenar unidades o muestras, en lo cual tengan la misma oportunidad de ser escogidas con el fin de minimizar fuentes incontrolables de variación de error, y para eliminar el sesgo.
Balance hídrico	Tiene como fundamento el principio de la ósmosis, siendo éste el paso de una sustancia a través de una membrana semipermeable.
Cámara fría	Ambiente controlado de temperatura que oscila en un intervalo de (0 – 1) °C.
Canales de pollo	Materia prima que no tiene vísceras.
Carragenina	Es un agente gelificante extraído de algas marinas.

Chiller	Deposito de acero inoxidable con tornillo sin fin, y sistema de agitación para transferir calor por medio de agua a las canales de pollo.
Electrostática	Parte de la física que estudia los sistemas de los cuerpos electrizados en equilibrio.
Emulsificación o emulsificados	Son compuestos que ayudan a dispersar dos fases, una acuosa y otra de grasa, en los alimentos.
Error de muestreo	Tolerancia porcentual de la muestra que se está dispuesto a aceptar para obtener conclusiones adecuadas de los datos.
Gel protéico	Disociación de una molécula y formación de una matriz o red que contiene proteínas.
Goma	Es un hidrocoloide que aumenta la viscosidad de un producto.
Higroscópico	Que absorbe y exhala humedad según el medio en que se encuentre.
Inyección	Método para agregar salmuera a la canal de pollo.
Inyectora	Máquina utilizada en el proceso de marinación.

Ion	Átomo o agrupación de átomos que por pérdida o ganancia de uno o más electrones, adquiere carga eléctrica.
Marinado	Producto cárnico que contiene salmuera.
Merma	Es el porcentaje de pérdida de peso de la canal de pollo, por pérdida de salmuera en un tiempo establecido.
Miosina	Es la proteína principal de los filamentos gruesos, que comprende el 45% de las proteínas miofibrilares del músculo.
Perecedero	Productos que por su composición están expuestos a una fácil descomposición, tienen que someterse a bajas temperaturas.
Polisacáridos	Son hidrocoloides o gomas que tienen gran afinidad por agua, utilizados en productos cárnicos.
Proceso de marinación	Proceso por medio del cual se inyecta salmuera a productos cárnicos con inyectora.
Proteínas miofibrilares	Las proteínas miofibrilares en la carne son las responsables de la retención de agua.
Punto isoelectrico	Punto en que las cargas positivas son iguales a las cargas negativas; no es posible transmitir una

corriente eléctrica.

Rentabilidad	Mide la utilidad que se puede obtener de una situación en particular.
Retención	Acción y efecto de retener.
Salmuera	Solución elaborada a base de agua y aditivos para saborizar y preservar la carne.
Sarcolema	Vaina elástica que contiene un fascículo muscular elemental.
Significancia	Estadísticamente, es el resultado que indica si las diferencias encontradas en los datos de los tratamientos son significativos o no, según el valor de probabilidad obtenida.
Tratamiento	Es el elemento o sujeto sometido a estudio y que se mide o compara con otros elementos.
Vida de anaquel	Tiempo en el cual un producto alimenticio puede ser consumido sin ningún riesgo en la salud.
Viscosidad	Es la resistencia de un líquido para poder fluir.

RESUMEN

La industria avícola es de mucha importancia en nuestro país, ya que es uno de los sectores más importantes dentro de la actividad agropecuaria.

Los productos avícolas deben tener estándares altos de calidad garantizando la inocuidad, para poder ser competitivos en el mercado y así poder tener un beneficio de doble vía tanto productores como consumidores.

Los productores van a obtener un beneficio cuando se le dé un valor agregado al producto, y los consumidores quedarán satisfechos cuando reciban productos garantizados en el mercado y de alta calidad.

El valor agregado al producto se da por medio del proceso de marinación, aplicando salmuera intencionalmente en los productos por medio de una máquina inyectora.

Para la realización de este estudio, se propuso dos productos diferentes de carragenina y goma en la salmuera frente a los productos utilizados de carragenina y goma actuales en la misma, obteniendo mejores resultados con la salmuera con los productos propuestos y comprobando estadísticamente por medio de las pruebas de hipótesis, que existe diferencia significativa en los rendimientos de canales de pollo para un tiempo de veinticuatro horas como de cuarenta y ocho horas, no así para las mermas por pérdida de salmuera sometidos en los mismos lapsos de tiempo, pero que al realizar el estudio de rentabilidad en conjunto, tanto de rendimientos como mermas, sí existe una mejor rentabilidad en las canales de pollo utilizando salmuera propuesta.

Si toda la producción de canales de pollo destinada al proceso de marinación, fuera sometida por un tiempo establecido de veinticuatro horas, como consecuencia de utilizar productos propuestos de carragenina y goma en la salmuera, a diferencia de la actual, se tendrían ahorros mensuales de US \$11,703.819 y ahorros anuales de US \$140,445.825. Si la misma producción fuera sometida por un tiempo de cuarenta y ocho horas, entonces se tendrían ahorros mensuales de US \$15,233.480 y ahorros anuales de US \$ 182,801.760, teniendo una mejor funcionalidad la salmuera propuesta en las canales de pollo por un tiempo más prolongado.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la canal fresca de pollo utilizando dos productos diferentes de carragenina y goma en la salmuera, mediante el proceso de marinación.

ESPECÍFICOS

1. Determinar los rendimientos de la canal de pollo para la salmuera actual, y propuesta a veinticuatro horas.
2. Establecer la merma de la canal de pollo para la salmuera actual, y propuesta a veinticuatro horas.
3. Evaluar la rentabilidad de cada producto de carragenina y goma, aplicados a la salmuera a veinticuatro horas.
4. Establecer los rendimientos de la canal de pollo para la salmuera actual, y propuesta a cuarenta y ocho horas.
5. Determinar la merma de la canal de pollo para salmuera actual, y propuesta a cuarenta y ocho horas.

6. Evaluar la rentabilidad de cada producto de carragenina y goma, aplicados a la salmuera a cuarenta y ocho horas

7. Establecer la factibilidad de sustituir la carragenina y goma utilizada en la salmuera actual por la carragenina y goma a utilizar en la salmuera propuesta.

INTRODUCCIÓN

En las empresas industriales es importante poder determinar cuáles son los elementos que influyen en la realización de sus labores diarias en el departamento de producción, las mismas pueden subdividirse en internos y externos, estos elementos harán que la producción sea realizada de forma correcta al ser consideradas cómo un todo dentro de la organización.

Las operaciones que realizan el proceso de elaboración son base primordial para determinar cuan productiva es la empresa y cómo ésta se ve influenciada por su entorno, la industria de productos farmacéuticos ésta supeditada a un conjunto de normas que hacen que sus procesos sean controlados, es por ello que se busca determinar de una mejor forma cómo aumentar la productividad.

Al determinar no solo la eficacia con que se realizan las operaciones por parte de la maquinaria instalada y la eficiencia con que lo realizan los operarios dentro de la línea de producción, se pretende formar con el siguiente trabajo un Estudio de Tiempos y Movimientos dentro del departamento de fabricación de productos penicilínicos.

Se iniciará tomando en consideración todos los aspectos que envuelven la producción de productos farmacéuticos, investigando las normas tanto nacionales cómo internacionales que proporcionan la base para realizar dicha actividad, posteriormente se irán tomando tiempos en cada uno de los distintos productos para homogenizar el tiempo y observar en que momento difieren para hacer su justificación pertinente.

Posteriormente se continuará haciendo un balanceo de la línea de producción en el cual también se estará tomando en cuenta el aspecto de transporte, almacenaje del producto previo a entrar a las diferentes áreas de producción con las que se cuenta el departamento.

Se introducirá el estudio de movimientos con lo cual se pretende proponer una mejor metodología para realizar las operaciones, en cuyo caso deberá de garantizar el aumento de tiempo disponible y reducción de tiempos muertos, principal objetivo del presente trabajo, cómo se puede observar es un estudio que hace que los tiempos y movimientos se vean ligados de una mejor forma para garantizar que se cumple con la demanda que se tiene por parte del mercado tanto Nacional cómo Internacional.

1. ANTECEDENTES GENERALES

La industria Avícola Guatemalteca es uno de los sectores más importantes dentro de la actividad agropecuaria del país. A partir de la década de los sesenta, la industria avícola comenzó a desarrollarse aceleradamente como resultado de las exoneraciones otorgadas por el Decreto Legislativo No. 1331 “Ley de Fomento Avícola” (Dic/1959), estimulando la inversión privada y dando origen al establecimiento de granjas tecnificadas. Esta ley expiró a principios de los 90’s pero cumplió con el despegue de dicho sector que hoy en día contribuye al desarrollo nacional.

En Centroamérica, el gremio industrial avícola más grande se encuentra ubicado en Guatemala, produciendo 94.5 millones de pollos al año, con 6 millones de ponedoras en producción y 80,000 pavos anuales. Entre las empresas avícolas nacionales se encuentra el productor de pollo más grande de la región y tres de las cinco empresas de ponedoras más grandes de Centroamérica.

De acuerdo a la Asociación Nacional de Avicultores -ANAVI - la industria avícola le da un gran aporte a la economía nacional. La industria avícola representa más del 50% de actividad pecuaria y el 8% del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario, y contribuye con 600 millones de quetzales de valor agregado a la economía y es capaz de satisfacer el 100% de la demanda interna de productos avícolas. La industria avícola provee 30,000 empleos directos permanentes y 250,000 empleos indirectos. (Industria Avícola. 2002).

1.1 La Empresa

Se presentan aspectos de importancia dentro de la organización:

1.1.1 Localización

La planta industrial procesadora de pollo, se encuentra ubicada en la zona sur del país en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla, contando con un clima cálido.

1.1.2 Producción de la Región

El área en donde se sitúa dicha planta es agrícola-industrial, ya que en sus alrededores están ubicados ingenios azucareros, destilerías, sembradíos de caña de azúcar y frutas tropicales.

1.1.3 Historia (antecedentes)

El desarrollo del mercado de la carne de pollo se inició en Guatemala hace aproximadamente 40 años. Antes de esto, no existían empresas con rastros tecnificados que pudieran ofrecer al consumidor un producto fresco, higiénico y con respaldo de una marca.

Las personas dedicadas a la venta de pollo se ubicaban principalmente en las afueras de los mercados sin puestos establecidos, careciendo de infraestructura y condiciones necesarias para la venta.

En el año de (1964) aparece una organización dedicada a la comercialización de pollo, beneficiado con una planta procesadora ubicada en la ciudad capital. El poco pollo que se empezaba a beneficiar era congelado y lo vendía a los clientes mayoristas de diferentes partes del país, quienes a su vez los distribuían a nivel nacional.

Con el transcurso de los años esta organización se fue desarrollando y creando un pollo beneficiado con marca. Dando un paso hacia delante en la industria, el sistema de distribución se fue desarrollando y fortaleciendo para poder abastecer todos los días pollo fresco a más de 285 municipios de la República con sistemas de ruteo y el establecimiento de distribuidoras a nivel nacional. Este hecho trajo como consecuencia el crecimiento del mercado avícola con la penetración de un producto fresco (carne de pollo) con el respaldo de una marca. Actualmente, esta organización cuenta con una segunda planta procesadora de pollo beneficiado”.

1.1.4 Proceso productivo

La producción avícola se clasifica en sistemas intensivos y sistemas extensivos. Los sistemas intensivos son sistemas tecnificados o sea con una mejor tecnología en las granjas, por lo tanto se tiene un mejor aprovechamiento en el área de las galeras, donde se encuentran las aves teniendo mayor aprovechamiento de unidades de aves por unidad de área. Este tipo de granjas con este sistema cuentan con galeras tunelizadas (galeras cerradas) y que se encuentran con ambientes controlados, tanto en temperatura como en humedad que mejora la calidad de la carne en las aves, además de mejorar la productividad de aves de engorde en galeras previo a ser llevadas a las plantas procesadoras.

Los sistemas extensivos son sistemas tradicionales, no existe mucha tecnología, se trabajan menos unidades de aves por unidad de área por no tener ambientes controlados de temperatura y humedad, esto conlleva a ser menos productivo en la cantidad de aves de engorde en las galeras; las aves están expuestas al medio ambiente encontrándose libres en contacto con los elementos naturales.

Actualmente predomina el sistema intensivo donde los pollos en grandes cantidades son destinados a vivir juntos. Los “broilers” o especies destinadas a la producción de carne crecen rápidamente hasta alcanzar el peso de mercado y están listos a las 6 a 8 semanas, pesando un promedio de 1.6 a 1.8 Kg. El sistema es altamente tecnificado, siendo todo muy mecanizado y exacto.

En los métodos de crianza intensivo se albergan típicamente los animales en galpones de 8 x 25 mts que contienen 1,000 unidades por galpón. Cada productor posee un número determinado de unidades y hace un contrato para vender los pollos cuando alcanzan determinado peso en una fecha específica. El proceso de producción requiere de tal planificación que, las aves de un día, su proveedor de alimento, el veterinario, el transporte antes de ser beneficiado están todos programados para una fecha predeterminada de acuerdo a un itinerario de producción.

1.1.4.1 Procesamiento de pollo a beneficiar y beneficiado

El procesamiento de las aves durante la matanza genera contaminaciones por los desechos animales después del sacrificio. Esta etapa productiva es intensiva en el uso de agua, volúmenes muy altos que deben ser canalizados y tratados antes de permitir su descarga a los sistemas de drenaje regular.

En Guatemala, el costo del agua para las plantas procesadoras no está relacionado con el costo del agua potable para la comunidad, ya que las plantas tienen sus propios pozos de donde extraen agua, cubriendo de esta manera, los costos directos del tratamiento y clorinación.

Al inicio de la cadena de procesamiento, el ave es suspendida por las patas, se aturde por una descarga eléctrica y se procede a desangrarla. Luego se escalda por inmersión parcial en agua hirviendo y son desplumadas, evisceradas y removidas las partes no comercializables como la cabeza y las patas. Posteriormente, bajarles la temperatura mediante el proceso de “*chilling*” o inmersión en agua fría (1° a 4°C). En este proceso dicha planta utiliza el equipo que recircula el agua fría, mediante un sistema de enfriamiento amoniacal que mantiene durante el proceso la temperatura baja. Se descarga el agua con las demás aguas servidas especialmente con la del escaldado para neutralizar el problema térmico evitando de esta manera una forma de contaminación física conocida como “contaminación térmica” al ser vertida a ríos afectando las formas de vida acuática por el cambio brusco de temperatura.

La sangre generada en el área de matanza es recolectada aparte y no con los demás desechos como plumas, estiércol, vísceras que van por los canales de desagüe. Estas aguas servidas de la etapa de evisceración contienen sólidos oleaginosos y fibrosos (alimento remanente), grasas, tripas y bacterias intestinales.

Toda el agua confluye en un punto donde primero se pasa por un separador mecánico de residuos sólidos, luego pasa por una trampa de grasa. La planta procesadora procede a darle tratamiento con piscinas de sedimentación y piscinas de oxidación antes de su descarga.

Los desechos como la sangre, las plumas y las patas pueden ser aprovechados para incorporarlos como fuente de alimento animal si se procesan rápidamente.

Esta industria es intensiva en utilización de cuartos fríos, cuyo consumo energético es elevado por la necesidad de conservar el producto cárnico, que es un perecedero.

El pollo beneficiado es el cuerpo del pollo, después de someterlo al proceso de faena, el cual incluye insensibilización, desangramiento, escaldado, desplume y evisceración.

1.1.5 Recursos

Dentro de los mismos se encuentran los siguientes:

1.1.5.1 Naturales

La planta procesadora de pollo tiene un área extensa de terreno plano con una medida de 76,205 m² y sus instalaciones ocupan alrededor del 70% del área total (53,343.5 m²) y posee un 30% de área verde (22,861.5 m²). Todo el perímetro de la planta esta protegido por paredes de concreto y garita de control.

1.1.5.2 Físicos

Se cuenta con equipo y maquinaria sofisticada.

1.1.5.2.1 Instalaciones

La planta cuenta con instalaciones en perfecto estado y ubicadas ordenadamente de acuerdo con los requerimientos establecidos para una planta de alimentos perecederos.

Esta planta cuenta con un sistema de procesamiento en línea, en las cuales incluyen etapas realizadas con equipo automatizado y etapas manuales que realiza el personal operativo. Cuenta también con oficinas contables de computo y administrativas, instalaciones sanitarias tanto para personal operativo, como para el administrativo, garita de control y cafetería. Además dentro de sus instalaciones se encuentra ubicadas clínicas médica y odontológica, laboratorios médico y microbiológico, y departamento de recursos humanos, prestando servicio a la planta pero son manejados de forma autónoma.

“El equipo que compone su sistema en línea puede enumerarse de la siguiente manera:

1. Sistema de ganchos en línea
2. Aturdidor
3. Escaldadora
4. Desplumadotas mecánicas
5. Cortadora de cabeza
6. Cortadora de extremidades (patas).
7. Pistolas para el corte de cloaca
8. Máquinas mollejas
9. Pistolas de succión de pulmones
10. Máquinas para el lavado de canal
11. Enfriadores (Chillers)

12. Sistema automático de caída de canales
13. Máquinas inyectoras de salmuera
14. Evaporadores para cámaras de congelación y enfriamiento
15. Cuarto de congelación individual (IQF)
16. Balanzas para el pesaje de producto final y de descarte

1.1.5.3 Humanos

La planta procesadora de pollo cuenta con 635 trabajadores en el personal operativo, estando ubicados de la siguiente forma:

Tabla I. Total de personal distribuido por área de empresa en estudio

ÁREA	No. DE PERSONAS
CALIENTE	160
FRÍA	43
SUAVIZADO POLLO ENTERO	5
DESHUESE Y FILETEADO DE POLLO	109
CORTE DE POLLO Y PARTES	29
SUAVIZADO DE PARTES	2
EMPAQUE DE POLLO Y PARTES	46
CONGELAMIENTO IQF	32
TRANSPORTE DE POLLO	45
DESCARGA	3
LIMPIEZA	69
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	36
MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	9
CAMARAS TEMPORALES	14
PROCESO CLIENTE ESPECIAL	20
PROCESO PASTA DE POLLO (MDM)	10

Fuente: elaborado por el autor 2008.

Además, se cuenta con 35 personas en el personal administrativo y gerencial.

1.1.5.4 Financieros

Datos estrictamente de carácter confidencial de la empresa.

1.1.6 Producción Principal

La planta procesadora de pollo produce una gran variedad de productos que se venden en toda la República. Además la planta cuenta con un programa HACCP en la elaboración de sus productos lo que hace que estos salgan al mercado con la más alta calidad y con la garantía de un producto inocuo.

Sus productos principales son: Carne de pollo procesado, filetes de pierna, pechuga y cadera a granel y en bandeja, pollo en partes, bistec, pasta MDM y vísceras comestibles en diferentes presentaciones.

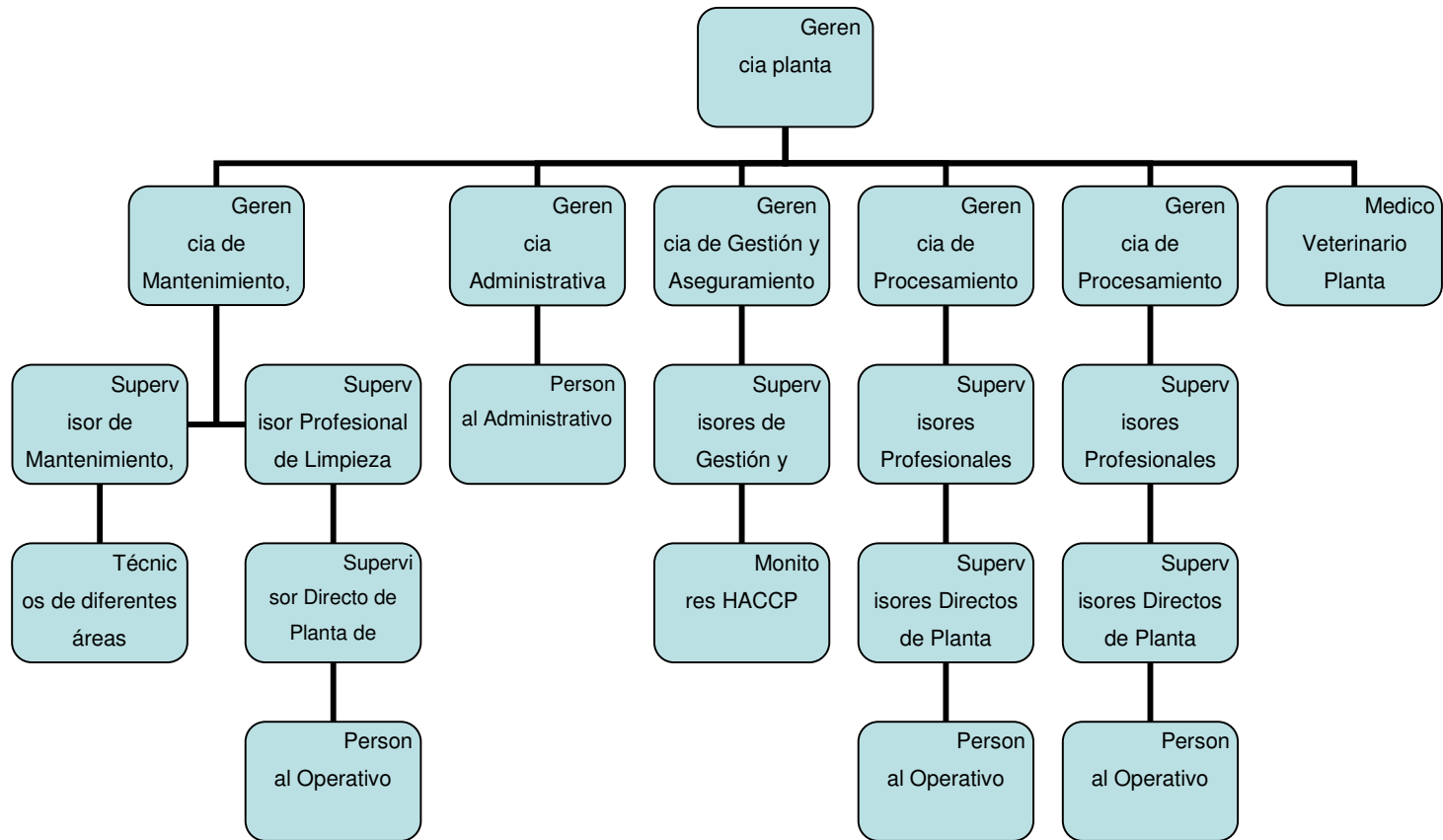
1.1.7 Situación Técnica

El funcionamiento de la planta se debe a un grupo de trabajadores altamente capacitados que ayudan al buen desarrollo de las actividades. La situación técnica se divide así: **Ingenieros Mecánicos, Químicos, Industriales y Agroindustriales, Químico Biólogo, Psicólogo, Médico Veterinario, peritos, contadores, secretarias y bachilleres.** En el área de producción, limpieza, transporte y mantenimiento los trabajadores cuentan con niveles de educación **primaria, básico y diversificado.**

1.1.8 Situación Administrativa

La industria avícola está conformada de la siguiente forma:

Figura 1. Organigrama de Empresa



11

Fuente: **Manual HACCP industria Avícola del Sur, S.A.**

1.1.9 Generales de comercialización

La planta procesadora de pollo comercializa su producción por medio de un sistema de red de distribuidoras y depósitos refrigerados que abastecen a todo el territorio nacional.

Actualmente se han estado exportando productos de menudos para el continente asiático.

1.2 Productos avícolas

Los alglutinantes cárnicos son ingredientes que cumplen dos funciones principales en otros productos avícolas obtenidos en el procesamiento: 1) Control de la depuración (humedad), y 2) estabilidad estructural (cohesión) para producir una textura similar a la de la carne. Las texturas y los sabores específicos de los productos avícolas varían en cada país y las formulaciones son desarrolladas basándose sobre las cambiantes condiciones económicas, disponibilidad de material bruto, tendencias del consumidor, aspectos de seguridad en alimentos y adaptación de productos de una región a otra.

1.2.1 Valor agregado

En los Estados Unidos, los aglutinantes han sido utilizados para reemplazar la grasa en productos cárnicos “libres de grasa, dietéticos” para satisfacer las expectativas del consumidor. En Perú, los aglutinantes son necesarios debido a la falta de suficiente grasa animal. En México, Centro y Sudamérica, los procesadores de carne y aves están logrando mayor rendimiento de sus productos con los aglutinantes de proteínas.

