



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DE PIEZAS DE POLLO CONGELADAS, MARINADAS CON  
CARRAGENINA**

**Silvia María de los Angeles Cabrera González**

Asesorado por Inga. Claudia Carolina Ronquillo de Mendizábal

Guatemala, octubre de 2006



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE PIEZAS DE POLLO CONGELADAS MARINADAS CON  
CARRAGENINA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**SILVIA MARÍA DE LOS ANGELES CABRERA GONZÁLEZ**  
ASESORADO POR INGA. CLAUDIA CAROLINA RONQUILLO DE  
MENDIZÁBAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Vargas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. José Eduardo Calderón García
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas



## ACTO QUE DEDICO A:

Dios	porque con Él todo es posible.
Virgen María	mi Madre.
Mis padres	Petronilo Valentín y Silvia Lucrecia.
Mi hermano	Juan Francisco Javier.
A mis abuelitas	July y Jovi.
Mis tíos, primos y demás familia.	
Alan Romeo	con todo mi amor.
Mis amigos	Lucía, Ingrid, Evelyn, Mariela, Claudia, Gloria, Jorge, Milton, William, Omar, Rubén, Paola, Dennis, Omar, Romeo, Griselda.
Mis compañeros	Alejandra, Sergio, Jorge, Juan, Fernando, Luis, Antonio, Julio, Luis Fernando, Rodrigo, Oliver, Vicky.



## **AGRADECIMIENTO A:**

Dra. Gladys Vásquez,

Ing. Edgar Hernández,

Sr. Alvaro Nolasco,

Sr. Leonardo Mazariegos,

Sr. Atilio Carbo,

Ing. Arturo Samayoa,

Ing. Julio Rivera,

Ing. Carlos Fialko,

Sra. Magda González

Y a todos los que colaboraron en el desarrollo de este trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XIX</b>
<b>1. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS</b>	<b>1</b>
1.1. Enfriamiento o refrigeración	2
1.2. Congelación	3
1.2.1. Congelación a granel	5
1.2.2. Congelación rápida individual	6
1.3. Cocción	7
1.4. Ahumado	8
1.5. Empaque al vacío	9
1.6. Productos químicos	9
1.6.1. Tratamiento con sales (salmuera)	10
<b>2. SALMUERA PARA POLLO</b>	<b>11</b>
2.1. Aditivos alimentarios	11
2.2. Ingredientes de una salmuera	12
2.2.1. Agua y hielo	12
2.2.2. Sal	13
2.2.3. Fosfato	15
2.2.4. Marinador	17

2.2.4.1.	Proteína de soya	18
2.2.4.2.	Carragenina	19
<b>3.</b>	<b>PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL POLLO</b>	<b>23</b>
3.1.	Propiedades fisicoquímicas	23
3.1.1.	Peso	23
3.1.1.1.	Merma	24
3.1.1.2.	Absorción	24
3.1.2.	pH	25
3.1.3.	Temperatura a la salida del IQF	25
3.2.	Propiedades organolépticas o sensoriales	25
3.2.1.	Sabor	26
3.2.2.	Apariencia	26
3.2.3.	Olor	27
3.2.4.	Textura	27
3.3.	Pruebas sensoriales	28
3.3.1.	Prueba hedónica	29
3.3.2.	Prueba triangular	30
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>31</b>
4.1.	Costo de la salmuera	31
4.2.	Análisis beneficio-costo	31
4.3.	Costo oculto	32
<b>5.</b>	<b>MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LAS PIEZAS DE POLLO CONGELADAS</b>	<b>35</b>
5.1.	Tamaño de la muestra	35
5.2.	Procedimiento para las piezas de pollo	36

5.3.	Propiedades sensoriales	38
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LAS PIEZAS DE POLLO CONGELADAS</b>	<b>39</b>
6.1.	Pruebas fisicoquímicas	39
6.1.1.	Merma y absorción	39
6.1.2.	Temperatura a la salida del IQF y pH	40
6.2.	Pruebas sensoriales	40
6.2.1.	Prueba triangular	40
6.2.2.	Prueba hedónica	41
6.3.	Análisis económico	41
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>45</b>
7.1.	Pruebas fisicoquímicas	45
7.2.	Pruebas sensoriales	46
7.3.	Análisis económico	47
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>49</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
	<b>APÉNDICES</b>	<b>55</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>83</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Diagrama Absorción-Merma	37
---	--------------------------	----

## TABLAS

I	Propiedades funcionales de las gomas	19
II	Pruebas fisicoquímicas: % merma y % absorción promedio	39
III	Pruebas fisicoquímicas: temperatura a la salida del IQF y pH durante el procedimiento	40
IV	Resultados ANOVA para prueba hedónica	41
V	Costo de cada salmuera	42
VI	Ingreso obtenido por absorción de producto congelado	42
VII	Análisis beneficio-costos	43
VIII	Costo por merma de producto por descongelación	43
IX	Pesos de piezas inyectadas con salmuera sin marinador	55
X	Pesos de piezas inyectadas con salmuera con marinador	59
XI	Pesos promedio de piezas inyectadas con salmuera	63
XII	Porcentaje de merma y absorción de piezas inyectadas con salmuera sin marinador	63
XIII	Porcentaje de merma y absorción de piezas inyectadas con salmuera con marinador	67
XIV	Respuestas obtenidas en prueba hedónica	73

XV	Datos calculados para prueba hedónica atributo aspecto	74
XVI	Datos calculados para prueba hedónica atributo sabor	76
XVII	Datos calculados para prueba hedónica atributo olor	78
XVIII	Datos calculados para prueba hedónica atributo textura	80

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>%Absorción</b>	Porcentaje de absorción
<b>%Merma</b>	Porcentaje de merma
<b>A</b>	Absorción
<b>B</b>	Beneficio
<b>C</b>	Costo
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>CM</b>	Promedio de los cuadrados
<b>CON</b>	Salmuera con marinador
<b>( E )</b>	Errores
<b>FC</b>	Factor de corrección
<b>gl</b>	Grados de libertad
<b>Kg</b>	kilogramo
<b>M</b>	Merma
<b>NT</b>	Pieza de pollo no tenderizada
<b>N(T)</b>	Número total de respuestas individuales en prueba hedónica
<b>( P )</b>	Panelistas
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno

<b>Q</b>	Quetzales
<b>SC</b>	Suma de cuadrados
<b>SIN</b>	Salmuera sin marinador
<b>T</b>	Temperatura
<b>( T )</b>	Total respuestas
<b>(Tr)</b>	Tratamientos
<b>Wf</b>	Peso de la pieza de pollo en gramos al final de la operación
<b>Wo</b>	Peso de la pieza de pollo en gramos al inicio del proceso o de la operación según se especifique
<b>YT</b>	Pieza de pollo ya tenderizada

## GLOSARIO

<b>Absorción</b>	Se refiere al porcentaje de peso que gana la pieza en determinada operación, por lo que genera un valor positivo.
<b>Agrupamiento en bloques</b>	Procedimiento para controlar efectos de fuentes de variación o error conocidas y para mejorar eficiencia en la prueba. Por ejemplo, el orden de presentación de muestras en análisis organoléptico.
<b>Aleatorización</b>	Procedimiento de ordenar unidades o muestras, de tal manera que cada unidad tenga la misma oportunidad de ser escogida en cada etapa del proceso de ordenación con el fin de minimizar los efectos de fuentes incontrolables de variación o error y para eliminar sesgo.
<b>Beneficio</b>	Ventaja en términos de dinero que recibe el propietario, productor o procesador.
<b>Beneficio de aves</b>	Proceso de transformación de pollo vivo a carcasas, incluye procedimientos de aturcido, degollado, escaldado y eviscerado.
<b>Buenas prácticas de manufactura</b>	Incluye toda la serie de comportamientos llevados a cabo, regularmente, por los individuos que responsables del procesamiento, controles durante las etapas involucradas, características físicas del lugar, donde se desarrolla el

proceso y todo lo realizado con el fin de garantizar la inocuidad del alimento.

<b>Cadena de frío</b>	Consiste en mantener una temperatura constante de 4.4°C o menos durante todas las etapas por las que atraviese un producto perecedero como el pollo, desde el enfriamiento después del beneficio del ave hasta la preparación para consumo inmediato.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Coloide</b>	Estado de la materia donde partículas individuales de una sustancia son, uniformemente, distribuidas como una dispersión en otra sustancia.
<b>Costo</b>	Gastos anticipados para operación, mantenimiento.
<b>Efecto de contraste</b>	Fenómeno que puede sesgar los resultados de las pruebas organolépticas al presentar las muestras siempre en el mismo orden. Se puede disminuir utilizando un orden balanceado.
<b>Emulsificación</b>	Proceso por el cual dos líquidos normalmente inmiscibles son, íntimamente, mezclados, un líquido se dispersa como pequeñas gotas entre el otro.
<b>Esporas</b>	Forma en que las bacterias son, extraordinariamente, resistentes al calor, a las sustancias químicas y a otras condiciones adversas.

<b>Eviscerado</b>	Procedimiento en el cual se retiran las vísceras del ave.
<b>FDA</b>	<i>Food and Drug Administration.</i> Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos.
<b>FSIS</b>	<i>Food Safety and Inspection Service.</i> Servicio de Inspección y Seguridad Alimenticia de los Estados Unidos.
<b>Gelación</b>	Proceso de disociación de una molécula y posterior formación de una matriz o red llamada gel.
<b>Goma</b>	Es un hidrocoloide que aumenta la viscosidad de un producto haciendo que se vea más espeso.
<b>Granel</b>	Cuando los productos son manejados en forma conjunta no en forma individual.
<b>Hidrocoloide</b>	Coloide en el cual el medio de dispersión es agua. Molécula que en agua no forma solución verdadera sino dispersiones llamadas coloidales debido al tamaño de partículas y que tienen la habilidad de absorber grandes cantidades de agua o ligarse con otros ingredientes como proteínas, sales o grasa modificando las características fisicoquímicas del producto y comportamiento del fluido en el proceso de elaboración.
<b>Higroscópico</b>	Sustancia que por su naturaleza química absorbe el agua.

<b>Interacciones dipolo</b>	Interacción electrostática entre los polos positivos y negativos de una molécula de proteína y otra molécula presente en el medio.
<b>Inyección</b>	Método mediante el cual se agrega salmuera al pollo por medio de una máquina inyectora.
<b>Inyectora</b>	Máquina que consiste en uno o dos cabezales donde van colocadas agujas que añaden cierta cantidad de salmuera al pollo. La cantidad inyectada varía dependiendo el producto, el programa y el tipo y temperatura de salmuera.
<b>IQF</b>	Método para congelación individual por medio de aire frío en contacto directo con producto alimenticio, se le conoce así por las iniciales de su nombre en inglés <i>Individual Quick Frozen</i> . En el Mercado al equipo para realizar este método también se le conoce como IQF.
<b>Marinador</b>	Aditivo alimentario con el que se prepara la salmuera para inyectar el pollo, se utiliza con el objetivo de mejorar sus características de calidad y sensoriales por medio de la retención de humedad.
<b>Merma</b>	Se refiere al porcentaje de peso que pierde la pieza en determinada operación, por lo que genera un valor negativo. Se observa como sanguaza.
<b>Muestra aleatoria</b>	Muestra tomada donde todas las unidades de la población tienen la misma oportunidad de ser seleccionadas.

<b>Orden balanceado</b>	Secuencia en que se presentan las muestras para las pruebas organolépticas en cada una de las posibles posiciones que puede ocupar un número igual de veces.
<b>Organismo proteolítico</b>	Organismo que degrada las fracciones proteicas de un alimento.
<b>Panelista</b>	Individuo que participa como analista en evaluación de propiedades organolépticas. Puede ser entrenado para esta tarea o ser consumidor no entrenado.
<b>Posicionamiento</b>	Representa la forma en que los consumidores ubican, clasifican o juzgan marcas, productos, categorías o empresas en función de los diferentes participantes.
<b>Propiedades organolépticas o sensoriales</b>	Son las propiedades observadas en un alimento por medio de los sentidos, incluyen textura, sabor, apariencia, olor, color.
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>	Se refieren a las propiedades tanto físicas como químicas de un producto por ejemplo, peso, temperatura, pH.
<b>Propiedades funcionales</b>	Son las propiedades que se refieren a la utilidad en el funcionamiento del producto. Por ejemplo: velocidad de hidratación, capacidad de retención grasa y agua, capacidad de agregarse con otros ingrediente solubilizados en una matriz o red de proteína durante el proceso térmico.

<b>Prueba hedónica</b>	Prueba afectiva u orientada al consumidor, se utiliza para medir cuánto agradan o desagradan los productos alimenticios.
<b>Prueba triangular</b>	Prueba analítica u orientada al producto, se utiliza para determinar diferencias entre productos o para medir características sensoriales.
<b>Punto de congelación total</b>	Temperatura alcanzada en un alimento cuando no existe agua disponible en estado líquido, toda el agua presente en el alimento está en estado sólido.
<b>Punto isoeléctrico</b>	Punto en que las cargas positivas son iguales a las cargas negativas; no es posible transmitir una corriente eléctrica.
<b>RGCS</b>	Siglas que significan: Sustancias Generalmente Reconocidas Como Seguras. Aditivos permitidos para uso en alimentos. Siglas en inglés GRAS.
<b>Salmuera</b>	Preparado de varios aditivos disueltos en agua inyectados al pollo para mejorar sus características sensoriales y funcionales.
<b>Sanguaza</b>	Mezcla de salmuera y sangre después del proceso de inyección y de sangre y agua antes del mismo.
<b>Significancia</b>	En el análisis estadístico es el resultado que indica si las diferencias encontradas entre las pruebas realizadas son significativas o no según el valor de la probabilidad obtenida

de la tabla binomial de un extremo.

**USDA** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

**Vida de anaquel** Tiempo en que un producto alimenticio es apto para consumo humano sin riesgo de provocar enfermedades o perder sus características.



## RESUMEN

Para posicionar un producto alimenticio en el mercado se requiere, básicamente, que sea inocuo y que cumpla con las expectativas del consumidor. Para que se conserve inocuo después del procesamiento se utilizan los métodos de conservación adecuados al tipo de producto.

Para que cumpla con las expectativas del consumidor debe tener las propiedades fisicoquímicas y organolépticas características del producto y por supuesto el factor económico tiene un gran peso en la aceptación.

Se selecciona el producto piezas de pollo congeladas, individualmente, a las cuales se le inyecta salmuera con el fin de mejorar sus propiedades y se evalúan sus propiedades fisicoquímicas -peso, absorción, merma, pH, temperatura- y sus propiedades organolépticas -sabor, apariencia, olor y textura- para determinar cuál es la salmuera más adecuada entre una salmuera con marinador y una sin marinador. Se utilizó una muestra de 140 piezas de cada tratamiento para obtener un intervalo de confianza mayor del 92%. Se agrega el análisis económico para evaluar si la inversión es aceptable.

Al evaluar los resultados, se determina que la salmuera más adecuada para procesar piezas de pollo congeladas, individualmente, es la salmuera con marinador. Sus propiedades organolépticas no presentan diferencias significativas aunque las fisicoquímicas si tienen diferencias entre las muestras con y sin marinador. El análisis económico indica que es mayor el beneficio alcanzado que el costo invertido.



## OBJETIVOS

### ❖ **General**

Evaluar piezas de pollo congeladas inyectadas con salmuera sin marinador.

### ❖ **Específicos**

1. Comparar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de las piezas de pollo con salmuera sin marinador y con salmuera con marinador.
2. Realizar un análisis económico para determinar que opción es más rentable considerando la merma.
3. Determinar cuál es la salmuera adecuada para la producción de piezas de pollo congeladas.

## HIPÓTESIS

Las piezas de pollo congeladas inyectadas con salmuera sin marinador tienen las mismas propiedades observadas en las piezas procesadas con salmuera utilizando marinador.



## INTRODUCCIÓN

En la industria del procesamiento avícola se utilizan varias técnicas para conservar el producto, una de ellas es la congelación. Como la nueva tendencia para preservar los alimentos, se presenta la congelación individual, actualmente es común encontrar muchos tipos de alimentos congelados y en los supermercados se pueden obtener piezas de pollo IQF, que son piezas de pollo congeladas de forma independiente. Este proceso de congelación es un proceso controlado que se lleva a cabo en un intervalo de tiempo corto y se explicará con más detalle en el capítulo de métodos de conservación.

Resolviendo el punto de la conservación del producto para ofrecer un producto inocuo se prosigue a desarrollar un diferencial en el producto para lograr posicionarse logrando la mayor aceptación de los consumidores, ésto a través de mejorar las propiedades del pollo con el uso de aditivos alimentarios como por ejemplo el marinador. En el capítulo de salmuera para pollo, se tratan este y otros aditivos que se incluyen en una salmuera típica para productos que serán cocinados por el consumidor final.

