



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

# **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO**

**Pamela Juárez Noriega**

Asesorado por: Licda. Carmen Rosa Godoy Méndez

**Guatemala, abril de 2010**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL  
DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS  
POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**PAMELA JUÁREZ NORIEGA**

ASESORADO POR: LICDA. CARMEN ROSA GODOY MÉNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2010

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	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

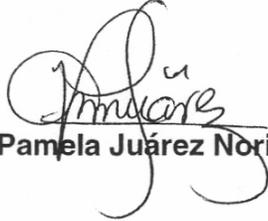
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO,**

tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de septiembre del 2007.

  
**Pamela Juárez Noriega**

Guatemala, 19 de marzo del 2009

Señor Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he tenido a la vista el trabajo de graduación del estudiante universitario Pamela Juárez Noriega, titulado: **"EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO"**, el cual lo encuentro satisfactorio.

En tal virtud, lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**



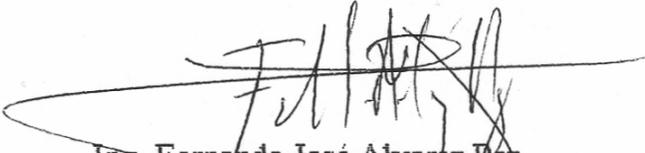
---

**Lic. MSc. Carmen Rosa Godoy Méndez**  
**Asesora de Trabajo de Graduación**  
**Colegiada: 2,024**  
**Química Bióloga**



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO**, presentado por la estudiante **Pamela Juárez Noriega**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Fernando José Álvarez Rax  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

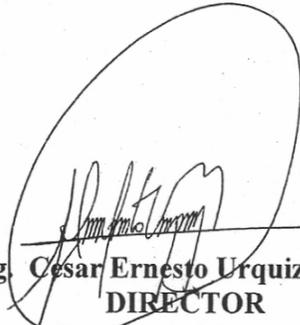
Guatemala, Octubre de 2009.

/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO**, presentado por el estudiante universitario **Pamela Juárez Noriega**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2010.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.115.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS AVÍCOLAS PROCESADOS POR CONGELAMIENTO LENTO Y RÁPIDO**, presentado por la estudiante universitaria **Pamela Juárez Noriega**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to be 'Murphy Olimpo Paiz Recinos', written over a large, empty oval shape.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, abril de 2010.



/gdech

## **DEDICATORIA**

**A:**

**DIOS**

Motor que me inspiró seguir a pesar de las dificultades.

**MIS PADRES**

Miguel Ángel y Brenda

Por su amor y dedicación, que este éxito sirva como recompensa a su esfuerzo.

**MI ESPOSO**

Pablo

Por ser mi soporte en todo momento.

**MIS HERMANOS**

José Miguel, Juan Pablo y Josué Benjamín

Por las vivencias y enseñanzas compartidas, así como su apoyo incondicional.

**MIS ABUELOS**

Ana Miriam,

Dina y Miguel Ángel

Con su cariño y entrega me enseñaron a superar los obstáculos.

**MIS TÍOS**

Especialmente a Sandra y Cory

Que con su ejemplo impulsaron este triunfo.

**MI ASESORA**

Licda. Carmen Rosa Godoy

Por su ayuda y asesoría para la elaboración de este trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIX</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1 La empresa	1
1.1.1 Localización de la planta	1
1.1.2 Distribución de la planta	1
1.1.3 Estructura organizacional	2
1.1.4 Descripción de puestos	3
1.1.4.1 Gerente de planta	3
1.1.4.2 Jefe de operaciones	3
1.1.4.3 Jefe de distribución	3
1.2 Características del producto	4
1.2.1 Descripción del producto	4
1.2.1.1 Principales productos	4
1.2.2 Descripción del proceso	5
1.2.2.1 Descarga de furgones	5
1.2.2.2 Selección de pesos	6
1.2.2.3 Preparación de pedidos	7
1.2.2.4 Selección de rutas	8
1.2.2.5 Despacho de rutas	8
1.2.3 Descripción del equipo principal	9