Las limitantes de los aglutinantes no cárnicos en sistemas cárnicos están determinadas por la competencia por humedad entre proteínas cárnicas y los aglutinantes, y la potencial separación de la estructura de carne-gel debido a un sobreuso del aditivo. En productos cárnicos de gran tamaño, el agua abundante está disponible, pero las funcionalidades y sinergias potenciales de todos los ingredientes deben ser utilizadas para fabricar un producto aceptable.

1.2.2 Ingredientes

Son todos aquellos que se utilizan en las preparaciones de salmueras para productos alimenticios.

1.2.2.1 Fosfatos

Estos son sales derivadas del ácido fosfórico y existen diversos tipos clasificados en alcalinos y ácidos. Los fosfatos alcalinos se añaden para aumentar la fuerza del ligado y retención de agua, mediante diversos mecanismos. Estos ayudan conjuntamente con la sal a la liberación de las proteínas solubles de la carne (actina y miosina). La adición de sal afecta la fuerza iónica del sistema.

Específicamente, el ion cloruro (Cl^-) es ligado fuertemente por los grupos cargados positivamente y como consecuencia, estos últimos son prácticamente eliminados, mientras que el ion sodio se liga sólo débilmente por las cargas negativas. El efecto neto de este fenómeno es un desplazamiento del punto isoeléctrico hacia un pH más bajo, lo que provoca una mayor repulsión electrostática de las proteínas musculares, y lo cual finalmente permite que existan más sitios cargados para ligar agua.

El incremento de la capacidad de retención de agua (CRA) por parte de los fosfatos tiene como resultados: a) reducción de la pérdida de agua durante el cocimiento; b) incremento del rendimiento después del cocimiento; c) reducción de la pérdida de agua durante la descongelación; d) incremento de la suavidad; e) retención de sabor por menor pérdida de los jugos propios de la carne durante el cocimiento; f) reducción del quemado por frío; g) incremento de la capacidad de ligado entre piezas musculares; y h) prolongación de vida en anaquel por la habilidad de secuestrar el hierro que cataliza las reacciones de oxidación de las grasas.

Desde que el USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) autorizó en 1982 la incorporación directa de ciertos fosfatos a productos embutidos, su uso se ha expandido a una amplia gama de productos de ave y de carne de bovino y porcino.

Tabla II. Fosfatos permitidos en productos cárnicos.

FOSFATO	ABREVIACION*
Fosfato disódico	DSP
Fosfato Monosódico	MSP
Metafosfato de sodio, insoluble	SMPI
Polifosfato de sodio, cristalino	SPGG*
Tripolifosfato de sodio	STP**
Pirofosfato de sodio	SPP**
Pirofosfato ácido de sodio	SAP*
Fosfato dipotásico	DPP
Fosfato monopotásico	MPP
Tripolifosfato de potasio	PTP
Pirofosfato de potasio	PPP

* Por sus siglas en Inglés

**Comúnmente utilizados en las mezclas para productos cárnicos y de ave

Fuente: Revista Carnetec Julio/Agosto 1999. Ingredientes para aumentar la retención del agua.

Tabla I

Los productos cárnicos a los que se les agrega fosfatos pueden dividirse en inyectados y emulsificados. Entre los primeros se encuentran los jamones, los músculos que se cocinan en horno enteros y el pastrami. Entre los emulsificados se encuentran las salchichas, los pasteles de carne y la bologna.

a. Aplicación en productos inyectados.

Generalmente, con este tipo de productos se recomienda usar el tripolifosfato de sodio (TPS), ya que se disuelve rápidamente en agua, originando una solución clara (según requerimiento del USDA). También existen mezclas de varios tipos de fosfatos como la de tripolifosfato y hexametáfosfato de sodio, la cual puede mejorar los rendimientos en algunos productos. El azúcar, los nitritos, las especias y otros ingredientes se agregan a la solución antes de añadir la sal. Los fosfatos alcalinos incrementan los rendimientos y generan productos que tienen menos pérdida de agua por escurrimiento. Esto tiene como resultado mayor suavidad y jugosidad del producto final, atributos que son muy importantes para el consumidor. Además de aumentar la CRA, este tipo de fosfatos puede estabilizar el color rojo de los productos curados e inhibir la descomposición de productos que se almacenan por largos períodos.

El polifosfato de sodio (Tripolifosfato de sodio) (TPS) se utiliza con el propósito de evitar la pérdida de humedad. El “TPS” no representa riesgos a la salud por consumo humano y la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés) lo tiene clasificado como “Generalmente Reconocido Como Seguro” (G.R.A.S. por las siglas en inglés). Aunque el empleo de tripolifosfatos es muy común y su uso debe ser señalado en la etiqueta del empaque, el FDA no especifica qué cantidades pueden utilizarse, aunque si señala que debe hacerse siguiendo buenas prácticas de manufactura.

1.2.2.2 Almidones

Estos son polisacáridos constituidos por moléculas de carbono y grupos hidroxilo (OH) capaces de interactuar con las moléculas de agua. Las propiedades de los almidones pueden variar según la fuente de donde se obtienen (tapioca, patata, trigo, arroz, maíz, entre otros). Actualmente se usan más los almidones modificados, ya que tienen propiedades funcionales específicas.

Cuando el almidón es sometido a un tratamiento térmico en presencia de agua, se gelatiniza; es decir los gránulos que lo forman se rompen liberando las moléculas constitutivas de amilosa y amilopectina. Una vez gelatinizado, el almidón adquiere propiedades hidrofílicas (o de retención de agua).

a. Aplicación en productos inyectados

Los almidones modificados (v.gr. dextrinizados y oxidados) pueden añadirse a salmuera que se inyecta en productos como el jamón. Generalmente, los almidones se gelatinizan en la etapa de cocción ayudando a retener el agua y posteriormente, a mantener el embase libre de humedad. Los niveles generalmente utilizados varían entre el 1% y 3%.

1.2.2.3 Hidrocoloides o gomas

La mayoría son polisacáridos que tienen gran afinidad por agua. Su uso está considerablemente regulado en productos cárnicos procesados debido a que esta propiedad sube significativamente los rendimientos de producto terminado.

Las propiedades funcionales de estos ingredientes se derivan de su capacidad de interacción de moléculas con ellas mismas y con las moléculas de su ambiente como proteínas, lípidos y agua. Sin embargo, los hidrocoloides deben reaccionar principal y continuamente con moléculas de agua para proporcionar emulsificación, viscosidad y estabilidad a las mezclas.

1.2.2.3.1 Carragenina

La carragenina es un agente gelificante extraído de algas marinas rojas. La carragenina ha sido usada por muchos años en productos de jamón en Europa, Canada y México. En los Estados Unidos, es habitual que una gran proporción de productos con carne de ave tales como pechuga de pavo y rollos de carne de pollo se elaboren usando carrageninas tanto en el músculo completo como en trozos y formas procesadas.

La carragenina es un hidrocoloide (goma) derivado de algas marinas rojas que absorbe la humedad para producir una textura de gel firme. Puede mejorar el rendimiento, controlar la depuración (mejorar la retención de agua), hacer más fácil el rebanado de producto terminado, favorecer la jugosidad y proteger productos de los efectos de la congelación y el deshiele. La carragenina puede incorporarse en una salmuera para inyección en carne de res o productos avícolas o adicionarse directamente a un mezclador. En la mayoría de los casos, la carragenina se usa en niveles menores de 1% y requiere ser calentada para alcanzar una completa solubilidad.

a) Aplicación en productos inyectados

El hidrocoloide al que se le ha encontrado más aplicaciones en productos cárnicos procesados es la carragenina. Además de reducir considerablemente las pérdidas por cocción mediante la retención de agua, este ingrediente también mejora la consistencia, estructura y facilidad de rebanado del producto terminado. Los fabricantes de carragenina recomiendan usarla en niveles de 0.2% al 0.5% en base al peso del producto terminado.

Otras gomas como la arábica, los alginatos y la carboximetilcelulosa (CMC) han sido probadas en las formulaciones de mezclas cárnicas (sobre todo en productos bajos en grasa), más sus resultados no han sido tan sobresalientes como la carragenina.

1.2.2.4 Proteínas

Las propiedades funcionales de las proteínas permiten modificar las propiedades de flujo, emulsificar, formar geles y espumas, y por supuesto, ligar o retener agua. La adición de proteínas a los productos cárnicos también puede generar beneficios nutrimentales, entre los cuales destacan la disminución del contenido calórico, el incremento de la cantidad de proteína total y el balance del perfil de aminoácidos.

Las proteínas pueden ser agregadas mediante ingredientes concentrados o aislados como la harina de soya, concentrado de proteína de soya, proteína texturizada de soya (PST) y suero de leche deshidratado o concentrado.

a) Aplicación en productos inyectados

Los concentrados de proteína del suero de leche pueden usarse en la elaboración de jamones, para prevenir el encogimiento durante la cocción y retener la jugosidad. Los concentrados y aislados de soya también se usan comúnmente en la elaboración de jamones, donde se incluyen en solución o salmuera. El gluten vital, proteína derivada del trigo, es otro ingrediente muy utilizado en cárnicos. Gracias a las propiedades viscoelásticas que adquiere cuando se hidrata, este ingrediente también puede mejorar la jugosidad y rendimiento del producto final.

1.2.3 Proceso de marinación

El proceso de marinado se hace luego que las aves son sacrificadas. Pueden ser a base de gomas, almidones, dextrinas, derivados de proteínas y otros aditivos que estabilizan y espesan alimentos al combinarse con agua para añadir viscosidad y formar geles. El marinado se realiza mediante tres sistemas: inmersión, masaje e inyección. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) permite la inclusión de otras sustancias en el marinado, como resaltadores de sabor y emulsificantes.

1.2.3.1 Sistemas de inyección y marinado

Desde hace tiempo, la industria avícola ha reconocido el potencial de mejora de los procesos de inyección, y desde hace más de un cuarto de siglo que la literatura científica reporta los beneficios en jugosidad y textura de la carne de pollo obtenidos mediante la incorporación de sal y fosfatos.

Representan una alternativa muy viable para dar un valor agregado a cualquier tipo de carne, favoreciendo tanto al fabricante como al consumidor. El fabricante obtiene un rendimiento y reducción de costo mediante un proceso rápido y sencillo, el consumidor recibe siempre un producto con características constantes de blandura, jugosidad y sabor. Para la preparación de solución de marinado (salmuera) de la forma más eficiente es recomendable utilizar hielo en escamas, ya que tiene una alta capacidad de enfriamiento, resultado de su temperatura (-7°C) y su gran superficie de contacto (escamas de 0.5 a 1.5 mm de espesor). También puede ser utilizado en combinación con el tanque de mezclado para preparar una salmuera homogénea, el tanque cuenta con dos sistemas de mezclado: un agitador de propela y una bomba recirculada la cual también tiene la capacidad de incorporar los ingredientes secos mediante una tolva y de transportar la salmuera al punto de inyección ó marinado.

Para los cortes primarios se requiere de la utilización de una inyectora multi-agujas, la selección del modelo adecuado dependerá del tamaño del corte, el porcentaje de inyección y el volumen de producción. Hay que considerar una inyectora versátil que cuente con las siguientes características: agujas retráctiles para cortes con y sin hueso, presión de inyección regulable, avance de banda regulable, acumulador de presión, recipiente para salmuera con filtro de retorno, desconexión rápida de agujas y una construcción robusta en acero inoxidable.

En el marinado de cortes como pechugas de pollo, filete de pescado y cecinas, el sistema ideal es mediante un marinador al vacío ó tumbler. Al aplicar vacío el músculo se expande por lo que provoca un ablandamiento de la carne al presentarse rompimientos de fibras musculares, la acción mecánica de la rotación del tambor provoca la absorción de la salmuera.

El producto ya marinado tiene que ser empacado para ser presentado al consumidor, el sistema de empaque más eficiente, económico y versátil es el empacado al vacío, ya que con un mismo equipo se pueden utilizar diferentes tipos de cortes y presentaciones. Entre sus ventajas están las siguientes: Incrementa la vida en anaquel, elimina mermas y facilita el manejo a temperaturas de conservación y congelación. El sistema de inyección y marinado puede ser diseñado de acuerdo a sus requerimientos específicos de producción y soportado con tecnología en el uso de ingredientes y empaques.

1.2.3.1.1 El efecto de la presión en la calidad de la carne inyectada

El proceso de inyección tiene gran importancia en la fabricación de productos cárnicos de músculo entero, especialmente en aquellos que no son sometidos posteriormente a fases de masaje, como son los productos estilo Whiltshire (jamones, paletas, lomos y tocino, comercializados únicamente en salmuera para su cocción en el hogar).

Los parámetros que determinan la calidad del proceso de inyección y tienen un impacto directo en la calidad del producto terminado obtenido son principalmente:

- 1) La regularidad del porcentaje inyectado en diferentes piezas, que afecta directamente las características sensoriales del producto y su rendimiento.

- 2) El escurrimiento de salmuera después de la inyección, en donde bajas pérdidas de salmuera indican su buena retención. Un tiempo corto de escurrimiento permite un envasado más rápido, por lo que es posible un proceso de fabricación continuo y fluido, sin cuellos de botella ni tiempos muertos.
- 3) La distribución de la salmuera, que debe ser de la forma más uniforme posible entre las fibras cárnicas, reduciendo de esta manera el tiempo requerido para que la salmuera pueda migrar a las áreas no inyectadas.

1.2.3.1.2 Definición de inyección “atomizada”

La mayoría de las inyectoras multiagujas utilizan bombas continuas que impulsan la salmuera, a través de agujas con 2 a 4 agujeros de 1 mm o más de diámetro, inyectando la salmuera durante el recorrido descendente de la aguja a través de la carne. Debido al diámetro de los agujeros, la salmuera fluye a través de ellos formando un chorro continuo. Además estas máquinas suelen trabajar a una presión variable en el circuito de la salmuera que normalmente no excede los 4 kg/cm²

Las presiones más altas dañan la estructura de la carne, ya que el flujo de salmuera provoca la separación e incluso rotura de las fibras musculares formando bolsas de salmuera en el fondo del agujero generado por el paso de la aguja, por lo que la salmuera debe ser depositada de forma suave dentro de la carne, quedando pobremente distribuida y retenida. Estos defectos de inyección se convierten posteriormente en anomalías de curación que afectan el aspecto del producto.

Por su parte, las inyectoras de efecto atomizador introducen una cantidad de salmuera, dosificada volumétricamente, solamente cuando las agujas han penetrado completamente en la carne y se encuentran en reposo al final de su carrera descendente. Las agujas están diseñadas con 11 a 14 agujeros de 0.6 mm de diámetro distribuidos en diferentes alturas, según el producto a inyectar. El efecto atomizador se consigue por medio de una bomba de pistón volumétrico, que comprime la salmuera a gran presión para que pase por los agujeros a gran velocidad y se disperse en forma de miles de microgotas (atomización). Las pequeñas dimensiones de estas gotas y su alta velocidad hacen que se introduzcan profundamente entre las fibras cárnicas sin causar daño a la estructura muscular. Las pérdidas por escurrido son mínimas, ya que al penetrar la salmuera profundamente dentro del músculo, un mayor volumen muscular se verá cubierto por ella.

1.2.3.1.3 Presión y pérdida de salmuera

El Departamento Tecnológico, Metalquimia, España; realizó un experimento con una inyectora de efecto atomizador con el fin de comprobar su funcionalidad superior describiéndolo a continuación:

Se inyectaron al 20% muestras de cortes de 15 cm de longitud manejando presiones de 2 a 8 kg/cm² y por diferencia de pesos se calculó la pérdida de salmuera por escurrimiento a los 10 min, y 1, 2, y 24 hrs. Además se envasó al vacío una pieza de cada tratamiento al cabo de 1 hora de inyección se observó que las altas presiones de inyección reducen drásticamente la pérdida total y el tiempo de escurrimiento. En las piezas embasadas al vacío, abiertas a las 24 h después de la inyección, únicamente aquellas inyectadas a presiones inferiores a los 6 kg/cm² presentaron exudación de jugos en la bolsa, de forma que cuanto menor fue la presión de inyección, mayor fue la cantidad de jugo libre.

1.2.3.1.4 Retención del marinado

Las proteínas de la carne, específicamente las de las miofibrillas musculares, son las responsables de la retención de agua. Estas proteínas poseen grupos reactivos cargados eléctricamente y, por tanto, pueden asociarse a las cargas eléctricas de las moléculas de agua. El agua que permanece fuertemente unida a las proteínas cárnicas se puede denominar inmovilizada, pero la cantidad de ésta depende de la cantidad de la fuerza ejercida físicamente sobre el músculo. El agua que se mantiene ligada únicamente por fuerzas superficiales se denomina agua libre y es la que se puede perder más fácilmente durante el escurrido.

El tiempo transcurrido hasta poderse considerar finalizado el escurrimiento (<1%) también se reduce, con lo cual se puede garantizar un envasado rápido sin posteriores problemas de presencia de líquido en el envase final.

En los productos marinados por inyectora con atomizado, el marinado es distribuido en forma de gotas microscópicas y, por tanto, de forma totalmente uniforme, con lo cual el espacio entre las gotas microscópicas y proteínas es mínimo. De esa forma hay muchas más moléculas de agua ligadas de forma directa a las proteínas, dando lugar a una unión entre ellas mucho más fuerte y, en consecuencia menor drenaje o pérdida por escurrimiento durante el almacenamiento del producto. Por otra parte, el escurrimiento disminuye debido a que las gotas microscópicas ocupan un mínimo espacio entre las fibras musculares y, como resultado, también disminuye la presión ejercida sobre ellas.

1.2.3.2 Proceso de inyección desde el punto de vista Fisiológico

Desde tiempos remotos se han aplicado métodos de conservación de la carne y quizá por aprendizaje empírico se descubrió que la aplicación de la sal y otros aditivos de manera superficial no evitaba por completo el riesgo de descomposición microbiológica. Fue entonces cuando se decidió que los aditivos deberían ser disueltos en una salmuera y depositados en todo el interior de la pieza de carne.

El funcionamiento de una inyección se basa en varios principios de la física. Primeramente, los líquidos (como el agua) no son comprimibles, es decir que no se puede reducir su volumen aplicándoles presión.

En la industria de carne, el proceso de inyección es tan común y rutinario que nadie se detiene a pensar en la dinámica de esta fascinante herramienta que se ha tornado indispensable en el proceso de elaboración de jamones. Sin embargo, la aplicación de inyecciones de salmuera no es una práctica exclusiva de los procesadores de jamón y otros productos cocidos, sino que su aplicación tiene utilidad en productos que se distribuyen frescos. El proceso de inyección es un excelente complemento del proceso de marinación, cuando los productos tienen un espesor mayor a 5 centímetros (2 pulgadas) y más importante aún, cuando el espesor se mide en dirección perpendicular a las fibras musculares.

1.2.3.2.1 Estructura muscular

Para comprender el efecto de una fuerza externa en el tejido muscular, se debe hacer una breve semblanza de cómo está organizado este aparato contráctil.

El músculo esquelético está formado por células especializadas llamadas fibras musculares, las cuales representan del 75% al 92% del volumen total; el resto del tejido lo conforman los tejidos conectivos, vasos sanguíneos y fibras nerviosas.

En los tejidos implicados en la inyección, el agua que se inyecta queda atrapada en las proteínas contráctiles (principalmente la miosina). No obstante, el énfasis de este escrito es el proceso que el agua debe realizar para llegar hasta las proteínas contráctiles.

1.2.3.2.2 Fisiología del balance hídrico

El agua que el músculo contiene se clasifica en intracelular (entre 30% y 40% del peso) y extracelular (20% y 25%). Esta última comprende el líquido del sistema linfático (sistema circulatorio de baja presión que sirve de drenaje para el sistema sanguíneo) y el líquido que conforma el plasma. La inyección de agua a través de agujas de alta presión sitúa el líquido hasta lo más profundo del tejido muscular. Si el asunto se refiere a localizar mayor cantidad de agua donde están alojadas las proteínas de carne, es preciso comprender el balance osmótico de las células y cuales son los obstáculos naturales que el agua encuentra y que impiden su libre difusión.

El agua se suministra a las células vivas por medio de dos fuerzas: la presión arterial (hidrostática) y la presión intersticial (la del sistema linfático). Ambas contribuyen a que el líquido salga del torrente sanguíneo. Una vez fuera de la circulación, el intercambio entre células y el espacio extracelular se lleva a cabo por difusión. El retorno a la circulación venosa se debe a la presión oncótica (presión osmótica causada por la carga eléctrica de las proteínas).

En un animal vivo que se somete a deficiencia de proteína, el tejido muscular puede sufrir un edema (inflamación) por falta de proteína en la sangre y por lo tanto ausencia de presión oncótica. Un aumento en el volumen del tejido muscular tan solo ocurre por la manipulación de la presión osmótica (oncótica).

En el caso de la inyección el líquido se fuerza dentro del tejido, más sería necesaria la manipulación de las concentraciones de solutos para garantizar que el agua quede asociada con las proteínas del músculo. Se sabe que las fibras musculares son células alargadas que poseen una membrana llamada Sarcolema. Sin embargo, una característica especial de las fibras musculares es que hacia el interior del sarcolema se encuentran los túbulos transversales que facilitan el paso de los impulsos nerviosos al momento de la contracción muscular y en la carne, quizá sean canales normales de distribución de agua. En la periferia del sarcolema se encuentra una membrana de reticulina que le permite anexarse a las células adyacentes de tal modo que esta unión no se separe durante el proceso de contracción y relajamiento muscular. El sarcolema de la célula está rodeado de una capa de tejido conectivo llamado endomisio, el cual se compone principalmente de fibras de colágeno y reticulina. Las células musculares se acomodan en forma paralela (grupos entre 20 y 40) para formar un haz muscular primario. Un conjunto de haces primarios forman un haz secundario.

Finalmente, un grupo de haces secundarios se unen para formar un músculo completo; éste a su vez, se encuentra cubierto de una última capa de tejido conectivo llamado epimisio.

Cuando se coloca un músculo entero en una salmuera, la difusión del líquido dependerá generalmente de la concentración de sólidos disueltos y del tiempo que se permita el proceso de migración de agua y los solutos.

Es obvio que las capas de tejido conectivo que se mencionan anteriormente son un impedimento para la migración de solutos, puesto que las moléculas de alto peso no pasan estos tejidos con tanta facilidad.

Hasta este nivel, los obstáculos son prácticamente barreras físicas, pero el sarcolema representa una barrera un tanto más dinámica que es necesario entender para manejar el arte de la retención del agua en los productos. La explicación fisiológica de este equilibrio hidrostático es compleja, mas es crucial en el entendimiento de lo que ocurre en los tejidos.

El balance hídrico tiene como fundamento el principio de la ósmosis, cuya definición es el paso de una sustancia a través de una membrana semipermeable. La difusión del agua entre el espacio extracelular y las células depende básicamente de la osmósis, por lo tanto, la concentración de los solutos de la salmuera pueden hacer que el agua salga de la células o penetre a éstas. Si la concentración de solutos es mayor que la que la célula tiene, el agua tiende a salir y viceversa. La concentración de cloruro de sodio (sal) en el tejido muscular es aproximadamente 0.9% y la mayoría de las salmueras son altamente hipertónicas (más de 0.9%). Por consiguiente, el agua de las células tiende a salir irremediamente. Un producto recién inyectado sufre de falta de estabilidad en el agua retenida.

El efecto de la alta concentración de solutos de la salmuera en combinación con el vacío y el trabajo mecánico del masaje provocan una solubilización de las distintas partes del tejido, principalmente las membranas y las proteínas contráctiles. Los fosfatos, comunes en las salmueras, se encargan de disociar la actina de la miosina, aumentando la facilidad de disolver aún más las proteínas. Ya que esto ha ocurrido, la cantidad de las cargas eléctricas del sistema aumenta por la extracción de proteínas y el agua inyectada tiene la posibilidad de encontrar en las cargas disponibles, puntos de enlace que aseguren su estabilidad. En este punto, la cocción sólo realiza la fijación o solidificación del gel proteico y el agua queda atrapada dentro de éste.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA SALMUERA

2.1 Aditivos utilizados en la salmuera actual

En la actualidad el uso de la salmuera para la producción de pollo es generalizado y las ventajas son tanto para el consumidor como para el productor. El consumidor recibe un producto con mejores características sensoriales como apariencia, color, olor, textura y sabor; mientras que el productor además de obtener mayor valor agregado, y por consiguiente una mayor utilidad, puede conservar durante más tiempo y en mejores condiciones el producto.