Con el marinador que se adiciona por medio de inyección de una salmuera preparada, se mejoran las propiedades de textura y sabor del pollo - sensoriales- y, al mismo tiempo, ayuda a preservar el producto fresco, - propiedades fisicoquímicas-. Se adiciona, ya que, por el proceso normal de deshidratación se cree que la proteína de la carne de pollo pierde la salmuera rápidamente, pero al incluir el marinador la salmuera forma una estructura con la proteína de la carne por lo que se desea evaluar si es necesario incluir el marinador en piezas congeladas en un IQF.

Este estudio determina que si existen diferencias fisicoquímicas pero no se perciben diferencias sensoriales en muestras de pollo congelado a las que se ha inyectado salmuera con y sin marinador.

El análisis económico de la utilización de salmuera con marinador contra el de salmuera sin marinador, a través de un análisis beneficio-costos, demuestra que económicamente se justifica una inversión mayor al aplicar marinador por un beneficio de más kilogramos de producto vendido en piezas de pollo congeladas, individualmente. En base a estas evaluaciones se determina que la salmuera adecuada para piezas de pollo congeladas, individualmente, es la salmuera con marinador.

# 1. MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS

Cuando el ser humano inicio el consumo de carne se percató que su descomposición es acelerada, “la carne de res, el pescado y las aves pueden volverse inútiles en 1 ó 2 días” (Potter, 1978.141) a temperatura de 21°C, por lo que ideó varios métodos de conservación a través de la historia. Actualmente la producción industrial necesita encontrar la forma de prolongar la vida de los productos cárnicos, por lo que, constantemente se realizan pruebas de vida de productos orientadas a preservar las cualidades y brindar un producto seguro al consumidor; el objetivo no ha cambiado pero los métodos de conservación de productos cárnicos se apoyan en la tecnología para facilitar la tarea.

La conservación se logra por medio de la inactivación o control de los microorganismos (que son la causa principal de descomposición) y la destrucción o inactivación de las enzimas naturales del alimento. El rango de temperatura en donde crecen la mayoría de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) es de 16 a 38°C; las bacterias termofílicas crecen entre 65 y 83°C, las bacterias psicofílicas crecen hasta 0°C, que es el punto de congelación del agua y aún más abajo, sin embargo, por debajo de los 10°C el crecimiento es lento y cuanto más baja la temperatura es más lento. La mayoría de las bacterias son destruidas a temperaturas entre 83 y 93°C aunque muchas esporas no son destruidas ni por agua a ebullición (100°C) durante 30 minutos.

A continuación se presentan los métodos más comunes de conservación de productos cárnicos.

## 1.1 Enfriamiento o refrigeración

En el proceso de enfriamiento se sustrae calor del producto para lograr la disminución de la actividad microbiana ya que el descenso de la temperatura es la base de la conservación por refrigeración, pero es importante recordar que si bien es cierto la baja temperatura disminuye el crecimiento, la actividad e inclusive puede matar algunas bacterias no elimina las bacterias del alimento. También se utiliza con el fin de controlar la velocidad de algunas reacciones químicas y enzimáticas además de las velocidades de crecimiento y metabolismo de microorganismos deseables para la calidad del producto.

El proceso de enfriamiento debe ser realizado inmediatamente después del beneficio del animal, simultáneamente con la desinfección para bajar la carga inicial de bacterias a valores permitidos según reglamentaciones nacionales de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) e internacionales como *Food Safety and Inspection Service (FSIS)*. Se debe mantener el enfriamiento durante el transporte, almacenaje, distribución e inclusive hasta el momento de la preparación para consumo, a esto se le conoce como cadena de frío.

En el almacenamiento refrigerado las temperaturas van desde los 4.4°C hasta -2°C que es la temperatura en que la mayoría de alimentos empiezan a congelarse. Los microorganismo patógenos no crecen a temperaturas menores a 4°C y los microorganismos generadores de descomposición normalmente no crecen a temperaturas inferiores a 10°C. Durante el almacenamiento refrigerado se disminuye la velocidad con que se deterioran los alimentos perecederos que se pueden conservar durante días o semanas inclusive, además, es el método más benigno de conservación ya que ejerce pocos efectos negativos en el

sabor, textura, olor, valor nutritivo y el aspecto general del alimento siempre que no se rompa la cadena de frío.

Los factores a considerar en el almacenamiento refrigerado son:

- temperatura baja regulada: para el diseño del ambiente refrigerado se debe considerar los factores que pueden causar fluctuaciones en la temperatura como la iluminación, motores de ventiladores, personal que trabaje en el área, frecuencia con que se abrirán las puertas y el tipo y cantidad de producto a refrigerar para que la variación no exceda de  $\pm 1.2^{\circ}\text{C}$ . La temperatura que regularmente se utiliza es de  $-2^{\circ}\text{C}$  a  $4^{\circ}\text{C}$ .
- circulación del aire: debe ser continua para que el aire frío, procedente del equipo de refrigeración, enfríe el producto constantemente sin permitir que se eleve la temperatura por falta de contacto del aire frío con el producto.
- control de la humedad: el aire no debe tener un porcentaje de humedad alta que permita desarrollar mohos al condensarse en los alimentos o un porcentaje bajo de humedad que pueda secar los productos o causar quemaduras por frío. “Todos los alimentos difieren hasta cierto punto con respecto al grado en que propician el crecimiento de mohos y a su tendencia a deshidratarse, y para cada uno hay que encontrar un equilibrio óptimo” (Potter, 1978.210). Cuando el almacenamiento es prolongado se protege el producto cubriéndolo física o químicamente.

## **1.2 Congelación**

La composición de los diferentes productos cárnicos varía respecto al nivel de agua y la clase y cantidad de sólidos disueltos, cuanto mayor sea la cantidad de sólidos disueltos en la solución presente en la estructura de la carne (sal, azúcar, minerales o proteínas), más bajo será su punto de congelación lo que

aumenta el tiempo bajo condiciones de congelación determinadas. Cuando la carne está completamente congelada se detiene la reproducción de los microorganismos, en algunos alimentos esto sucede hasta una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  o aún más baja debido al descenso del punto de congelación. Aunque es de esperarse que las cuentas bacterianas totales se disminuyan durante la congelación, hay muchos patógenos que, si están presentes, sobreviven en número considerable. Es importante considerar que la congelación completa no mata las bacterias y en cuanto el producto se descongele los microorganismos sobrevivientes reinician rápidamente su crecimiento.

El proceso de congelación es progresivo e inicia en la superficie del producto con la formación de cristales de agua y avanza de manera radial al centro por lo que el tiempo también depende del tamaño; pero a medida que se va congelando la solución restante contenida en la estructura de la carne tiene mayor cantidad de sólidos lo que, como se mencionó anteriormente, trae como consecuencia el deceso del punto de congelación que también aumenta progresivamente.

Es importante que la congelación sea completa ya que dentro de las pequeñas cantidades sin congelar los solutos están concentrados y son más susceptibles a reaccionar entre sí o con otros componentes del alimento, además que una porción parcialmente congelada sufriría deterioro en su textura, color, sabor y otras propiedades. Dependiendo de la temperatura final el aumento de volumen que ocurre por la conversión de agua líquida en hielo es de 8 a 10%, lo que ocasiona daños en las celdas de los tejidos.

Los alimentos deben de congelarse hasta alcanzar una temperatura interna de  $-18^{\circ}\text{C}$  considerando los factores como cambios en la textura,

reacciones químicas, enzimáticas y no enzimáticas, cambios microbiológicos y costos (Potter, 1978.229).

En el almacenamiento congelado las temperaturas van desde los  $-18^{\circ}\text{C}$  o más bajas donde se ha alcanzado el punto de congelación total. Durante el almacenamiento congelado los alimentos perecederos se conservan durante meses o hasta un año si se mantiene la temperatura todo el tiempo incluyendo transporte.

La congelación realizada de manera correcta conserva los alimentos sin producir cambios radicales en su tamaño, forma, textura, color y sabor; pero si no se controla adecuadamente puede quebrantar la textura de los alimentos, romper emulsiones, desnaturalizar proteínas y causar otros cambios tanto físicos como químicos. “Los ciclos de congelamiento – descongelamiento son muy dañinos para la mayoría de los alimentos y causan la desnaturalización y la agregación de sus proteínas” (Dergal, 1990.158)

### **1.2.1 Congelación a granel**

También se conoce como método de congelación “aguada” por aire tranquilo y es el método más antiguo y menos costoso. Consiste en colocar el producto a granel en cámaras de congelación que están a temperaturas entre  $-23^{\circ}\text{C}$  a  $-29^{\circ}\text{C}$  donde el aire se puede mover por convección natural o suavemente por ventiladores. Cuando el producto se congela en presentación de varias unidades la congelación se vuelve lenta (dependiendo del tamaño del producto y la separación entre las unidades), inclusive puede durar varios días para que esté completamente congelado, tiempo durante el cual continúa el desarrollo de las bacterias.

Los productos cárnicos tienen una estructura celular de paredes y membranas delicadas conformadas por células que contienen agua dentro y entre ellas que, cuando se congela rápidamente, forma cristales de hielo diminutos pero cuando se congela lentamente forma grandes cristales de hielo y racimos de cristales que pueden causar la ruptura física y la separación de las células en un grado mucho mayor que por los cristales pequeños. El congelamiento lento es más dañino que el rápido ya que afecta más la membrana celular y además establece cristales intercelulares que tienen la capacidad de unir las células e integrar grandes agregados.

### **1.2.2 Congelación rápida individual**

Se le conoce como IQF por sus siglas en inglés *Individual Quick Frozen*. Se refiere a colocar las piezas individuales en forma ordenada para una congelación que permite una manipulación posterior de cada pieza. Cuando la congelación es individual es mucho más rápida lo que da menos tiempo al crecimiento de las bacterias. El producto es transportado mediante una banda transportadora en un túnel a través del cual se pone en contacto con corrientes de aire intensas, aire a temperatura entre  $-29^{\circ}\text{C}$  a  $-45^{\circ}\text{C}$ , durante un tiempo variable dependiendo de las dimensiones del producto y la temperatura del aire para que a la salida se obtenga un producto completamente congelado (temperatura menor a  $-10^{\circ}\text{C}$ ).

Cuanto más íntimo sea el contacto entre el alimento y el medio de enfriamiento mayor será la velocidad de congelación aunque se debe considerar que siempre que se colocan alimentos no envueltos en una zona fría tienen tendencia a perder humedad, durante o después de la congelación, lo que reseca la superficie del producto produciendo el defecto de quemadura de congelador. Este defecto se puede prevenir humedeciendo las unidades de

alimento para formar una capa delgada de hielo o escarcha en la superficie, ésta protege al alimento de la quemadura de congelador.

En cuanto más rápido sea el proceso de congelación será mayor el grado de supervivencia de las bacterias presente inicialmente; los procesos más nuevos de congelación más rápida logran un grado de destrucción bacteriana aún menor que los métodos más lentos por lo que es necesario asegurar la inocuidad del alimento previo a la congelación.

La congelación rápida está ligada a la conservación de las propiedades organolépticas que van unidas al concepto de calidad; en este tipo de proceso de conservación se forman pequeños cristales de hielo, se reducen los efectos de la concentración durante el proceso de congelación al disminuir el tiempo en que los solutos concentrados permanecerán en contacto con los tejidos de los alimentos durante la transición del estado inicial al de congelación total.

Los métodos actuales y los equipos de congelación son diseñados para lograr la congelación rápida que se paga con los costos de calidad del producto obtenido por ellos y la disminución de la merma.

### **1.3 Cocción**

Los alimentos cocidos pueden ser conservados durante varios días debido a que el cocimiento destruye una gran proporción de las enzimas naturales y de la flora microbiana, si se conservan los alimentos cocidos bajo refrigeración y se evita la recontaminación. Para definir el tipo de cocción se toma en cuenta los factores tiempo y temperatura en función del tipo y tamaño del producto, esto con el fin de inactivar los patógenos y organismos generadores de la

descomposición más resistentes al calor. Cuando a la composición del alimento se agrega alguna sustancia o aditivo que se espese al calentarse, la velocidad de la penetración del calor en el alimento disminuirá y protegerá a los microorganismos.

No siempre es necesario matar todos los microorganismos y crear un producto estéril. En muchas ocasiones se necesita emplear sólo calor suficiente para destruir los organismos que producen enfermedades. Los productos que se les ha agregado cultivos generadores de ácido y presentan cierta acidez, “no hace falta calentar tanto pues el ácido aumenta el poder mortífero del calor” (Potter, 1978.155). En cuanto más alta sea la temperatura, menor será el tiempo requerido para la destrucción de los microbios.

El factor que más contribuye a deteriorar el color, sabor, textura y valor nutritivo de los alimentos es el tiempo prolongado de cocción más que la temperatura alta. Esta diferencia en la sensibilidad que tienen los microorganismos y los diversos alimentos al tiempo y a la temperatura es un fenómeno general.

#### **1.4 Ahumado**

El humo se emplea tanto por el sabor que da a los productos cárnicos como por su acción preservante. Cuando el ahumado se lleva a cabo arriba de fuego puede ser muy efectivo para conservar los alimentos, ya que contiene sustancias químicas preservativas (como pequeñas cantidades de formaldehído y otros materiales provenientes de la quema de la madera) y el calor, que tiende a secar, éstos son desfavorables al desarrollo de los microorganismos.

## **1.5 Empaque al vacío**

Se realiza con películas o bolsas que permiten el paso de poca humedad y poco oxígeno; primero se hace el vacío eliminando todo el aire, luego por aplicación de calor se contraen las bolsas para que estén justas al producto. Se utiliza para evitar el crecimiento de las bacterias aerobias por medio de eliminar la presencia de oxígeno. Al mismo tiempo se reduce la actividad del agua presente en el aire que es un entorno propicio para la reproducción bacteriana e impide la pérdida de humedad del producto. La presencia de oxígeno destruye las vitaminas, especialmente A y C, los colores, los sabores y otras características de los alimentos; la carne de pollo es muy susceptible a la oxidación.

## **1.6 Productos químicos**

El hombre prehistórico añadía sustancias químicas a los alimentos al ahumar la carne. Otros ejemplos de la introducción del uso de sustancias químicas son: la salazón de pescado y carne, la fermentación de sustancias vegetales y animales, añadir especias para mejorar el sabor. Actualmente ninguna sociedad altamente desarrollada podría existir sin utilizarlos en los alimentos ya que las áreas de producción están alejadas de las áreas de consumo.

Solamente se pueden usar los productos químicos que la legislación nacional (COGUANOR) e internacional (FDA) tienen aprobados para alimentos (reconocidos generalmente como seguros-RGCS) y en las dosis permitidas. Existen sustancias que utilizadas en los niveles permitidos, son perfectamente inocuas y estables; sin embargo si se utilizan en cantidades superiores a las dosis aprobadas pueden ser venenosas.

### **1.6.1 Tratamiento con sales (salmuera)**

Las bacterias, levaduras y mohos están contenidos por membranas celulares con la característica de permitir al agua entrar y salir de las células; cuando se colocan productos cárnicos en salmuera el agua de las células de los microorganismos (aproximadamente el 8%) se traslada a la salmuera y perjudica la reproducción de los microorganismos.

Antiguamente se masajaban las partes de la carne con algunas sales de rocas para obtener un efecto preservante. Las sales de rocas contenían algunas impurezas como nitratos, y se cree que nuestros ancestros, más probablemente los chinos, accidentalmente descubrieron la existencia preservativa natural del nitrato de potasio. Mucho ha cambiado desde entonces y las salmueras utilizadas actualmente están lejos de contener únicamente los aditivos básicos sal y azúcar. Sin embargo durante los últimos años, con la disponibilidad de refrigeración, la necesidad para la preservación ha sido reemplazada gradualmente por la necesidad de crear productos con características deseables como color y sabor.

Es común el uso de salmuera para mejorar las propiedades de productos cárnicos entre ellas textura más blanda, sabor acentuado, contenido de humedad; la salmuera utilizada para inyectar el pollo se tratará con más detalle en el siguiente capítulo.

## 2. SALMUERA PARA POLLO

Actualmente, el uso de la salmuera para la producción de pollo a gran escala 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; el productor puede conservar durante más tiempo y en mejores condiciones el producto y evitar pérdidas en peso conocidas como merma.

### 2.1 Aditivos alimentarios

Los aditivos usualmente son añadidos intencionalmente para lograr propiedades organolépticas y tecnológicas. Tienen muchas funciones en los alimentos: como preservante, por sus propiedades funcionales en relación con color, sabor, olor, apariencia, textura, atributos de calidad; como suplementos nutricionales y como propiciadores del procesamiento en la elaboración. “No existe un atributo de calidad que los alimentos pueden poseer para el que no se haya desarrollado un aditivo químico seguro y útil” (Potter, 1978.676).

Los aditivos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser sustancias reconocidas generalmente como seguras (RGCS)
- Ser funcional
- Que no se agregue al alimento con el fin de engañar al consumidor, disimular el uso de ingredientes o deficiencias en prácticas de elaboración
- Que no provoque reducción considerable del valor nutritivo del alimento

- Que no se utilice para obtener un efecto que podría lograrse con buenas prácticas de manufactura
- Que exista un método de análisis para controlar el uso del aditivo o su presencia accidental en alimentos

## **2.2 Ingredientes de una salmuera**

Dependiendo del uso que se le dé al producto los ingredientes que incluye la salmuera pueden variar, por ejemplo un producto sazonado de uno ahumado con humo líquido, uno crudo que uno cocido. Los ingredientes que se presentan a continuación son los que comúnmente se utilizan en una salmuera para pollo fresco en el que el proceso de cocción es realizado por el consumidor final.