1.3	Métodos de congelamiento	10
1.3.1	Aspectos generales	10
1.3.2	Sistemas de congelamiento de alimentos	12
1.3.2.1	Congeladores de aire	12
1.3.2.2	Congeladores criogénicos	13
1.3.3	Cambios en la calidad debido al almacenamiento en congelación	14
1.3.3.1	Desnaturalización de proteínas	15
1.3.3.2	Desnaturalización por daño mecánico	15
1.3.3.3	Desnaturalización por concentración de sales	16
1.3.3.4	Desnaturalización por oxidación	17
1.4	Análisis sensorial	18
1.4.1	Los cinco sentidos	19
1.4.1.1	La vista	19
1.4.1.2	El olfato	20
1.4.1.3	El gusto	22
1.4.1.4	El tacto	24
1.4.1.5	El oído	25
1.4.2	Las propiedades sensoriales	26
1.4.2.1	El color	26
1.4.2.1.1	Evaluación sensorial del color	27
1.4.2.1.2	Enmascaramiento del color	28
1.4.2.2	El olor	29
1.4.2.3	El aroma	31
1.4.2.4	El gusto o sabor básico	31
1.4.2.5	El sabor	31
1.4.2.6	La textura	32
1.4.2.6.1	Evaluación instrumental de la textura	33
1.4.2.6.2	Evaluación sensorial de la textura	34

<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN</b>	<b>37</b>
<b>    SENSORIAL</b>	
2.1 Métodos de evaluación sensorial para medir calidad en alimentos congelados	37
2.1.1 Los jueces y las condiciones de prueba	37
2.1.1.1 Los jueces	37
2.1.1.1.1 Tipos de jueces	37
2.1.1.1.2 Selección de jueces	41
2.1.1.1.3 Entrenamiento	44
2.1.1.2 Las condiciones de prueba	48
2.1.1.2.1 Área de prueba y preparación	48
2.1.1.2.2 Temperatura de muestras	52
2.1.1.2.3 Horario para las pruebas	53
2.1.1.2.4 Cantidad de muestras	54
2.1.1.2.5 Vehículos	55
2.1.1.2.6 Diluciones	56
2.1.1.2.7 Número de muestras	56
2.1.1.2.8 Calentamiento	57
2.1.2 Las pruebas sensoriales	57
2.1.2.1 Pruebas afectivas	58
2.1.2.2 Pruebas discriminativas	59
2.1.2.3 Pruebas descriptivas	60
2.2 Aspectos sobre la calidad del pollo congelado	61
2.2.1 Color, apariencia y aceptación de los consumidores	62
2.2.1.1 Apariencia superficial	62
2.2.1.2 Oscurecimiento de los huesos	63
2.2.1.3 Velocidades de congelación	64
2.2.1.4 Almacenamiento	66

2.2.2 Reacciones químicas intrínsecas durante el almacenamiento	67
2.2.2.1 Oxidación de lípidos	67
2.2.2.2 Desnaturalización de proteínas	69
2.2.2.3 Actividad de microorganismos	69
2.2.3 Factores de estabilidad y aceptación	70
2.3 Sistema de evaluación sensorial en la Industria Avícola	71
<b>3. PROPUESTA DE LA EVALUACIÓN</b>	<b>73</b>
3.1 Planteamiento del problema	73
3.1.1 Problema	73
3.1.2 Hipótesis	74
3.1.3 Variables	74
3.1.3.1 Definición de variables	75
3.1.4 Alcances	76
3.1.5 Límites	76
3.1.6 Aportes	77
3.2 Métodos a utilizar	78
3.2.1 Evaluación dúo-trío	79
3.2.1.1 Procedimiento	79
3.2.1.2 Interpretación	80
3.2.2 Evaluación triangular	81
3.2.2.1 Procedimiento	81
3.2.2.2 Interpretación	82
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN</b>	<b>83</b>
4.1 Sujetos	83
4.2 Instrumentos	84
4.2.1 Cuarto de congelación (Blast-Freezing)	84