Para obtener una salmuera con características óptimas es recomendable pesar el agua y los otros ingredientes en vez de medirlos por volumen. Los ingredientes y aditivos deben ser añadidos tomando en cuenta las recomendaciones de los proveedores para obtener la mejor funcionalidad.

Dependiendo del uso que se le dé al producto los ingredientes que incluye la salmuera pueden variar. Los ingredientes que se presentan a continuación son los más recomendados y los que comúnmente se utilizan en una salmuera para pollo fresco para procesos de inyección y masajeo.

2.1.1 Agua y hielo

Para elaborar la salmuera se utiliza agua y hielo: el agua como solvente y el hielo para el enfriamiento inicial de la salmuera, ya que la temperatura preferible para la inyección de la salmuera es de aproximadamente de -2°C ; aunque como mínimo debe existir una diferencia de 1°C entre el producto y la salmuera. Si la salmuera estuviera a una temperatura mayor que el pollo, incrementaría la temperatura del mismo lo que propicia la reproducción de las bacterias.

El agua está presente en todos los alimentos naturales en distintos porcentajes, en algunos, constituye inclusive hasta el 70% de su peso o más; de la carne cocida representa alrededor del 60%. El agua afecta radicalmente la textura de los alimentos.

2.1.2 Sal

Diversos han sido los efectos descritos para el cloruro de sodio o sal común: preservación, efecto antimicrobiano, acentuación del sabor y extracción de las proteínas miofibrilares, siendo probablemente estos dos últimos los de mayor importancia para el procesador de carne. La solubilización de las proteínas miofibrilares y la presencia de iones de cloruro en la estructura del sarcómero aumentan la repulsión electrostática entre moléculas adyacentes de proteína. El resultado es un debilitamiento de la estructura filamentosa del músculo y una mejora en la capacidad de retención de humedad. Para acentuar el sabor, es común agregar sal en concentraciones cerca de 2% en muchos alimentos.

La sal es un ingrediente altamente higroscópico, atrae el agua actuando como supresor de la actividad de la misma, ésta ayuda a retener los jugos y disminuir las pérdidas debidas al sangrado o al escurrimiento lo cual aumenta la vida del producto. Muchos organismos proteolíticos y otros tipos generadores de la descomposición no toleran más del 2.5% de sal.

2.1.3 Fosfato

Los fosfatos alcalinos (que aumentan el pH) ¹, reducen la formación del color y su estabilidad pero incrementan la retención de agua. Su influencia sobre las condiciones de pH tiene un efecto buffer² en varias partes del músculo. Los fosfatos incrementan el pH de productos cárnicos para un rango óptimo de 6.0 a 6.4; las salmueras de fosfato generalmente tienen un rango de pH entre 8.5 y 9.5.

2.1.4 Carragenina actual

Es una mezcla de carragenina e hidrocolóide como producto final utilizado en la empresa en la actualidad.

2.1.5 Hidrocoloides o gomas

Es una mezcla de carragenina e hidrocolóide como producto final utilizado en la empresa en la actualidad.

¹ El pH es el índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7

la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

² El efecto es el neutralizar una disolución ya sea alcalina o básica.

2.2 Ficha técnica actual

La definición del producto y la recomendación de uso son dos aspectos importantes en esta ficha técnica.

2.2.1 Definición

El producto actual es una mezcla de carrageninas y otros hidrocoloides (gomas), diseñada para la preparación de salmueras para inyección de pollo fresco, ya sea entero o por piezas. Gracias a la acción ligante de este producto, es ideal para retener la salmuera dentro de la carne de pollo, brindándole además suavidad y frescura después de preparada.

El producto genera salmueras de viscosidad intermedia (95 a 110 cP's)³, para facilitar su proceso de preparación e inyección. La retención de agua de este producto no depende de su viscosidad en solución sino de su capacidad de formación de geles en frío.

2.2.2 Recomendación de uso

Este producto se utiliza desde 0.25% hasta 0.35% en el total de la salmuera a preparar.

Su composición es carragenina iota y goma de algarrobo.

³ cP's = centipoises = medición de viscosidad.

2.3 Costo de salmuera actual

El costo de la salmuera utilizada actualmente es el costo de la adquisición de todos los ingredientes necesarios empleados para su elaboración. Se considera el costo unitario de cada ingrediente por unidad de peso, con el fin de obtener el aporte por unidad que sumado proporciona el costo en dolares por kilogramo de salmuera compuesta. A continuación se presenta la Tabla III, la cual detalla los costos de la formulación de la salmuera para el producto actual.

2.3.1 Tabla de costos y formulación en salmuera a base producto Actual

Se presentan los ingredientes, la composición y costos.

Tabla III. Costos y formulación en salmuera a base de producto actual

Ingredientes	(%)*	\$/kg.ingr	Cant/kg.Sal	\$/kg.Sal
Agua	72.200	0.002	0.722	0.001
Carragenina y goma **	0.300	12.000	0.003	0.036
Hielo	22.000	0.056	0.220	0.012
Tripolifosfato de sodio	2.500	1.197	0.025	0.030
Sal (cloruro de sodio)	3.000	0.126	0.030	0.004
Total	100.000	13.381	1.000	0.0834

Fuente: Elaborado por el autor 2008

* Porcentaje recomendado por los proveedores

** Producto final de mezcla de carragenina más hidrocoloide o goma

Como se puede observar en la Tabla III (ver pág. 35) el costo de la salmuera compuesta al conjugarse todos los ingredientes incluyendo la carragenina y goma actual utilizada es de US \$ 0.834 por kg. de salmuera compuesta.

2.4 Mezcla actual de ingredientes

Los ingredientes utilizados en la mezcla de la salmuera se muestran en la tabla III (ver pág. 35), siendo éstos: Agua, carragenina y goma actual, hielo, tripolifosfato de sodio y cloruro de sodio (sal).

2.5 Preparación de salmuera actual

Esta salmuera, la cual está a base de carragenina y goma actual fue preparada con los demás ingredientes con su respectiva formulación y costo como se muestra en la tabla III en los tanques de mezcla y almacenaje de la empresa en estudio (3,000 litros de capacidad c/u).

El procedimiento de preparación se presenta a continuación:

- ✓ Se abre la llave del agua fresca a temperatura ambiente (28 – 29°C) del tanque de mezcla hasta un nivel de 2,300 litros
- ✓ Se agrega al tanque 9 kg. carragenina y goma dejando que se disolviera por completo en el agua durante un tiempo de 10 minutos
- ✓ Se agrega 660 kilogramos de hielo al tanque de preparación dejándolo que se disuelva durante 5 minutos alcanzando una temperatura de 3°C
- ✓ Se agrega al tanque de preparación 75 kg de tripolifosfato de sodio y se mezcla durante un tiempo de 10 minutos para su disolución
- ✓ Se agrega 90 kg de cloruro de sodio dando 10 min. para su disolución.
- ✓ Se esperan 7 minutos para trasladar la salmuera del tanque de preparación al tanque de almacenamiento
- ✓ Estando en el tanque de almacenamiento se espera por 5 minutos que el sistema de enfriamiento baje la temperatura de la salmuera compuesta en un rango de (0 -1 °C) antes de su aplicación

3. PROPUESTA DE SALMUERA

3.1 Aditivos utilizados en la salmuera propuesta

Los aditivos utilizados en esta propuesta de salmuera son exactamente los mismos que se mencionaron en el capítulo 2, (véase Tabla III), la única diferencia es que para el ingrediente de carragenina y goma se está proponiendo otro proveedor.

3.1.1 Carragenina propuesta

La propuesta del proveedor son dos productos por separado de carragenina e hidrocoloide (goma) que se tienen que mezclar en seco en proporciones iguales antes de aplicar a la salmuera. Para seguridad de la empresa en estudio no se escribirá el nombre de la carragenina y el hidrocoloide (goma).

3.2 Ficha técnica propuesta

La definición del producto de carragenina propuesta y la recomendación de uso son dos aspectos importantes en esta ficha técnica.

3.2.1 Definición

Principales características:

- Es una carragenina estandarizada para comidas con cierto grado de cloruro de sodio, al combinarse este producto con agua forman geles aplicados para los productos de carne.
- Debe dispersarse en la solución de salmuera antes de disolver la sal.
- Diseñada especialmente para procesos de inyección multi-agujas
- Tiene viscosidad intermedia (40 – 120 cP's).

3.2.2 Recomendación de uso

Este producto se utiliza desde 0.30% hasta 0.60% en producto de carne final.

La recomendación de la aplicación de este producto de carragenina en salmuera a preparar es de 0.12% que se estará mezclando con otro producto de hidrocoloide o goma que también es de 0.12%, mezclados (0.24%).

- **Ficha técnica propuesta**

La definición del hidrocoloide propuesto y recomendación de uso son dos aspectos importantes en esta ficha técnica.

- **Definición del hidrocoloide**

Es una goma conveniente en el uso para preparación de comida donde se requiere hidratación completa y altos contenidos de sal, aplicado a productos de salsa-ensado; salsa de soya, la pimienta mexicana, salsas del teriyaki, salsas de barbacoa, marinadas y los jarabes. Producto que Imparte alta viscosidad de la solución a bajas concentraciones de goma, compatible y estable en soluciones que contienen concentraciones de sal altas, exhibe cambios de viscosidad cuando existen cambios bruscos de temperatura, soluble y estable en condiciones tanto ácidas como alcalinas, elimina problemas con hidratación en sistemas de sal altos.

- **Recomendación de uso**

Este producto se utiliza típicamente a un nivel de 0.05% hasta 0.50%

La recomendación de la aplicación de este producto propuesto de hidrocoloide (goma) en salmuera a preparar es de 0.15% (proveedor) que se estará mezclando con otro producto propuesto de carragenina.

3.3 Costo de la salmuera propuesta

El costo de la salmuera propuesta, al igual que el costo de la salmuera actual es el costo de la adquisición de todos los ingredientes necesarios. Se considera el costo unitario de cada ingrediente por unidad de peso, con el fin de obtener el aporte por unidad, que sumado, proporciona el costo en quetzales por kilogramo de salmuera compuesta.

3.3.1 Tabla de costos y formulación en salmuera a base de producto propuesto

A continuación se presenta la Tabla IV, la cual detalla los costos de la formulación de la salmuera para el producto propuesto.

Tabla IV. Cts. y formulación en salmuera a base de producto propuesto

Ingredientes	(%)*	\$/kg.ingr	Cant/kg.Sal	\$/kg.Sal
Agua	72.260	0.002	0.723	0.001
Carragenina y goma **	0.240	12.000	0.0024	0.029
Hielo	22.000	0.056	0.220	0.012
Tripolifosfato de sodio	2.500	1.197	0.025	0.030
Sal (cloruro de sodio)	3.000	0.126	0.030	0.004
Total	100.000	13.381	1.000	0.0762

Fuente: Elaborado por el autor 2008

* Porcentaje recomendado por los proveedores

** Productos finales por separado de carragenina e hidrocoloide o goma

Como se puede observar en la Tabla IV el costo de la salmuera compuesta al conjugarse todos los ingredientes incluyendo la mezcla de los productos carragenina y goma propuesta utilizada es de US \$ 0.0762 por kg. de salmuera compuesta.

3.4 Mezcla propuesta de ingredientes

Los ingredientes a utilizar en la mezcla de la salmuera se muestran en la Tabla IV, siendo éstos: Agua, carragenina y goma (propuestos), hielo, tripolifosfato de sodio y sal (cloruro de sodio).

El producto de carragenina y goma se mezclan simultáneamente en polvo aplicando el 50% de cada uno, una vez mezclados, se obtiene como producto final.

3.5 Preparación de salmuera propuesta

Esta salmuera, la cual está a base de carragenina y goma propuesta, fue preparada con los demás ingredientes con su respectiva formulación y costo como se muestra en la Tabla IV en los tanques de mezcla y almacenaje (3,000 litros de capacidad c/u).

El procedimiento de preparación se presenta a continuación:

- ✓ Se abre la llave del agua fresca a temperatura ambiente (28 – 29°C) del tanque mezclador hasta un nivel de 2,300 litros
- ✓ Se mezcla en seco 4.5 kg de carragenina con 4.5 kg del hidrocoloide o goma, para tener una mezcla final de 9 kg
- ✓ Se agrega al tanque 9 kg. de mezcla carragenina y goma dejando que se disuelva por completo en el agua durante un tiempo de 10 minutos
- ✓ Se agrega 660 kilogramos de hielo al tanque de preparación dejándolo que se disuelva por 5 minutos alcanzando una temperatura de 3°C
- ✓ Se agrega al tanque de preparación 75 kg de tripolifosfato de sodio y se mezcla durante un tiempo de 10 minutos para su disolución
- ✓ Se agrega 90 kg de cloruro de sodio dando 10 minutos para diluirse
- ✓ Se espera 7 minutos para trasladar la salmuera del tanque de preparación al tanque de almacenamiento
- ✓ Estando en el tanque de almacenamiento se espera por 5 minutos que el sistema de enfriamiento bajara la temperatura de la salmuera compuesta en un rango de (0 -1 °C) antes de su aplicación

- **Aplicación de la salmuera por medio del equipo utilizado**

El equipo utilizado para la preparación y aplicación de la salmuera se describe a continuación:

- **Tanque mezclador**

Es el tanque en el cual se mezclan todos los ingredientes para preparar la salmuera, cuenta con un aspa, la cual tiene una velocidad de 45 rpm, para una mejor dispersión de todos los elementos.

- **Tanque abastecedor**

Este tanque abastece salmuera por medio de tubería a máquina para productos marinados.

- **Máquina inyectora**

Está compuesta por un cabezal de 153 agujas con un diámetro de 5 mm cada una, tiene una cama para transportar producto y una bomba para inyectar presión de salmuera al sistema.

Esta máquina es utilizada en el proceso de marinación, se adapta fácilmente a procesos de producción en línea, ya que tiene un cabezal en el que se puede determinar las revoluciones por minuto que se desean es decir que tan rápido se necesita que baje el cabezal compuesto por las agujas mencionadas anteriormente, al llegar a un nivel establecido de la máquina por medio de la bomba que lleva la salmuera a las agujas y éstas a su vez inyectan la salmuera en la carne fresca de pollo.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SALMUERA PROPUESTA, EVALUACIÓN DE RETABILIDAD Y SEGUIMIENTO

4.1 Cálculo de la absorción

Es peso ganado, medido en términos porcentuales, por las canales de pollo fresco, en un período de tiempo de almacenamiento determinado, debido a la aplicación de la salmuera.

Se calcula como la diferencia del peso final marinado menos el peso inicial antes de aplicar la salmuera (sin marinar), dividido entre el peso inicial antes de aplicar salmuera (sin marinar). Tendrá un valor positivo.

$$\% \text{ Absorción} = \left[\frac{(W_{fm} - W_{o1})}{W_{o1}} \right] \times 100$$

Donde:

W_{fm} = Peso final de marinado a veinticuatro y cuarenta y ocho horas

W_{o1} = Peso inicial antes de aplicar salmuera

4.1.1 Valores medios de absorción por un espacio de tiempo de veinticuatro horas

Se realizó una comparación de los valores medios de rendimientos de canales de pollo como consecuencia de utilizar carragenina y goma actual versus la carragenina y goma propuesta en las salmueras.

4.1.1.1 Tabla de valores medios

El espacio de tiempo utilizado fue de veinticuatro horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias⁴, los valores medios se presentan en la Tabla XVII.

Tabla XVII. Valores medios de absorción de salmuera a veinticuatro horas

Tipo de carragenina en salmuera	Peso inicial (Xm)	Peso final (Xm)	% Absorción	Peso 24 hrs. (Xm)	Rendimiento en peso a 24 hrs (Xm)	Retención 24 hrs (Xm)
	Peso en kilogramos					%
Carragenina actual	1.402	1.556	10.988	1.455	0.053	3.772
Carragenina propuesta	1.330	1.502	12.967	1.407	0.077	5.797

Fuente: elaborado por el autor. 2008

Los valores medios obtenidos en la Tabla XVII se evaluaron por medio de la prueba de t para determinar sí la diferencia de los porcentajes de absorción en los canales de pollo marinados a veinticuatro horas como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina, goma (actual y propuesta) en cada diferente salmuera, influye en el rendimiento final de la canal de pollo. Al aplicar dicha prueba se concluyó que sí existe diferencia significativa (Ver Tabla V, pág. 75) con un valor t calculado de 1.970, mientras que el valor crítico con doscientos cuarenta y ocho grados de libertad del error y significancia de 0.05 fue de 2.428. Por lo tanto dado que el estadístico t calculado es mayor que el t crítico, se puede concluir que sí existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de absorción a veinticuatro horas.

⁴ El desarrollo de las pruebas estadísticas se presenta en el capítulo V.

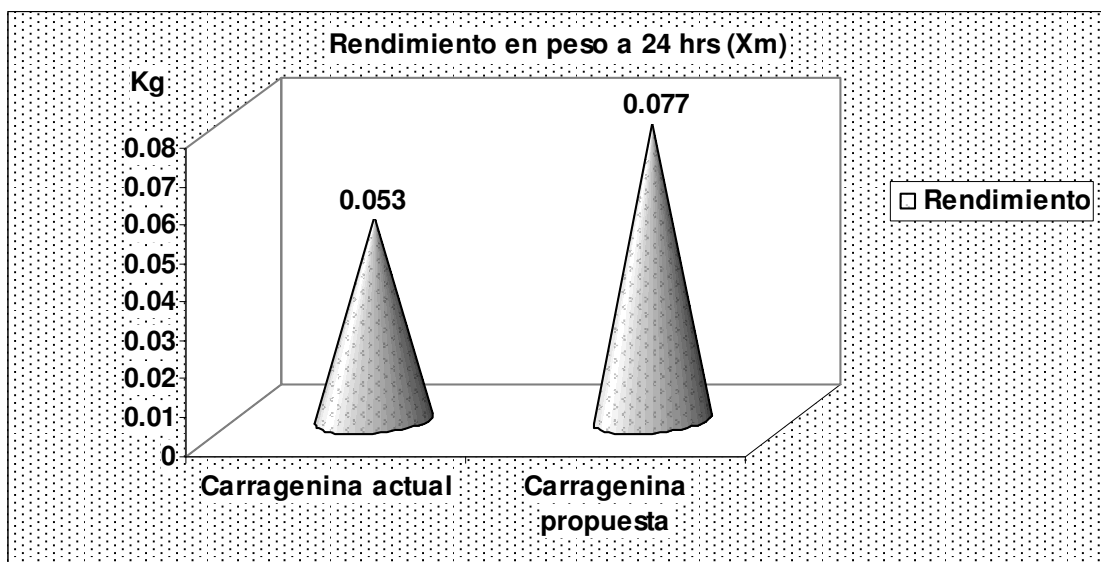
El peso promedio inicial para salmuera con carragenina actual es de 1.402 kg, para salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un peso promedio de 1.330 kg, existiendo cierta diferencia ya que las canales de pollo se tomaron a lazar de la línea de producción del mismo viaje que ingreso a ser beneficiado.

Se utilizaron los mismos parámetros para la máquina inyectora, para la salmuera con carragenina actual se obtuvo un 10.988% de absorción mientras que para la salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un 12.967% de absorción después de ser marinados. (Ver Tabla XVII, pág. 44).

4.1.1.2 Gráfico de valores medios

Comparación de valores medios obtenidos para los dos tipos de carrageninas (actual y propuesta) en salmueras.

Figura 2. Valores medios de absorción de salmuera a veinticuatro horas



Fuente: elaborado por el autor. 2008

La figura nos muestra que para salmuera con carragenina actual se tiene un rendimiento del valor medio de 0.053 kg. por la absorción a veinticuatro horas, representando un 3.772% con respecto al valor de peso medio inicial, mientras que para salmuera con carragenina propuesta se tiene un rendimiento. del valor medio de 0.077 kg. representando un 5.797% con respecto al valor de peso medio inicial. (Ver Tabla XVII, pág. 44).

4.1.2 Valores medios de absorción por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas

Se realizó una comparación de los valores medios de rendimientos de canales de pollo utilizando los dos tipos de carragenina a cuarenta y ocho horas y se aplicó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias.

4.1.2.1 Tabla de valores medios

El espacio de tiempo utilizado fue de cuarenta y ocho horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias, los valores medios se presentan en la Tabla XVIII.

Tabla XVIII. Valores medios de absorción de salmuera a cuarenta y ocho horas

Tipo de carragenina en salmuera	Peso inicial (Xm)	Peso final (Xm)	% Absorción	Peso 48 hrs. (Xm)	Rendimiento en peso a 48 hrs (Xm)	Retención 48 hrs (Xm)
	Peso en kilogramos					%
Carragenina actual	1.402	1.556	10.988	1.426	0.024	1.703
Carragenina propuesta	1.330	1.502	12.967	1.386	0.056	4.234

Fuente: elaborado por el autor. 2008

Los valores medios presentados en la Tabla XVIII (Ver pág. 46) se evaluaron por medio de la prueba de t para poder determinar si la diferencia de los porcentajes de absorción en los canales de marinación de canales de pollo a cuarenta y ocho horas como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina y goma (actual y propuesta) en cada diferente salmuera influyera en el rendimiento final de la canal de pollo. En dicha prueba se determinó que sí existe diferencia significativa (Ver Tabla VII, pág. 78), con un valor t calculado de 1.970, mientras que con doscientos cuarenta y ocho grados de libertad del error y significancia de 0.05 se obtuvo un valor de 2.054. Por lo tanto, como el estadístico t calculado es mayor que el valor crítico de t, se concluye que existe diferencia significativa en cuanto al porcentaje de absorción a cuarenta y ocho horas se refiere.

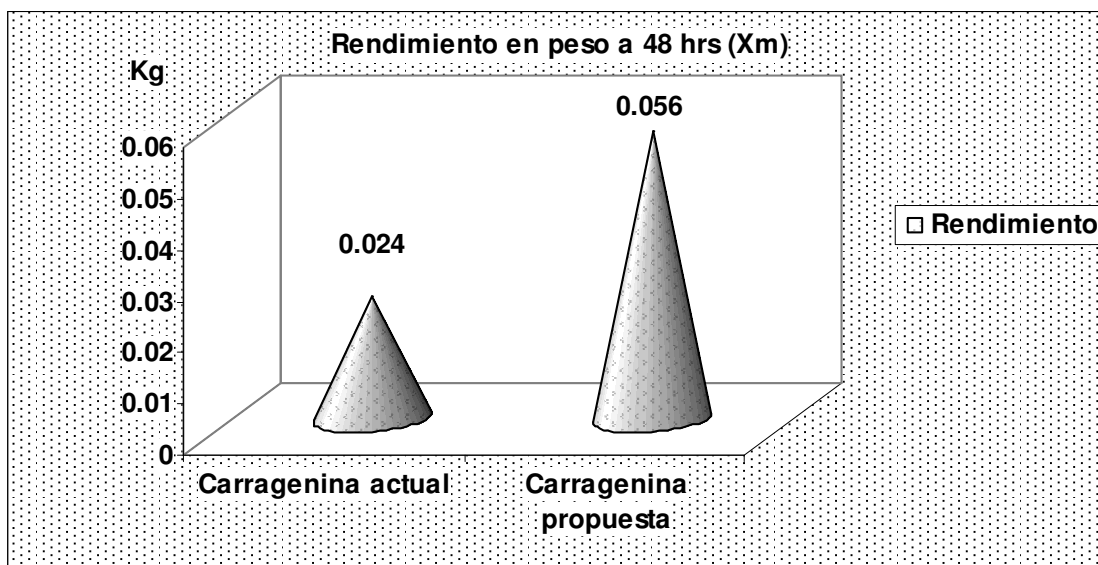
El peso promedio inicial para salmuera con carragenina actual es de 1.402 kg, y con carragenina propuesta obtuvo un peso promedio de 1.330 kg, la diferencia fue que las canales se tomaron a lazar de la línea de producción.

Se utilizaron los mismos parámetros para la máquina inyectora con los dos tipos de carragenina en las salmueras, para la salmuera con carragenina actual se obtuvo un 10.988% de absorción mientras que para la salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un 12.967% de absorción después de ser marinadas. (Ver tabla anterior, pág. 46).

4.1.2.2 Gráfico de valores medios

Comparación de valores medios obtenidos para los dos tipos de carrageninas (actual y propuesta) en salmueras.