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 en la dosis y secuencia recomendada por los proveedores para obtener la mejor funcionalidad.

### **2.2.1 Agua y hielo**

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.

El agua también puede afectar mucho la capacidad de conservación de los alimentos. En su forma líquida es el solvente de sustancias químicas (orgánicas e inorgánicas) donde se llevan a cabo las reacciones entre los

componentes disueltos, lo cual no sucede si el alimento está completamente congelado.

En términos de consideración económica el agua es el ingrediente más importante en productos cárnicos de músculo entero (Hoogenkamp, 2001.317). 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  $-2^{\circ}\text{C}$ ; aunque como mínimo debe existir una diferencia de  $1^{\circ}\text{C}$  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.

### **2.2.2 Sal**

El cloruro de sodio, generalmente llamado solamente sal, es el aditivo más comúnmente usado en el procesamiento de productos cárnicos. Su aplicación tiene varias funciones: ligero conservador, provee el sabor distintivo del producto, ayuda en el proceso de ablandamiento cuando se usa en pequeñas cantidades.

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.

La sal influencia la capacidad para retener agua significativamente debido a que reacciona con las moléculas de proteína para optimizar el agrandamiento y solubilización de las proteínas de la carne.

El aumento de la fuerza iónica por la adición directa de cloruro de sodio hace que las proteínas retengan una mayor cantidad de agua por un efecto de solubilización por salado; cuando la sal se disuelve en agua la molécula de cloruro de sodio se disocia en sus componentes catiónico  $\text{Na}^+$  y aniónico  $\text{Cl}^-$ , las interacciones electrostáticas de las moléculas de la proteína son influenciadas por la adición de la sal, estas interacciones electrostáticas están compuestas de cargas positivas y negativas basadas en el principio que cargas distintas se atraen y cargas iguales se repelen. El pH, la fuerza iónica, temperatura, fricción y la presencia de fosfatos y otros ingredientes funcionales como las proteínas no cárnicas influyen estas cargas (Hoogenkamp, 2001.318).

La capacidad de retención de agua, o la habilidad de la carne para retener agua está en función del hidrógeno unido a la molécula de proteína, interacciones dipolo y las acciones capilares. En el punto isoeléctrico puede ser retenida la menor cantidad de agua.

Como materia prima la sal debe tener coloración blanca, estar libre de yodo, contaminantes físicos: residuos de partículas de arena o cualquier otro material inherente al proceso para su obtención.

A pesar de las muchas funciones positivas de la sal en los productos cárnicos procesados como la preservación, incremento de la capacidad de retención de agua, sabor y extracción de la proteína, hay un impacto negativo por la habilidad pro oxidativa de la sal, lo cual puede causar problemas de estabilidad del color y provocar desarrollo de rancidez (Hoogenkamp, 2001.318).

### **2.2.3 Fosfato**

El fosfato grado alimenticio es otro aditivo clave, se utiliza para ajustar y controlar el pH, como agente dispersante, conservador, por su interacción con las proteínas y como agente secuestrador en la industria de alimentos. En la industria cárnica se utiliza para retener agua en la carne cruda, cocida o en embutidos (Dergal, 1990.495).

Pruebas de evaluación sensorial indican que los fosfatos pueden mejorar la suavidad de la carne (Hoogenkamp, 2001.320). La adición de fosfatos a la carne de aves ayuda de mejorar la palatabilidad en los siguientes aspectos: promueven la retención de agua, retardan la rancidez oxidativa y por ende el desarrollo de malos sabores, disminuyen la pérdida de jugos que contienen proteínas cuando la carne congelada es descongelada y reduce el encogimiento cuando los productos son cocidos.

Los fosfatos alcalinos (que aumentan el pH), reducen la formación del color y su estabilidad pero incrementan la retención de agua. Su influencia sobre las condiciones de pH tiene un efecto buffer 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.

Las sales de fosfato son aún más efectivas que la sal común para retener los jugos y disminuir las pérdidas debidas al sangrado o al escurrimiento. Se cree que estos compuestos aumentan la retención de agua en las carnes porque evitan la interacción proteína-proteína lo que las hace más solubles y aumenta su hidratación, como consecuencia aumenta la hidratación del tejido muscular propiciando la interacción agua-proteína. También se considera que el

fosfato actúa como agente secuestrador de los iones de calcio de la carne que son necesarios para la interacción proteína-proteína; específicamente regula la fuerza de las acciones quelantes del calcio y magnesio. (Dergal, 1990.495).

Las propiedades de los fosfatos representan muchas ventajas ya que se reduce la pérdida de agua en los productos cárnicos durante los tratamientos térmicos a los que se sujetan (calentamiento, enfriamiento, congelación, descongelación); los conserva en buen estado sensorial ya que, debido a su efecto secuestrante sobre los iones de hierro de los pigmentos de la carne, estabilizan las emulsiones o las hacen más resistentes a las reacciones de oxidación. La firmeza de carnes de músculo entero cocidas aumenta considerablemente, incluso con la adición de muy bajos niveles de fosfatos, menor al 0.1%. A niveles más altos de fosfato, mayor del 0.3%, hay una tendencia a bajar la firmeza en productos de músculo entero.

Sin embargo, no todas las funciones del fosfato son aún entendidas completamente en la ciencia de la carne. En la mayoría de la legislación de alimentos, la máxima cantidad permitida de fosfato es 0.5%. Incluir altos niveles de fosfato puede generar un sabor alcalino que frecuentemente es descrito como un sabor metálico o jabonoso. Generalmente incluir niveles entre 0.2-0.3% optimiza todas las funciones necesarias en la salmuera sin comprometer el olor y sabor (Hoogenkamp, 2001.319).

La solubilidad de los fosfatos usados en sistemas de salmuera debe ser tal que evite la re-cristalización de la sal. Es importante seleccionar un fosfato de rápida disolución en sistemas de salmuera fríos: rápida y completa solubilización es la clave de que un fosfato actúa correctamente.

En la industria cárnica el fosfato más efectivo de las sales de fosfato es el tripolifosfato de sodio. En muchos casos es beneficioso usar una mezcla 10/90 de hexametáfosfato de sodio y tripolifosfato de sodio (Hoogenkamp, 2001.319).

#### **2.2.4 Marinador**

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 objetivo de su uso es disminuir la pérdida de humedad del producto final, para lo cual tiene las siguientes propiedades:

- Crea enlaces entre la estructura molecular del producto cárnico y del agua
- Reduce significativamente el goteo en productos cárnicos a largo de la cadena de frío independientemente si es producto fresco o congelado
- Reduce de forma considerable la pérdida por deshielo de productos cárnicos
- Reduce la pérdida al cocinar en productos cárnicos

Una vez inyectada la salmuera el agua forma una estructura con el marinador y la estructura proteica de la carne de pollo. Como marinador se utiliza comúnmente la proteína de soya y la carragenina.

#### **2.2.4.1 Proteína de soya**

El amplio uso de la proteína de soya en la industria alimenticia obedece a sus buenas propiedades alimenticias y funcionales de gelación y retención de agua, su alto valor nutritivo, abundancia, disponibilidad, bajo costo, fácil adición.

De las hojuelas obtenidas de los granos de soya después de extraer el aceite se obtienen 3 productos: harinas, concentrados y aislados de soya (Sipos, 1994.1). En productos cárnicos de músculo entero se utilizan los aislados de proteína de soya neutralizados, por sus contribuciones funcionales y organolépticas: capacidad de absorción y retención de agua y grasa, textura (propiedades de formación de fibra), aglutinamiento y cohesión (observable hasta la distribución final), rendimiento del producto, jugosidad, contenido proteínico, propiedades de adhesión, color agradable, mayor vida de anaquel, palatabilidad características especiales de gusto al paladar, contenido de nutrimentos y mejor aspecto de la carne.

La funcionalidad de la proteína de soya es debido a la presencia de grupos hidrofílicos y lipofílicos en la estructura de la molécula y a la gran variedad de grupos unidos a la cadena del polímero de la proteína, como lipofílicos polares, no polares, de cargas positivas y negativas, permite a las proteínas de soya unirse a varios tipos de compuestos.

Las pechugas de aves, a las que se les inyecta salmuera con aislado de proteína de soya, sal y saborizantes, encuentran cada vez mayor aceptación (Sipos, 1994.8). Los niveles óptimos de proteína aislada de soya generalmente varían de 1.0% a aproximadamente 4.0%.

### 2.2.4.2 Carragenina

La carragenina es un agente gelificante, goma de origen natural que se extrae de algas marinas rojas, que actúa formando enlaces con el agua por medio de sus polisacáridos sulfatados lineales y aniónicos. Se presenta como un polvo de textura liviana, color hueso, libre de sabor y olor, ligeramente dulce; está disponible en forma semi o completamente refinada. Generalmente se encuentra en el mercado como una mezcla con azúcar. Se utiliza en niveles menores del 0.5% en la salmuera (CP Kelco, versión3.2001.1).

La carragenina es una goma, es un hidrocoloide, una molécula que en agua no forma solución verdadera sino dispersiones llamadas coloidales debido al tamaño de partículas y que tienen la habilidad de absorber grandes cantidades de agua o ligarse con otros ingredientes como proteínas, sales o grasas modificando las características fisicoquímicas del producto y comportamiento del fluido en el proceso de elaboración . Las gomas presentan las siguientes propiedades funcionales:

**Tabla I. Propiedades funcionales de las gomas**

Tipo	Propiedad
Hidratación	Solubilidad, dispersión, absorción de agua, espesante, gelificante, viscosidad, formación de masas, propiedades reológicas en general
Estructural	Elasticidad, cohesión, formación de redes tridimensionales, formación de fibras, agregación, gelificación
Sensorial	Color, sabor, olor, textura, turbidez, arenosidad
Superficie	Emulsificación, espumante, estabilización
Otras	Compatibilidad con aditivos, acción enzimática y modificación de las propiedades de los alimentos.

Fuente: Continental Colloids Mexicana. Folleto de Emulsificantes, Gomas y Estabilizantes. Tabla No. 3.

Estos hidrocoloides funcionales son ingredientes efectivos para controlar la purga, mejorar textura e incrementar la producción a través de la ganancia en peso. En carnes de músculo entero la carragenina es usada frecuentemente

para evitar la sinéresis inicial, o purga de humedad en carnes empacadas, reduce el goteo durante el almacenaje, distribución y ventas. La carragenina puede proteger a los productos de los efectos de la congelación y deshiele; esto evita inconformidad en los consumidores por observar excesiva pérdida de líquido cuando descongelan el producto o un producto seco al momento de su consumo.

Los tres tipos principales de carragenina son kappa, iota y lambda. Las carrageninas iota y kappa tienen propiedades gelificantes y por esto pueden ser usadas en carnes de músculo entero cocinadas. La carragenina kappa es la más frecuentemente usada, principalmente, por su alto grado de habilidad de formar estructuras gel, produciendo firmeza, consistencia y mejora de las propiedades ligante y rodajeado (Hoogenkamp, 2001.329).

En la práctica la carragenina debe ser añadida a la salmuera antes de la solubilización del fosfato y sal. Esta secuencia permite a la carragenina disolverse y asegurar que no queden partículas, comúnmente llamadas ojos de pescado. (CP Kelco, versión3.2001.2).

Durante el ciclo de cocción la carragenina dispersa es solubilizada y agrandada para ser seguida por la formación del gel previo al enfriamiento del producto final. Durante este proceso, la carragenina aumenta la viscosidad y de esta forma aumenta la retención de agua. Luego del enfriamiento del producto cocinado, la carragenina forma un gel con la matriz del producto cuando la temperatura cae debajo de 60°C (Dergal, 1990.114). Puede observarse que la carragenina contenida en la salmuera produce la apariencia de líneas o estrías. Las líneas van paralelas con las fibras de la carne o pueden mostrarse como espacio en la carne llenos con gel.

La concentración de sal en la salmuera también afectará las propiedades funcionales de la carragenina, tal como agrandamiento de la proteína. A altos niveles de sal son necesarias temperaturas de cocción más altas para obtener el agrandamiento (Hoogenkamp, 2001.330).



### **3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL POLLO**

Cada producto alimenticio tiene ciertas características que lo identifican como tal, estas se evalúan como propiedades entre las que se incluyen las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas. Las propiedades microbiológicas para el pollo se encuentran definidas en la norma COGUANOR NGO 34 212:98 y para que el producto continúe a la etapa de comercialización es obligatorio su cumplimiento durante el procesamiento, por lo tanto, se tratan aquí sólo las propiedades fisicoquímicas y organolépticas.

#### **3.1 Propiedades fisicoquímicas**

En estas se incluyen las que describen las características físicas como peso, humedad, temperatura; y dentro de las químicas se tiene el pH. Estas propiedades son regularmente medidas en la planta de proceso para asegurar homogeneidad en el producto obtenido.

##### **3.1.1 Peso**

Comúnmente en la industria de alimentos a la masa se le llama peso (que en realidad es una medida de fuerza), por lo tanto el peso al que se hace mención acá es la cantidad de masa en kilogramos del producto siempre y cuando no se mencione otra unidad de medida.

Normalmente el pollo se comercializa por peso, esto quiere decir que el precio está definido por libra de producto. Las libras obtenidas a la salida del

sistema de enfriamiento del pollo no son las mismas libras que recibe el consumidor final en el punto de venta y tampoco las que obtiene después de cocinarlo. Existe un proceso natural de pérdida de humedad que se observa como separación de sanguaza.

Esta pérdida afecta al productor desde varios puntos de vista pero sin duda el más importante es el económico que se puede cuantificar como menos libras vendidas, pero también hay costos ocultos no cuantificables como la merma observada por el consumidor al momento de descongelar el producto.

### **3.1.1.1 Merma**

Al porcentaje de peso que pierde la pieza en una determinada operación se le conoce como merma cuando genera un valor negativo.

$$\% \text{ MERMA} = \frac{W_f - W_o}{W_o}$$

$W_f$  = peso de la pieza al final de la operación

$W_o$  = peso de la pieza al inicio del proceso o de la operación según se especifique

Para reducir esta merma se realiza la operación de inyección de salmuera donde la pieza gana una cantidad deseada de peso.

### **3.1.1.2 Absorción**

Al porcentaje de peso que gana la pieza en una determinada operación se le conoce como absorción cuando genera un valor positivo.

$$\% \text{ ABSORCIÓN} = \frac{W_f - W_o}{W_o}$$

### **3.1.2 pH**

El pH de la carne tiene un rol decisivo en la calidad del producto y en la capacidad de retención de humedad en el mismo. Valores de pH bajos en la carne de pollo pueden ser señal de descomposición. La regulación del pH se logra al agregar una mezcla de fosfatos a la salmuera que se inyecta al pollo. Se evalúa el pH de las salmueras durante el proceso con el kit colorimétrico de comparación visual con tiritas de MERCK pero existen otros métodos más exactos como utilizar un potenciómetro.

### **3.1.3 Temperatura a la salida del IQF**

La temperatura para piezas congeladas individualmente es máximo -10°C. A temperatura de congelación se detiene el proceso natural de merma y de descomposición por lo que es importante verificar que se alcanzó la temperatura mínima aceptable de congelación.

## **3.2 Propiedades organolépticas o sensoriales**

El propósito del control de la merma en piezas de pollo es amarrar o estabilizar el agua entre el producto así la pérdida de humedad se previene. Para los procesadores de carne el control de la merma impacta directamente el resultado final, la merma para los consumidores es asociada con presentación

estética y atractivo en las propiedades sensoriales del producto, llamadas también propiedades organolépticas.

Al conjunto de técnicas que se utilizan para percibir, identificar y apreciar las propiedades sensoriales características de los alimentos se le conoce como análisis sensorial; este examen de las propiedades organolépticas de los productos se realiza por los órganos de los sentidos.

Las proteínas afectan las propiedades perceptibles por los sentidos como pueden ser: sabor, apariencia, olor, sensación al paladar o textura de los alimentos. Estos constituyen atributos vitales que determinan la aceptación por parte del consumidor.

### **3.2.1 Sabor**

Se percibe por medio del sentido del gusto que se define como un sentido químico. El sabor, pese a ser muy subjetivo y estar sujeto a preferencias locales, necesita probarse en un mercado meta específico.

“El sabor de la carne de pollo que no ha sufrido descomposición es ligero y agradable” (Potter, 1978.456) y con el uso de glutamato monosódico se puede intensificar mejorando su sabor. La sensación que provoca en la boca puede ser duro, chicloso, blando, pegajoso, otros.

### **3.2.2 Apariencia**

Se percibe por medio del sentido de la vista. Incluye el color que es la propiedad óptica más característica de un alimento; propiedades ópticas del producto final: transparente, translúcido, opaco, otras. Regularmente se dice

que la comida entra por los ojos por lo que la apariencia constituye un parámetro muy importante al considerar la aceptación de un producto.