4.2.2 Túnel IQF	84
4.2.3 Canastas plásticas	85
4.2.4 Bolsas plásticas	85
4.2.5 Guantes desechables	85
4.2.6 Computadora	85
4.2.7 Platos y vasos desechables	86
4.2.8 Ollas	86
4.2.9 Tenedores	86
4.2.10 Termómetro	86
4.2.11 Encuesta	87
4.3 Procedimiento	87
4.4 Encuestas	90
4.4.1 Evaluación dúo-trío	90
4.4.2 Evaluación triangular	91
4.5 Diseño y metodología estadística	92
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>93</b>
5.1 Tabulación de encuestas	93
5.1.1 Primer mes	94
5.1.2 Segundo mes	95
5.1.3 Tercer mes	96
5.2 Resultados obtenidos	97
5.3 Análisis estadístico	99
5.4 Discusión de resultados	103
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>117</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Área de descarga de furgones	6
2	Canastas aperchadas conteniendo producto avícola	6
3	Pesaje de producto al momento del despacho	7
4	Despacho a distribuidoras departamentales	9
5	Distribución de cámaras almacenadoras	10
6	Partes fundamentales del ojo	19
7	Cavidad nasal y sus partes	21
8	La lengua y sus partes sensibles a los diferentes sabores	23
9	La piel y sus partes	24
10	Partes del oído	25
11	Mecanismo de interferencia del color con otras propiedades sensoriales de los alimentos	29
12	Grupo de jueces evaluadores	42
13	Modelos de cabinas de evaluación sensorial	49
14	Cubículo para evaluación sensorial	50
15	Charola giratoria para presentación de muestras y estándares de alimentos, usada en pruebas descriptivas de análisis de perfiles sensoriales	51
16	Ejemplo de cuestionario para prueba dúo-trío	80
17	Ejemplo de cuestionario para prueba triangular	82
18	Gráfica de resultados obtenidos en la prueba dúo-trío en los tres meses de evaluación	98
19	Gráfica de resultados obtenidos en la prueba triangular en los tres meses de evaluación	99

20	Ejemplo de cuestionario para definir el nivel socioeconómico de los jueces	115
21	Plan de muestreo según CODEX	117

## **TABLAS**

I	Tabulación de resultados pertenecientes al primer mes de prueba	94
II	Tabulación de resultados pertenecientes al segundo mes de prueba	95
III	Tabulación de resultados pertenecientes al tercer mes de prueba	96
IV	Tabla de significancia utilizada para la prueba dúo-trío (Fragmento)	100
V	Tabla de significancia utilizada para la prueba triangular (Fragmento)	102
VI	Tabla de números aleatorios	116
VII	Tabla de significancia para pruebas de dos muestras	118
VIII	Tabla para interpretación de resultados de la prueba triangular	119

## **GLOSARIO**

<b>Aperchar</b>	Se le llama al hecho de sobreponer varias canastas plásticas hasta formar una columna fácil de manejar.
<b>Beneficio</b>	Se refiere al conjunto de pasos para el sacrificio de aves.
<b>Cámaras refrigeradas</b>	Compartimentos destinados a almacenar cosas a temperaturas de refrigeración (-2 a 2°C).
<b>Cliente intermediario</b>	Cliente mayoritario que vende el producto al consumidor final.

**Convección**

Es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La *convección* se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama *convección* en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

**Dilatación**

Se le denomina al cambio de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al cambio de temperatura que se provoca en ella por cualquier medio.

**Estructuras nativas**

Es la estructura de una macromolécula tal como existe en la naturaleza.

**Exudación**

Salida de una sustancia o un líquido a través de los poros o las grietas del recipiente que lo contiene.

<b>Fuerza electrostática</b>	Se le llama a la fuerza con que se repelen dos electrones con una distancia “r” entre sí.
<b>Hemoglobina</b>	Es la sustancia química de la sangre contenida en los glóbulos rojos y encargada del transporte del oxígeno desde los pulmones a todos los tejidos del organismo.
<b>Hidrosolubles</b>	Se llama hidrosolubles a las sustancias solubles en agua.
<b>Manufactura</b>	Describe la transformación de materias primas en productos terminados para su venta.
<b>pH</b>	Es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones o cationes hidrógeno [H <sup>+</sup> ] presentes en determinada sustancia.
<b>Potencial iónico</b>	También llamado energía de ionización, es la energía que hay que suministrar a un átomo neutro, gaseoso y en estado fundamental, para arrancarle el electrón más débil retenido.