Figura 3. Valores medios de absorción de salmuera a cuarenta y ocho horas



Fuente: elaborado por el autor. 2008

La figura nos muestra que para salmuera con carragenina actual se tiene un rendimiento del valor medio de 0.024 kg. por la absorción a cuarenta y ocho horas, representando un 1.703% con respecto al valor de peso medio inicial, mientras que para salmuera con carragenina propuesta se tiene un rendimiento del valor medio de 0.056 kg. representado un 4.234% con respecto al valor de peso medio inicial. (Ver Tabla XVIII, pág. 46).

4.2 Cálculo de la Merma

Es el porcentaje que pierde en peso las canales de pollo frescas en un período de tiempo de almacenamiento determinado después de aplicar salmuera.

Se calcula como la diferencia porcentual de la retención del peso final marinado en un tiempo determinado, a veinticuatro y cuarenta y ocho horas, menos el valor porcentual del peso inicial después de aplicar la salmuera.

$$\% \text{ Absorción} = [(W_{fm} - W_{02}) / W_{02}] \times 100$$

Donde:

W_{fm} = Peso final de marinado a veinticuatro y cuarenta y ocho horas

W_{02} = Peso inicial después de aplicar la salmuera

4.2.1 Valores medios de merma por un espacio de tiempo de veinticuatro horas

Se realizó una comparación de los valores medios de mermas de canales de pollo utilizando los dos tipos de carragenina a veinticuatro horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias.

4.2.1.1 Tabla de valores medios

El espacio de tiempo utilizado fue de veinticuatro horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias, los valores medios se presentan en la Tabla XIX.

Tabla XIX. Valores medios de merma de salmuera a veinticuatro horas

Tipo de carragenina en salmuera	Peso inicial (Xm)	Peso final (Xm)	% Absorción	Perdida de peso a 24 hrs. (Xm)	Merma 24 hrs (Xm)
	Peso en kilogramos				%
Carragenina actual	1.402	1.556	10.988	-0.101	7.215
Carragenina propuesta	1.330	1.502	12.967	-0.095	7.170

Fuente: elaborado por el autor. 2008

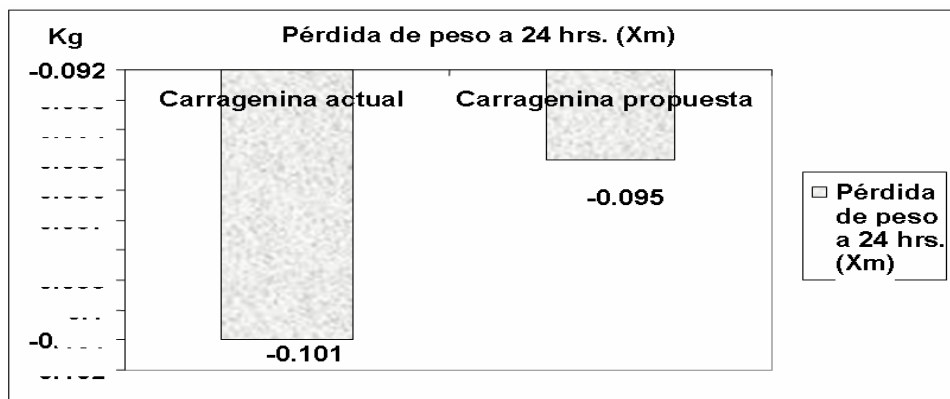
Los valores medios presentados en la Tabla XIX se evaluaron por medio de la prueba de t para poder determinar si la diferencia de los porcentajes de merma en los canales de pollo marinados a veinticuatro horas como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina y goma (actual y propuesta) en cada diferente salmuera influye en la merma final de salmuera en la canal de pollo. En la prueba se determinó que No existe diferencia significativa (Ver Tabla VI, pág. 76) con un valor t calculado de -1.970, mientras que el valor t con doscientos cuarenta y ocho grados de libertad del error y significancia de 0.05 fue de -1.211. Por lo tanto, dado que el estadístico t calculado es mayor en términos absolutos que el valor t crítico, existe diferencia significativa en el porcentaje de merma de salmuera a veinticuatro horas.

El peso promedio inicial para salmuera con carragenina actual es de 1.402 kg, para salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un peso promedio de 1.330 kg, existiendo cierta diferencia ya que las canales de pollo se tomaron al azar de la línea de producción del mismo viaje que ingreso a ser beneficiado. Utilizando los mismos parámetros para la máquina inyectora con los dos tipos de carragenina en las salmueras, para la salmuera con carragenina actual se obtuvo un 10.988% de absorción mientras que para la salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un 12.967% de absorción después de ser marinadas. (Ver tabla anterior).

4.2.1.2 Gráfico de valores medios

Comparación de valores medios obtenidos para los dos tipos de carrageninas (actual y propuesta) en salmueras.

Figura 4. Valores medios de merma de salmuera a veinticuatro horas



Fuente: elaborado por el autor. 2008

La figura nos muestra que para salmuera con carragenina actual se tiene una pérdida de peso del valor medio de -0.101 kg. por el espacio de espera a veinticuatro horas después de haber sido absorbida la salmuera, representando

un 7.215% con respecto al valor de peso medio inicial; mientras que para salmuera con carragenina propuesta se tiene una merma del valor medio de 0.095 kg. representado un 7.170% con respecto al valor de peso medio inicial. (Ver Tabla XIX, pág. 50).

4.2.2 Valores medios de merma por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas

Se realizó una comparación de los valores medios de mermas de canales de pollo utilizando los dos tipos de carragenina a cuarenta y ocho horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias.

4.2.2.1 Tabla de valores medios

El espacio de tiempo utilizado fue de cuarenta y ocho horas y se realizó la prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias, los valores medios se presentan en la Tabla XX.

Tabla XX. Valores medios de merma de salmuera a cuarenta y ocho horas

Tipo de carragenina en salmuera	Peso inicial (Xm)	Peso final (Xm)	% Absorción	Perdida de peso 48 hrs. (Xm)	Merma 48 hrs (Xm)
	Peso en kilogramos				%
Carragenina actual	1.402	1.556	10.988	-0.130	9.284
Carragenina propuesta	1.330	1.502	12.967	-0.116	8.733

Fuente: elaborado por el autor. 2008

Los valores medios presentados en la Tabla XX se evaluaron por medio de la prueba de t determinar sí la diferencia de los porcentajes de merma en los canales de pollo marinados a 48 horas por utilizar dos productos diferentes de

carragenina y goma (actual y propuesta) en cada diferente salmuera influye en la merma final de salmuera en la canal de pollo. En la prueba se determinó que No existe diferencia significativa (Ver Tabla VIII, pág. 79) con un valor t calculado de -1.970, mientras que con doscientos cuarenta y ocho grados de libertad del error y significancia de 0.050 se obtuvo un valor de -2.732.

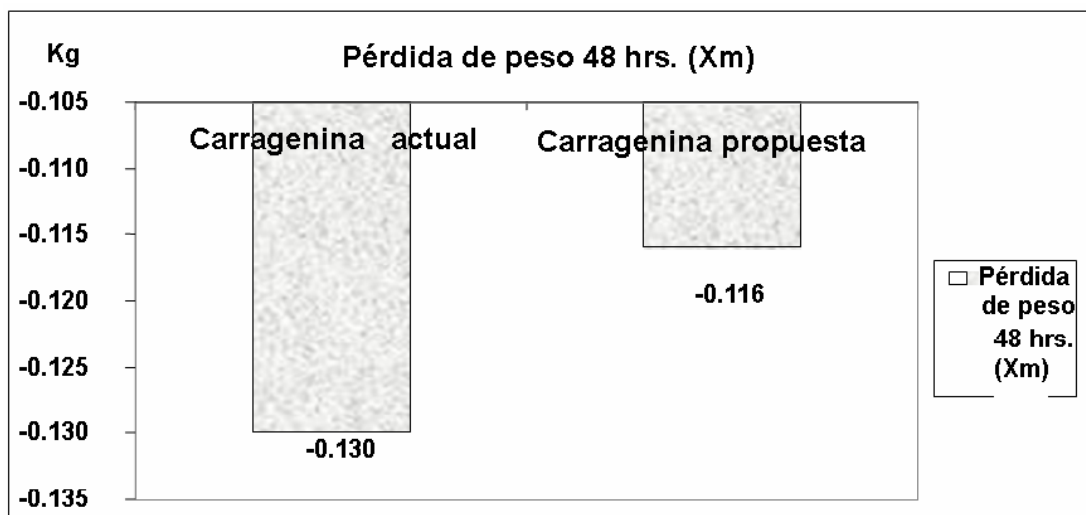
Por lo tanto, dado que el estadístico t calculado es mayor que el valor t crítico, no existe diferencia significativa en el porcentaje de merma de salmuera a cuarenta y ocho horas.

El peso promedio inicial para salmuera con carragenina actual es de 1.402 kg, para salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un peso promedio de 1.330 kg, existiendo diferencia, ya que las canales de pollo se tomaron al azar de la línea de producción del mismo viaje que ingreso a ser beneficiado. Utilizando los mismos parámetros para la máquina inyectora con los dos tipos de carragenina en las salmueras, para la salmuera con carragenina actual se obtuvo un 10.988% de absorción y para la salmuera con carragenina propuesta se obtuvo un 12.967% de absorción ya marinadas. (Ver Tabla XX, pág. 52).

4.2.2.2 Gráfico de valores medios

Comparación de valores medios obtenidos para los dos tipos de carrageninas (actual y propuesta) en salmueras.

Figura 5. Valores medios de merma de salmuera a cuarenta y ocho horas



Fuente: elaborado por el autor. 2008

La figura nos muestra que para salmuera con carragenina actual se tiene un pérdida de peso del valor medio de -0.130 kg. por el espacio de espera a cuarenta y ocho horas después de haber sido absorbido por la salmuera, representando un 9.284% con respecto al valor de peso medio inicial; mientras que para salmuera con carragenina propuesta se tiene una merma del valor medio de -0.116 kg. representando un 8.733% con respecto al valor de peso medio inicial. (Ver Tabla XX, pág. 52).

4.3 Proyección de la rentabilidad

El análisis de la rentabilidad se realiza en base a la comparación de rendimientos de canales de pollo marinados, como consecuencia de utilizar dos diferentes salmueras a base de dos tipos diferentes de carragenina (actual y propuesta).

Como se puede observar en el estudio de la prueba de Tukey Kramer (ver págs. 101 – 103), queda demostrado que si existe una diferencia significativa en los rendimientos de canales de pollo marinados por un espacio de tiempo de almacenamiento en cámaras frías a veinticuatro y cuarenta y ocho horas.

4.3.1 Comparación de retención de rentabilidad para los dos productos de carragenina y goma a veinticuatro y cuarenta y ocho horas

Se realiza un cálculo de los costos relacionados con los elementos de interés para determinar cuál de los dos productos de carragenina y goma en salmuera por un espacio de veinticuatro horas es más rentable para el proceso productivo. Los resultados se presentan en la Tabla XXI.

Tabla XXI. Análisis de rentabilidad de las canales de pollo por un espacio de tiempo de veinticuatro horas

Análisis de la Rentabilidad	Salmuera con carragenina actual	Salmuera con carragenina propuesta
Kilogramos de pollo	1000	1000
Costo por kilogramo de pollo U.S \$	1.815	1.815
Costo por kilogramo de salmuera U.S \$	0.0833	0.0761
Inyección	10.988%	12.967%
Retención después de 24 horas	3.772%	5.797%
Costo del pollo (pollo+salmuera)	1.752	1.720
Pérdida de salmuera a 24 horas	7.215%	7.170%
Costo de pérdida de samuera a 24 horas	0.0060	0.0055
Kilogramos de pollo procesados al mes	356,546.494	356,546.494
Ahorros mensuales	\$22,462.429	\$33,971.969
Pérdida de salmuera al mes	\$2,139.279	\$1,945.450
Ahorros Totales por kilogramos de pollo marinados promedio mes	\$20,323.150	\$32,026.520

Fuente: THE SOLAE COMPANY. Tecnología en aves. Junio 2005. Diapositiva No. 48

Se tomó como modelo de cálculo para evaluar la rentabilidad del proyecto en estudio, el formato de la empresa “THE SOLAE COMPANY”⁵.

⁵ El formato consiste en la evaluación de la rentabilidad por medio de los rendimientos en kilogramos comparados en las canales de pollo frescas como consecuencia de utilización de dos tipos diferentes de salmuera, las ecuaciones de cálculo se encuentran en el anexo 2.

Los resultados presentados en la Tabla XXI, se realizaron por medio de las ecuaciones que se muestran en el anexo 2. (Ver Pág. 118-123), considerando 1,000 kilogramos de canales de pollo para su cálculo.

Para los cálculos de costos de salmuera actual (Ver Tabla III, pág. 35), para los cálculos de costos de salmuera propuesta (Ver Tabla IV, pág. 40), éstos varían por las dosificaciones recomendadas por los proveedores en salmuera, para porcentajes de absorción y merma a veinticuatro horas (Véase Anexo 2, Tabla XXV).

Como se puede observar en la Tabla XXI (Ver pág. 55), se realizó un análisis de la rentabilidad para cada tipo de salmuera con carragenina y goma diferente (actual y propuesta) por un espacio de veinticuatro horas.

Para salmuera con carragenina y goma actual en máquina inyectora se obtuvo un porcentaje de inyección de 10.988% con una retención de salmuera después de veinticuatro horas de espera de 3.772% y una pérdida de salmuera de 7.215%, además se tiene un costo de kilogramo de salmuera de US \$0.0833, un costo del pollo (pollo + salmuera) de US \$1.752 utilizando carragenina y goma actual en la salmuera, tomando en cuenta que el kilogramo de pollo actual cuesta US \$1.815 según el mercado actual y teniendo el costo de pérdida de salmuera de US \$0.0060. Considerando una producción promedio en peso para canales de pollo de 356,546.494 kg en la industria avícola analizada, se tienen ahorros mensuales de US \$22,462.429 con una pérdida de salmuera al mes de US \$2,139.279, obteniendo ahorros totales de US \$20,323.150, como consecuencia de someter al proceso de marinación las canales de pollo utilizando salmuera con carragenina y goma actual por un espacio de veinticuatro horas.

Para salmuera con carragenina y goma propuesta en máquina inyectora se obtuvo un porcentaje de inyección de 12.967% con una retención de salmuera después de veinticuatro horas de espera de 5.797% y una pérdida de salmuera de 7.170%, además teniendo el costo de kilogramo de salmuera de US \$0.0761, el costo del pollo (pollo + salmuera) de US \$1.720 utilizando la carragenina y goma propuesta en la salmuera, tomando en cuenta que el kilogramo de pollo actual cuesta US \$1.815 según el mercado actual y teniendo el costo de pérdida de salmuera de US \$0.0055. Considerando una producción promedio en peso para canales de pollo de 356,546.494 kg en la industria avícola analizada, se tienen ahorros mensuales de US \$33,971.97 con una pérdida de salmuera al mes de US \$1,945.450 obteniendo ahorros totales mensuales de US \$32,026.52.

Los datos numéricos anteriores se obtuvieron como consecuencia de someter al proceso de marinación las canales de pollo utilizando salmuera con carragenina y goma propuesta por un espacio de tiempo de veinticuatro horas. (Ver Tabla XXI, pág. 55).

4.3.2 Estimación de producción anual

La producción promedio mensual y anual de la industria avícola en estudio como la estimación de ahorros por la utilización de dos salmueras con diferentes productos de carragenina y goma por un espacio de tiempo de veinticuatro horas, se muestra en la Tabla XXII.

Tabla XXII. Estimación de producción promedio y estimación de ahorros con aplicación de salmueras a veinticuatro horas

Producción	Mensual	Anual
Kilogramos (canales de pollo)	356,546.494	4,278,557.928
Ahorros con carragenina y goma actual en salmuera	\$20,323.150	\$243,877.800
Ahorros con carragenina y goma propuesta en salmuera	\$32,026.969	\$384,323.628
Diferencia en ahorros para dos diferentes salmueras	\$11,703.819	\$140,445.828

Fuente: elaborado por el autor. 2008

4.3.3 Estimación de ahorros

La Tabla XXII muestra que para una producción de 356,546.494 kg de canales de pollo sometidos al proceso de marinación de la industria avícola, se reducen sus costos a US \$11,703.819 mensuales y a US \$140,455.825 anuales utilizando salmuera con carragenina y goma propuesta en lugar de utilizar salmuera con carragenina y goma actual por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.

- **Comparación de retención de rentabilidad para los dos productos de carragenina y goma a cuarenta y ocho horas**

Se realizó un cálculo de los costos relacionados con los elementos de interés para determinar cuál de los dos productos de carragenina y goma en salmuera por un espacio de cuarenta y ocho horas es más rentable para el proceso productivo. Los resultados se presentan en la Tabla XXIII.

Tabla XXIII. Análisis de rentabilidad de las canales de pollo por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas

Análisis de la Rentabilidad	Salmuera con carragenina actual	Salmuera con carragenina propuesta
Kilogramos de pollo	1000	1000
Costo por kilogramo de pollo U.S \$	1.815	1.815
Costo por kilogramo de salmuera U.S \$	0.0833	0.0761
Inyección	10.988%	12.967%
Retención después de 48 horas	1.703%	4.234%
Costo del pollo (pollo+salmuera)	1.786	1.744
Pérdida de salmuera a 48 horas	9.284%	8.733%
Costo de pérdida de samuera a 48 horas	0.0077	0.0066
Kilogramos de pollo procesados al mes	356,546.494	356,546.494
Ahorros mensuales	\$10,338.790	\$25,184.436
Pérdida de salmuera al mes	\$2,757.378	\$2,369.541
Ahorros Totales por kilogramos de pollo marinados promedio mes	\$7,581.412	\$22,814.895

Fuente: THE SOLAE COMPANY. Tecnología en aves. Junio 2005. Diapositiva No. 48

Se tomó como modelo de cálculo para evaluar la rentabilidad del proyecto en estudio, el formato de la empresa "THE SOLAE COMPANY".

Los resultados presentados en la Tabla XXIII, se realizaron por medio de las mismas ecuaciones que se muestran en el anexo 2. (Ver Pág. 118-123), considerando 1,000 kilogramos de canales de pollo para su cálculo.

Para los cálculos de costos de salmuera actual (Ver Tabla III, pág. 35), para los cálculos de costos de salmuera propuesta (Ver Tabla IV, pág. 40), éstos varían por las dosificaciones recomendadas por los proveedores en salmuera, para porcentajes de absorción y merma a cuarenta y ocho horas. (Véase Anexo 1, Tabla XXV).

Como se puede observar en la Tabla XXIII, se realizó un análisis de la rentabilidad para cada tipo de salmuera con carragenina y goma diferente (actual y propuesta) por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.

Para salmuera con carragenina y goma actual en máquina inyectora se obtuvo un porcentaje de inyección de 10.988% con una retención de salmuera

después de cuarenta y ocho horas de espera de 1.703 % y una pérdida de salmuera de 9.284 %, además se tiene un costo de kilogramo de salmuera de US \$ 0.0833, el costo del pollo (pollo + salmuera) es de US \$1.786 utilizando carragenina y goma actual en la salmuera, tomando en cuenta que el kilogramo de pollo actual cuesta US \$1.815 según el mercado actual y teniendo el costo de pérdida de salmuera de US \$0.0077.

Considerando una producción promedio en peso para canales de pollo de 356,546.494 kg en la industria avícola analizada, se tienen ahorros mensuales de US \$10,338.790 con una pérdida de salmuera al mes de US \$2,757.378, obteniendo ahorros totales mensuales de US \$7,581.412 como consecuencia de someter al proceso de marinación las canales de pollo utilizando salmuera con carragenina y goma actual por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.

Para salmuera con carragenina y goma propuesta en máquina inyectora se obtuvo un porcentaje de inyección de 12.967% con una retención de salmuera después de cuarenta y ocho horas de espera de 4.234 % y una pérdida de salmuera de 8.733 %, además teniendo el costo de kilogramo de salmuera de US \$ 0.0761, el costo del pollo (pollo + salmuera) de US \$1.744 utilizando la carragenina y goma propuesta en la salmuera, tomando en cuenta que el kilogramo de pollo actual cuesta US \$1.815 según el mercado actual y teniendo el costo de pérdida de salmuera de US \$0.0066.

Considerando una producción promedio en peso para canales de pollo de 356,546.494 kg en la industria avícola analizada, se tienen ahorros mensuales de US \$25,184.436 con una pérdida de salmuera al mes de US \$2,369.541 obteniendo ahorros totales mensuales de US \$22,814.895 por utilizar salmuera con carragenina y goma propuesta por un tiempo de cuarenta y ocho horas.

- **Estimación de producción promedio y estimación de ahorros con salmueras a cuarenta y ocho horas**

La producción promedio mensual y anual de la industria avícola en estudio como la estimación de ahorros utilizando dos salmueras diferentes, se muestra en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV. Estimación de producción promedio y estimación de ahorros con aplicación de salmueras a cuarenta y ocho horas

Producción	Mensual	Anual
Kilogramos (canales de pollo)	356,546.494	4,278,557.928
Ahorros con carragenina y goma actual en salmuera	\$7,581.410	\$90,976.920
Ahorros con carragenina y goma propuesta en salmuera	\$22,814.890	\$273,778.680
Diferencia en ahorros para dos diferentes salmueras	\$15,233.480	\$182,801.760

Fuente: elaborado por el autor. 2008

La Tabla XXIV muestra que para una producción de 356,546.494 kg de canales de pollo sometidos al proceso de marinación de la industria avícola, se reducen sus costos a US \$15,233.480 mensuales y a US \$182,801.760 anuales utilizando salmuera con carragenina y goma propuesta en lugar de utilizar salmuera con carragenina y goma actual por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.

4.4 Determinación a posteriori de la rentabilidad como parte del seguimiento a la salmuera propuesta

Como parte del seguimiento que se debe dar al producto propuesto, es importante que, una vez tomada la decisión de utilizar la salmuera propuesta en vez de la actual, se evalúe a posteriori la rentabilidad del mismo, es decir

que, se aplique el modelo de cálculo de la Tabla XXI (ver pág. 55), con la diferencia que en lugar de contar con estimaciones del peso de las canales de pollo, se contará con información real del peso que dichas canales de pollo han alcanzado como resultado de la aplicación de la salmuera propuesta; en otras palabras se compara el peso promedio de las canales de pollo, con el peso promedio que dichas canales hubieran tenido si se hubiera continuado utilizando la salmuera actual.

Lo anterior tiene dos propósitos: a) conocer el valor real de la rentabilidad que está obteniendo la empresa derivado de la aplicación de la salmuera propuesta, y, b) determinar que tanto la estimación de rentabilidad varía con respecto a la rentabilidad real observada, y de alguna manera, conocer el error de estimación, el cual idealmente no debería ser mayor a un 5%.

4.5 Consideración a futuro de aplicación de nuevos productos carragenina y goma

Dada la competitividad que existe en el mercado de productos avícolas en cuanto a calidad, servicio y precio, es necesario realizar investigaciones, por medio de proveedores, o documentales aprovechando las ventajas que ofrece internet, tanto en el mercado nacional e internacional, y de esta manera contar con información actualizada de los últimos avances de este tipo de productos de carragenina y goma.

Posteriormente, una vez se encuentren en el mercado nuevos productos, es aconsejable adquirir muestras de los mismos y aplicar nuevamente la metodología propuesta en el presente trabajo de investigación; de manera que se puedan evaluar los resultados obtenidos de las canales de pollo marinadas, por espacio de tiempo de veinticuatro y cuarenta y ocho horas, y contar una estimación de la rentabilidad de los mismos.

5. ANALISIS ESTADISTICO

5.1 Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra “n”, y dado que se trata de una muestra de datos mayor a 30, se supondrá que los mismos siguen el comportamiento de una curva normal; de manera que, el tamaño de la muestra “n” es igual al producto del cuadrado del valor de “Z” crítico obtenido bajo un comportamiento normal, a un nivel de confianza determinado, multiplicado por la varianza σ^2 poblacional, dividido entre el cuadrado del error de muestreo, e^2 .

$$n = \frac{(Z^2 * \sigma^2)}{e^2}$$

dónde:

n = El tamaño de la muestra

Z^2 = El valor crítico de Z elevado al cuadrado, a un nivel de confianza determinado.