La carne del producto deberá tener el color y olor característicos según su designación y no podrá tener color y olor extraños o anormales (COGUANOR, 1998.12).

### **3.2.3 Olor**

Se percibe por medio del sentido del olfato. El proceso tiene una gran carga subjetiva debido a que cada individuo tiene distinta facilidad para percibir un olor. Se debe preparar las muestras en un lugar distinto donde se realizan las pruebas para evitar un olor pronunciado en el ambiente y confusión entre las muestras.

### **3.2.4 Textura**

Se percibe por medio del sentido de la vista, el tacto por medio de la piel y la lengua y también como consecuencia del esfuerzo muscular ejercitado por la mordida al momento de probar el alimento y del oído que sus terminaciones nerviosas permiten apreciar el movimiento de las ondas sonoras con las que se perciben ciertas características de textura. La sensación al tacto del producto final puede ser liso, rugoso, áspero, granuloso, jugoso, seco, otros.

En el pollo la textura se ve afectada por la humedad medida como jugosidad al momento del consumo. La grasa y el tejido muscular del producto serán firmes y elásticos al tacto (COGUANOR, 1998.13).

### **3.3 Pruebas sensoriales**

Las pruebas sensoriales se realizan para evaluar las propiedades organolépticas.

La apariencia cruda y cocida son factores que influyen sobre la impresión del consumidor hacia un producto; se evalúan con pruebas orientadas al consumidor con paneles no entrenados pero consumidores del producto. La etapa inicial de estudio de aceptabilidad de un producto se realiza con paneles internos de consumidores integrado por personal no especializado, de 30 a 50 panelistas (Watts, 1992.9).

La información sobre las características sensoriales específicas de un alimento como: reformulación de productos ya existentes, diferencias entre productos alimenticios similares, medir la intensidad de características tales como sabor, textura o apariencia; requiere pruebas orientadas al producto. Estos estudios se realizan con paneles entrenados seleccionados por su agudeza sensorial.

Las características importantes para un buen diseño experimental son: aleatorización, agrupamiento en bloques y repeticiones.

Se debe evitar la presencia de olores extraños o indeseables que interfieren en el juicio del panelista. También se debe evitar panelistas con problemas respiratorias como resfriados.

Dentro de las pruebas sensoriales se encuentran la prueba hedónica y la prueba triangular, las cuales se describen a continuación.

### **3.3.1 Prueba hedónica**

Su objetivo es que el panelista exprese su reacción subjetiva ante el producto indicando si le gusta o le disgusta. Es una prueba descriptiva por medio de una escala categorizada que puede tener de 5 a 9 categorías; las escalas hedónicas más comunes son de 7 ó 9 categorías pero son aceptables variaciones en el número de categorías aunque el uso de menos de 5 categorías no se recomienda (Chambers, 1996.73).

A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuánto les agrada cada muestra, en una escala de 5 puntos, seleccionan una categoría en la escala; es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

Las muestras se presentan en iguales condiciones, codificadas con números aleatorios de 3 dígitos. Cada muestra deberá tener un código diferente. El orden de la presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o balanceado (Watts, 1992.75).

Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza llamados ANOVA, para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras (Watts, 1992.76). En el ANOVA si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. “Si el valor F calculado es superior al valor F tabulado, para el mismo número de grados de libertad, habrá evidencia de que hay diferencias significativas” (Watts, 1992.77).

### **3.3.2 Prueba triangular**

Se utiliza para establecer si dos muestras de cualidades parecidas tienen diferencias perceptibles aunque el tamaño y la dirección de las diferencias no son especificadas en esta prueba. Pueden determinarse diferencias para los atributos organolépticos más importantes o únicamente para una propiedad.

La prueba está indicada para evaluar el impacto de diferentes fórmulas en un producto si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración. Se realiza con un panel entrenado.

Consiste en presentar a los panelistas tres muestras codificadas al azar, una muestra está repetida y se les pide que seleccionen la muestra diferente. Las muestras se presentan en iguales condiciones, codificados con números aleatorios de 3 dígitos, se ordenan de diferente manera cambiando el orden entre los panelistas: unos panelistas reciben dos muestras de un código y una del otro y el resto de panelistas reciben dos muestras del segundo código y una del primero.

Para evaluar la significancia de los resultados, se utiliza la tabla binomial de un extremo ya que se sabe que una muestra es diferente y por lo tanto sólo hay una posibilidad de respuesta correcta aunque la probabilidad de elegir por casualidad la muestra correcta es de  $1/3$ . Para tener significancia se exige una probabilidad de 0.05 o menos (Watts, 1992.91).

## **4. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Al considerar cualquier cambio dentro de la formulación de un producto en un proceso productivo el factor económico es decisivo en la toma de decisión y es por eso que a continuación se describen los puntos que pueden tomarse en cuenta para evaluar económicamente cambios en el proceso IQF para piezas de pollo.

### **4.1 Costo de la salmuera**

En el presente trabajo se entiende al costo de la salmuera como el costo de adquisición de todos los materiales que son empleados para su elaboración.

Generalmente se utilizan costos unitarios para evaluar económicamente los costos directos de un producto, se puede definir entonces una base de evaluación por ejemplo de quetzales por kilogramo de salmuera preparada.

Para evaluar el costo de la salmuera se considera la participación de cada componente, el costo de cada componente por unidad de peso para obtener el aporte de cada ingrediente que sumado proporciona el costo en quetzales por kilogramo de salmuera.

### **4.2 Análisis beneficio-costo**

Un proyecto se considera atractivo económicamente cuando los beneficios derivados de su implantación exceden a los costos asociados. “Un proyecto es

aceptable si la diferencia entre beneficio y costo ( $B - C$ ) es mayor o igual a cero” (Blank, 1992.207).

En el caso de la inyección de salmuera el costo está representado por el costo de la salmuera, el cual se mencionó en la sección anterior, y el beneficio lo representa la cantidad de kilogramos retenidos hasta el momento de la venta (Q/Kg).

Al comparar alternativas mediante el análisis beneficio-costos es importante darse cuenta que los beneficios y los costos utilizados en el cálculo representan los incrementos o las diferencias entre dos alternativas. “Una vez calculada la relación beneficio-costos de las diferencias, una relación ( $B/C$ )  $\geq 1$  significa que los beneficios adicionales de la alternativa de mayor costo justifica ese costo mayor. Si ( $B/C$ )  $< 1$ , los costos adicionales no están justificados y se selecciona la alternativa de menor costo” (Blank, 1992.210).

### 4.3 Costo oculto

“Los criterios económicos del consumidor se relacionan con el desembolso de dinero, tiempo y esfuerzo necesario para comprar, utilizar o consumir un producto. Dichos desembolsos se comparan con las ventajas percibidas del producto o la marca” (O’Shaughnessy, 1989.156).

“La reacción del consumidor ante los precios es, en sí misma, un importante problema en la psicología de la economía. Probablemente, en muchas clases de artículos el precio sea percibido como un indicio de calidad” (Anastasi, 1970.43).

Los consumidores odian ser burlados y perder autoestima, les preocupa no salir perdiendo en ningún intercambio de mercado. Cualquier situación del precio que sugiera un engaño al consumidor, como costos ocultos, será tomado a mal ya que, generalmente están más preocupados por evitar una pérdida que por conseguir una ganancia equivalente (O'Shaughnessy, 1989,162).

En el caso de la industria del pollo IQF es importante que al descongelar el producto no se produzca una merma con la que el consumidor se sienta engañado. Esto es muy subjetivo pero para cuantificarlo se puede calcular la merma por descongelación del producto.



## 5. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE LAS PIEZAS DE POLLO CONGELADAS

### 5.1 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calcula considerando que no se tiene una muestra preliminar para obtener un estimado de la proporción de piernas inyectadas con salmuera del total de la producción. Se puede tener una confianza al menos del 92% de que la proporción muestral no difiere de la proporción real en más de 0.08 si se escoge una muestra de tamaño

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2}{4e^2}$$

donde:

n = tamaño de la muestra

1- $\alpha$  : coeficiente o grado de confianza = 92/100 = 0.92

$\alpha$  = diferencia del coeficiente de confianza = 0.08

(1- $\alpha$ )100% = intervalo de confianza

$z_{\alpha/2} = z_{0.04} =$  valor de la tabla de áreas bajo la curva normal = 1.75. ANEXO 1

e = es la distancia absoluta que separa el valor estimado del valor real de la proporción = 0.08

$$n = \frac{(1.75)^2}{4 * (0.08)^2} = 119.6$$

Se tomó una muestra de 140 piezas para cada tratamiento en forma aleatoria del primer lote, con y sin marinador; durante el día se utilizó la misma salmuera para toda la producción.

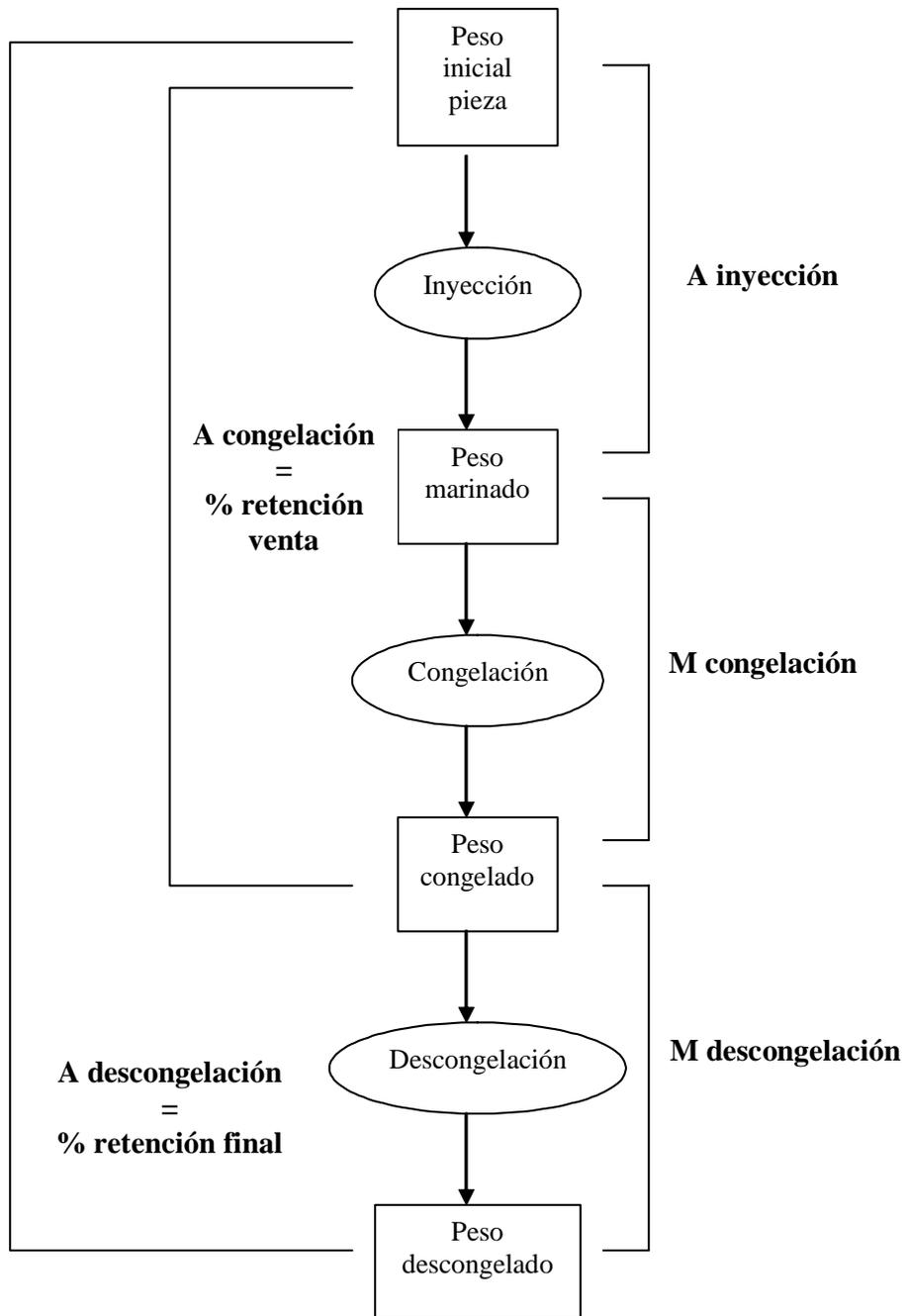
## 5.2 Procedimiento para las piezas de pollo

Se trabajaron dos muestras o tratamientos de piezas congeladas IQF, una con salmuera con marinador y la otra con salmuera sin marinador. Una vez se tiene la salmuera correspondiente el procedimiento será el mismo para las piezas.

- Preparar la salmuera con o sin marinador
- Medir el pH de la salmuera
- Obtener las piezas a inyectar aleatoriamente
- Medir el pH de la pieza antes de inyectar
- Pesar las piezas al azar y marcarlas
- Inyectar las piezas con la salmuera
- Medir el pH de la pieza inyectada
- Pesar de nuevo las mismas piezas
- Ingresar el equipo de congelación individual
- A la salida del equipo pesar de nuevo las piezas
- Tomar la temperatura a la salida del equipo de congelación IQF
- Medir el pH de la pieza congelada
- Descongelar las piezas
- Pesar las piezas descongeladas
- Medir el pH de la pieza descongelada
- Utilizar las piezas descongeladas para evaluar las propiedades organolépticas

El procedimiento general se puede observar en la siguiente figura:

**Figura 1. Diagrama Absorción-Merma**



Los pesos obtenidos para los tratamientos se presentan en el APÉNDICE 1. La muestra para medir el pH de la salmuera se toma antes del proceso de inyección. Para tomar el pH de las piezas, éstas se lavan con agua destilada y al agua del lavado se le toma el pH. La medición se realiza con un potenciómetro marca *HANNA Instruments hl 9321* ver información en ANEXO 2.

### 5.3 Propiedades sensoriales

Para disminuir los efectos de contraste en las pruebas organolépticas las muestras se presentan cambiando la secuencia entre cada grupo de panelistas.

La prueba triangular se realiza con un panel entrenado, previamente seleccionado mediante pruebas de evaluación de olor, color, sabor y textura; esta selección se realiza por el personal responsable de análisis sensorial en la empresa procesadora de pollo, según el procedimiento interno establecido. Ver formato utilizado en prueba en el APÉNDICE 3.

En la prueba hedónica se evalúan las siguientes características: aspecto, sabor, olor y textura. Se realiza con personal de la empresa procesada, panelistas no entrenados consumidores del producto. Ver formato utilizado en el APÉNDICE 4.

Las respuestas obtenidas para los atributos en la prueba hedónica se presentan en el APÉNDICE 5.

## 6. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LAS PIEZAS DE POLLO CONGELADAS

### 6.1 Pruebas fisicoquímicas

#### 6.1.1 Merma y absorción

**Tabla II. Pruebas fisicoquímicas: % merma y % absorción promedio**

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
con marinador	29.97	-3.53	-4.43	25.36	19.79	66.16
sin marinador	21.18	-4.23	-2.90	16.00	12.61	60.03

El programa utilizado para inyección fue seleccionado con fines experimentales para evidenciar las diferencias entre los tratamientos. A continuación se detallan las relaciones calculadas en la tabla II.

$$\% \text{Absorción inyección} = (\text{peso pieza inyectada} / \text{peso inicial de pieza}) * 100$$

$$\% \text{Merma congelación} = (\text{peso pieza congelada} / \text{peso pieza inyectada}) * 100$$

$$\% \text{Merma descongelación} = (\text{peso pieza descongelada} / \text{peso pieza congelada}) * 100$$

$$\% \text{Retención venta} = (\text{peso pieza congelada} / \text{peso inicial de pieza}) * 100$$

$$\% \text{Retención final} = (\text{peso pieza descongelada} / \text{peso inicial de pieza}) * 100$$

$$\% \text{Relación retención / absorción} = \% \text{Retención final} / \% \text{Retención inyección}$$

Los datos calculados para cada corrida se encuentran en el APÉNDICE 2.

### 6.1.2 Temperatura a la salida del IQF y pH

**Tabla III. Pruebas fisicoquímicas: temperatura a la salida del IQF y pH durante el procedimiento**

Etapa del procedimiento	pH	T °C de muestra en toma pH	T °C a la salida del IQF
	potenciometro HANNA Instruments		
salmuera sin marinador	8.55	19.0	
salmuera con marinador	8.40	19.4	
pieza antes de inyectar la salmuera	7.73	22.2	
pieza despues de inyectar la salmuera sin marinador	8.27	21.5	
pieza despues de inyectar la salmuera con marinador	8.00	22.0	
pieza congelada sin marinador	8.40	14.2	-15.70
pieza congelada con marinador	8.18	14.0	-12.30
pieza descongelada sin marinador	7.45	19.6	
pieza descongelada con marinador	7.73	20.0	

## 6.2 Pruebas sensoriales

### 6.2.1 Prueba triangular

Siendo

X = número de panelistas que elige correctamente la muestra diferente

X = 10

n = número total de panelistas que participó en la prueba

n = 30

Del ANEXO 3 en la tabla de la prueba binomial de un extremo se obtiene que la probabilidad de X o más juicios correctos en n pruebas ( $p=1/3$ ) es de 0.568 que es mayor que 0.05.