<b>Potencial redox</b>	Son las reacciones de transferencia de electrones. Esta transferencia se produce entre un conjunto de elementos químicos, uno oxidante y uno reductor (una forma reducida y una forma oxidada respectivamente).
<b>Presión osmótica</b>	Presión requerida para detener la ósmosis a través de una membrana semipermeable entre una solución y su solvente puro.
<b>Producto beneficiado</b>	Son productos derivados de un sacrificio o beneficio de animales
<b>Producto fresco</b>	Término que se refiere a producto con menos de 8 días de beneficiado y que se ha mantenido en el rango de temperatura de refrigeración (-2 a 2°C).
<b>Propiedades organolépticas</b>	Son el conjunto de descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, como por ejemplo su sabor, olor, color, textura. Todas estas sensaciones producen al comer una sensación agradable o desagradable.

<b>Re cristalización</b>	Proceso mediante el cual una masa de cristales pasa a través de una fase de solución desarrollando un nuevo sistema de cristales de la misma clase.
<b>Resultados significativos</b>	Cuando un resultado es lo suficientemente representativo (cuando alcanza el mínimo) para que pueda ser tenido en cuenta en un estudio.
<b>Rutas o trayectos lógicos</b>	Ruta o camino más eficiente y directo hacia el lugar de destino.
<b>Solubilidad</b>	Es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra.
<b>Soluto</b>	Sustancia minoritaria (aunque existen excepciones) en una disolución o, en general, a la sustancia de interés. Es una sustancia disuelta en un determinado disolvente. Lo más habitual es que se trate de un sólido que es contenido en una solución líquida.

**Trazabilidad**

“Se entiende como trazabilidad aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.” (Comité de Seguridad Alimentaria de AECOC)

**UEPS**

Siglas que significan últimas entradas-primeras salidas, nombre con el que se designa el método de valuación de inventarios que consiste en suponer que los últimos artículos en entrar al almacén o a la producción, son los primeros en salir.

**Viscosidad**

Un parámetro físico del agua que determinan la movilidad del agua. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad disminuye; esto significa que el agua será más móvil a mayores temperaturas.

## RESUMEN

El análisis sensorial es la evaluación de alimentos, por medio de los sentidos, lo cual representa una de las principales técnicas de calidad en la Industria Alimentaria. Específicamente en el área avícola nacional, colabora con el proceso de evaluación el desarrollo de nuevos productos, grado de apreciación en probables cambios de materias primas y, sobre todo, en el cambio de algún proceso.

En este trabajo de graduación se utilizó esta técnica para establecer, entre dos tipos de congelación, el procedimiento que menos deteriore, con el paso del tiempo, la calidad del pollo almacenado a temperaturas de congelado (-15°C). Los tipos de congelamiento que se compararon fueron: el lento que consiste en un cuarto refrigerado con temperaturas especiales para congelar (-20 a -40°C) y el congelamiento rápido, utilizando la tecnología IQF (Congelamiento Individual Rápido, por sus siglas en inglés).

Con el objetivo de evaluar tanto el sentido del gusto como el de la vista de los jueces, en este estudio se implementó dos tipos de prueba. En la primera prueba, se empleó producto cocido para comprobar si los jueces distinguían el sabor del pollo de cada uno de los procesos de congelación. En la segunda prueba, se compararon visualmente tres muestras, un pollo recién beneficiado como referencia, un pollo congelado rápidamente y otro lentamente. En esta el juez debía decidir cuál de las dos muestras presentaba mayor diferencias respecto a la referencia.

La hipótesis plantea que el congelamiento IQF conserva de mejor manera la calidad sensorial del pollo en comparación con un congelamiento lento. Finalmente, en el estudio se pudo observar que los resultados confirman esta hipótesis.



## OBJETIVOS

- **General:**

Evaluar y comparar sensorialmente los productos avícolas procesados por congelamiento lento y rápido.