σ^2 = La varianza poblacional

e^2 = El error del muestreo elevado al cuadrado

Para determinar el tamaño de la muestra, deben conocerse:

1. El intervalo de confianza deseado, que determina el valor de Z o valor crítico en la distribución normal estándar
2. El error de muestreo e aceptable
3. La desviación estándar σ poblacional

En la práctica, casi nunca es fácil determinar estas tres cantidades. ¿Cómo puede saberse qué nivel de confianza usar y qué error de muestreo se aceptaría? Por lo común, estas preguntas sólo las responde el experto en la materia, es decir el individuo más familiarizado con las variables que se van a analizar. Aunque 95% es intervalo de confianza de uso más común (en cuyo caso $Z = 1.96$), si desea una confianza mayor, quizá 99% sea más apropiado; si se acepta una confianza menor, puede usarse 90%. En cuanto al error de muestreo, no debe pensarse en qué cantidad de error se desea (en realidad no se quiere tener errores) sino cuánto se puede tolerar para poder proporcionar conclusiones adecuadas de los datos.

Aún cuando se especifiquen el intervalo de confianza y error de muestreo, debe disponerse de una estimación de la desviación estándar. Por desgracia la desviación estándar pocas veces se conoce. En algunos casos, se puede estimar a partir de datos históricos. En otras situaciones, se puede desarrollar una predicción si se toma en cuenta el rango y la distribución de la variable.

El valor de Z para el estudio de este proyecto se trabajará con un 95% de confiabilidad con respecto a el área de la curva normal que representa Z crítico de 1.96, tolerando un error (e) de muestreo no mayor de 2.30% equivalente a 0.023 kg, por cada unidad de canal de pollo.

Se calculó una desviación estándar en base a datos históricos para este tipo de proceso de 0.1291 kg con respecto a la media en las canales de pollo.

Aplicando la fórmula anterior:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.1243)^2}{(0.023)^2} = 112.20$$

Por lo tanto, se tomará aleatoriamente del primer lote de producción una muestra de 125 canales de pollo para cada tratamiento. En el primer tratamiento se trabajará con la salmuera utilizada actualmente (carragenina e hidrocóide o goma actual), mientras en el segundo con la salmuera propuesta (carragenina e hidrocóide o goma propuesta).

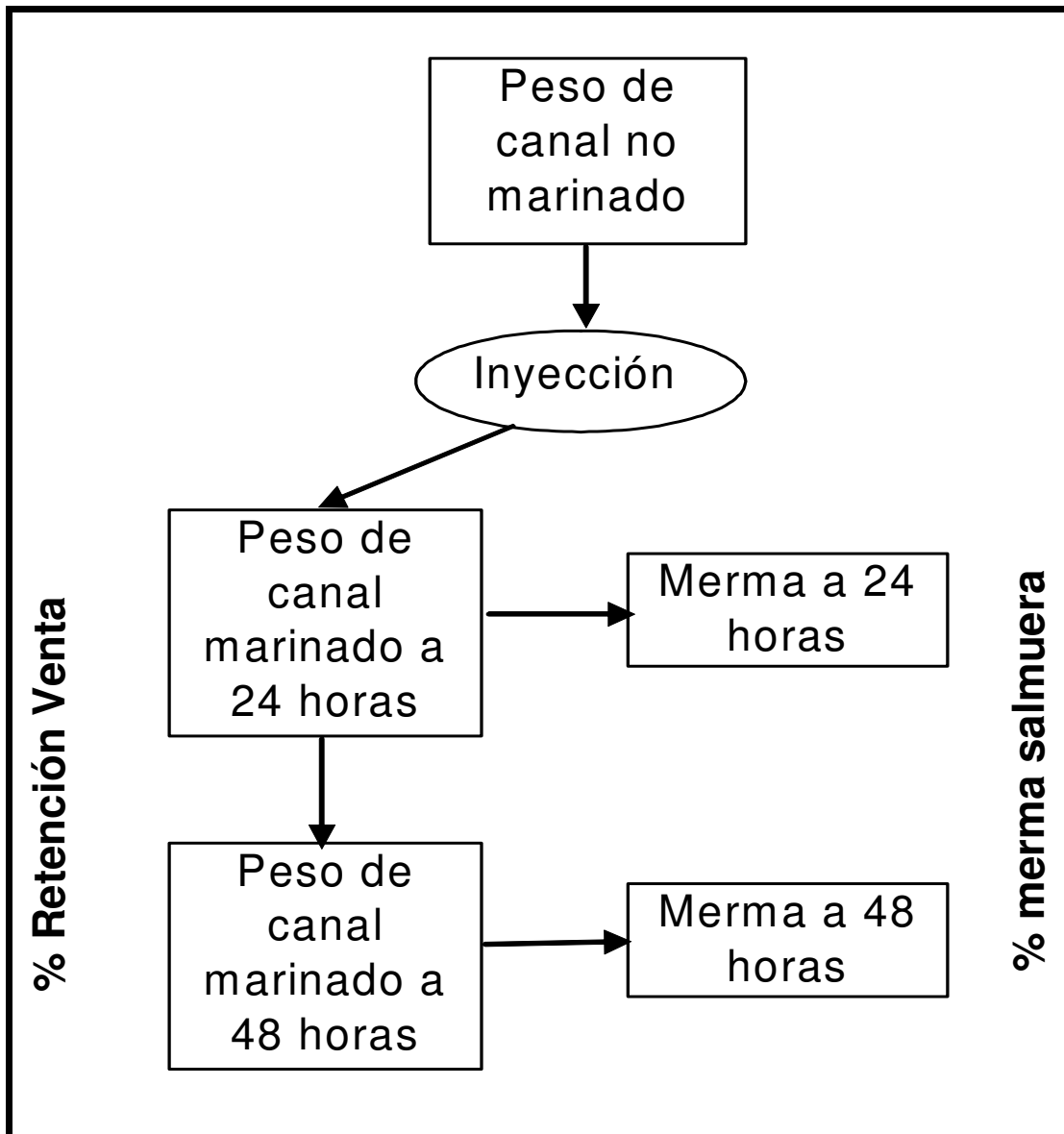
- **Procedimiento para las canales de pollo**

Se trabajaron dos muestras o tratamientos de canales de pollo, una con salmuera con salmuera actual y la otra con salmuera propuesta. Una vez se tiene la salmuera correspondiente el procedimiento será el mismo para las canales.

- Preparar la salmuera actual o propuesta
- Obtener al azar las canales a inyectar
- Pesar y marcar aleatoriamente las canales
- Inyectar las canales con la salmuera actual o propuesta (según el caso)
- Pesar de nuevo las mismas canales a veinticuatro horas
- Determinar la merma a veinticuatro horas
- Pesar las canales a cuarenta y ocho horas
- Determinar la merma a cuarenta y ocho horas

El procedimiento general se puede ver en la figura 6:

Figura 6. Diagrama Absorción – Merma



Fuente: elaborado por el autor 2008

5.2 Estimación del intervalo de confianza

Se puede usar el teorema del límite central y/o el conocimiento de la distribución de la población para determinar el porcentaje de medias muestrales que están dentro de cierta distancia de la media poblacional.

El razonamiento inductivo se necesita porque, en la inferencia estadística, deben tomarse los resultados de una sola muestra y obtener conclusiones acerca de toda la población, no al contrario. En la práctica, la media poblacional es la cantidad desconocida que ha de estimarse. Suponga que en la realidad no se conoce la media poblacional verdadera μ , entonces para determinar los límites superior e inferior alrededor de μ , se determinan las consecuencias de sustituir las medias muestrales \bar{X} como en el intervalo en el cual se estima la μ desconocida.

En general, una estimación de un intervalo de 95% de confianza se interpreta como sigue: si se toman todas las muestras posibles del mismo tamaño n y se calculan sus medias muestrales, 95% de ellas incluyen la media poblacional en algún punto del intervalo alrededor de esas medias muestrales y sólo 5% no lo hace.

Debido a que en la práctica sólo se selecciona una muestra y se desconoce μ , nunca se sabe con seguridad si el intervalo específico obtenido incluye la media poblacional. Pero se puede afirmar que se tiene una confianza de 95% de que se seleccionó una muestra cuyo intervalo incluye la media de la población.

En general, **el nivel de confianza** se denota por $(1 - \alpha) \times 100\%$, donde α es la proporción de las colas de la distribución que queda fuera del intervalo de confianza. La proporción de la cola superior de la distribución es $\alpha/2$ y la proporción de la cola inferior que queda fuera del intervalo de confianza también es $\alpha/2$. Para obtener la estimación de un intervalo de confianza de $(1 - \alpha) \times 100\%$ para la media con σ conocida, se tiene

Intervalo de confianza para la media (σ conocida)

$$\bar{X} \pm Z(\sigma / \sqrt{n})$$

ó

$$\bar{X} - (Z\sigma / \sqrt{n}) \leq \mu \leq \bar{X} + (Z\sigma / \sqrt{n})$$

Donde Z = valor correspondiente de un área de $(1 - \alpha)/2$ desde el centro de una distribución normal estándar.

5.2.1 Para salmuera actual y propuesta a veinticuatro horas

Para la salmuera actual aplicada en las 125 unidades de la muestra de canales de pollo marinadas a veinticuatro horas y utilizando un 95% de nivel de confianza bajo la curva normal se obtuvieron los siguientes datos:

$$\bar{X} = 1.455 \text{Kg}$$

$$Z = (1 - 0.05)/2 = 0.475$$

$$\sigma = 0.137$$

$$n = 125$$

Aplicando la fórmula nos queda:

$$1.455 - (0.475) \times (0.137 / \sqrt{125}) \leq \mu \leq 1.455 + (0.475) \times (0.137 / \sqrt{125})$$

Entonces:

$$1.449 \leq \mu \leq 1.461$$

Lo que quiere decir según el razonamiento inductivo que la media poblacional que en este caso será representada por la media muestral = 1.455 kg de las 125 unidades de canales marinadas de pollo a veinticuatro horas se encontrarán en un intervalo ≥ 1.449 kg pero ≤ 1.461 kg con una nivel de confianza del 95% bajo la curva normal.

Para la salmuera propuesta a veinticuatro horas bajo las mismas condiciones de fórmula tenemos los siguientes datos:

$$\bar{X} = 1.407 \text{ Kg}$$

$$Z = (1 - 0.05) / 2 = 0.475$$

$$\sigma = 0.167$$

$$n = 125$$

Aplicando la fórmula nos queda:

$$1.407 - (0.475) \times (0.167 / \sqrt{125}) \leq \mu \leq 1.407 + (0.475) \times (0.167 / \sqrt{125})$$

Entonces:

$$1.399 \leq \mu \leq 1.414$$

5.2.2 Para salmuera actual y propuesta a cuarenta y ocho horas

Para la salmuera actual aplicada en las 125 unidades de la muestra de canales de pollo marinadas a cuarenta y ocho horas y utilizando un 95% de nivel de confianza bajo la curva normal se obtuvieron los siguientes datos:

$$\bar{X} = 1.426Kg$$

$$Z = (1 - 0.05) / 2 = 0.475$$

$$\sigma = 0.131$$

$$n = 125$$

Aplicando la fórmula nos queda:

$$1.426 - (0.475) \times (0.131 / \sqrt{125}) \leq \mu \leq 1.426 + (0.475) \times (0.131 / \sqrt{125})$$

Entonces:

$$1.420 \leq \mu \leq 1.431$$

La media muestral obtenida es igual a 1.426 kg de las 125 unidades de canales marinadas de pollo aplicando salmuera actual a cuarenta y ocho horas se encontrarán en un intervalo ≥ 1.420 kg pero ≤ 1.431 kg con una nivel de confianza del 95% bajo la curva normal y un error del 5% de la terminación de cada extremo de la curva normal.

Para la salmuera propuesta a cuarenta y ocho horas bajo las mismas condiciones tenemos los siguientes datos:

$$\bar{X} = 1.386Kg$$

$$Z = (1 - 0.05) / 2 = 0.475$$

$$\sigma = 0.165$$

$$n = 125$$

Aplicando la fórmula nos queda:

$$1.386 - (0.475) \times (0.165 / \sqrt{125}) \leq \mu \leq 1.386 + (0.475) \times (0.165 / \sqrt{125})$$

Entonces:

$$1.379 \leq \mu \leq 1.393$$

La media muestral obtenida es igual a 1.386 kg de las 125 unidades de canales marinadas de pollo aplicando salmuera propuesta a cuarenta y ocho horas, se encontrarán en un intervalo ≥ 1.379 kg pero ≤ 1.393 kg con una nivel de confianza del 95% bajo la curva normal y un error del 5% de la terminación de cada extremo de la curva normal.

5.3 Pruebas de hipótesis

Son pruebas que se establecen provisionalmente como base de una investigación que puede confirmar o negar la validez de aquella.

- **Prueba t de varianza combinada para la diferencia entre dos medias**

Con el propósito de inferir si estadísticamente los valores muestrales de las medias representan significativamente los valores poblacionales, se aplicará la prueba t de varianza combinada para la diferencia de dos medias.

En la mayor parte de los casos no se conoce la varianza o desviación estándar de ninguna población. En general, la única información que es posible obtener se relaciona con las medias muestrales (\bar{X}_1 y \bar{X}_2), las varianzas muestrales (s_1^2 y s_2^2) y las desviaciones estándar de las muestras (s_1 y s_2). Si se hacen suposiciones de que las muestras se obtienen de manera aleatoria e independiente a partir de las poblaciones respectivas que tienen una distribución normal y que las varianzas poblacionales son iguales (es decir $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$), se puede usar una prueba t de varianzas combinadas para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de las dos poblaciones.

Para probar la hipótesis nula de que no hay diferencia entre las medias de dos poblaciones independientes:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad \text{o} \quad \mu_1 - \mu_2 = 0$$

Contra la alternativa de que las medias no son iguales

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad \text{o} \quad \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

se usa el estadístico de la prueba t de varianzas combinadas para probar la diferencia entre dos medias:

$$t = \frac{[(X_1 - X_2) - (\mu_1 - \mu_2)]}{\sqrt{\delta_p^2 (1/n_1 + 1/n_2)}}$$

donde

$$* \quad \delta_p^2 = \frac{\delta_1^2 + \delta_2^2}{2} \quad * \quad \text{Cuando los dos tamaños de muestras son}$$

iguales

y

δ_p^2 = varianza combinada

X_1 = media de la muestra tomada de la población 1

δ_1^2 = varianza de la muestra tomada de la población 1

n_1 = tamaño de la muestra tomada de la población 1

X_2 = media de la muestra tomada de la población 2

δ_2^2 = varianza de la muestra tomada de la población 2

n_2 = tamaño de la muestra tomada de la población 2

El estadístico de prueba t de varianza combinada sigue una distribución t con $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad. Para un nivel de significancia dado α , se rechaza la hipótesis nula si el estadístico de la prueba t calculado excede el valor crítico de la cola superior $t_{n_1+n_2-2}$ de la distribución t o si el estadístico de prueba calculado es menor que el valor crítico de la cola inferior $-t_{n_1+n_2-2}$ de la distribución t . Esto es, la regla de decisión es la siguiente:

Se rechaza H_0 si $t > t_{n_1+n_2-2}$
o si $t < -t_{n_1+n_2-2}$
de otra manera no se rechaza H_0 .

5.3.1 Prueba t para la diferencia de medias de los rendimientos y mermas a veinticuatro horas

Aplicando los datos numéricos a las fórmulas mencionadas anteriormente, comparando las medias de peso de los rendimientos de canal como consecuencia de utilizar la salmuera actual y propuesta por un tiempo de veinticuatro horas, se pueden ver los resultados en la Tabla V.

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

Se rechaza H_0 si $t > t_{n_1+n_2-2}$
o si $t < -t_{n_1+n_2-2}$
de otra manera no se rechaza H_0

H_0 = No existe diferencia entre los rendimientos de las dos medias de las poblaciones independientes a veinticuatro horas

H_1 = Existe diferencia entre los rendimientos de las dos medias de las de las poblaciones independientes a veinticuatro horas

Tabla V. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para la diferencia de medias de rendimientos a veinticuatro horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	1.455	1.407
Varianza	0.019	0.028
Observaciones	125	125
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	248	
Estadístico t	2.428	
P(T<=t) una cola	0.008	
Valor crítico de t (una cola)	1.651	
P(T<=t) dos colas	0.016	
Valor crítico de t (dos colas)	1.970	

Fuente: Elaborado por el autor 2008 aplicando office. Excel 2003

Como se puede observar en la Tabla V el valor de del estadístico de la prueba t se encuentra en la región de rechazo $t = 2.428$ puesto que es mayor a el valor crítico $t = 1.970$, por lo tanto la hipótesis nula se rechaza (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Se determina que existe evidencia significativa de una diferencia en el rendimiento de peso promedio del pollo marinado de las poblaciones utilizando las dos salmueras la actual y la propuesta por un tiempo de veinticuatro horas.

- **Prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias de mermas a veinticuatro horas**

Comparando las medias de mermas de peso de la canal de pollo a veinticuatro horas y aplicando las fórmulas estadísticas respectivas como el planteamiento de hipótesis se pueden observar los resultados en la tabla VI.

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = No existe diferencia entre las mermas de las dos medias de las poblaciones independientes a veinticuatro horas

H_1 = Existe diferencia entre las mermas de las dos medias de las poblaciones independientes veinticuatro horas

Tabla VI. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para la diferencia de medias de mermas a veinticuatro horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	-0.1006	-0.0956
Varianza	0.0012	0.0009
Observaciones	125	125
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	248	
Estadístico t	-1.211	
P(T<=t) una cola	0.114	
Valor crítico de t (una cola)	1.651	
P(T<=t) dos colas	0.227	
Valor crítico de t (dos colas)	1.970	

Fuente: Elaborado por el autor 2008 aplicando office. Excel 2003

Se determina según los valores adquiridos en la Tabla VI que el valor estadístico de la prueba t se encuentra en la región de aceptación $t = -1.211$ siendo menor al valor crítico $t = -1.970$, en la cola izquierda de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Se establece que existe evidencia significativa que no hay una diferencia en la merma o pérdida de peso promedio del pollo marinado de las poblaciones utilizando las dos salmueras la actual y la propuesta por un tiempo de veinticuatro horas.

5.3.2 Prueba t para la diferencia de medias de los rendimientos y mermas a cuarenta y ocho horas

Comparando las medias de rendimientos de peso de la canal de pollo a veinticuatro horas y aplicando los datos numéricos a las fórmulas estadísticas respectivas se pueden observar los resultados en la Tabla VII. (Ver pág. 78).

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

$H_0 =$ No existe diferencia entre los rendimientos a cuarenta y ocho horas de las dos medias de las poblaciones independientes

$H_1 =$ Existe diferencia entre los rendimientos de las dos medias a cuarenta y ocho horas de las de las poblaciones independientes

Tabla VII. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para la diferencia de medias de rendimientos a cuarenta y ocho horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	1.426	1.387
Varianza	0.017	0.027
Observaciones	125	125
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	248	
Estadístico t	2.054	
P(T<=t) una cola	0.021	
Valor crítico de t (una cola)	1.651	
P(T<=t) dos colas	0.041	
Valor crítico de t (dos colas)	1.970	

Fuente: Elaborado por el autor 2008 aplicando office. Excel 2003

Se establece según los valores adquiridos en la Tabla VII que el valor estadístico de la prueba t se encuentra en la región de rechazo $t = 2.054$ siendo mayor al valor crítico $t = 1.970$ por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Se determina que existe evidencia significativa de una diferencia en el rendimiento de peso promedio del pollo marinado de las poblaciones utilizando las dos salmueras la actual y la propuesta en un tiempo de 48 horas.

- **Prueba t de varianza combinada para la diferencia de medias de mermas a cuarenta y ocho horas**

Comparando las medias de mermas o pérdidas de peso de la canal de pollo por un tiempo de cuarenta y ocho horas y aplicando los datos numéricos a las fórmulas estadísticas respectivas se pueden observar los resultados en la Tabla VIII. (Ver pág. 79).

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = No existe diferencia entre las mermas a cuarenta y ocho horas de las dos medias de las poblaciones independientes

H_1 = Existe diferencia entre las mermas a cuarenta y ocho horas de las dos medias de las de las poblaciones independientes

Tabla VIII. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales para la diferencia de medias de mermas a cuarenta y ocho horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	-0.130	-0.116
Varianza	0.001	0.002
Observaciones	125	125
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	248	
Estadístico t	-2.732	
P(T<=t) una cola	0.003	
Valor crítico de t (una cola)	1.651	
P(T<=t) dos colas	0.007	
Valor crítico de t (dos colas)	1.970	

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se demuestra según los valores adquiridos en la Tabla VIII que el valor del estadístico de la prueba t no se encuentra en la región de rechazo $t = -2.732$ siendo menor al valor crítico $t = -1.970$, en la cola izquierda de la campana.

Por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Se establece que existe evidencia significativa que no hay una diferencia en la merma o pérdida de peso promedio del pollo marinado de las poblaciones

utilizando las dos salmueras la actual y la propuesta por un espacio de tiempo de cuarenta y ocho horas.

- **Prueba F para la diferencia de dos varianzas**

Una vez determinado que las medias poblacionales son estadística y significativamente diferentes, es importante probar si dichas poblaciones tienen la misma variabilidad.

Para nuestro análisis, estamos interesados en conocer si la carragenina propuesta no solo tiene una media mayor que la actual (por lo tanto se gana en rendimiento) como se demostró en la prueba t anterior, sino que además tiene menor variabilidad respecto a su peso promedio.

Para probar la igualdad de las varianzas de dos poblaciones independientes se usa una prueba estadística basada en la razón de las dos varianzas muestrales. Si se supone que los datos de cada población tienen una distribución normal, entonces la razón δ_1 / δ_2 sigue una distribución llamada distribución F, en honor del famoso estadístico R. A Fisher.

Los grados de libertad en el numerador de la razón que pertenecen a la primera muestra, y los grados de libertad en el denominador corresponden a la segunda muestra. El estadístico de prueba F para verificar la igualdad de dos varianzas se calcula como sigue:

El estadístico de la prueba F es igual a la varianza de la muestra 1 dividido entre la varianza de la muestra 2.

$$F = \delta_1 / \delta_2$$

donde

n_1 = tamaño de la muestra de la población 1

n_2 = tamaño de la muestra de la población 2

$n_1 - 1$ = grados de libertad de la muestra 1 (del numerador)

$n_2 - 1$ = grados de libertad de la muestra 2 (del denominador)

S_1^2 = Varianza de la muestra 1

S_2^2 = Varianza de la muestra 2

El estadístico de la prueba F sigue una distribución F con $n_1 - 1$ y $n_2 - 2$ grados de libertad.

Para el análisis que se está efectuando se utilizara una prueba de hipótesis a una cola, ya que interesa probar si la variabilidad de la carragenina propuesta es menor que la variabilidad de la carragenina actual, en ambos casos para sus respectivas poblaciones, a un nivel dado de significancia, por lo tanto:

$$H_0 = \sigma_1^2 < \sigma_2^2$$

Contra la hipótesis alternativa de que dos varianzas poblacionales son diferentes

$$H_1 = \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2$$

Se rechaza la hipótesis nula si el estadístico de la prueba F calculado excede el valor crítico F_U de la cola superior de la distribución F con $n_1 - 1$ grado de libertad de la muestra 1 en el numerador y $n_2 - 1$ grados de libertad en el denominador.

Entonces la regla de decisión es

Se rechaza H_0 si $F > F_u$
de otra manera no se rechaza H_0

5.3.3 Prueba F para determinar la variabilidad de los rendimientos y mermas a veinticuatro horas

Comparando las medias de rendimientos de peso de la canal de pollo a veinticuatro horas y aplicando los datos numéricos a las fórmulas estadísticas respectivas se pueden observar los resultados en la Tabla IX

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

Se rechaza H_0 si $F > F_u$
de otra manera no se rechaza H_0

$H_0 =$ La carragenina y goma propuesta tiene menor variabilidad con respecto a la media de rendimientos a veinticuatro horas que la carragenina y goma actual

$H_1 =$ La carragenina y goma propuesta tiene mayor o igual variabilidad con respecto a la media de rendimientos a veinticuatro horas que la carragenina y goma actual

Tabla IX. Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de los rendimientos a veinticuatro horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	1.455	1.407
Varianza	0.019	0.028
Observaciones	125	125
Grados de libertad	124	124
F	0.665	
P(F<=f) una cola	0.012	
Valor crítico para F (una cola)	0.742	

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se demuestra según los valores adquiridos en la Tabla IX, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de aceptación $F = 0.665$ siendo menor al valor crítico $F = 0.742$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Se establece que existe evidencia significativa que hay menor variabilidad con carragenina y goma propuesta utilizada en la salmuera a veinticuatro horas con respecto a las media de rendimientos con carragenina y goma actual utilizada en el mismo tiempo.