### 6.2.2 Prueba hedónica

**Tabla IV. Resultados ANOVA para prueba hedónica**

	Fuente de variación	Grados de libertad gl	Suma de cuadrados SC	Promedio de cuadrados CM	Relación F		
					Calculada	Tabulada	Calculada>Tabulada
ASPECTO	Total (T)	59	55.333				
	Tratamiento (Tr)	1	0.067	0.067	0.069	4.183	NO
	Panelistas (P)	29	27.333	0.943	0.979	1.860	NO
	Error (E)	29	27.933	0.963			
SABOR	Total (T)	59	59.733				
	Tratamiento (Tr)	1	1.067	1.067	0.912	4.183	NO
	Panelistas (P)	29	24.733	0.853	0.729	1.860	NO
	Error (E)	29	33.933	1.170			
OLOR	Total (T)	59	64.733				
	Tratamiento (Tr)	1	0.267	0.267	0.211	4.183	NO
	Panelistas (P)	29	27.733	0.956	0.755	1.860	NO
	Error (E)	29	36.733	1.267			
TEXTURA	Total (T)	59	88.983				
	Tratamiento (Tr)	1	2.817	2.817	1.369	4.183	NO
	Panelistas (P)	29	26.483	0.913	0.444	1.860	NO
	Error (E)	29	59.683	2.058			

Los cálculos y los datos calculados para obtener los resultados de la tabla IV para cada atributo se encuentran en el APÉNDICE 6. Los valores de F tabulados se obtienen de la tabla de Distribución de F al 5% en el ANEXO 4.

### 6.3 Análisis económico

Se evalúa el costo en el que se incurre al utilizar salmuera con y sin marinador.

**Tabla V. Composición y costo de cada salmuera**

Componente	% recomendado por proveedor	% utilizado sin marinador	% utilizado con marinador	Q / Kg componente	Q / Kg salmuera sin marinador	Q / Kg salmuera con marinador
agua	70.50	71.00	70.70	0.0174	0.0124	0.0123
hielo	25.00	25.00	25.00	0.4405	0.1101	0.1101
cloruro de sodio	2.00	2.00	2.00	0.9833	0.0197	0.0197
tripolifosfato de sodio	2.00	2.00	2.00	9.3392	0.1868	0.1868
marinador	0.50		0.30	166.4758	0.0000	0.4994
<b>total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>177.256</b>	<b>0.329</b>	<b>0.828</b>

**Tabla VI. Ingreso obtenido por absorción de producto congelado**

	Base Kg pollo antes de inyección	% (Kg retenidos / Kg pollo inyectado)	Precio venta Q / Kg pollo	Ingreso venta Q/Kg ganado
sin marinador	1	16.00	16.52	2.64
con marinador	1	25.36	16.52	4.19

El precio de venta y el costo por kilogramo de cada componente se tomo de la Tesis **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**, del autor Carau López. El precio de venta del producto congelado es el mismo independientemente si se usa o no el marinador.

**Tabla VII. Análisis beneficio-costo**

	Q / Kg salmuera	Ingreso venta Q/Kg	Relación B-C por fórmula	Relación B-C > 0	Relación B/C entre fórmulas	Relación B/C>1
	Costo	Beneficio			diferencias	
sin marinador	0.329	2.64	2.31	SI	3.10	SI
con marinador	0.828	4.19	3.36	SI		
diferencias	0.499	1.546				

**Tabla VIII. Costo por merma de producto por descongelación**

	Base Kg pollo antes de descongelar	% Merma por descongelación	Precio venta Q / Kg pollo	costo merma Q/ Kg pollo
sin marinador	1	2.90	16.52	47.91
con marinador	1	4.43	16.52	73.18



## **7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A continuación se comparan las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de las piezas de pollo con salmuera sin marinador y con salmuera con marinador y se consideran estos resultados con el resultado del análisis económico para definir la salmuera adecuada para la producción de piezas de pollo congeladas.

### **7.1 Pruebas fisicoquímicas**

Se observa en la tabla II mayor absorción y mayor retención final al descongelar las piezas inyectadas con salmuera con marinador. Esto sirve para comprobar la teoría de que la carragenina es efectiva para incrementar la producción a través de la ganancia en peso y que el objetivo del marinador es disminuir la pérdida de humedad del producto final como se mencionó en la secciones 2.2.4 y 2.2.4.2.

La merma inicial no presenta una gran diferencia entre tratamientos aunque si es menor para el producto con marinador, pero al descongelar las muestras la merma por descongelación es mayor para el producto con marinador, aunque tampoco es una gran diferencia pero si contradice el punto de que el marinador reduce de forma considerable la pérdida por deshielo de productos cárnicos como se mencionó en la sección 2.2.4. Esta pequeña diferencia puede explicarse en base a que los fosfatos disminuyen la pérdida de jugos que contienen proteínas en los productos cárnicos durante los tratamiento térmicos a los que se sujetan (sección 2.2.3).

La relación entre la salmuera que queda finalmente en la pieza después de descongelada y la que se agrega al momento de inyectar la salmuera, es mayor para la pieza inyectada con salmuera con marinador. Esta absorción mantenida en el peso es el resultado esperado al invertir en una salmuera (sección 2.2.4.2).

Las piezas inyectadas con salmuera que tiene marinador presentan temperaturas más altas que las inyectadas sin marinador, esto debido a que la presencia del marinador crea resistencia a la transferencia de calor ya que, como se mencionó en la sección 1.2, cuanto mayor sea la cantidad de sólidos disueltos en la solución presente en la estructura de la carne, más bajo será su punto de congelación lo que aumenta el tiempo en condiciones de congelación determinadas.

La transferencia de masa se ve poco afectada por la presencia del marinador esto se puede observar en la pequeña diferencia de pH entre las muestras a través del procedimiento. Aunque la regulación del pH se logra al agregar una mezcla de fosfatos a la salmuera que se inyecta al pollo, como se mencionó en 3.2.1, el marinador provoca que la dispersión del fosfato en la salmuera sea más lenta.

Lo anterior confirma que la carragenina modifica las características fisicoquímicas del producto (sección 2.2.4.2).

## **7.2 Pruebas sensoriales**

En la prueba triangular se puede concluir que no se presentó una diferencia significativa entre las muestras sin o con marinador ya que la

probabilidad es mayor a 0.05 y la teoría exige una probabilidad de 0.05 o menos para tener significancia.

En la prueba hedónica todos los valores de F calculados fueron menores que los valores F tabulados, para los atributos de aspecto, sabor, olor y textura; por lo tanto se llega a la conclusión de que no se presentó una diferencia significativa entre las muestras sin o con marinador; ni tampoco con las respuestas de los panelistas (sección 3.3.1).

Las piezas de pollo congeladas inyectadas con salmuera sin marinador no tienen diferencias significativas con las propiedades sensoriales observadas en las piezas procesadas con salmuera utilizando marinador basado en los resultados de la prueba hedónica y la prueba triangulas.

### **7.3 Análisis económico**

Al final se obtiene más producto congelado inyectado con salmuera con marinador debido a menos merma, esto genera más ingresos con la misma cantidad de kilogramos antes del proceso de inyección. Incluir un ingrediente extra como el marinador incrementa los costos de la salmuera 2.5 veces pero esta inversión se recupera con los 58.5 kilogramos obtenidos de las piezas congeladas y manteniendo las propiedades organolépticas características. Eliminando el costo del marinador bajan los costos de producción.

Para cualquier producto el precio siempre es un factor de posicionamiento en el mercado y esta íntimamente ligado al costo del producto. Los consumidores buscan optimizar la relación costo/satisfacción de los productos que consumen por eso es importante que la merma obtenida para las dos

salmueras no afecta la impresión del consumidor. Descongelado el producto se observa que el inyectado con salmuera con marinador tiene más merma.

Del análisis económico para determinar que opción es más rentable considerando la merma después de la descongelación se concluye que es más rentable utilizar salmuera con marinador aunque presenta una merma 53% más por descongelación.

## CONCLUSIONES

1. Las propiedades fisicoquímicas si se ven directamente influenciadas por la presencia de salmuera con marinador: el peso obtenido en el punto de venta es mayor, la temperatura alcanzada durante el mismo tiempo de congelación es menor y el pH en la salmuera y el producto decrece aunque no significativamente.
2. Las propiedades organolépticas de las piezas de pollo con salmuera sin marinador y con salmuera con marinador no presentan diferencias significativas para los panelistas en las pruebas sensoriales.
3. La opción de salmuera más rentable para piezas de pollo congeladas, considerando la merma y retención final, realizando el análisis económico es la salmuera con marinador.
4. La salmuera adecuada para la producción de piezas de pollo congeladas es la salmuera con marinador considerando los aspectos fisicoquímicos, organolépticos y económicos.



## RECOMENDACIONES

1. Utilizar la carragenina como marinador en la salmuera para inyectar piezas de pollo congeladas por el método IQF.
2. Antes de cambiar la fórmula de la salmuera agregando otro marinador distinto de la carragenina es necesario evaluar las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y funcionales y la relación beneficio-costos para determinar si en realidad se justifica la inversión.
3. Evaluar la carragenina o distintas proporciones de aplicación para encontrar el porcentaje óptimo.
4. Cuantificar el porcentaje de merma por descongelación no percibido por el consumidor.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Anastasi, Anne. **Psicología del consumidor**. (Psicología aplicada, volumen 3). Argentina: Editorial Kapelusz, S.A., 1970. 114pp.
2. Blank, Leland T y Anthony J. Turquin. **Ingeniería económica**. Tercera edición. México: Editorial Mc Graw-Hill, 1992. 797pp.
3. 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.
4. Chambers IV, Edgar y Mona Baker Wolf. **Sensory testing methods**. Segunda edición. USA: American Society for testing and materials, 1996. 115pp.
5. COGUANOR, Comisión Guatemalteca de normas. **Norma Guatemalteca obligatoria: Pollo beneficiado listo para cocinar entero y en cortes, y sus menudos Especificaciones NGO 34 212:98**. Guatemala. Septiembre 1998. 22pp.
6. Continental Colloids Mexicana. **Folleto: Emulsificantes, Gomas y Estabilizantes**. México: 2002.16pp.
7. CP Kelco. **Marinated meat and poultry with Genu Plus 100, 10-30% weight gain**. (Dinamarca)(Version 3): 3.2001.
8. CP Kelco. **Product data sheet Genu Plus 100**. (Dinamarca): 2.2002.
9. Dergal, Salvador Badui. **Química de los alimentos**. Segunda edición. México: Editorial Alambra Mexicana, S.A. de C.V., 1990. 648pp.
10. Food Technology. "A focus on gums". **Revista Food Technology**. (USA)(45,No.3): 21.1991.
11. Food Technology. "Phosphates improve many foods". **Revista Food Technology**. (USA)(44,No.4): 16.1990.

12. Glicksman, Martín. "*Hidrocolloids and the search for the oily grail*". **Revista Food Technology**. (USA)(45,No.10): 19.1991.
13. Golbitz, Peter. "Soya: Nutrición, salud y productos alimenticios" **ASA, Asociación Americana de Soya. Folleto: Soya, productos, mercados**. (México)(1,No.1):12.1990.
14. Hoogenkamp, Henk. **Soy protein & meat formulations**. USA: Protein Technologies International, 2001. 569pp.
15. O'Shaughnessy, John. **Por qué compra la gente**. s.l.: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1989. 183pp.
16. Pimentel Cobaquil, Axel Arturo. Determinación del efecto del porcentaje de marinado en el contenido de humedad de la carne de pollo. Tesis Ing. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 42pp.
17. Potter, Norman N. **La ciencia de los alimentos**. Primera edición. México: EDUTEX, S.A., 1978. 749pp.
18. Sipos, Endre. "Usos comestible de la proteína de soya" **ASA, Asociación Americana de Soya. Folleto: usos comestible de la proteína de soya**. (México)(No. 52):16. 1994.
19. Smith, Jim y Lily Hong-Shum. **Food additives databook**. USA: Editorial Blackwell Science Ltd, 2003. 115pp.
20. The Solae Company. **Technical data sheet Supro 548**. (USA): 2.2004.
21. Watts, B. M. y otros. **Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos**. USA: Editorial CIID, 1992. 144pp.

## APÉNDICES

### APÉNDICE 1. Datos originales propiedades fisicoquímicas

Tabla IX. Pesos de piezas inyectadas con salmuera sin marinador

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
1	479	567	557	545
2	542	703	682	650
3	624	722	687	670
4	625	752	725	707
5	633	726	704	689
6	560	653	629	613
7	425	508	484	481
8	480	556	540	526
9	519	639	621	592
10	581	691	671	649
11	572	684	654	635
12	574	668	647	635
13	563	725	696	648
14	452	530	514	499
15	632	784	745	732
16	605	705	683	658
17	493	606	582	549
18	668	787	767	753
19	526	647	625	591
20	536	628	601	592
21	685	799	775	772
22	656	761	741	728
23	569	673	649	636
24	559	676	642	626
25	624	778	750	748
26	592	716	683	658
27	764	871	830	819
28	634	767	724	701
29	664	778	738	725
30	545	659	627	618

Continuación Tabla IX (2/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
31	528	649	622	585
32	596	699	672	675
33	607	783	743	708
34	567	689	658	649
35	377	464	435	408.6
36	590	717	706	686
37	591	729	683	670
38	448	535	509	497
39	583	721	714	676.46
40	411	502	481	466
41	586	751	721	691
42	496	635	608	577
43	535	640	626	620
44	616	734	702	688
45	487	576	564	543
46	504	582	565	551
47	617	713	700	692
48	494	613	580	569
49	555	651	625	616
50	629	720	716	717
51	594	718	694	692
52	599	750	725	721
53	559	637	611	611
54	562	695	658	640
55	460	569	558	538
56	557	696	660	646
57	554	682	627	616
58	627	763	735	705
59	511	613	597	552
60	537	645	629	617
61	436	556	525	521
62	588	687	656	656
63	475	627	589	553.88
64	625	760	708	699
65	449	569	547	511
66	631	776	732	723
67	504	622	591	585
68	644	803	765	737
69	555	665	636	612
70	510	575	563	555

Continuación Tabla IX (3/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
71	532	574	563	554
72	512	628	601	573
73	331	390	372	353
74	584	720	683	677
75	653	777	729	709
76	480	618	574	565
77	629	718	703	697
78	556	675	662	654
79	637	744	714	704
80	654	813	768	730
81	643	775	722	704
82	500	598	581	568
83	525	651	622	596
84	592	690	655	633
85	544	688	647	641
86	755	900	862	823
87	554	677	653	644
88	271	335	322	296
89	653	824	769	754
90	524	642	619	602
91	617	736	709	682
92	594	773	680	674
93	539	640	598	562.96
94	523	671	613	581.12
95	593	726	702	685
96	660	773	722	699
97	536	584	573	570
98	579	699	672	645
99	642	819	790	786
100	624	737	709	688
101	578	713	658	635.6
102	547	624	615	609
103	617	756	717	700
104	571	738	691	679
105	618	755	731	724
106	504	667	606	567.5
107	628	748	707	704
108	620	778	714	685
109	496	638	591	589
110	543	714	673	642

Continuación Tabla IX (4/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
111	579	751	677	656
112	639	758	727	714
113	562	687	653	649
114	490	633	575	564
115	556	689	657	630
116	483	618	568	549.34
117	554	730	668	626.52
118	584	707	693	686
119	501	606	572	554
120	626	765	705	676.46
121	502	635	610	575
122	664	752	736	724
123	616	740	720	691
124	642	746	736	701
125	580	702	680	639
126	559	658	641	608
127	591	699	683	645
128	506	629	608	574
129	568	688	674	665
130	573	700	670	653
131	599	723	702	666
132	645	782	767	746
133	495	598	585	552
134	633	729	715	680
135	534	659	644	613
136	558	652	632	613
137	526	632	619	593
138	631	720	714	690
139	554	669	644	642
140	475	528	523	511

**Tabla X. Pesos de piezas inyectadas con salmuera con marinador**

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
1	441	551	535	513.93
2	565	764	727	671
3	569	730	709	674
4	441	581	571	553
5	499	724	677	644
6	505	685	659	621
7	523	702	684	632
8	500	640	626	604
9	490	604	583	543
10	480	639	619	607
11	513	683	660	626
12	531	672	652	615
13	508	659	642	610
14	432	548	540	495.77
15	495	639	613	608
16	547	714	699	645
17	465	600	576	558
18	502	661	642	598
19	484	639	613	582
20	491	614	605	589
21	505	645	631	617
22	493	597	589	563.87
23	534	654	634	604
24	438	556	534	503.94
25	532	710	692	646
26	614	797	771	732
27	602	774	729	687
28	539	746	707	690
29	509	662	638	610
30	497	652	634	599.28