- **Específicos:**

1. Comparar las diferencias existentes entre dos métodos de congelación (lento y rápido).
2. Determinar las ventajas y desventajas características en el congelamiento rápido y el congelación lento.
3. Establecer cuál de los dos métodos de congelación, en los productos avícolas, conserva mejor las características originales del producto.
4. Determinar si existen diferencias sensoriales significativas en la carne de pollo congelada lentamente y congelada rápidamente.
5. Establecer los métodos de evaluación sensorial que brinden más información para la comparación de los dos métodos de congelación en los productos alimenticios.

6. Identificar las diferencias que el consumidor final encuentra en la calidad del producto congelado rápidamente contra el congelado lentamente, al momento de la compra.
  
7. Identificar las diferencias que el consumidor final encuentra en la calidad del producto congelado rápidamente contra el congelado lentamente, luego de haber sido cocinado.

## INTRODUCCIÓN

La industria de pollo ha experimentado un crecimiento considerable en los últimos 10 años, y esta tendencia se especula que continuará en el mediano plazo. La carne de pollo es el producto de origen animal más consumido en el mundo, tanto por su bajo precio en el mercado basado en sus bajos costos de producción y comercialización, como por ser una de las fuentes de proteína más eficientes.

La producción, almacenamiento y mercadeo de volúmenes grandes, hacen de la temperatura uno de los puntos críticos de control más importantes dentro de esta industria. El almacenamiento en refrigeración y en congelación representan los medios más efectivos a largo plazo para mantener una alta calidad en el producto antes de llegar al consumidor.

En Guatemala, el mercado está cuantificado en 100 millones de pollos anuales. Es por esto que para poder satisfacer las demandas de producto durante épocas de mayor venta, es necesario tener excedentes de producción durante una parte del año para congelarlos y venderlos durante estas épocas.

Para llegar al consumidor final con un producto congelado que posea las características similares a un producto fresco, se debe de tomar en cuenta el tiempo que el producto va permanecer almacenado en congelamiento. Los métodos actuales de congelamiento lento en un cuarto de congelamiento lento (blast freezing, cámara congeladora) proporciona resultados buenos en cuanto a características microbiológicas, pero no así en cuanto a características sensoriales, por lo que para poder cambiar del método tradicional a un método de congelamiento rápido (IQF, Congelación Individual Rápida) se debe de tomar en cuenta si para la situación del mercado nacional vale la pena un cambio del tipo de congelamiento.

El presente trabajo de graduación determinará si en cuanto a características sensoriales en el producto, un congelamiento rápido posee diferencias comparándolo con un congelamiento lento. Así también se compararán los dos métodos contra un patrón estándar de pollo fresco, para al final del presente estudio poder concluir si es beneficioso (en cuanto a aceptación del producto por el consumidor final) cambiar el método tradicional de congelamiento lento por uno de congelamiento rápido de pollo, dentro de la Industria Avícola.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 La empresa**

### **1.1.1 Localización de la planta**

La planta en la cual se llevará a cabo el siguiente trabajo de graduación tiene a su disposición dos plantas procesadoras, una localizada en la Ciudad de Guatemala y otra en el departamento de Escuintla. Estas dos plantas son las encargadas de surtir el producto beneficiado y empacado a la Planta Comercializadora, que se encuentra en la ciudad de Guatemala. Esta última es la responsable de distribuir el producto a todo el país, tanto a clientes externos como a las distribuidoras departamentales, con base a los pedidos requeridos diariamente.

### **1.1.2 Distribución de la Planta**

La Planta Comercializadora está dividida en el Área de Operaciones y el Área Administrativa, de las cuales el área operativa utiliza más del 75% del terreno. Entre las actividades que se realizan en este espacio son: almacenaje y preparación de producto, descarga y carga de vehículos abastecedores, Área de Maniobras, Mantenimiento de equipo y Taller mecánico. El otro 25% se utiliza para el Área Administrativa, que es empleado para las oficinas del área de Ventas, Mercadeo, Recursos Humanos y Administración en general.