Lo anterior indicaría que la carragenina propuesta es mejor que la actual, ya que las canales de pollo además de ganar más peso, lo hacen con una menor variabilidad, lo que da mucha mayor certeza al producto y a las ganancias esperadas por la aplicación del mismo.

- **Prueba F para determinar la variabilidad de las mermas a veinticuatro horas**

Para analizar la variabilidad de las mermas poblacionales, se sigue el mismo análisis que para los rendimientos, y el planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = La carragenina y goma propuesta tiene menor variabilidad con respecto a la media de la mermas a veinticuatro horas que la carragenina y goma actual

H_1 = La carragenina y goma propuesta tiene mayor o igual variabilidad con respecto a la media de mermas a veinticuatro horas que la carragenina y goma actual

Tabla X. Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de las mermas a veinticuatro horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	-0.1012	-0.0953
Varianza	0.0012	0.0009
Observaciones	125	125
Grados de libertad	124	124
F	1.3035	
P(F<=f) una cola	0.0707	
Valor crítico para F (una cola)	1.3452	

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se define según los valores adquiridos en la Tabla X, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de aceptación $F = 1.3035$ siendo menor al valor crítico $F = 1.3452$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Se determina que existe evidencia significativa que hay una menor variabilidad en la media de las mermas a veinticuatro horas con carragenina y goma propuesta utilizada en la salmuera que con carragenina y goma actual utilizada en el mismo tiempo.

Lo anterior significa que la carragenina propuesta es mejor que la actual, ya que las canales de pollo además de ganar más peso y hacerlo con una menor variabilidad, lo hacen con una merma menor, por lo tanto el producto es más eficiente.

5.3.4 Prueba F para determinar la variabilidad de los rendimientos y mermas a cuarenta y ocho horas

Siguiendo el mismo análisis estadístico utilizado para los rendimientos a veinticuatro horas, el planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = La carragenina y goma propuesta tiene menor variabilidad con respecto a la media de rendimientos a cuarenta y ocho horas que la carragenina y goma actual

H_1 = La carragenina y goma propuesta tiene mayor o igual variabilidad con respecto a la media de rendimientos a cuarenta y ocho horas que la carragenina y goma actual.

Tabla XI. Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de los rendimientos a cuarenta y ocho horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	1.426	1.386
Varianza	0.017	0.027
Observaciones	125	125
Grados de libertad	124	124
F	0.629	
P(F<=f) una cola	0.005	
Valor crítico para F (una cola)	0.743	

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se demuestra según los valores adquiridos en la Tabla XI, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de aceptación dado que el estadístico calculado $F = 0.629$ es menor al valor crítico $F = 0.743$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Se establece que existe evidencia significativa que hay menor variabilidad con carragenina y goma propuesta utilizada en la salmuera a cuarenta y ocho horas con respecto a las media de rendimientos con carragenina y goma actual utilizada en el mismo tiempo.

Lo anterior indicaría que la carragenina propuesta es mejor que la actual, ya que las canales de pollo además de ganar más peso, lo hacen con una menor variabilidad, lo que da mucha mayor certeza al producto y a las ganancias esperadas por la aplicación del mismo.

- **Prueba F para determinar la variabilidad de las mermas a cuarenta y ocho horas**

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = La carragenina y goma propuesta tiene menor variabilidad con respecto a la media de mermas a cuarenta y ocho horas que la carragenina y goma actual

H_1 = La carragenina y goma propuesta tiene mayor o igual variabilidad con respecto a la media de mermas a cuarenta y ocho horas que la carragenina y goma actual

Tabla XII. Prueba F para determinar la variabilidad de las medias de las mermas a cuarenta y ocho horas

<i>Salmuera utilizada en las canales de pollo</i>	<i>Actual</i>	<i>Propuesta</i>
Media	-0.1302	-0.1161
Varianza	0.0015	0.0015
Observaciones	125	125
Grados de libertad	124	124
F	0.9598	
P(F<=f) una cola	0.4098	
Valor crítico para F (una cola)	0.7434	

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se define según los valores adquiridos en la Tabla XII, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de rechazo $F = 0.9598$ siendo mayor al valor crítico $F = 0.7434$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Se determina que existe evidencia significativa que hay una mayor variabilidad en la media de las mermas a cuarenta y ocho horas con carragenina propuesta utilizada en la salmuera que con carragenina actual utilizada en el mismo tiempo.

5.4 Análisis de varianza (ANOVA)

Cuando las medidas numéricas en c grupos son continuas y se cumplen ciertas suposiciones se puede utilizar la metodología “**análisis de varianza**” (ANOVA).

En cierto sentido, el término “análisis de varianza” parece un nombre equivocado porque el objetivo es analizar las diferencias entre las medias de los grupos.

- **Prueba f para las diferencias en las varianzas**

Como una manera de corroboración, a los resultados obtenidos en las pruebas t, se puede realizar una Análisis de Varianza, conocido como ANOVA, el cual al igual que la prueba t, busca determinar la significancia de los valores obtenidos de las medias, para los dos los grupos de carragenina y goma.

Sin embargo, mediante un análisis de la variación de los datos, tanto entre como dentro de los c grupos, es factible derivar conclusiones sobre posibles diferencias en las medias de los grupos. En ANOVA, se subdivide la variación total en las mediciones de los resultados en lo que se puede atribuir a diferencias entre los c grupos y los que se deben al azar o que es atribuible a la variación inherente dentro de los c grupos. La variación “dentro del grupo” se considera un **error experimental**; la variación “entre grupos” se atribuye a los **efectos del tratamiento**.

Si se supone que los c grupos representan poblaciones cuyas mediciones se obtienen de manera aleatoria e independiente, siguen una distribución normal y tienen varianzas iguales, la hipótesis nula de que no hay diferencias en las medias de la población

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_c$$

Se prueba contra la alternativa de que no todas las c medias de población son iguales.

$$H_1: \text{no todas las } \mu_j \text{ son iguales (con } j = 1, 2, \dots, c)$$

Para realizar una prueba ANOVA de igualdad de medias de la población, se subdividen en dos partes la variación total de las mediciones, la parte atribuible a las diferencias entre los grupos y la que se debe a la variación inherente dentro de los grupos. La variación inherente por lo común se representa por la **suma de los cuadrados total (SCT)**. Debido a que se supone que las medias poblacionales de los c grupos son iguales bajo la hipótesis nula, una media de la variación total entre todas las observaciones se obtiene con la suma de los cuadrados de las diferencias.

Y éstas entre cada observación individual y la **media global o gran media** que se lista en todas las observaciones de todos los grupos combinadas.⁶

⁶ Para una mejor comprensión para este proyecto, se sugiere al revisor del mismo consultar formulas y ecuaciones en el libro Estadística para Administración, segunda edición del autor Mark L. Berenson, David M. Levine y Timothy C. Krehbiel, traducido por Marcia Aída Gonzalez Osasuna, en el capítulo 7, en sus paginas: (381-386).

Aunque el interés principal es comparar las medias de los c grupos o niveles de un factor para determinar si existe un efecto de tratamiento entre ellos, el procedimiento de ANOVA recibe su nombre del hecho de que esto se logra al analizar las varianzas. Si la hipótesis nula es cierta y no hay una diferencia real en las medias de los c grupos, los tres términos de las medias cuadráticas (MCA, MCW Y MCT) que en sí son varianzas, proporcionan estimaciones de la varianza σ^2 inherente a los datos. Así para probar la hipótesis nula

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_c$$

contra la alternativa

$$H_1: \text{no todas las } \mu_j \text{ son iguales (con } j = 1, 2, \dots, c)$$

se calcula el estadístico F como la razón de las dos varianzas MCA entre MCW.

El estadístico de prueba F sigue una **distribución F** con $c - 1$ grados de libertad correspondientes a MCA en el numerador y $n - c$ grados de libertad correspondientes a MCW en el denominador. Para un nivel dado de significancia α se rechaza la hipótesis nula si el estadístico de la prueba F calculado excede el valor crítico de la cola superior F_U de la distribución que tiene $c - 1$ grados de libertad en el numerador y $n - c$ grados de libertad en el denominador.

La regla de decisión es:

Se rechaza H_0 si $F > F_U$;
de otra manera no se rechaza H_0 .

Si la hipótesis nula es cierta, se espera que el estadístico F compuesto se aproxime a 1 porque los términos de la media cuadrática en el numerador y el denominador estiman la varianza verdadera σ^2 inherente a los datos. Por otro lado si H_0 es falsa (y existen diferencias reales entre las medias), debe esperarse que el estadístico F sea bastante más grande que 1, ya que el numerador, MCA, estimaría el efecto del tratamiento o las diferencias entre grupos además de la variabilidad inherente a los datos, mientras que el denominador, MCW, mediría sólo variabilidad inherente.

Entonces, con el procedimiento de la ANOVA se obtiene una prueba F en donde se puede rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia seleccionado α sólo si el estadístico calculado F es tan grande como para exceder F_{α} , el valor crítico superior de la distribución F con $c - 1$ y $n - c$ grados de libertad.

Una vez establecida la relación entre la prueba t de varianza combinada y la prueba t ANOVA de un factor, surge una pregunta: ¿si las pruebas F y t pueden proporcionar resultados equivalentes por qué estudiar las dos? La respuesta tiene dos partes. Si se tienen más de dos grupos cuyas medias debe compararse, entonces solo puede usarse la prueba F, no la t. Si nada más se examinan dos grupos, se puede usar la prueba t si el interés es probar la hipótesis nula ($H_0: \mu_1 = \mu_2$) contra la alternativa general de que hay diferencias reales ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$). La prueba F es más limitada. Sin embargo, a manera de corroboración, es importante contar con los resultados de esta prueba.

Por lo común, los resultados del análisis de varianza se despliegan en una tabla ANOVA. Los elementos de esta tabla incluyen la fuente de variación (entre grupos, dentro de grupos, y total), los grados de libertad, la suma de cuadrados, la media cuadrática (varianzas) y el estadístico calculado F. Además, la tabla ANOVA obtenida con Microsoft Excel o Minitab incluye el valor p (la probabilidad de obtener un estadístico F tan grande como, o mayor que el obtenido, dado que la hipótesis nula es cierta).

Esto permite llegar a conclusiones directas sobre la hipótesis nula sin referirse a la tabla de valores críticos de la distribución F. Si el valor p es menor que el nivel de significancia α elegido, la hipótesis nula se rechaza.

5.4.1 Prueba f para las diferencias en las varianzas a veinticuatro horas

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = Las medias de los rendimientos a veinticuatro horas son iguales en las poblaciones comparando carragenina y goma propuesta de la actual

H_1 = Las medias de los rendimientos a veinticuatro horas no son iguales en las poblaciones comparando carragenina y goma propuesta de la actual

Tabla XIII. Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas de los rendimientos a veinticuatro horas

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
1.472	124	180.373	1.455	0.019		
1.321	124	174.511	1.407	0.028		
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.139	1	0.139	5.894	0.016	3.880
Dentro de los grupos	5.784	246	0.024			
Total	5.922	248				

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se define según los valores adquiridos en la Tabla XIII, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de rechazo $F = 5.894$ siendo mayor al valor crítico $F = 3.880$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

También se puede definir que se rechaza la hipótesis nula ya que el valor de $p = 0.015$, siendo menor al valor de significancia elegido $\alpha = 0.05$.

Existe evidencia significativa que la media de la población de los rendimientos de canales de aves utilizando carragenina y goma propuesta no es igual a la media de la carragenina y goma actual por un tiempo de veinticuatro horas.

Lo anterior corrobora los resultados de la prueba t, por lo tanto se puede inferir que los resultados obtenidos con la carragenina y goma actual, son estadísticamente suficientes para indicar que el peso ganado (rendimiento) por las canales de pollo será mayor si se aplica el producto propuesto en lugar del actual a un tiempo de veinticuatro horas.

- **Prueba f para las diferencias en las varianzas mermas a veinticuatro horas**

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = La media de la población de la merma con carragenina y goma propuesta es igual a la media de la población de carragenina y goma actual a veinticuatro horas

H_1 = La media de la población de la merma con carragenina y goma propuesta No es igual a la media de la población de carragenina y goma actual a veinticuatro horas

Tabla XIV. Prueba F para determinar la diferencia en varianzas para las mermas a veinticuatro horas

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>			
-0.1700	124	-12.4740	-0.1006	0.0012			
-0.0670	124	-11.8490	-0.0956	0.0009			
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	0.0016	1	0.0016	1.4669	0.2270	3.8795	
Dentro de los grupos	0.2642	246	0.0011				
Total	0.2657	248					

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se determina según los valores adquiridos en la Tabla XIV, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de aceptación $F = 1.46$ siendo menor al valor crítico $F = 3.87$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se acepta y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

También se puede definir que se acepta la hipótesis nula ya que el valor de $p = 0.22$, siendo mayor al valor de significancia elegido $\alpha = 0.05$.

Existe evidencia significativa para determinar que la media de la población de las mermas de canales de aves utilizando carragenina y goma propuesta es igual a la media de la carragenina y goma actual por un tiempo de veinticuatro horas.

Este resultado también corrobora el obtenido mediante el valor t.

5.4.2 Prueba f para las diferencias en las varianzas a cuarenta y ocho horas

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = Las medias de los rendimientos a cuarenta y ocho horas son iguales en las poblaciones comparando carragenina y goma propuesta de la actual

H_1 = Las medias de los rendimientos a cuarenta y ocho horas No son iguales en las poblaciones comparando carragenina y goma propuesta de la actual

Tabla XV. Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas para rendimientos a cuarenta y ocho horas

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>			
1.441	124	176.779	1.426	0.017			
1.290	124	171.944	1.387	0.027			
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	0.094	1	0.094	4.217	0.041	3.880	
Dentro de los grupos	5.499	246	0.022				
Total	5.593	248					

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se concluye según los valores adquiridos en la Tabla XV, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de rechazo $F = 4.21$

siendo mayor al valor crítico $F = 3.87$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

También se puede definir que se rechaza la hipótesis nula ya que el valor de $p = 0.04$, siendo menor al valor de significancia elegido $\alpha = 0.05$.

Existe evidencia significativa para determinar que la media de la población de los rendimientos de canales de aves utilizando carragenina y goma propuesta no es igual a la media de la carragenina y goma actual por un tiempo de cuarenta y ocho horas.

Lo anterior corrobora los resultados de la prueba t, por lo tanto se puede inferir que los resultados obtenidos con la carragenina y goma actual, son estadísticamente suficientes para indicar que el peso ganado (rendimiento) por las canales de pollo será mayor si se aplica el producto propuesto en lugar del actual, a un tiempo de cuarenta u ocho horas.

- **Prueba f para las diferencias en las varianzas para las mermas a cuarenta y ocho horas**

El planteamiento de hipótesis para las dos muestras con salmuera actual y propuesta sería el siguiente:

H_0 = La media de la población de la merma con carragenina y goma propuesta es igual a la media de la población de carragenina y goma actual a cuarenta y ocho horas

H_1 = La media de la población de la merma con carragenina y goma propuesta No es igual a la media de la población de carragenina y goma actual a cuarenta y ocho horas

Tabla XVI. Prueba F para determinar la diferencia en las varianzas para las mermas a cuarenta y ocho horas

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>			
-0.201	124	-16.068	-0.1296	0.0014			
-0.098	124	-14.416	-0.1163	0.0015			
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	0.011	1	0.011	7.462	0.007	3.880	
Dentro de los grupos	0.363	246	0.001				
Total	0.374	248					

Fuente: Elaborado por el autor 2008, aplicando office. Excel 2003

Se define según los valores adquiridos en la Tabla XVI, el valor del estadístico de la prueba F se encuentra en la región de rechazo $F = 7.46$ siendo menor al valor crítico $F = 3.87$, en la cola derecha de la campana, por lo tanto, la hipótesis nula (H_0) se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

También se puede definir que se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor de $p = 0.0067$, siendo menor al valor de significancia elegido $\alpha = 0.05$.

Existe evidencia significativa para determinar que la media de la población de las mermas de canales de aves utilizando carragenina y goma propuesta no es igual a la media de la carragenina y goma actual por un tiempo de cuarenta y ocho horas.

Este resultado también corrobora el resultado obtenido del valor t, por lo tanto, el producto propuesto es mejor debido a que la canal de pollo ganará más peso (rendimiento), tendrá menor variabilidad en cuanto a su peso promedio y además mermará menos, lo cual le hace un producto más eficiente, en comparación con el producto actual, a cuarenta y ocho horas.

- **Prueba de Tuckey-Kramer**

Una vez encontradas las diferencias entre las medias de los grupos, es importante determinar qué grupos o niveles son diferentes.

El procedimiento de Tukey-Kramer sirve para determinar cuáles de las c medias son significativamente diferentes entre sí. Este método es un ejemplo de un procedimiento de comparación **post hoc** (a posteriori) en el que las hipótesis de interés se formulan después de inspeccionar los datos.

El procedimiento de Tukey-Kramer permite examinar, en forma simultánea, las comparaciones entre todos los pares de grupos. El **rango crítico** para este procedimiento se obtiene con la cantidad dada en la ecuación:

$$\text{Rango crítico} = Q_{\alpha} \sqrt{(MCW / 2) \times (1/n_j + 1/n_{j'})}$$

Donde

Q_{α} = Valor crítico en la cola superior de una **distribución de rango de Student** que tiene c grados de libertad en el numerador y $n - c$ grados de libertad en el denominador.

MCW = Media cuadrática (Varianza)

n_j = Tamaño de la muestra 1

$n_{j'}$ = Tamaño de la muestra 2

Un par dado se declara significativamente diferente si la diferencia absoluta entre las medias muestrales ($\bar{X}_j - \bar{X}_{j'}$), excede del rango crítico.

5.4.3 Prueba de Tuckey-Kramer a veinticuatro horas

Se aplicará la prueba de Tuckey-Kramer a veinticuatro horas para determinar si existe una diferencia significativa en los rendimientos como consecuencia de utilizar dos tipos de carragenina y goma diferentes en la salmuera.

Se tiene que encontrar el rango crítico, para luego ser comparado con el valor crítico Q_U en la cola superior de una distribución de rango de Student. Si $(X_j - X_{j'}) > \text{Rango crítico}$, se determina que existe una diferencia significativa entre la comparación de medias muestrales, por el contrario se determina que no existe esa diferencia significativa entre medias.

Cálculo de diferencia absoluta de medias muestrales para los dos tipos de carragenina y goma en salmuera, datos extraídos de Tabla XII. (Ver pág. 87).

$$X_1 = 1.455$$

$$X_2 = 1.407$$

$$\text{Diferencia de medias} = (X_1 - X_2) = (1.455 - 1.407) = 0.048$$

Realizando el cálculo de la ecuación para encontrar el rango crítico:

$$\text{Rango crítico} = Q_U \sqrt{(MCW / 2) \times (1/n_j + 1/n_{j'})}$$

donde,

Q_U = Valor crítico en la cola superior de una distribución de rango Student

MCW = Media cuadrática (Varianza)

n_j = Tamaño de la muestra 1

n_{j_l} = Tamaño de la muestra 2

Aplicando la ecuación para los rendimientos a veinticuatro horas, se tienen los siguientes datos:

$$\text{Rango crítico} = 2.77 \sqrt{(0.0235 / 2)} \times (1/125 + 1/125) = 0.037$$

Se determina que la diferencia absoluta entre las medias de rendimientos a veinticuatro horas ($X_1 - X_2$) = 0.048 es mayor a el valor del rango crítico = 0.037, por lo tanto se determina que existe una diferencia significativa como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina y goma propuestos.

Una vez finalizada la prueba anterior (a posteriori) se confirma los resultados obtenidos mediante la prueba t y la prueba F, por lo tanto se puede concluir que la carragenina y goma propuesta producen un efecto de tratamiento que se traduce en será mejores rendimientos sobre la canal de pollo a veinticuatro horas comparado con la carragenina y goma actual; lo que representará mayores beneficios económicos para la empresa.

- **Prueba de Tuckey-Kramer para mermas a veinticuatro horas**

Como se puede observar en la Tabla XIV. (Ver pág. 94), el valor de F se encuentra en la región de aceptación, por lo tanto se concluye según los datos de ANOVA que no existe diferencia entre las medias para la mermas a veinticuatro horas con los dos tipos de productos de carragenina y goma, por consiguiente no se aplica la prueba de Tuckey-Kramer.

Lo anterior corrobora los resultados obtenidos en las pruebas t y F.

5.4.4 Prueba de Tuckey-Kramer a cuarenta y ocho horas

Cálculo de diferencia absoluta de medias muestrales para los dos tipos de carragenina y goma en salmuera, datos extraídos de Tabla XV.

$$X_1 = 1.426$$

$$X_2 = 1.387$$

$$\text{Diferencia de medias} = (X_1 - X_2) = (1.426 - 1.387) = 0.039$$

Aplicando la ecuación para los rendimientos a cuarenta y ocho horas, se tienen los siguientes datos:

$$\text{Rango crítico} = 2.77 \sqrt{(0.022/2)} \times (1/125 + 1/125) = 0.0367$$

Se determina que la diferencia absoluta entre las medias de rendimientos a cuarenta y ocho horas $(X_1 - X_2) = 0.039$ es mayor a el valor del rango crítico $= 0.0367$.

Por lo tanto, se determina que existe una diferencia significativa como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina y goma propuestos.

Una vez finalizada la prueba anterior (a posteriori) se confirma los resultados obtenidos mediante la prueba t y la prueba F, por lo tanto, se puede concluir que la carragenina y goma propuesta producen un efecto de tratamiento que se traduce en será mejores rendimientos sobre la canal de pollo a cuarenta y ocho horas comparado con la carragenina y goma actual; lo que representará mayores beneficios económicos para la empresa.

- **Prueba de Tuckey-Kramer para mermas a cuarenta y ocho horas**

Cálculo de diferencia absoluta de medias muestrales para los dos tipos de carragenina y goma en salmuera, datos extraídos de Tabla XVI (Ver pág. 97).

$$X_1 = 0.1296$$

$$X_2 = 0.1263$$

$$\text{Diferencia de medias} = (X_1 - X_2) = (0.1296 - 0.1263) = 0.0033$$

Aplicando la ecuación para los rendimientos a cuarenta y ocho horas, se tienen los siguientes datos:

$$\text{Rango crítico} = 2.77 \sqrt{(0.001/2)} \times (1/125 + 1/125) = 0.0078$$

Se determina que la diferencia absoluta entre las medias $(X_1 - X_2) = 0.0033$ es menor a el valor del rango crítico = 0.0078, por lo tanto se determina que no existe una diferencia significativa como consecuencia de utilizar dos productos diferentes de carragenina y goma entre las medias de mermas a cuarenta y ocho horas.

CONCLUSIONES

1. Para un período de tiempo de veinticuatro horas, los rendimientos de una canal de pollo, aplicando la salmuera actual, fueron de 3.772%, que representa un valor medio de peso ganado de 0.053 kg. Para el caso de la salmuera propuesta, durante el mismo lapso de tiempo, los rendimientos de las canales de pollo se situaron en 5.797%, que equivalen a 0.077 kg. de peso ganado. Por lo tanto, la salmuera propuesta es más rentable, ya que en promedio rendirá 2.025 puntos porcentuales más que la salmuera actual, lo que traducido a peso representa 0.024 kg más por canal de pollo.
2. Para un período de tiempo de veinticuatro horas, como consecuencia del drenado de la salmuera, la merma de las canales de pollo aplicando la salmuera actual tuvo un valor medio de -0.101 kg, que en términos porcentuales representa un -7.215%. En lo que se refiere a la salmuera propuesta, para el mismo lapso de tiempo, se obtuvo un valor medio de merma de -0.095 kg, que representa un -7.170%. Al comparar las mermas, existe una diferencia de -0.045 puntos porcentuales, la cual en peso absoluto de drenado equivale a 0.006 kg, obteniéndose ligeramente menos pérdida de peso con salmuera propuesta.
3. Para un período de tiempo de veinticuatro horas, se determinó que existe una mayor rentabilidad al utilizar carragenina y goma propuesta en la salmuera en lugar de la carragenina y goma actual, que en términos monetarios representaría un aumento en las utilidades de la empresa de US\$ 11,703.819 por mes, y de US\$ 140,445.825 por año.