Continuación Tabla X (2/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
31	580	727	706	701
32	452	626	595	574
33	490	632	609	588.38
34	575	714	701	678
35	526	687	664	623
36	443	588	582	553.88
37	560	730	710	675.55
38	596	745	722	715
39	599	739	715	684
40	472	595	579	567.5
41	527	706	681	651
42	604	755	735	698.25
43	441	587	575	576
44	520	670	658	652
45	536	723	709	658.3
46	415	561	548	537
47	477	624	602	576
48	609	787	764	695
49	326	416	403	385.9
50	659	831	804	783
51	454	613	588	584
52	548	713	679	627
53	571	708	689	657
54	515	628	607	578
55	531	679	656	602
56	433	594	573	538
57	467	598	580	562
58	550	701	675	641
59	490	653	633	602
60	525	663	635	620
61	469	637	594	555
62	460	609	578	552
63	503	610	601	599
64	524	712	669	623
65	194	247	233	215
66	450	568	540	507
67	270	335	319	300
68	543	707	678	639
69	513	681	649	616
70	423	559	527	494.86

Continuación Tabla X (3/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
71	603	816	760	716
72	463	616	582	537
73	555	685	662	647
74	580	766	734	690
75	546	714	702	678
76	438	601	561	530
77	506	644	617	576
78	506	675	641	605
79	467	590	558	540
80	535	679	655	635.6
81	485	626	613	585.66
82	429	557	548	542
83	454	586	579	561
84	492	627	581	563
85	509	672	651	613
86	473	614	594	577
87	516	652	631	597
88	571	722	695	660
89	531	675	664	637
90	551	742	686	675
91	506	693	650	636
92	598	720	700	695
93	538	687	668	658
94	504	678	665	635.6
95	449	584	572	546
96	592	742	723	723
97	410	522	499	477
98	505	642	636	616
99	515	666	651	641
100	503	646	631	612.9
101	554	722	704	713
102	396	514	499	469
103	455	590	579	534
104	532	724	695	670
105	467	594	568	555
106	442	596	573	530
107	541	719	704	666
108	535	693	680	675
109	531	710	690	637
110	426	567	538	520

Continuación Tabla X (4/4)

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
111	501	629	610	583
112	620	790	777	723
113	512	672	637	608.36
114	429	584	563	522.1
115	512	684	648	635
116	533	680	659	604
117	605	772	755	735
118	519	662	632	586
119	509	656	637	618
120	510	646	621	594.74
121	489	646	626	594
122	496	664	642	598
123	454	608	585	542
124	495	644	612	573
125	502	667	650	622
126	454	581	553	539
127	526	693	655	623.80
128	522	660	648	647
129	530	673	665	629
130	468	615	585	580
131	469	615	595	570
132	415	553	527	495
133	490	633	615	589.29
134	469	593	572	547
135	528	675	656	621
136	468	605	577	558.42
137	397	535	505	479.42
138	400	556	522	485
139	526	711	666	626
140	361	455	438	422.22

**Tabla XI. Pesos promedio de piezas inyectadas con salmuera**

muestra	Peso en gramos			
	NT	YT	IQF	DESCONG
con marinador	500.01	649.46	626.63	598.95
sin marinador	563.99	682.72	653.56	634.95

**APÉNDICE 2. Datos calculados propiedades fisicoquímicas**

**Tabla XII. Porcentaje de merma y absorción de piezas inyectadas con salmuera sin marinador**

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
1	18.37	-1.76	-2.15	16.28	13.78	75.00
2	29.70	-2.99	-4.69	25.83	19.93	67.08
3	15.71	-4.85	-2.47	10.10	7.37	46.94
4	20.32	-3.59	-2.48	16.00	13.12	64.57
5	14.69	-3.03	-2.13	11.22	8.85	60.22
6	16.61	-3.68	-2.54	12.32	9.46	56.99
7	19.53	-4.72	-0.62	13.88	13.18	67.47
8	15.83	-2.88	-2.59	12.50	9.58	60.53
9	23.12	-2.82	-4.67	19.65	14.07	60.83
10	18.93	-2.89	-3.28	15.49	11.70	61.82
11	19.58	-4.39	-2.91	14.34	11.01	56.25
12	16.38	-3.14	-1.85	12.72	10.63	64.89
13	28.77	-4.00	-6.90	23.62	15.10	52.47
14	17.26	-3.02	-2.92	13.72	10.40	60.26
15	24.05	-4.97	-1.74	17.88	15.82	65.79
16	16.53	-3.12	-3.66	12.89	8.76	53.00
17	22.92	-3.96	-5.67	18.05	11.36	49.56
18	17.81	-2.54	-1.83	14.82	12.72	71.43
19	23.00	-3.40	-5.44	18.82	12.36	53.72
20	17.16	-4.30	-1.50	12.13	10.45	60.87
21	16.64	-3.00	-0.39	13.14	12.70	76.32
22	16.01	-2.63	-1.75	12.96	10.98	68.57
23	18.28	-3.57	-2.00	14.06	11.78	64.42
24	20.93	-5.03	-2.49	14.85	11.99	57.26
25	24.68	-3.60	-0.27	20.19	19.87	80.52

Continuación Tabla XII (2/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
26	20.95	-4.61	-3.66	15.37	11.15	53.23
27	14.01	-4.71	-1.33	8.64	7.20	51.40
28	20.98	-5.61	-3.18	14.20	10.57	50.38
29	17.17	-5.14	-1.76	11.14	9.19	53.51
30	20.92	-4.86	-1.44	15.05	13.39	64.04
31	22.92	-4.16	-5.95	17.80	10.80	47.11
32	17.28	-3.86	0.45	12.75	13.26	76.70
33	29.00	-5.11	-4.71	22.41	16.64	57.39
34	21.52	-4.50	-1.37	16.05	14.46	67.21
35	23.08	-6.25	-6.07	15.38	8.38	36.32
36	21.53	-1.53	-2.83	19.66	16.27	75.59
37	23.35	-6.31	-1.90	15.57	13.37	57.25
38	19.42	-4.86	-2.36	13.62	10.94	56.32
39	23.67	-0.97	-5.26	22.47	16.03	67.72
40	22.14	-4.18	-3.12	17.03	13.38	60.44
41	28.16	-3.99	-4.16	23.04	17.92	63.64
42	28.02	-4.25	-5.10	22.58	16.33	58.27
43	19.63	-2.19	-0.96	17.01	15.89	80.95
44	19.16	-4.36	-1.99	13.96	11.69	61.02
45	18.28	-2.08	-3.72	15.81	11.50	62.92
46	15.48	-2.92	-2.48	12.10	9.33	60.26
47	15.56	-1.82	-1.14	13.45	12.16	78.13
48	24.09	-5.38	-1.90	17.41	15.18	63.03
49	17.30	-3.99	-1.44	12.61	10.99	63.54
50	14.47	-0.56	0.14	13.83	13.99	96.70
51	20.88	-3.34	-0.29	16.84	16.50	79.03
52	25.21	-3.33	-0.55	21.04	20.37	80.79
53	13.95	-4.08	0.00	9.30	9.30	66.67
54	23.67	-5.32	-2.74	17.08	13.88	58.65
55	23.70	-1.93	-3.58	21.30	16.96	71.56
56	24.96	-5.17	-2.12	18.49	15.98	64.03
57	23.10	-8.06	-1.75	13.18	11.19	48.44
58	21.69	-3.67	-4.08	17.22	12.44	57.35
59	19.96	-2.61	-7.54	16.83	8.02	40.20
60	20.11	-2.48	-1.91	17.13	14.90	74.07
61	27.52	-5.58	-0.76	20.41	19.50	70.83
62	16.84	-4.51	0.00	11.56	11.56	68.69
63	32.00	-6.06	-5.96	24.00	16.61	51.89
64	21.60	-6.84	-1.27	13.28	11.84	54.81
65	26.73	-3.87	-6.58	21.83	13.81	51.67

Continuación Tabla XII (3/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
66	22.98	-5.67	-1.23	16.01	14.58	63.45
67	23.41	-4.98	-1.02	17.26	16.07	68.64
68	24.69	-4.73	-3.66	18.79	14.44	58.49
69	19.82	-4.36	-3.77	14.59	10.27	51.82
70	12.75	-2.09	-1.42	10.39	8.82	69.23
71	7.89	-1.92	-1.60	5.83	4.14	52.38
72	22.66	-4.30	-4.66	17.38	11.91	52.59
73	17.82	-4.62	-5.11	12.39	6.65	37.29
74	23.29	-5.14	-0.88	16.95	15.92	68.38
75	18.99	-6.18	-2.74	11.64	8.58	45.16
76	28.75	-7.12	-1.57	19.58	17.71	61.59
77	14.15	-2.09	-0.85	11.76	10.81	76.40
78	21.40	-1.93	-1.21	19.06	17.63	82.35
79	16.80	-4.03	-1.40	12.09	10.52	62.62
80	24.31	-5.54	-4.95	17.43	11.62	47.80
81	20.53	-6.84	-2.49	12.29	9.49	46.21
82	19.60	-2.84	-2.24	16.20	13.60	69.39
83	24.00	-4.45	-4.18	18.48	13.52	56.35
84	16.55	-5.07	-3.36	10.64	6.93	41.84
85	26.47	-5.96	-0.93	18.93	17.83	67.36
86	19.21	-4.22	-4.52	14.17	9.01	46.90
87	22.20	-3.55	-1.38	17.87	16.25	73.17
88	23.62	-3.88	-8.07	18.82	9.23	39.06
89	26.19	-6.67	-1.95	17.76	15.47	59.06
90	22.52	-3.58	-2.75	18.13	14.89	66.10
91	19.29	-3.67	-3.81	14.91	10.53	54.62
92	30.13	-12.03	-0.88	14.48	13.47	44.69
93	18.74	-6.56	-5.86	10.95	4.45	23.72
94	28.30	-8.64	-5.20	17.21	11.11	39.27
95	22.43	-3.31	-2.42	18.38	15.51	69.17
96	17.12	-6.60	-3.19	9.39	5.91	34.51
97	8.96	-1.88	-0.52	6.90	6.34	70.83
98	20.73	-3.86	-4.02	16.06	11.40	55.00
99	27.57	-3.54	-0.51	23.05	22.43	81.36
100	18.11	-3.80	-2.96	13.62	10.26	56.64
101	23.36	-7.71	-3.40	13.84	9.97	42.67
102	14.08	-1.44	-0.98	12.43	11.33	80.52
103	22.53	-5.16	-2.37	16.21	13.45	59.71
104	29.25	-6.37	-1.74	21.02	18.91	64.67
105	22.17	-3.18	-0.96	18.28	17.15	77.37

Continuación Tabla XII (4/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
106	32.34	-9.15	-6.35	20.24	12.60	38.96
107	19.11	-5.48	-0.42	12.58	12.10	63.33
108	25.48	-8.23	-4.06	15.16	10.48	41.14
109	28.63	-7.37	-0.34	19.15	18.75	65.49
110	31.49	-5.74	-4.61	23.94	18.23	57.89
111	29.71	-9.85	-3.10	16.93	13.30	44.77
112	18.62	-4.09	-1.79	13.77	11.74	63.03
113	22.24	-4.95	-0.61	16.19	15.48	69.60
114	29.18	-9.16	-1.91	17.35	15.10	51.75
115	23.92	-4.64	-4.11	18.17	13.31	55.64
116	27.95	-8.09	-3.29	17.60	13.73	49.14
117	31.77	-8.49	-6.21	20.58	13.09	41.20
118	21.06	-1.98	-1.01	18.66	17.47	82.93
119	20.96	-5.61	-3.15	14.17	10.58	50.48
120	22.20	-7.84	-4.05	12.62	8.06	36.30
121	26.49	-3.94	-5.74	21.51	14.54	54.89
122	13.25	-2.13	-1.63	10.84	9.04	68.18
123	20.13	-2.70	-4.03	16.88	12.18	60.48
124	16.20	-1.34	-4.76	14.64	9.19	56.73
125	21.03	-3.13	-6.03	17.24	10.17	48.36
126	17.71	-2.58	-5.15	14.67	8.77	49.49
127	18.27	-2.29	-5.56	15.57	9.14	50.00
128	24.31	-3.34	-5.59	20.16	13.44	55.28
129	21.13	-2.03	-1.34	18.66	17.08	80.83
130	22.16	-4.29	-2.54	16.93	13.96	62.99
131	20.70	-2.90	-5.13	17.20	11.19	54.03
132	21.24	-1.92	-2.74	18.91	15.66	73.72
133	20.81	-2.17	-5.64	18.18	11.52	55.34
134	15.17	-1.92	-4.90	12.95	7.42	48.96
135	23.41	-2.28	-4.81	20.60	14.79	63.20
136	16.85	-3.07	-3.01	13.26	9.86	58.51
137	20.15	-2.06	-4.20	17.68	12.74	63.21
138	14.10	-0.83	-3.36	13.15	9.35	66.29
139	20.76	-3.74	-0.31	16.25	15.88	76.52
140	11.16	-0.95	-2.29	10.11	7.58	67.92

**Tabla XIII. Porcentaje de merma y absorción de piezas inyectadas con salmuera con marinador**

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
1	24.94	-2.90	-3.94	21.32	16.54	66.30
2	35.22	-4.84	-7.70	28.67	18.76	53.27
3	28.30	-2.88	-4.94	24.60	18.45	65.22
4	31.75	-1.72	-3.15	29.48	25.40	80.00
5	45.09	-6.49	-4.87	35.67	29.06	64.44
6	35.64	-3.80	-5.77	30.50	22.97	64.44
7	34.23	-2.56	-7.60	30.78	20.84	60.89
8	28.00	-2.19	-3.51	25.20	20.80	74.29
9	23.27	-3.48	-6.86	18.98	10.82	46.49
10	33.13	-3.13	-1.94	28.96	26.46	79.87
11	33.14	-3.37	-5.15	28.65	22.03	66.47
12	26.55	-2.98	-5.67	22.79	15.82	59.57
13	29.72	-2.58	-4.98	26.38	20.08	67.55
14	26.85	-1.46	-8.19	25.00	14.76	54.97
15	29.09	-4.07	-0.82	23.84	22.83	78.47
16	30.53	-2.10	-7.73	27.79	17.92	58.68
17	29.03	-4.00	-3.13	23.87	20.00	68.89
18	31.67	-2.87	-6.85	27.89	19.12	60.38
19	32.02	-4.07	-5.06	26.65	20.25	63.23
20	25.05	-1.47	-2.64	23.22	19.96	79.67
21	27.72	-2.17	-2.22	24.95	22.18	80.00
22	21.10	-1.34	-4.27	19.47	14.37	68.14
23	22.47	-3.06	-4.73	18.73	13.11	58.33
24	26.94	-3.96	-5.63	21.92	15.05	55.88
25	33.46	-2.54	-6.65	30.08	21.43	64.04
26	29.80	-3.26	-5.06	25.57	19.22	64.48
27	28.57	-5.81	-5.76	21.10	14.12	49.42
28	38.40	-5.23	-2.40	31.17	28.01	72.95
29	30.06	-3.63	-4.39	25.34	19.84	66.01
30	31.19	-2.76	-5.48	27.57	20.58	65.99

Continuación Tabla XIII (2/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
31	25.34	-2.89	-0.71	21.72	20.86	82.31
32	38.50	-4.95	-3.53	31.64	26.99	70.11
33	28.98	-3.64	-3.39	24.29	20.08	69.28
34	24.17	-1.82	-3.28	21.91	17.91	74.10
35	30.61	-3.35	-6.17	26.24	18.44	60.25
36	32.73	-1.02	-4.83	31.38	25.03	76.47
37	30.36	-2.74	-4.85	26.79	20.63	67.97
38	25.00	-3.09	-0.97	21.14	19.97	79.87
39	23.37	-3.25	-4.34	19.37	14.19	60.71
40	26.06	-2.69	-1.99	22.67	20.23	77.64
41	33.97	-3.54	-4.41	29.22	23.53	69.27
42	25.00	-2.65	-5.00	21.69	15.60	62.42
43	33.11	-2.04	0.17	30.39	30.61	92.47
44	28.85	-1.79	-0.91	26.54	25.38	88.00
45	34.89	-1.94	-7.15	32.28	22.82	65.40
46	35.18	-2.32	-2.01	32.05	29.40	83.56
47	30.82	-3.53	-4.32	26.21	20.75	67.35
48	29.23	-2.92	-9.03	25.45	14.12	48.31
49	27.61	-3.13	-4.24	23.62	18.37	66.56
50	26.10	-3.25	-2.61	22.00	18.82	72.09
51	35.02	-4.08	-0.68	29.52	28.63	81.76
52	30.11	-4.77	-7.66	23.91	14.42	47.88
53	23.99	-2.68	-4.64	20.67	15.06	62.77
54	21.94	-3.34	-4.78	17.86	12.23	55.75
55	27.87	-3.39	-8.23	23.54	13.37	47.97
56	37.18	-3.54	-6.11	32.33	24.25	65.22
57	28.05	-3.01	-3.10	24.20	20.34	72.52
58	27.45	-3.71	-5.04	22.73	16.55	60.26
59	33.27	-3.06	-4.90	29.18	22.86	68.71
60	26.29	-4.22	-2.36	20.95	18.10	68.84
61	35.82	-6.75	-6.57	26.65	18.34	51.19
62	32.39	-5.09	-4.50	25.65	20.00	61.74
63	21.27	-1.48	-0.33	19.48	19.09	89.72
64	35.88	-6.04	-6.88	27.67	18.89	52.66
65	27.32	-5.67	-7.73	20.10	10.82	39.62
66	26.22	-4.93	-6.11	20.00	12.67	48.31
67	24.07	-4.78	-5.96	18.15	11.11	46.15
68	30.20	-4.10	-5.75	24.86	17.68	58.54
69	32.75	-4.70	-5.08	26.51	20.08	61.31
70	32.15	-5.72	-6.10	24.59	16.99	52.84