El área de Almacenaje o Cámaras, son cuartos fríos donde se almacena todo el producto que ingresa de las plantas procesadoras. Se dividen en dos tipos de Cámaras, dependiendo de la temperatura a la que se encuentran: las cámaras de congelado que deben de estar de  $-12^{\circ}\text{C}$  a  $-18^{\circ}\text{C}$ , como su nombre lo dice son utilizadas para almacenar el producto congelado. El producto que se mantiene en esta clase de cámaras puede estar almacenado un máximo de un año. El otro tipo son cámaras de Refrigeración, en las que se almacenan productos de recién ingreso o en un estado fresco, esto quiere decir que se encuentran en un rango de  $-2$  a  $2^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Éste tipo de almacenaje es utilizado para aquel producto que no reside más de 4 días en inventario, ya que por su misma naturaleza de perecedero no lo permite.

### **1.1.3 Estructura organizacional**

La Planta Comercializadora está encabezada por el Director de Comercialización, él es quien establece los objetivos anuales y las estrategias para alcanzar dichos objetivos. Dentro de sus colaboradores se encuentran el Gerente de Ventas, el Gerente Administrativo, el Gerente de Mercadeo y el Gerente de Planta.

Debido a que el proyecto se llevará a cabo directamente en el área de Cámaras, el estudio se enfocará más en dicho departamento.

El área de Cámaras está coordinada por el Gerente de Planta, con la colaboración del Jefe de Operaciones. Además de dicha jefatura, la gerencia de Planta tiene a su cargo los departamentos de Distribución y Mantenimiento, las cuales están administradas por un jefe cada uno.

## **1.1.4 Descripción de puestos**

### **1.1.4.1 Gerente de planta**

El encargado de este puesto tiene la responsabilidad de administrar y controlar toda el área de operaciones de la Distribuidora, unificando las tareas de Operaciones, Distribución y Mantenimiento, organizándolas de manera eficiente con tal de obtener un departamento más productivo.

### **1.1.4.2 Jefe de operaciones**

Ésta subdivisión es la encargada de llevar el control de toda la actividad de almacenaje y manipulación del producto. Administra todo lo referente a ingresos y salidas del producto, almacenaje de los productos, preparación de los pedidos para los clientes, etc. Para realizar dicho trabajo tiene en su línea directa a cuatro supervisores: tres en la Planta Comercializadora y un supervisor para coordinar los trabajos en los Centros de Acopio Departamentales.

### **1.1.4.3 Jefe de distribución**

Este puesto es el encargado de generar los trayectos lógicos de cada una de las rutas de venta, además de suministrar y coordinar los vehículos necesarios para la entrega de los pedidos a los diferentes clientes. Entre sus tareas se encuentran: controlar el ingreso y salida de camiones y furgones repartidores, control de kilometraje y mantenimientos preventivos o correctivos de los vehículos, además de los tiempos y movimientos de cada una de las rutas de reparto, etc.

## **1.2 Características del producto y del proceso**

### **1.2.1 Descripción del producto**

La industria avícola en la cual se realiza el proyecto, se dedica a la crianza, beneficio, procesamiento y comercialización de pollo fresco y congelado y sus productos derivados, teniendo como producto líder en venta el pollo entero en sus diferentes presentaciones. Además cuenta otro tipo de productos como los embutidos y pre-cocidos.

Antes de su beneficio y manufactura, los pollos crecen en granjas bajo estrictos controles que aseguran la calidad y la salud del animal, teniendo instalaciones higiénicas y libres de cualquier clase de contaminación. Éstos son alimentados y reforzados con todas las vitaminas, minerales y suplementos para que crezcan robustos y saludables. Sus productos son higiénicos y de calidad ya que son beneficiados y empacados en una de las plantas más modernas y con la mejor tecnología en Guatemala.

#### **1.2.1.1 Principales productos**

Un 70% de las ventas anuales se encuentran en los productos frescos, los cuales incluyen pollo entero, pierna con cuadril y pechuga en sus diferentes presentaciones. Debido al enfoque que se le dará a este proyecto, se describirán únicamente este tipo de productos:

1. POLLO ENTERO: Pollo completo beneficiado que cumple con las siguientes especificaciones de calidad: no hematomas, libre de cualquier materia extraña, libre de vísceras y de pluma.