4. Para un período de tiempo de cuarenta y ocho horas, los rendimientos de una canal de pollo, aplicando la salmuera actual, fueron de 1.703%, que representa un valor medio de peso ganado de 0.024 kg. Para el caso de la salmuera propuesta, durante el mismo lapso de tiempo, los rendimientos de las canales de pollo se situaron en 4.234%, que equivalen a 0.056 kg. de peso ganado. Por lo tanto, la salmuera propuesta es más rentable, ya que en promedio rendirá 2.531 puntos porcentuales más que la salmuera actual, lo que traducido a peso representa 0.032 kg más por canal de pollo.
5. Para un período de tiempo de cuarenta y ocho horas, como consecuencia del drenado de la salmuera, la merma de las canales de pollo aplicando la salmuera actual tuvo un valor medio de -0.130 kg, que en términos porcentuales representa un -9.284%. En lo que se refiere a la salmuera propuesta, para el mismo lapso de tiempo, se obtuvo un valor medio de merma de -0.116 kg, que representa un -8.733%. Al comparar las mermas, existe una diferencia de -0.551 puntos porcentuales, la cual en peso absoluto de drenado de equivale a -0.014 kg, obteniéndose ligeramente menos pérdida de peso con salmuera propuesta.
6. Para un período de tiempo de cuarenta y ocho horas, se determinó que existe una mayor rentabilidad al utilizar carragenina y goma propuesta en la salmuera en lugar de la carragenina y goma actual, que en términos monetarios representaría un aumento en las utilidades de la empresa de US\$ 15,233.480 por mes, y de US\$ 182,801.760 por año.

7. El análisis estadístico, a través de las diversas pruebas de inferencia aplicadas, indicó que existe suficiente evidencia estadística para determinar que es factible sustituir la carragenina y goma actual por la carragenina y goma propuesta en la salmuera, y que tiene una mejor funcionalidad la salmuera propuesta a un tiempo más prolongado de marinación.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar la carragenina y goma propuesta en la salmuera en lugar de la carragenina y goma actual, ya que está comprobado estadísticamente que existirá una mejor rentabilidad, tanto a veinticuatro como a cuarenta y ocho horas.
2. Utilizar las dosificaciones recomendadas por los proveedores para carragenina y goma propuesta, conjuntamente con otros aditivos en la salmuera esperando realizar otras pruebas experimentales.
3. Evaluar la carragenina y goma propuesta a otros porcentajes en la salmuera determinando la rentabilidad para cada prueba experimental realizada.
4. Dada la competitividad que existe en el mercado de productos avícolas en cuanto a calidad, servicio y precio, se recomienda realizar investigaciones, por medio de proveedores, o documentales aprovechando las ventajas que ofrece *internet* sobre nuevos productos, y luego aplicar la metodología planteada en la presente investigación.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguirre, Sara. Ingredientes que aumentan la capacidad de retención de agua en productos cárnicos. **Revista Carnetec**. USA 8, No.4: 32-37. Julio/Agosto 1999.
2. Anavi. La industria avícola guatemalteca pasa por momentos difíciles. **Revista industria avícola**. USA 9: 30-34. 2002.
3. Bowers, P. "Sistemas de inyección y marinado". **Revista de lácteos y cárnicos mexicanos**. (México) (6 No. 17): (37-38). 2002-2003.
4. Carau López, Julio César. Evaluación del proceso de marinación de la canal fresca de pollo utilizando dos tipos de salmuera en una planta procesadora avícola de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. en alimentos. Mazatenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Suroccidente, 2005. 56pp.
5. Dergal, Salvador Badui. **Química de los alimentos**. Segunda edición. México: Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V., 1990.648pp.
6. Esquivel, Oscar Ph. D. Inyección y masajeo de la carne. **Revista Carnetec**. USA 12 No. 6: 34. Noviembre/Diciembre 2005.
7. Food Technology. A focus on gums. **Revista Food technology**. USA 45, No. 3: 21.1991.
8. Glicksman, Martín. Hidrocolloids and the search for the oily grail. **Revista Food Technology**. USA 45, No. 10:19.1991.
9. Keeton, JT. **Procesamiento de productos avícolas con valor agregado**. Texas, USA: 1-3.

10. Mark, Berenson y otros. **Estadística para administración**. 2ed. México. Editorial Pearson Educación, 2001. 784pp.
11. Potter, Norman N. **La ciencia de los alimentos**. México: EDUTEX, S.A., 1978. 749pp.
12. Rocha, Ana. El efecto de presión en la calidad de la carne inyectada. **Revista Carnetec**. USA 8, No.3: 36-38. Mayo 2001.
13. Velazco, Jesús, Ph. D. El proceso de inyección desde el punto de vista fisiológico. **Revista Carnetec**. USA 8, No.5: 24, 27-28. Septiembre/Octubre 1999.
14. www.oceangarden.com Reconociendo la calidad del camarón: aditivos. (en línea). USA. 2003.
15. www.thesolaecompany.com Tecnología de aves. Conferencia 25 de octubre 2006.

ANEXOS

ANEXO 1. Datos originales canales de pollo marinadas

Tabla XXV. Pesos de canales de pollo marinadas con salmuera actual

Muestra	Peso No Marinado (Kg)	Peso Ya Marinado (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Absorción	Peso 24 horas (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Retención 24 Horas	Peso Perdido (Kg)	% Merma 24	Peso 48 horas (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Retención 48 Horas	Peso Perdido (Kg)	% Merma 48 Horas
1	1.498	1.642	0.144	9.613	1.472	-0.026	-1.736	-0.170	11.348	1.441	-0.057	-3.805	-0.201	13.418
2	1.395	1.570	0.175	12.545	1.421	0.026	1.864	-0.149	10.681	1.396	0.001	0.072	-0.174	12.473
3	1.375	1.562	0.187	13.600	1.491	0.116	8.436	-0.071	5.164	1.449	0.074	5.382	-0.113	8.218
4	1.292	1.423	0.131	10.139	1.332	0.040	3.096	-0.091	7.043	1.311	0.019	1.471	-0.112	8.669
5	1.580	1.767	0.187	11.835	1.649	0.069	4.367	-0.118	7.468	1.606	0.026	1.646	-0.161	10.190
6	1.284	1.436	0.152	11.838	1.338	0.054	4.206	-0.098	7.632	1.316	0.032	2.492	-0.120	9.346
7	1.316	1.465	0.149	11.322	1.330	0.014	1.064	-0.135	10.258	1.262	-0.054	-4.103	-0.203	15.426
8	1.173	1.296	0.123	10.486	1.220	0.047	4.007	-0.076	6.479	1.183	0.010	0.853	-0.113	9.633
9	1.326	1.447	0.121	9.125	1.378	0.052	3.922	-0.069	5.204	1.325	-0.001	-0.075	-0.122	9.201
10	1.377	1.478	0.101	7.335	1.412	0.035	2.542	-0.066	4.793	1.387	0.010	0.726	-0.091	6.609
11	1.288	1.403	0.115	8.929	1.360	0.072	5.590	-0.043	3.339	1.278	-0.010	-0.776	-0.125	9.705
12	1.333	1.505	0.172	12.903	1.433	0.100	7.502	-0.072	5.401	1.356	0.023	1.725	-0.149	11.178
13	1.424	1.572	0.148	10.393	1.445	0.021	1.475	-0.127	8.919	1.411	-0.013	-0.913	-0.161	11.306
14	1.386	1.577	0.191	13.781	1.490	0.104	7.504	-0.087	6.277	1.447	0.061	4.401	-0.130	9.380
15	1.282	1.487	0.205	15.991	1.350	0.068	5.304	-0.137	10.686	1.531	0.249	19.423	0.044	-3.432
16	1.277	1.454	0.177	13.861	1.355	0.078	6.108	-0.099	7.753	1.336	0.059	4.620	-0.118	9.240
17	1.414	1.625	0.211	14.922	1.535	0.121	8.557	-0.090	6.365	1.505	0.091	6.436	-0.120	8.487
18	1.608	1.823	0.215	13.371	1.700	0.092	5.721	-0.123	7.649	1.655	0.047	2.923	-0.168	10.448
19	1.485	1.681	0.196	13.199	1.582	0.097	6.532	-0.099	6.667	1.543	0.058	3.906	-0.138	9.293
20	1.395	1.548	0.153	10.968	1.500	0.105	7.527	-0.048	3.441	1.420	0.025	1.792	-0.128	9.176
21	1.312	1.546	0.234	17.835	1.389	0.077	5.869	-0.157	11.966	1.352	0.040	3.049	-0.194	14.787
22	1.312	1.484	0.172	13.110	1.393	0.081	6.174	-0.091	6.936	1.370	0.058	4.421	-0.114	8.689
23	1.193	1.349	0.156	13.076	1.276	0.083	6.957	-0.073	6.119	1.257	0.064	5.365	-0.092	7.712
24	1.296	1.449	0.153	11.806	1.351	0.055	4.244	-0.098	7.562	1.322	0.026	2.006	-0.127	9.799
25	1.308	1.410	0.102	7.798	1.278	-0.030	-2.294	-0.132	10.092	1.247	-0.061	-4.664	-0.163	12.462
26	1.525	1.704	0.179	11.738	1.610	0.085	5.574	-0.094	6.164	1.574	0.049	3.213	-0.130	8.525
27	1.490	1.610	0.120	8.054	1.468	-0.022	-1.477	-0.142	9.530	1.444	-0.046	-3.087	-0.166	11.141
28	1.539	1.728	0.189	12.281	1.642	0.103	6.693	-0.086	5.588	1.593	0.054	3.509	-0.135	8.772
29	1.265	1.383	0.118	9.328	1.309	0.044	3.478	-0.074	5.850	1.288	0.023	1.818	-0.095	7.510
30	1.325	1.489	0.164	12.377	1.399	0.074	5.585	-0.090	6.792	1.368	0.043	3.245	-0.121	9.132
31	1.428	1.618	0.190	13.305	1.506	0.078	5.462	-0.112	7.843	1.459	0.031	2.171	-0.159	11.134
32	1.394	1.547	0.153	10.976	1.450	0.056	4.017	-0.097	6.958	1.424	0.030	2.152	-0.123	8.824
33	1.542	1.680	0.138	8.949	1.566	0.024	1.556	-0.114	7.393	1.522	-0.020	-1.297	-0.158	10.246
34	1.396	1.550	0.154	11.032	1.428	0.032	2.292	-0.122	8.739	1.396	0.000	0.000	-0.154	11.032
35	1.469	1.627	0.158	10.756	1.541	0.072	4.901	-0.086	5.854	1.480	0.011	0.749	-0.147	10.007
36	1.320	1.475	0.155	11.742	1.385	0.065	4.924	-0.090	6.818	1.360	0.040	3.030	-0.115	8.712
37	1.483	1.611	0.128	8.631	1.555	0.072	4.855	-0.056	3.776	1.523	0.040	2.697	-0.088	5.934
38	1.306	1.402	0.096	7.351	1.300	-0.006	-0.459	-0.102	7.810	1.271	-0.035	-2.680	-0.131	10.031
39	1.444	1.624	0.180	12.465	1.507	0.063	4.363	-0.117	8.102	1.470	0.026	1.801	-0.154	10.665
40	1.336	1.501	0.165	12.350	1.415	0.079	5.913	-0.086	6.437	1.383	0.047	3.518	-0.118	8.832
41	1.317	1.459	0.142	10.782	1.355	0.038	2.885	-0.104	7.897	1.325	0.008	0.607	-0.134	10.175
42	1.191	1.316	0.125	10.495	1.116	-0.075	-6.297	-0.200	16.793	1.229	0.038	3.191	-0.087	7.305
43	1.207	1.323	0.116	9.611	1.260	0.053	4.391	-0.063	5.220	1.228	0.021	1.740	-0.095	7.871
44	1.381	1.580	0.199	14.410	1.444	0.063	4.562	-0.136	9.848	1.450	0.069	4.996	-0.130	9.413
45	1.169	1.295	0.126	10.778	1.250	0.081	6.929	-0.045	3.849	1.230	0.061	5.218	-0.065	5.560
46	1.444	1.613	0.169	11.704	1.537	0.093	6.440	-0.076	5.263	1.502	0.058	4.017	-0.111	7.687
47	1.244	1.363	0.119	9.566	1.252	0.008	0.643	-0.111	8.923	1.220	-0.024	-1.929	-0.143	11.495
48	1.366	1.461	0.095	6.955	1.397	0.031	2.269	-0.064	4.685	1.371	0.005	0.366	-0.090	6.589

Continuación Tabla XXV (2/3)

49	1.323	1.452	0.129	9.751	1.393	0.070	5.291	-0.059	4.460	1.349	0.026	1.965	-0.103	7.785
50	1.428	1.573	0.145	10.154	1.500	0.072	5.042	-0.073	5.112	1.461	0.033	2.311	-0.112	7.843
51	1.324	1.413	0.089	6.722	1.319	-0.005	-0.378	-0.094	7.100	1.278	-0.046	-3.474	-0.135	10.196
52	1.441	1.532	0.091	6.315	1.455	0.014	0.972	-0.077	5.344	1.410	-0.031	-2.151	-0.122	8.466
53	1.510	1.684	0.174	11.523	1.574	0.064	4.238	-0.110	7.285	1.538	0.028	1.854	-0.146	9.669
54	1.255	1.405	0.150	11.952	1.339	0.084	6.693	-0.066	5.259	1.328	0.073	5.817	-0.077	6.135
55	1.424	1.557	0.133	9.340	1.465	0.041	2.879	-0.092	6.461	1.419	-0.005	-0.351	-0.138	9.691
56	1.366	1.526	0.160	11.713	1.414	0.048	3.514	-0.112	8.199	1.382	0.016	1.171	-0.144	10.542
57	1.464	1.588	0.124	8.470	1.474	0.010	0.683	-0.114	7.787	1.444	-0.020	-1.366	-0.144	9.836
58	1.387	1.588	0.201	14.492	1.516	0.129	9.301	-0.072	5.191	1.482	0.095	6.849	-0.106	7.642
59	1.492	1.659	0.167	11.193	1.574	0.082	5.496	-0.085	5.697	1.519	0.027	1.810	-0.140	9.383
60	1.312	1.448	0.136	10.366	1.359	0.047	3.582	-0.089	6.784	1.316	0.004	0.305	-0.132	10.061
61	1.277	1.436	0.159	12.451	1.354	0.077	6.030	-0.082	6.421	1.344	0.067	5.247	-0.092	7.204
62	1.376	1.537	0.161	11.701	1.476	0.100	7.267	-0.061	4.433	1.439	0.063	4.578	-0.098	7.122
63	1.552	1.740	0.188	12.113	1.650	0.098	6.314	-0.090	5.799	1.621	0.069	4.446	-0.119	7.668
64	1.628	1.808	0.180	11.057	1.706	0.078	4.791	-0.102	6.265	1.675	0.047	2.887	-0.133	8.170
65	1.469	1.621	0.152	10.347	1.627	0.158	10.756	0.006	-0.408	1.486	0.017	1.157	-0.135	9.190
66	1.297	1.425	0.128	9.869	1.349	0.052	4.009	-0.076	5.860	1.316	0.019	1.465	-0.109	8.404
67	1.477	1.557	0.080	5.416	1.445	-0.032	-2.167	-0.112	7.583	1.407	-0.070	-4.739	-0.150	10.156
68	1.472	1.615	0.143	9.715	1.519	0.047	3.193	-0.096	6.522	1.477	0.005	0.340	-0.138	9.375
69	1.465	1.652	0.187	12.765	1.553	0.088	6.007	-0.099	6.758	1.503	0.038	2.594	-0.149	10.171
70	1.171	1.288	0.117	9.991	1.218	0.047	4.014	-0.070	5.978	1.200	0.029	2.477	-0.088	7.515
71	1.358	1.454	0.096	7.069	1.369	0.011	0.810	-0.085	6.259	1.323	-0.035	-2.577	-0.131	9.647
72	1.449	1.582	0.133	9.179	1.476	0.027	1.863	-0.106	7.315	1.427	-0.022	-1.518	-0.155	10.697
73	1.643	1.821	0.178	10.834	1.652	0.009	0.548	-0.169	10.286	1.621	-0.022	-1.339	-0.200	12.173
74	1.135	1.263	0.128	11.278	1.186	0.051	4.493	-0.077	6.784	1.166	0.031	2.731	-0.097	8.546
75	1.680	1.786	0.106	6.310	1.713	0.033	1.964	-0.073	4.345	1.683	0.003	0.179	-0.103	6.131
76	1.429	1.596	0.167	11.686	1.484	0.055	3.849	-0.112	7.838	1.455	0.026	1.819	-0.141	9.867
77	1.353	1.451	0.098	7.243	1.367	0.014	1.035	-0.084	6.208	1.324	-0.029	-2.143	-0.127	9.387
78	1.297	1.417	0.120	9.252	1.357	0.060	4.626	-0.060	4.626	1.337	0.040	3.084	-0.080	6.168
79	1.453	1.611	0.158	10.874	1.480	0.027	1.858	-0.131	9.016	1.475	0.022	1.514	-0.136	9.360
80	1.461	1.838	0.377	25.804	1.557	0.096	6.571	-0.281	19.233	1.501	0.040	2.738	-0.337	23.066
81	1.372	1.569	0.197	14.359	1.448	0.076	5.539	-0.121	8.819	1.399	0.027	1.968	-0.170	12.391
82	1.305	1.446	0.141	10.805	1.368	0.063	4.828	-0.078	5.977	1.345	0.040	3.065	-0.101	7.739
83	1.395	1.507	0.112	8.029	1.416	0.021	1.505	-0.091	6.523	1.384	-0.011	-0.789	-0.123	8.817
84	1.503	1.671	0.168	11.178	1.569	0.066	4.391	-0.102	6.786	1.529	0.026	1.730	-0.142	9.448
85	1.329	1.493	0.164	12.340	1.400	0.071	5.342	-0.093	6.998	1.364	0.035	2.634	-0.129	9.707
86	1.465	1.573	0.108	7.372	1.497	0.032	2.184	-0.076	5.188	1.461	-0.004	-0.273	-0.112	7.645
87	1.527	1.712	0.185	12.115	1.609	0.082	5.370	-0.103	6.745	1.545	0.018	1.179	-0.167	10.936
88	1.639	1.826	0.187	11.409	1.735	0.096	5.857	-0.091	5.552	1.682	0.043	2.624	-0.144	8.786
89	1.427	1.541	0.114	7.989	1.444	0.017	1.191	-0.097	6.797	1.423	-0.004	-0.280	-0.118	8.269
90	1.391	1.537	0.146	10.496	1.470	0.079	5.679	-0.067	4.817	1.449	0.058	4.170	-0.088	6.326
91	1.516	1.707	0.191	12.599	1.595	0.079	5.211	-0.112	7.388	1.580	0.064	4.222	-0.127	8.377
92	1.437	1.586	0.149	10.369	1.519	0.082	5.706	-0.067	4.662	1.503	0.066	4.593	-0.083	5.776
93	1.315	1.544	0.229	17.414	1.445	0.130	9.886	-0.099	7.529	1.396	0.081	6.160	-0.148	11.255
94	1.325	1.462	0.137	10.340	1.358	0.033	2.491	-0.104	7.849	1.329	0.004	0.302	-0.133	10.038
95	1.474	1.611	0.137	9.294	1.555	0.081	5.495	-0.056	3.799	1.516	0.042	2.849	-0.095	6.445
96	1.295	1.441	0.146	11.274	1.346	0.051	3.938	-0.095	7.336	1.305	0.010	0.772	-0.136	10.502
97	1.470	1.639	0.169	11.497	1.509	0.039	2.653	-0.130	8.844	1.461	-0.009	-0.612	-0.178	12.109
98	1.440	1.580	0.140	9.722	1.486	0.046	3.194	-0.094	6.528	1.433	-0.007	-0.486	-0.147	10.208
99	1.763	1.908	0.145	8.225	1.829	0.066	3.744	-0.079	4.481	1.800	0.037	2.099	-0.108	6.126
100	1.311	1.446	0.135	10.297	1.357	0.046	3.509	-0.089	6.789	1.326	0.015	1.144	-0.120	9.153
101	1.416	1.609	0.193	13.630	1.488	0.072	5.085	-0.121	8.545	1.460	0.044	3.107	-0.149	10.523
102	1.629	1.813	0.184	11.295	1.685	0.056	3.438	-0.128	7.858	1.616	-0.013	-0.798	-0.197	12.093
103	1.313	1.456	0.143	10.891	1.368	0.055	4.189	-0.088	6.702	1.324	0.011	0.838	-0.132	10.053
104	1.397	1.565	0.168	12.026	1.462	0.065	4.653	-0.103	7.373	1.450	0.053	3.794	-0.115	8.232
105	1.504	1.653	0.149	9.907	1.563	0.059	3.923	-0.090	5.984	1.527	0.023	1.529	-0.126	8.378
106	1.895	2.117	0.222	11.715	1.942	0.047	2.480	-0.175	9.235	1.910	0.015	0.792	-0.207	10.923
107	1.569	1.801	0.232	14.786	1.641	0.072	4.589	-0.160	10.198	1.592	0.023	1.466	-0.209	13.321
108	1.172	1.338	0.166	14.164	1.256	0.084	7.167	-0.082	6.997	1.230	0.058	4.949	-0.108	9.215
109	1.335	1.402	0.067	5.019	1.296	-0.039	-2.921	-0.106	7.940	1.277	-0.058	-4.345	-0.125	9.363
110	1.359	1.500	0.141	10.375	1.428	0.069	5.077	-0.072	5.298	1.413	0.054	3.974	-0.087	6.402
111	1.413	1.566	0.153	10.828	1.435	0.022	1.557	-0.131	9.271	1.435	0.022	1.557	-0.131	9.271
112	1.434	1.589	0.155	10.809	1.466	0.032	2.232	-0.123	8.577	1.466	0.032	2.232	-0.123	8.577
113	1.322	1.448	0.126	9.531	1.382	0.060	4.539	-0.066	4.992	1.382	0.060	4.539	-0.066	4.992
114	1.498	1.584	0.086	5.741	1.451	-0.047	-3.138	-0.133	8.879	1.451	-0.047	-3.138	-0.133	8.879
115	1.110	1.236	0.126	11.351	1.156	0.046	4.144	-0.080	7.207	1.156	0.046	4.144	-0.080	7.207

Continuación Tabla XXV (3/3)

116	1.628	1.842	0.214	13.145	1.671	0.043	2.641	-0.171	10.504	1.671	0.043	2.641	-0.171	10.504
117	1.233	1.428	0.195	15.815	1.313	0.080	6.488	-0.115	9.327	1.313	0.080	6.488	-0.115	9.327
118	1.339	1.506	0.167	12.472	1.360	0.021	1.568	-0.146	10.904	1.360	0.021	1.568	-0.146	10.904
119	1.386	1.519	0.133	9.596	1.398	0.012	0.866	-0.121	8.730	1.398	0.012	0.866	-0.121	8.730
120	1.713	1.891	0.178	10.391	1.761	0.048	2.802	-0.130	7.589	1.761	0.048	2.802	-0.130	7.589
121	1.373	1.504	0.131	9.541	1.365	-0.008	-0.583	-0.139	10.124	1.365	-0.008	-0.583	-0.139	10.124
122	1.538	1.723	0.185	12.029	1.573	0.035	2.276	-0.150	9.753	1.573	0.035	2.276	-0.150	9.753
123	1.433	1.572	0.139	9.700	1.464	0.031	2.163	-0.108	7.537	1.464	0.031	2.163	-0.108	7.537
124	1.432	1.572	0.140	9.777	1.433	0.001	0.070	-0.139	9.707	1.433	0.001	0.070	-0.139	9.707
125	1.417	1.575	0.158	11.150	1.441	0.024	1.694	-0.134	9.457	1.441	0.024	1.694	-0.134	9.457
Σ	175.235	194.489	19.254		181.845	6.610		-12.644		178.220	2.985		-16.269	
X	1.402	1.556	0.154		1.455	0.053		-0.101		1.426	0.024		-0.130	
%				10.988			3.772		7.215			1.703		9.284