Continuación Tabla XIII (3/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
71	35.32	-6.86	-5.79	26.04	18.74	53.05
72	33.05	-5.52	-7.73	25.70	15.98	48.37
73	23.42	-3.36	-2.27	19.28	16.58	70.77
74	32.07	-4.18	-5.99	26.55	18.97	59.14
75	30.77	-1.68	-3.42	28.57	24.18	78.57
76	37.21	-6.66	-5.53	28.08	21.00	56.44
77	27.27	-4.19	-6.65	21.94	13.83	50.72
78	33.40	-5.04	-5.62	26.68	19.57	58.58
79	26.34	-5.42	-3.23	19.49	15.63	59.35
80	26.92	-3.53	-2.96	22.43	18.80	69.86
81	29.07	-2.08	-4.46	26.39	20.75	71.39
82	29.84	-1.62	-1.09	27.74	26.34	88.28
83	29.07	-1.19	-3.11	27.53	23.57	81.06
84	27.44	-7.34	-3.10	18.09	14.43	52.59
85	32.02	-3.13	-5.84	27.90	20.43	63.80
86	29.81	-3.26	-2.86	25.58	21.99	73.76
87	26.36	-3.22	-5.39	22.29	15.70	59.56
88	26.44	-3.74	-5.04	21.72	15.59	58.94
89	27.12	-1.63	-4.07	25.05	19.96	73.61
90	34.66	-7.55	-1.60	24.50	22.50	64.92
91	36.96	-6.20	-2.15	28.46	25.69	69.52
92	20.40	-2.78	-0.71	17.06	16.22	79.51
93	27.70	-2.77	-1.50	24.16	22.30	80.54
94	34.52	-1.92	-4.42	31.94	26.11	75.63
95	30.07	-2.05	-4.55	27.39	21.60	71.85
96	25.34	-2.56	0.00	22.13	22.13	87.33
97	27.32	-4.41	-4.41	21.71	16.34	59.82
98	27.13	-0.93	-3.14	25.94	21.98	81.02
99	29.32	-2.25	-1.54	26.41	24.47	83.44
100	28.43	-2.32	-2.87	25.45	21.85	76.85
101	30.32	-2.49	1.28	27.08	28.70	94.64
102	29.80	-2.92	-6.01	26.01	18.43	61.86
103	29.67	-1.86	-7.77	27.25	17.36	58.52
104	36.09	-4.01	-3.60	30.64	25.94	71.88
105	27.19	-4.38	-2.29	21.63	18.84	69.29
106	34.84	-3.86	-7.50	29.64	19.91	57.14
107	32.90	-2.09	-5.40	30.13	23.11	70.22
108	29.53	-1.88	-0.74	27.10	26.17	88.61
109	33.71	-2.82	-7.68	29.94	19.96	59.22
110	33.10	-5.11	-3.35	26.29	22.07	66.67

Continuación Tabla XIII (4/4)

muestra	% Absorción Inyección	% Merma congelación	% Merma Descongelación	%Retención venta	%Retención Final	% Relación Retención/Absorción
111	25.55	-3.02	-4.43	21.76	16.37	64.06
112	27.42	-1.65	-6.95	25.32	16.61	60.59
113	31.25	-5.21	-4.50	24.41	18.82	60.23
114	36.13	-3.60	-7.26	31.24	21.70	60.06
115	33.59	-5.26	-2.01	26.56	24.02	71.51
116	27.58	-3.09	-8.35	23.64	13.32	48.30
117	27.60	-2.20	-2.65	24.79	21.49	77.84
118	27.55	-4.53	-7.28	21.77	12.91	46.85
119	28.88	-2.90	-2.98	25.15	21.41	74.15
120	26.67	-3.87	-4.23	21.76	16.62	62.31
121	32.11	-3.10	-5.11	28.02	21.47	66.88
122	33.87	-3.31	-6.85	29.44	20.56	60.71
123	33.92	-3.78	-7.35	28.85	19.38	57.14
124	30.10	-4.97	-6.37	23.64	15.76	52.35
125	32.87	-2.55	-4.31	29.48	23.90	72.73
126	27.97	-4.82	-2.53	21.81	18.72	66.93
127	31.75	-5.48	-4.76	24.52	18.59	58.56
128	26.44	-1.82	-0.15	24.14	23.95	90.58
129	26.98	-1.19	-5.41	25.47	18.68	69.23
130	31.41	-4.88	-0.85	25.00	23.93	76.19
131	31.13	-3.25	-4.20	26.87	21.54	69.18
132	33.25	-4.70	-6.07	26.99	19.28	57.97
133	29.18	-2.84	-4.18	25.51	20.26	69.43
134	26.44	-3.54	-4.37	21.96	16.63	62.90
135	27.84	-2.81	-5.34	24.24	17.61	63.27
136	29.27	-4.63	-3.22	23.29	19.32	66.00
137	34.76	-5.61	-5.06	27.20	20.76	59.73
138	39.00	-6.12	-7.09	30.50	21.25	54.49
139	35.17	-6.33	-6.01	26.62	19.01	54.05
140	26.04	-3.74	-3.60	21.33	16.96	65.13

### APÉNDICE 3. Formato utilizado para prueba triangular

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Ante usted hay tres muestras de pollo, dos de ellas son idénticas entre sí. Identifique la muestra diferente y márkela con una X.

Código	5797	8733	4853
--------	------	------	------

Comentarios	
-------------	--

MUCHAS GRACIAS

## APÉNDICE 4. Formato utilizado para prueba hedónica

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Observe y pruebe cada muestra indicando el grado en que le gusta o le desagrada colocando el número que represente su opinión en la casilla.

				
1	2	3	4	5

Código	8690	9416
ASPECTO		
SABOR		
OLOR		
TEXTURA		

Comentarios	
-------------	--

MUCHAS GRACIAS

## APÉNDICE 5. Datos originales propiedades organolépticas

Tabla XIV. Respuestas obtenidas en prueba hedónica

Panelistas	ASPECTO		SABOR		OLOR		TEXTURA	
	SIN MARINADOR	CON MARINADOR						
1	4	3	5	3	5	4	4	4
2	4	4	2	2	5	5	2	4
3	3	3	4	5	4	4	5	4
4	4	5	5	3	4	5	5	3
5	3	4	4	4	4	4	3	3
6	5	5	5	5	5	5	4	3
7	4	2	4	3	3	3	5	5
8	4	2	3	4	3	4	2	5
9	4	3	5	3	4	2	4	2
10	4	3	5	3	3	2	5	5
11	5	3	5	3	5	3	5	3
12	4	4	5	4	4	4	3	3
13	4	4	5	4	4	4	5	4
14	5	5	4	5	4	4	5	5
15	3	2	4	4	4	3	3	3
16	2	5	3	5	2	5	1	5
17	2	3	5	4	4	2	5	1
18	3	5	4	5	3	4	3	4
19	4	5	4	4	5	5	5	5
20	4	4	3	5	1	5	2	5
21	3	3	4	3	5	3	5	2
22	4	3	4	4	5	4	4	3
23	4	5	4	5	4	4	3	4
24	4	3	5	4	4	4	4	3
25	4	2	3	4	4	2	4	2
26	5	3	5	1	5	1	5	1
27	3	2	1	4	2	3	3	5
28	3	4	4	2	4	4	5	2
29	2	5	4	4	3	5	5	2
30	4	5	4	5	3	4	3	4

## APÉNDICE 6. Datos calculados propiedades organolépticas

Tabla XV. Datos calculados para prueba hedónica atributo aspecto

Panelistas	Tratamientos		Total de panelistas	cuadrado panelistas	Media de los panelistas	cuadrado respuesta individual	
	SIN	CON				SIN*SIN	CON*CON
1	4	3	7	49	3.5	16	9
2	4	4	8	64	4.0	16	16
3	3	3	6	36	3.0	9	9
4	4	5	9	81	4.5	16	25
5	3	4	7	49	3.5	9	16
6	5	5	10	100	5.0	25	25
7	4	2	6	36	3.0	16	4
8	4	2	6	36	3.0	16	4
9	4	3	7	49	3.5	16	9
10	4	3	7	49	3.5	16	9
11	5	3	8	64	4.0	25	9
12	4	4	8	64	4.0	16	16
13	4	4	8	64	4.0	16	16
14	5	5	10	100	5.0	25	25
15	3	2	5	25	2.5	9	4
16	2	5	7	49	3.5	4	25
17	2	3	5	25	2.5	4	9
18	3	5	8	64	4.0	9	25
19	4	5	9	81	4.5	16	25
20	4	4	8	64	4.0	16	16
21	3	3	6	36	3.0	9	9
22	4	3	7	49	3.5	16	9
23	4	5	9	81	4.5	16	25
24	4	3	7	49	3.5	16	9
25	4	2	6	36	3.0	16	4
26	5	3	8	64	4.0	25	9
27	3	2	5	25	2.5	9	4
28	3	4	7	49	3.5	9	16
29	2	5	7	49	3.5	4	25
30	4	5	9	81	4.5	16	25
Total de tratamientos	111	109	220	GRAN TOTAL		431	431
cuadrado tratamientos	12321	11881	24202	1668			862
Media de los tratamientos	3.7	3.6					

Cálculo de muestra ANOVA atributo aspecto

Factor de corrección:  $FC = \frac{(GRAN \cdot TOTAL)^2}{N(T)} = (220 \cdot 220) / (30 \cdot 2) = 806.7$

$N(T) = \text{número total de respuestas individuales} = \text{número de tratamientos} \cdot \text{número de panelistas} = N(Tr) \cdot N(P)$

Suma total de los cuadrados  $SC(T) = \sum (\text{cada respuesta individual}^2) - FC = 862 - 806.7 = 55.3$

Suma de los cuadrados de los tratamientos  $SC(Tr) = \frac{\sum (\text{total de cada tratamiento}^2)}{\text{número de respuestas por tratamiento}} - FC = (24202/30) - 806.7 = 0.067$

Suma de los cuadrados de los panelistas  $SC(P) = \frac{\sum (\text{total de cada panelista}^2)}{\text{número de respuestas por panelista}} - FC = (1668/2) - 806.7 = 27.3$

Suma de los cuadrados del error  $SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) = 55.3 - 0.067 - 27.3 = 27.9$

Fuente de variación	Total respuestas (T)	Tratamientos (Tr)	Panelistas (P)	Errores (E)
Grados de libertad gl	$N(T) - 1$ $= 60 - 1 = 59$	$N(Tr) - 1$ $= 2 - 1 = 1$	$N(P) - 1$ $= 30 - 1 = 29$	$gl(T) - gl(Tr) - gl(P)$ $= 59 - 1 - 29 = 29$
Promedio de los cuadrados CM		$SC(Tr) / gl(Tr)$ $= 0.067 / 1 = 0.067$	$SC(P) / gl(P)$ $= 27.3 / 29 = 0.94$	$SC(E) / gl(E)$ $= 27.9 / 29 = 0.96$
F calculados		$CM(Tr) / CM(E)$ $0.067 / .96 = 0.07$	$CM(P) / CM(E)$ $0.94 / .96 = 0.98$	
F tabulados		4.183 <b>NO</b>	1.86 <b>NO</b>	

**Tabla XVI. Datos calculados para prueba hedónica atributo sabor**

Panelistas	Tratamientos		Total de panelistas	cuadrado panelistas	Media de los panelistas	cuadrado respuesta individual	
	SIN	CON				SIN*SIN	CON*CON
1	5	3	8	64	4.0	25	9
2	2	2	4	16	2.0	4	4
3	4	5	9	81	4.5	16	25
4	5	3	8	64	4.0	25	9
5	4	4	8	64	4.0	16	16
6	5	5	10	100	5.0	25	25
7	4	3	7	49	3.5	16	9
8	3	4	7	49	3.5	9	16
9	5	3	8	64	4.0	25	9
10	5	3	8	64	4.0	25	9
11	5	3	8	64	4.0	25	9
12	5	4	9	81	4.5	25	16
13	5	4	9	81	4.5	25	16
14	4	5	9	81	4.5	16	25
15	4	4	8	64	4.0	16	16
16	3	5	8	64	4.0	9	25
17	5	4	9	81	4.5	25	16
18	4	5	9	81	4.5	16	25
19	4	4	8	64	4.0	16	16
20	3	5	8	64	4.0	9	25
21	4	3	7	49	3.5	16	9
22	4	4	8	64	4.0	16	16
23	4	5	9	81	4.5	16	25
24	5	4	9	81	4.5	25	16
25	3	4	7	49	3.5	9	16
26	5	1	6	36	3.0	25	1
27	1	4	5	25	2.5	1	16
28	4	2	6	36	3.0	16	4
29	4	4	8	64	4.0	16	16
30	4	5	9	81	4.5	16	25
Total de tratamientos	122	114	236	GRAN TOTAL		524	464
cuadrado tratamientos	14884	12996	27880	1906			988
Media de los tratamientos	4.1	3.8					

Cálculo de muestra ANOVA atributo sabor

Factor de corrección:  $FC = \frac{(GRAN \cdot TOTAL)^2}{N(T)} = (236 \cdot 236) / (30 \cdot 2) = 928.3$

$N(T) = \text{número total de respuestas individuales} = \text{número de tratamientos} \cdot \text{número de panelistas} = N(Tr) \cdot N(P)$

Suma total de los cuadrados  $SC(T) = \sum(\text{cada respuesta individual}^2) - FC = 988 - 928.3 = 59.7$

Suma de los cuadrados de los tratamientos  $SC(Tr) = \frac{\sum(\text{total de cada tratamiento}^2)}{\text{número de respuestas por tratamiento}} - FC = (27880/30) - 928.3 = 1.067$

Suma de los cuadrados de los panelistas  $SC(P) = \frac{\sum(\text{total de cada panelista}^2)}{\text{número de respuestas por panelista}} - FC = (1906/2) - 928.3 = 24.7$

Suma de los cuadrados del error  $SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) = 59.7 - 1.067 - 24.7 = 33.9$

Fuente de variación	Total respuestas (T)	Tratamientos (Tr)	Panelistas (P)	Errores (E)
Grados de libertad gl	$N(T) - 1$ $= 60 - 1 = 59$	$N(Tr) - 1$ $= 2 - 1 = 1$	$N(P) - 1$ $= 30 - 1 = 29$	$gl(T) - gl(Tr) - gl(P)$ $= 59 - 1 - 29 = 29$
Promedio de los cuadrados CM		$SC(Tr) / gl(Tr)$ $= 1.067 / 1 = 1.067$	$SC(P) / gl(P)$ $= 24.7 / 29 = 0.85$	$SC(E) / gl(E)$ $= 33.9 / 29 = 1.17$
F calculados		$CM(Tr) / CM(E)$ $1.067 / 1.17 = 0.91$	$CM(P) / CM(E)$ $0.85 / 1.17 = 0.73$	
F tabulados		4.183 <b>NO</b>	1.86 <b>NO</b>	

**Tabla XVII. Datos calculados para prueba hedónica atributo olor**

Panelistas	Tratamientos		Total de panelistas	cuadrado panelistas	Media de los panelistas	cuadrado respuesta individual	
	SIN	CON				SIN*SIN	CON*CON
1	5	4	9	81	4.5	25	16
2	5	5	10	100	5.0	25	25
3	4	4	8	64	4.0	16	16
4	4	5	9	81	4.5	16	25
5	4	4	8	64	4.0	16	16
6	5	5	10	100	5.0	25	25
7	3	3	6	36	3.0	9	9
8	3	4	7	49	3.5	9	16
9	4	2	6	36	3.0	16	4
10	3	2	5	25	2.5	9	4
11	5	3	8	64	4.0	25	9
12	4	4	8	64	4.0	16	16
13	4	4	8	64	4.0	16	16
14	4	4	8	64	4.0	16	16
15	4	3	7	49	3.5	16	9
16	2	5	7	49	3.5	4	25
17	4	2	6	36	3.0	16	4
18	3	4	7	49	3.5	9	16
19	5	5	10	100	5.0	25	25
20	1	5	6	36	3.0	1	25
21	5	3	8	64	4.0	25	9
22	5	4	9	81	4.5	25	16
23	4	4	8	64	4.0	16	16
24	4	4	8	64	4.0	16	16
25	4	2	6	36	3.0	16	4
26	5	1	6	36	3.0	25	1
27	2	3	5	25	2.5	4	9
28	4	4	8	64	4.0	16	16
29	3	5	8	64	4.0	9	25
30	3	4	7	49	3.5	9	16
Total de tratamientos	115	111	226	GRAN TOTAL		471	445
cuadrado tratamientos	13225	12321	25546	1758			916
Media de los tratamientos	3.8	3.7					