Tabla XXVI. Pesos de canales de pollo marinadas con salmuera propuesta

Muestra	Peso No Marinado (Kg)	Peso Ya Marinado (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Absorción	Peso 24 horas (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Retención 24 Horas	Peso Perdido (Kg)	% Merma 24	Peso 48 horas (Kg)	Peso Ganado (Kg)	% Retención 48 Horas	Peso Perdido (Kg)	% Merma 48 Horas
1	1.256	1.388	0.132	10.510	1.321	0.065	5.175	-0.067	5.334	1.290	0.034	2.707	-0.098	7.803
2	1.249	1.409	0.160	12.810	1.331	0.082	6.565	-0.078	6.245	1.282	0.033	2.642	-0.127	10.168
3	1.057	1.149	0.092	8.704	1.091	0.034	3.217	-0.058	5.487	1.061	0.004	0.378	-0.088	8.325
4	1.251	1.389	0.138	11.031	1.267	0.016	1.279	-0.122	9.752	1.224	-0.027	-2.158	-0.165	13.189
5	1.135	1.299	0.164	14.449	1.144	0.009	0.793	-0.155	13.656	1.115	-0.020	-1.762	-0.184	16.211
6	1.153	1.312	0.159	13.790	1.215	0.062	5.377	-0.097	8.413	1.196	0.043	3.729	-0.116	10.061
7	1.427	1.661	0.234	16.398	1.540	0.113	7.919	-0.121	8.479	1.514	0.087	6.097	-0.147	10.301
8	1.424	1.636	0.212	14.888	1.483	0.059	4.143	-0.153	10.744	1.430	0.006	0.421	-0.206	14.466
9	1.431	1.643	0.212	14.815	1.500	0.069	4.822	-0.143	9.993	1.442	0.011	0.769	-0.201	14.046
10	1.447	1.672	0.225	15.549	1.601	0.154	10.643	-0.071	4.907	1.571	0.124	8.569	-0.101	6.980
11	1.426	1.651	0.225	15.778	1.557	0.131	9.187	-0.094	6.592	1.478	0.052	3.647	-0.173	12.132
12	1.404	1.554	0.150	10.684	1.512	0.108	7.692	-0.042	2.991	1.417	0.013	0.926	-0.137	9.758
13	1.265	1.395	0.130	10.277	1.315	0.050	3.953	-0.080	6.324	1.298	0.033	2.609	-0.097	7.668
14	1.446	1.599	0.153	10.581	1.449	0.003	0.207	-0.150	10.373	1.401	-0.045	-3.112	-0.198	13.693
15	1.644	1.868	0.224	13.625	1.735	0.091	5.535	-0.133	8.090	1.703	0.059	3.589	-0.165	10.036
16	1.420	1.559	0.139	9.789	1.476	0.056	3.944	-0.083	5.845	1.446	0.026	1.831	-0.113	7.958
17	1.449	1.626	0.177	12.215	1.554	0.105	7.246	-0.072	4.969	1.534	0.085	5.866	-0.092	6.349
18	1.077	1.221	0.144	13.370	1.147	0.070	6.500	-0.074	6.871	1.128	0.051	4.735	-0.093	8.635
19	1.128	1.245	0.117	10.372	1.192	0.064	5.674	-0.053	4.699	1.177	0.049	4.344	-0.068	6.028
20	1.457	1.601	0.144	9.883	1.529	0.072	4.942	-0.072	4.942	1.468	0.011	0.755	-0.133	9.128
21	1.428	1.556	0.128	8.964	1.479	0.051	3.571	-0.077	5.392	1.451	0.023	1.611	-0.105	7.353
22	1.254	1.404	0.150	11.962	1.266	0.012	0.957	-0.138	11.005	1.245	-0.009	-0.718	-0.159	12.679
23	1.198	1.347	0.149	12.437	1.249	0.051	4.257	-0.098	8.180	1.234	0.036	3.005	-0.113	9.432
24	1.311	1.442	0.131	9.992	1.360	0.049	3.738	-0.082	6.255	1.338	0.027	2.059	-0.104	7.933
25	1.361	1.567	0.206	15.136	1.419	0.058	4.262	-0.148	10.874	1.389	0.028	2.057	-0.113	13.079
26	1.122	1.277	0.155	13.815	1.239	0.117	10.428	-0.038	3.387	1.210	0.088	7.843	-0.067	5.971
27	1.411	1.616	0.205	14.529	1.520	0.109	7.725	-0.096	6.804	1.457	0.046	3.260	-0.159	11.269
28	1.181	1.368	0.187	15.834	1.303	0.122	10.330	-0.065	5.504	1.273	0.092	7.790	-0.095	8.044
29	1.232	1.370	0.138	11.201	1.310	0.078	6.331	-0.060	4.870	1.273	0.041	3.328	-0.097	7.873
30	1.148	1.326	0.178	15.505	1.263	0.115	10.017	-0.063	5.488	1.241	0.093	8.101	-0.085	7.404
31	1.490	1.755	0.265	17.785	1.596	0.106	7.114	-0.159	10.671	1.555	0.065	4.362	-0.200	13.423
32	1.457	1.710	0.253	17.364	1.599	0.142	9.746	-0.111	7.618	1.562	0.105	7.207	-0.148	10.158
33	1.260	1.406	0.146	11.587	1.345	0.085	6.746	-0.061	4.841	1.326	0.066	5.238	-0.080	6.349
34	1.440	1.681	0.241	16.736	1.614	0.174	12.083	-0.067	4.653	1.556	0.116	8.056	-0.125	8.681
35	1.494	1.636	0.142	9.505	1.512	0.018	1.205	-0.124	8.300	1.493	-0.001	-0.067	-0.143	9.572
36	1.189	1.415	0.226	19.008	1.296	0.107	8.999	-0.119	10.008	1.272	0.083	6.981	-0.143	12.027
37	1.186	1.340	0.154	12.985	1.208	0.022	1.855	-0.132	11.130	1.184	-0.002	-0.169	-0.156	13.153
38	1.118	1.303	0.185	16.547	1.229	0.111	9.928	-0.074	6.619	1.210	0.092	8.229	-0.093	8.318
39	1.440	1.638	0.198	13.750	1.493	0.053	3.681	-0.145	10.069	1.493	0.053	3.681	-0.145	10.069
40	1.468	1.702	0.234	15.940	1.599	0.131	8.924	-0.103	7.016	1.599	0.131	8.924	-0.103	7.016
41	1.257	1.420	0.163	12.967	1.351	0.094	7.478	-0.069	5.489	1.351	0.094	7.478	-0.069	5.489
42	1.241	1.396	0.155	12.490	1.290	0.049	3.948	-0.106	8.541	1.290	0.049	3.948	-0.106	8.541
43	1.431	1.627	0.196	13.697	1.575	0.144	10.063	-0.052	3.634	1.575	0.144	10.063	-0.052	3.634
44	1.438	1.646	0.208	14.465	1.569	0.131	9.110	-0.077	5.355	1.569	0.131	9.110	-0.077	5.355
45	1.407	1.593	0.186	13.220	1.499	0.092	6.539	-0.094	6.681	1.499	0.092	6.539	-0.094	6.681
46	1.225	1.419	0.194	15.837	1.338	0.113	9.224	-0.081	6.612	1.338	0.113	9.224	-0.081	6.612
47	1.280	1.442	0.162	12.656	1.340	0.060	4.688	-0.102	7.969	1.340	0.060	4.688	-0.102	7.969
48	1.182	1.274	0.092	7.783	1.207	0.025	2.115	-0.067	5.668	1.207	0.025	2.115	-0.067	5.668
49	1.427	1.596	0.169	11.843	1.540	0.113	7.919	-0.056	3.924	1.540	0.113	7.919	-0.056	3.924
50	1.156	1.271	0.115	9.948	1.188	0.032	2.768	-0.083	7.180	1.188	0.032	2.768	-0.083	7.180
51	1.396	1.573	0.177	12.679	1.471	0.075	5.372	-0.102	7.307	1.471	0.075	5.372	-0.102	7.307
52	1.329	1.506	0.177	13.318	1.416	0.087	6.546	-0.090	6.772	1.416	0.087	6.546	-0.090	6.772
53	1.124	1.213	0.089	7.918	1.161	0.037	3.292	-0.052	4.626	1.161	0.037	3.292	-0.052	4.626
54	1.484	1.655	0.171	11.523	1.543	0.059	3.976	-0.112	7.547	1.543	0.059	3.976	-0.112	7.547
55	1.234	1.402	0.168	13.614	1.292	0.058	4.700	-0.110	8.914	1.292	0.058	4.700	-0.110	8.914
56	1.247	1.396	0.149	11.949	1.340	0.093	7.458	-0.056	4.491	1.340	0.093	7.458	-0.056	4.491
57	1.425	1.558	0.133	9.333	1.467	0.042	2.947	-0.091	6.386	1.467	0.042	2.947	-0.091	6.386
58	1.226	1.406	0.180	14.682	1.304	0.078	6.362	-0.102	8.320	1.304	0.078	6.362	-0.102	8.320
59	1.242	1.412	0.170	13.688	1.324	0.082	6.602	-0.088	7.085	1.324	0.082	6.602	-0.088	7.085
60	1.393	1.639	0.246	17.660	1.524	0.131	9.404	-0.115	8.256	1.524	0.131	9.404	-0.115	8.256
61	1.676	1.856	0.180	10.740	1.792	0.116	6.921	-0.064	3.819	1.792	0.116	6.921	-0.064	3.819
62	1.491	1.732	0.241	16.164	1.606	0.115	7.713	-0.126	8.451	1.606	0.115	7.713	-0.126	8.451

Continuación Tabla XXVI (2/3)

63	1.439	1.597	0.158	10.980	1.496	0.057	3.961	-0.101	7.019	1.496	0.057	3.961	-0.101	7.019
64	1.185	1.342	0.157	13.249	1.260	0.075	6.329	-0.082	6.920	1.260	0.075	6.329	-0.082	6.920
65	1.157	1.322	0.165	14.261	1.184	0.027	2.334	-0.138	11.927	1.184	0.027	2.334	-0.138	11.927
66	1.411	1.540	0.129	9.142	1.462	0.051	3.614	-0.078	5.528	1.462	0.051	3.614	-0.078	5.528
67	1.260	1.417	0.157	12.460	1.312	0.052	4.127	-0.105	8.333	1.312	0.052	4.127	-0.105	8.333
68	1.506	1.724	0.218	14.475	1.667	0.161	10.691	-0.057	3.785	1.667	0.161	10.691	-0.057	3.785
69	1.419	1.620	0.201	14.165	1.499	0.080	5.638	-0.121	8.527	1.499	0.080	5.638	-0.121	8.527
70	1.383	1.583	0.200	14.461	1.533	0.150	10.846	-0.050	3.615	1.533	0.150	10.846	-0.050	3.615
71	1.677	1.944	0.267	15.921	1.812	0.135	8.050	-0.132	7.871	1.812	0.135	8.050	-0.132	7.871
72	1.251	1.371	0.120	9.592	1.289	0.038	3.038	-0.082	6.555	1.289	0.038	3.038	-0.082	6.555
73	1.489	1.725	0.236	15.850	1.645	0.156	10.477	-0.080	5.373	1.645	0.156	10.477	-0.080	5.373
74	1.428	1.607	0.179	12.535	1.504	0.076	5.322	-0.103	7.213	1.504	0.076	5.322	-0.103	7.213
75	1.410	1.596	0.186	13.191	1.490	0.080	5.674	-0.106	7.518	1.490	0.080	5.674	-0.106	7.518
76	1.272	1.383	0.111	8.726	1.282	0.010	0.786	-0.101	7.940	1.282	0.010	0.786	-0.101	7.940
77	1.156	1.264	0.108	9.343	1.204	0.048	4.152	-0.060	5.190	1.204	0.048	4.152	-0.060	5.190
78	1.408	1.595	0.187	13.281	1.442	0.034	2.415	-0.153	10.866	1.442	0.034	2.415	-0.153	10.866
79	1.267	1.464	0.197	15.549	1.419	0.152	11.997	-0.045	3.552	1.419	0.152	11.997	-0.045	3.552
80	1.424	1.698	0.274	19.242	1.548	0.124	8.708	-0.150	10.534	1.548	0.124	8.708	-0.150	10.534
81	1.238	1.428	0.190	15.347	1.356	0.118	9.532	-0.072	5.816	1.356	0.118	9.532	-0.072	5.816
82	1.222	1.377	0.155	12.684	1.276	0.054	4.419	-0.101	8.265	1.276	0.054	4.419	-0.101	8.265
83	1.188	1.335	0.147	12.374	1.227	0.039	3.283	-0.108	9.091	1.227	0.039	3.283	-0.108	9.091
84	1.383	1.549	0.166	12.003	1.447	0.064	4.628	-0.102	7.375	1.447	0.064	4.628	-0.102	7.375
85	1.229	1.401	0.172	13.995	1.334	0.105	8.544	-0.067	5.452	1.334	0.105	8.544	-0.067	5.452
86	1.081	1.272	0.191	17.669	1.128	0.047	4.348	-0.144	13.321	1.128	0.047	4.348	-0.144	13.321
87	1.416	1.593	0.177	12.500	1.493	0.077	5.438	-0.100	7.062	1.493	0.077	5.438	-0.100	7.062
88	1.447	1.662	0.215	14.858	1.530	0.083	5.736	-0.132	9.122	1.530	0.083	5.736	-0.132	9.122
89	1.150	1.327	0.177	15.391	1.251	0.101	8.783	-0.076	6.609	1.201	0.051	4.435	-0.126	10.957
90	1.189	1.442	0.253	21.278	1.270	0.081	6.812	-0.172	14.466	1.221	0.032	2.691	-0.221	18.587
91	1.195	1.336	0.141	11.799	1.259	0.064	5.356	-0.077	6.444	1.233	0.038	3.180	-0.103	8.619
92	1.166	1.397	0.231	19.811	1.293	0.127	10.892	-0.104	8.919	1.256	0.090	7.719	-0.141	12.093
93	1.171	1.354	0.183	15.628	1.274	0.103	8.796	-0.080	6.832	1.249	0.078	6.661	-0.105	8.967
94	1.712	1.934	0.222	12.967	1.817	0.105	6.133	-0.117	6.834	1.766	0.054	3.154	-0.168	9.813
95	1.273	1.485	0.212	16.654	1.404	0.131	10.291	-0.081	6.363	1.376	0.103	8.091	-0.109	8.562
96	1.731	1.945	0.214	12.363	1.842	0.111	6.412	-0.103	5.950	1.795	0.064	3.697	-0.150	8.666
97	1.248	1.423	0.175	14.022	1.327	0.079	6.330	-0.096	7.692	1.299	0.051	4.087	-0.124	9.936
98	1.417	1.651	0.234	16.514	1.578	0.161	11.362	-0.073	5.152	1.545	0.128	9.033	-0.106	7.481
99	1.424	1.593	0.169	11.868	1.488	0.064	4.494	-0.105	7.374	1.434	0.010	0.702	-0.159	11.166
100	1.456	1.665	0.209	14.354	1.548	0.092	6.319	-0.117	8.036	1.504	0.048	3.297	-0.161	11.058
101	1.226	1.341	0.115	9.380	1.290	0.064	5.220	-0.051	4.160	1.274	0.048	3.915	-0.067	5.465
102	0.867	0.966	0.099	11.419	0.912	0.045	5.190	-0.054	6.228	0.893	0.026	2.999	-0.073	8.420
103	1.471	1.652	0.181	12.305	1.548	0.077	5.235	-0.104	7.070	1.523	0.052	3.535	-0.129	8.770
104	1.311	1.426	0.115	8.772	1.337	0.026	1.983	-0.089	6.789	1.307	-0.004	-0.305	-0.119	9.077
105	1.444	1.590	0.146	10.111	1.448	0.004	0.277	-0.142	9.834	1.396	-0.048	-3.324	-0.194	13.435
106	1.433	1.591	0.158	11.026	1.478	0.045	3.140	-0.113	7.886	1.443	0.010	0.698	-0.148	10.328
107	1.387	1.495	0.108	7.787	1.404	0.017	1.226	-0.091	6.561	1.370	-0.017	-1.226	-0.125	9.012
108	1.167	1.275	0.108	9.254	1.236	0.069	5.913	-0.039	3.342	1.223	0.056	4.799	-0.052	4.456
109	1.442	1.664	0.222	15.395	1.577	0.135	9.362	-0.087	6.033	1.554	0.112	7.767	-0.110	7.628
110	1.448	1.524	0.076	5.249	1.440	-0.008	-0.552	-0.084	5.801	1.405	-0.043	-2.970	-0.119	8.218
111	1.165	1.304	0.139	11.931	1.214	0.049	4.206	-0.090	7.725	1.202	0.037	3.176	-0.102	8.755
112	1.416	1.643	0.227	16.031	1.534	0.118	8.333	-0.109	7.698	1.489	0.073	5.155	-0.154	10.876
113	1.287	1.413	0.126	9.790	1.327	0.040	3.108	-0.086	6.682	1.293	0.006	0.466	-0.120	9.324
114	1.400	1.633	0.233	16.643	1.445	0.045	3.214	-0.188	13.429	1.409	0.009	0.643	-0.224	16.000
115	1.384	1.502	0.118	8.526	1.407	0.023	1.662	-0.095	6.864	1.369	-0.015	-1.084	-0.133	9.610
116	1.223	1.323	0.100	8.177	1.206	-0.017	-1.390	-0.117	9.567	1.190	-0.033	-2.698	-0.133	10.875
117	1.498	1.665	0.167	11.148	1.575	0.077	5.140	-0.090	6.008	1.543	0.045	3.004	-0.122	8.144
118	1.240	1.438	0.198	15.968	1.378	0.138	11.129	-0.060	4.839	1.328	0.088	7.097	-0.110	8.871
119	1.292	1.440	0.148	11.455	1.345	0.053	4.102	-0.095	7.353	1.315	0.023	1.780	-0.125	9.675
120	1.424	1.583	0.159	11.166	1.495	0.071	4.986	-0.088	6.180	1.441	0.017	1.194	-0.142	9.972
121	1.221	1.383	0.162	13.268	1.299	0.078	6.388	-0.084	6.880	1.263	0.042	3.440	-0.120	9.828
122	1.753	2.001	0.248	14.147	1.871	0.118	6.731	-0.130	7.416	1.811	0.058	3.309	-0.190	10.839
123	1.202	1.302	0.100	8.319	1.233	0.031	2.579	-0.069	5.740	1.213	0.011	0.915	-0.089	7.404
124	1.212	1.354	0.142	11.716	1.271	0.059	4.868	-0.083	6.848	1.241	0.029	2.393	-0.113	9.323
125	1.361	1.511	0.150	11.021	1.377	0.016	1.176	-0.134	9.846	1.348	-0.013	-0.955	-0.163	11.976
Σ	166.197	187.748	21.551		175.832	9.635		-11.916		173.234	7.037			-14.514
X	1.330	1.502	0.172		1.407	0.077		-0.095		1.386	0.056			-0.116
%				12.967			5.797		7.170			4.234		8.733

ANEXO 2. Ecuaciones utilizadas para cálculos de rentabilidad para salmuera actual por un tiempo de veinticuatro horas

Se tomaron las ecuaciones para fines de costos de la empresa “THE SOLAE COMPANY”, se utilizaron para salmuera actual aplicada al proceso de marinado de pollo a veinticuatro horas, siendo las mismas ecuaciones las utilizadas para salmuera propuesta en el mismo tiempo (Ver Tabla XXI. Pág. 55), como también aplicadas a la medición de rentabilidad a cuarenta y ocho horas con los dos tipos de salmuera actual y propuesta. (Ver Tabla XXIII. Pág. 59), presentándose a continuación:

1. Costo del pollo + Salmuera:

$$CPS = \frac{(KP*CKP + KP*\%R*CSA)}{KP+(KP*\%R)}$$

Donde:

CPS = Costo del pollo más salmuera

KP = Kilogramo de pollo (1000 kilogramos)

CKP = Costo por kilogramo de pollo en dólares (\$ 1.815, tomando este valor del mercado actual).

%R = Porcentaje de retención de la salmuera en el pollo por un tiempo de 24 horas después de ser marinado.

CSA = Costo de salmuera actual en dólares (\$0.0834, tomando como base los insumos adquiridos del mercado actualmente).

Si sustituimos los costos mencionados de la ecuación anterior para la retención de la media de salmuera actual a veinticuatro horas, el valor de la

tabla de valores medios del sub-inciso 4.1.1.1 (ver. pág. 44), el valor del costo de la salmuera actual de la Tabla III (ver pág. 35), entonces tenemos:

$$\text{CPS} = \frac{(1000*1.815 + 1000*0.03772*0.0834)}{1000+(1000*0.03772)}$$

$$\text{CPS} = \$ 1.752$$

2. Inyección inicial

$$\% \text{ Inyección} = ((W_{fm} - W_o) / W_o) * 100$$

Donde:

W_{fm} = Peso final de marinado después de inyectar en máquina

W_o = Peso inicial sin marinar antes de aplicar salmuera en máquina

Sustituyendo los valores medios de la Tabla XXV, pág. 113 del anexo 1, entonces tenemos:

$$\% \text{ Inyección} = ((1.556 - 1.402) / 1.402) * 100$$

$$\% \text{ Inyección} = 10.988$$

3. Absorción de salmuera

Se calculó según la ecuación No. 3 del inciso 4.1 (ver pág. 43)

$$\% \text{ Absorción} = ((1.455 - 1.402) / 1.402) * 100$$

$$\% \text{ Absorción} = 3.772$$

Se aplicó salmuera actual por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.

4. Merma de salmuera

Se calculó según la ecuación No. 4 del inciso 4.2 (ver pág. 49)

$$\% \text{ Merma} = ((1.455 - 1.556) / 1.556) * 100$$

$$\% \text{ Merma} = 7.215$$

Se aplicó salmuera actual por un espacio de tiempo de veinticuatro horas.

5. Costo por pérdida de salmuera

Se calculó tomando como base la siguiente ecuación:

$$\text{CSP} = \% \text{SP} * \text{CSA}$$

Donde:

CSP = Costo de salmuera por pérdida de la misma

%SP = Porcentaje de salmuera perdida

CSA = Costo de salmuera actual

Sustituyendo los valores en salmuera para carragenina actual a veinticuatro horas (ver anexo tal) tenemos:

$$\text{CSP} = 0.0721 * 0.0834$$

$$\text{CSP} = \$ 0.006$$

6. Ahorros mensuales

Tomando como base la producción promedio mensual de canales de pollo en kilogramos de la industria avícola en estudio, por un espacio de veinticuatro horas tenemos la siguiente ecuación:

$$AM = PPM*(CKP-CPS)$$

Donde:

AM = Ahorros mensuales

PPM = Producción promedio mensual (356,546.49 kg de canales de pollo)

CKP = Costo por kilo de pollo (\$ 1.815, valor del mercado actual)

CPS = Costo del pollo + salmuera (\$ 1.752)

$$AM = 356,546.49 *(\$ 1.815 - \$ 1.752)$$

$$AM = \$ 22,462.43$$

7. Pérdida de salmuera mensual

Se calculó tomando como base la siguiente ecuación:

$$PSM = PPM*CSP$$

Donde:

PSM = Pérdida de salmuera mensual

PPM = Producción promedio mensual (356,546.49 kg de canales de pollo)

CSP = Costo de salmuera por pérdida de la misma (\$0.006)

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación 7 tenemos:

$$\text{PSM} = 356,546.49 * \$ 0.006$$

$$\text{PSM} = \$ 2,139.28$$

8. Ganancia por la producción promedio mensual de kilos con carragenina actual a veinticuatro horas

Se calculó tomando como base la siguiente ecuación:

$$\text{GM} = \text{AM} - \text{PSM}$$

Donde:

GM = Ganancia mensual

AM = Ahorros mensuales (\$ 22,462.43)

PSM = Pérdida de salmuera mensual (\$ 2,139.28)

Sustituyendo los valores de los resultados de las ecuaciones 6 y 7 (Ver pág. 51-52) en la ecuación 8, se tiene:

$$\text{GM} = \text{AM} - \text{PSM}$$

$$\text{GM} = \$ 22,462.43 - \$ 2,139.28$$

$$\text{GM} = \$ 20,323.15$$

Se tiene una ganancia mensual de **US \$ 20,323.15** como consecuencia de utilizar **carragenina actual** en la salmuera en el proceso de marinación a veinticuatro horas en comparación del costo del kilogramo de pollo según el mercado actual.

Se utilizarán las mismas ecuaciones utilizadas anteriormente, aplicándolas a la carragenina propuesta en la salmuera en el proceso de marinación de pollo a veinticuatro horas, como también se utilizarán tanto a la carragenina actual como propuesta a cuarenta y ocho horas, trabajando con los mismos elementos relacionados con los costos, ganancias en función de los kilogramos procesados marinados. Obteniendo otros resultados. (Ver Tablas XXI, XXIII. Pág. 55,59).