Cálculo de muestra ANOVA atributo olor

Factor de corrección:  $FC = \frac{(GRAN \quad TOTAL)^2}{N(T)}$   $= (226*226)/(30*2) = 851.3$

$N(T) = \text{número total de respuestas individuales} = \text{número de tratamientos} * \text{número de panelistas} = N(Tr) * N(P)$

Suma total de los cuadrados  $SC(T) = \sum (cada \quad respuesta \quad individual^2) - FC = 916 - 851.3 = 64.7$

Suma de los cuadrados de los tratamientos  $SC(Tr) = \frac{\sum (total \quad de \quad cada \quad tratamient \quad o^2)}{\text{número de respuestas por tratamiento}} - FC = (25546/30) - 851.3 = 0.267$

Suma de los cuadrados de los panelistas  $SC(P) = \frac{\sum (total \quad de \quad cada \quad panelista^2)}{\text{número de respuestas por panelista}} - FC = (1758/2) - 851.3 = 27.7$

Suma de los cuadrados del error  $SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) = 64.7 - 0.267 - 27.7 = 36.7$

Fuente de variación	Total respuestas (T)	Tratamientos (Tr)	Panelistas (P)	Errores (E)
Grados de libertad gl	$N(T) - 1$ $= 60 - 1 = 59$	$N(Tr) - 1$ $= 2 - 1 = 1$	$N(P) - 1$ $= 30 - 1 = 29$	$gl(T) - gl(Tr) - gl(P)$ $= 59 - 1 - 29 = 29$
Promedio de los cuadrados CM		$SC(Tr) / gl(Tr)$ $= 0.267/1 = 0.267$	$SC(P) / gl(P)$ $= 27.7/29 = 0.956$	$SC(E) / gl(E)$ $= 36.7 / 29 = 1.27$
F calculados		$CM(Tr)/CM(E)$ $0.267/1.27 = 0.21$	$CM(P)/CM(E)$ $0.96/1.27 = 0.75$	
F tabulados		4.183 <b>NO</b>	1.86 <b>NO</b>	

**Tabla XVIII. Datos calculados para prueba hedónica atributo textura**

Panelistas	Tratamientos		Total de panelistas	cuadrado panelistas	Media de los panelistas	cuadrado respuesta individual	
	SIN	CON				SIN*SIN	CON*CON
1	4	4	8	64	4.0	16	16
2	2	4	6	36	3.0	4	16
3	5	4	9	81	4.5	25	16
4	5	3	8	64	4.0	25	9
5	3	3	6	36	3.0	9	9
6	4	3	7	49	3.5	16	9
7	5	5	10	100	5.0	25	25
8	2	5	7	49	3.5	4	25
9	4	2	6	36	3.0	16	4
10	5	5	10	100	5.0	25	25
11	5	3	8	64	4.0	25	9
12	3	3	6	36	3.0	9	9
13	5	4	9	81	4.5	25	16
14	5	5	10	100	5.0	25	25
15	3	3	6	36	3.0	9	9
16	1	5	6	36	3.0	1	25
17	5	1	6	36	3.0	25	1
18	3	4	7	49	3.5	9	16
19	5	5	10	100	5.0	25	25
20	2	5	7	49	3.5	4	25
21	5	2	7	49	3.5	25	4
22	4	3	7	49	3.5	16	9
23	3	4	7	49	3.5	9	16
24	4	3	7	49	3.5	16	9
25	4	2	6	36	3.0	16	4
26	5	1	6	36	3.0	25	1
27	3	5	8	64	4.0	9	25
28	5	2	7	49	3.5	25	4
29	5	2	7	49	3.5	25	4
30	3	4	7	49	3.5	9	16
Total de tratamientos	117	104	221	GRAN TOTAL		497	406
cuadrado tratamientos	13689	10816	24505	1681			903
Media de los tratamientos	3.9	3.5					

Cálculo de muestra ANOVA atributo textura

Factor de corrección:  $FC = \frac{(GRAN \quad TOTAL)^2}{N(T)}$   $= (221 * 221) / (30 * 2) = 814.0$

$N(T) = \text{número total de respuestas individuales} = \text{número de tratamientos} * \text{número de panelistas} = N(Tr) * N(P)$

Suma total de los cuadrados  $SC(T) = \sum (\text{cada respuesta individual}^2) - FC = 903 - 814 = 89.0$

Suma de los cuadrados de los tratamientos  $SC(Tr) = \frac{\sum (\text{total de cada tratamiento}^2)}{\text{número de respuestas por tratamiento}} - FC = (24505/30) - 814 = 2.817$

Suma de los cuadrados de los panelistas  $SC(P) = \frac{\sum (\text{total de cada panelista}^2)}{\text{número de respuestas por panelista}} - FC = (1681/2) - 814 = 26.5$

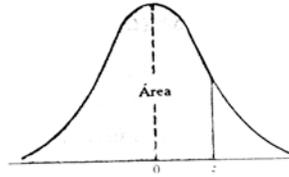
Suma de los cuadrados del error  $SC(E) = SC(T) - SC(Tr) - SC(P) = 89 - 2.817 - 26.5 = 59.7$

Fuente de variación	Total respuestas (T)	Tratamientos (Tr)	Panelistas (P)	Errores (E)
Grados de libertad gl	$N(T) - 1$ $= 60 - 1 = 59$	$N(Tr) - 1$ $= 2 - 1 = 1$	$N(P) - 1$ $= 30 - 1 = 29$	$gl(T) - gl(Tr) - gl(P)$ $= 59 - 1 - 29 = 29$
Promedio de los cuadrados CM		$SC(Tr) / gl(Tr)$ $= 2.817 / 1 = 2.817$	$SC(P) / gl(P)$ $= 26.5 / 29 = 0.913$	$SC(E) / gl(E)$ $= 59.7 / 29 = 2.06$
F calculados		$CM(Tr) / CM(E)$ $2.817 / 2.06 = 1.37$	$CM(P) / CM(E)$ $0.91 / 2.06 = 0.44$	
F tabulados		4.183 <b>NO</b>	1.86 <b>NO</b>	



## ANEXOS

### ANEXO 1. Áreas bajo la curva normal



**Tabla A.3** Áreas bajo la curva normal

<i>z</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0722	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

**Tabla A.3** (Continuación) Áreas bajo la curva normal

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9278	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

FUENTE: Ronald Walpole. Probabilidad y estadística. 731 y 732.

## ANEXO 2. Potenciómetro HANNA Instruments HI 9321



Hanna Bench pH Meter C/W Auto Buffer Ref: HI-9321

Range, resolution: 0 to 14,  $\pm 0.01$  pH;  $\pm 1,999$ ,  $\pm 1$ mV (ORP);

$\pm 399.9$ ,  $\pm 0.1$ mV (ISE); 0 to 100,  $\pm 0.1$ °C

Temp. compensation: manual or automatic 0 to 100°C with temperature probe included

Calibration: automatic one- or two-point; preprogrammed with five standard buffers; READY indicator confirms calibration

Features:

Simultaneous display of pH/mV and °C

Supplied complete with combination electrode (not recommended for use with Tris buffers), articulated electrode holder, dust cover, three buffers, and 220V AC adapter, CE compliant

Continue Shopping

FUENTE: [http://72.29.67.206/acatalog/info\\_HI\\_9321.html](http://72.29.67.206/acatalog/info_HI_9321.html).

### ANEXO 3. Prueba binomial de un extremo

Prueba Binomial de Un Extremo  
 Probabilidad de X o más juicios correctos en n pruebas (p = 1/3)

n \ X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
5	888	830	210	048	004																								
6	812	648	320	100	018	001																							
7	641	737	428	173	048	007																							
8	681	806	832	268	088	020	003																						
9	874	887	823	380	148	042	008	001																					
10	883	898	701	441	213	077	020	003																					
11	888	828	788	827	280	122	039	009	001																				
12	902	848	819	807	386	178	066	019	004	001																			
13	908	881	881	878	448	241	104	038	009	002																			
14	907	873	898	739	824	310	149	068	017	004	001																		
15	908	881	821	791	898	382	203	088	031	008	002																		
16	908	888	841	834	881	483	283	128	060	018	004	001																	
17	909	890	886	870	719	822	328	172	078	027	008	002																	
18	900	887	898	786	888	391	223	108	043	014	004	001																	
19	908	878	821	812	848	487	279	148	086	024	007	002																	
20	907	882	840	848	703	821	338	191	092	038	013	004	001																
21	908	887	884	879	781	881	388	240	128	068	021	007	002																
22	908	891	888	804	794	838	480	283	183	079	033	012	003	001															
23	909	893	874	824	831	890	519	349	208	107	048	019	006	002															
24	909	898	880	841	882	737	578	408	254	140	068	028	010	003	001														
25	909	898	888	884	888	778	630	482	304	178	082	042	016	006	002														
26	907	880	884	810	818	679	618	387	220	121	068	028	009	003	001														
27	908	882	872	828	847	728	572	411	268	164	079	038	014	008	002														
28	909	884	879	843	874	788	623	464	314	191	104	060	022	008	003	001													
29	909	886	884	888	887	801	670	517	364	232	133	068	031	013	008	001													
30	907	888	886	816	833	714	588	418	278	168	090	043	019	007	002	001													
31	908	891	872	832	861	754	617	468	322	203	118	059	027	011	004	001													
32	908	893	878	848	888	789	682	518	370	243	144	078	038	016	008	002	001												
33	909	898	883	887	908	821	708	568	419	288	177	100	061	023	010	004	001												
34	909	898	887	888	922	849	744	612	488	330	213	128	067	033	014	008	002	001											
35	909	897	890	873	937	873	779	688	518	378	252	158	087	044	020	009	003	001											
36	908	892	878	848	898	810	697	582	422	293	187	109	068	028	012	008	002	001											
37	908	894	883	888	913	838	738	607	469	338	223	138	078	038	018	007	003	001											
38	909	896	887	887	928	863	789	650	518	381	261	164	098	061	028	011	004	002	001										
39	909	897	890	873	941	888	800	689	580	428	301	198	118	068	033	016	007	003	001										
40	907	892	879	882	903	829	728	603	470	342	231	144	083	044	021	010	004	001											
41	908	894	883	881	920	854	761	644	518	388	268	173	104	067	029	014	008	002	001										
42	909	898	887	888	933	878	791	683	588	428	307	208	127	073	038	019	008	003	001										
43	909	898	890	874	948	898	820	719	600	471	347	239	153	091	060	028	012	008	002	001									
44	909	897	892	880	958	912	848	753	639	514	389	278	182	111	063	033	016	007	003	001									
45	909	898	894	884	963	928	867	783	677	588	430	313	213	138	079	043	022	010	004	002	001								
46	908	898	898	870	938	887	811	713	598	472	352	248	161	088	058	029	014	008	003	001									
47	909	898	890	876	949	904	838	748	638	514	392	282	189	119	070	038	019	009	004	002	001								
48	909	897	892	880	958	919	859	778	672	584	433	318	220	142	088	048	028	012	008	002	001								
49	909	898	894	884	968	932	879	803	708	593	473	358	253	168	108	061	033	017	008	003	001								
50	909	898	898	887	972	943	898	829	739	631	513	398	287	198	128	078	042	022	011	008	002	001							

Nota: Se ha omitido la coma del decimal inicial.

FUENTE: B. M. Watts. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. 142.

**ANEXO 4. Distribución de F al nivel de significancia de 5%**

**Distribución de F al  
Nivel de Significancia de 5 %**

$\nu_1 \backslash \nu_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8868	8.8452	8.8123
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3883	6.2560	6.1631	6.0942	6.0410	6.9988
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725
6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2066	4.1468	4.0990
7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767
8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8378	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881
9	5.1174	4.2665	3.8626	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480	2.8962
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419
23	4.2793	3.4221	3.0280	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821
26	4.2252	3.3690	2.9751	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107
40	4.0848	3.2317	2.8387	2.6060	2.4495	2.3359	2.2490	2.1802	2.1240
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2540	2.1665	2.0970	2.0401
120	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2900	2.1750	2.0867	2.0164	1.9588
$\infty$	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799

Esta tabla da los valores de F para la que  $I_F(\nu_1, \nu_2) = 0,05$ .

**Distribución de F al  
Nivel de Significancia de 5%**

$\nu_1 \backslash \nu_2$	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.09	251.14	252.20	253.25	254.32
2	19.396	19.413	19.429	19.446	19.454	19.462	19.471	19.479	19.487	19.496
3	8.7855	8.7446	8.7029	8.6602	8.6385	8.6166	8.5944	8.5720	8.5494	8.5265
4	5.9644	5.9117	5.8578	5.8025	5.7744	5.7459	5.7170	5.6878	5.6581	5.6281
5	4.7351	4.6777	4.6188	4.5581	4.5272	4.4957	4.4638	4.4314	4.3984	4.3650
6	4.0600	3.9999	3.9381	3.8742	3.8415	3.8082	3.7743	3.7398	3.7047	3.6688
7	3.6365	3.5747	3.5108	3.4445	3.4105	3.3758	3.3404	3.3043	3.2674	3.2298
8	3.3472	3.2840	3.2184	3.1503	3.1152	3.0794	3.0428	3.0053	2.9669	2.9276
9	3.1373	3.0729	3.0061	2.9365	2.9005	2.8637	2.8259	2.7872	2.7475	2.7067
10	2.9782	2.9130	2.8450	2.7740	2.7372	2.6996	2.6609	2.6211	2.5801	2.5379
11	2.8536	2.7876	2.7186	2.6464	2.6090	2.5705	2.5309	2.4901	2.4480	2.4045
12	2.7534	2.6866	2.6169	2.5436	2.5055	2.4663	2.4259	2.3842	2.3410	2.2962
13	2.6710	2.6037	2.5331	2.4589	2.4202	2.3803	2.3392	2.2966	2.2524	2.2064
14	2.6021	2.5342	2.4630	2.3879	2.3487	2.3082	2.2664	2.2230	2.1778	2.1307
15	2.5437	2.4753	2.4035	2.3275	2.2878	2.2468	2.2043	2.1601	2.1141	2.0658
16	2.4935	2.4247	2.3522	2.2756	2.2354	2.1938	2.1507	2.1058	2.0589	2.0096
17	2.4499	2.3807	2.3077	2.2304	2.1898	2.1477	2.1040	2.0584	2.0107	1.9604
18	2.4117	2.3421	2.2686	2.1906	2.1497	2.1071	2.0629	2.0166	1.9681	1.9168
19	2.3779	2.3080	2.2341	2.1555	2.1141	2.0712	2.0264	1.9796	1.9302	1.8780
20	2.3479	2.2776	2.2033	2.1242	2.0825	2.0391	1.9938	1.9464	1.8963	1.8432
21	2.3210	2.2504	2.1757	2.0960	2.0540	2.0102	1.9645	1.9165	1.8657	1.8117
22	2.2967	2.2258	2.1508	2.0707	2.0283	1.9842	1.9380	1.8895	1.8380	1.7831
23	2.2747	2.2036	2.1282	2.0476	2.0050	1.9605	1.9139	1.8649	1.8128	1.7570
24	2.2547	2.1834	2.1077	2.0267	1.9838	1.9390	1.8920	1.8424	1.7897	1.7331
25	2.2365	2.1649	2.0889	2.0075	1.9643	1.9192	1.8718	1.8217	1.7684	1.7110
26	2.2197	2.1479	2.0716	1.9898	1.9464	1.9010	1.8533	1.8027	1.7488	1.6906
27	2.2043	2.1323	2.0558	1.9736	1.9299	1.8842	1.8361	1.7851	1.7307	1.6717
28	2.1900	2.1179	2.0411	1.9586	1.9147	1.8687	1.8203	1.7689	1.7138	1.6541
29	2.1768	2.1045	2.0275	1.9446	1.9005	1.8543	1.8055	1.7537	1.6981	1.6377
30	2.1646	2.0921	2.0148	1.9317	1.8874	1.8409	1.7918	1.7396	1.6835	1.6223
40	2.0772	2.0035	1.9245	1.8389	1.7929	1.7444	1.6928	1.6373	1.5766	1.5089
60	1.9926	1.9174	1.8364	1.7480	1.7001	1.6491	1.5943	1.5343	1.4673	1.3893
120	1.9105	1.8337	1.7505	1.6587	1.6084	1.5543	1.4952	1.4290	1.3519	1.2539
$\infty$	1.8307	1.7522	1.6664	1.5705	1.5173	1.4591	1.3940	1.3180	1.2214	1.0000

$$F = (s_1^2/s_2^2) - (\nu_2 S_1)/(\nu_1 S_2).$$

FUENTE: B. M. Watts. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. 134 y 135.