2. **PIERNA:** Cuartos traseros de pollo de carne no pigmentada, que cumple con las siguientes especificaciones de calidad: no hematomas, no fracturas no dislocaciones, libre de cualquier materia extraña y libre de pluma.
3. **PECHUGA:** Cuartos delanteros de pollo con espinazo y ala, de carne no pigmentada, que cumple con las siguientes especificaciones de calidad: no hematomas, libre de cualquier materia extraña y libre de pluma.

## **1.2.2 Descripción del proceso**

En este centro de acopio los diferentes proveedores entregan el producto beneficiado y empacado; la responsabilidad en Comercialización es almacenar, preparar y distribuir el producto a los clientes. A continuación se detallarán los procesos que se llevan a cabo en dicha Distribuidora:

### **1.2.2.1 Descarga de furgones**

El proceso inicia al llegar el furgón procedente de la planta procesadora; el grupo de descarga corrobora los datos de la papelería enviada y del producto que recién llega, además de verificar que la temperatura del producto y del contenedor oscile entre 2°C y -2°C.

Ya en el área correspondiente (Ver figura 1), se inicia la descarga del producto hacia las cámaras por medio de bandas transportadoras en las cuales se tiene instalada una báscula automática que ayuda en el control de cantidades y pesos.

Figura 1. Área de descarga de furgones



Luego de ser pesado, el producto es transportado por bandas que trabajan por medio de gravedad, hacia la cámara en donde son aperchadas y tituladas con tipo de producto para que las personas encargadas de la selección y preparación de pedidos se guíen fácilmente para los siguientes procesos.

Figura 2. Canastas aperchadas conteniendo producto avícola



#### **1.2.2.2 Selección de pesos**

Luego que el producto es descargado y almacenado en las cámaras de fresco, una parte del pollo entero es sometido a una selección de peso más minucioso, esto se debe a las solicitudes de clientes especiales que necesitan un rango específico de peso para su negocio.

### 1.2.2.3 Preparación de pedidos

El grupo encargado de la preparación de rutas inicia su turno sacando producto al área especializada para esta tarea. Luego, teniendo los pedidos en el sistema de cómputo, los operarios proceden a preparar cada una de los pedidos pasando canasta por canasta por una banda transportadora que se dirige a una báscula de pesaje continuo que captura el peso y automáticamente calcula el precio del producto e imprime la factura por cliente.

Una vez capturado el peso en la báscula, el producto se dirige al camión desinfectado, en el cual se encuentra personal recibiendo las canastas, aperchando y ordenando el producto dentro del mismo. Al terminar la ruta, se cierra y se le coloca el marchamo al camión en espera del piloto que se encargará de distribuirlo a los clientes intermediarios.

Figura 3. Pesaje de producto al momento del despacho



#### **1.2.2.4 Selección de rutas**

Uno de los procesos que se llevan a cabo en el Departamento de Distribución, específicamente en la sub-división de Logística, es la selección de los trayectos lógicos que deben seguir los camiones durante todo su recorrido de repartición y venta.

El personal de Logística cuenta con un software o programa que muestra en la computadora un mapa de Guatemala donde se señala con puntos los clientes a nivel nacional. Además el software se encarga de asignar los trayectos de venta y las calles por donde llegar.

#### **1.2.2.5 Despacho de rutas**

Este proceso consiste en preparar las rutas departamentales y lleva el mismo procedimiento que la preparación de las Rutas capitalinas, la única variante es que en este caso se trabaja con el sistema de inventarios UEPS (Último en Entrar, Primero en Salir) pues las distribuidoras departamentales trabajan un inventario de 2 días en sus cuartos fríos para sus despachos locales, por lo que no se le puede entregar producto con más de 2 días de producción. El orden de despacho estará sujeto a los pedidos que se reciben de cada localidad y del tiempo que se tenga establecido de trayecto; en una semana normal el abasto por distribuidora es de tres veces por semana.

Figura 4. Despacho a Distribuidoras Departamentales



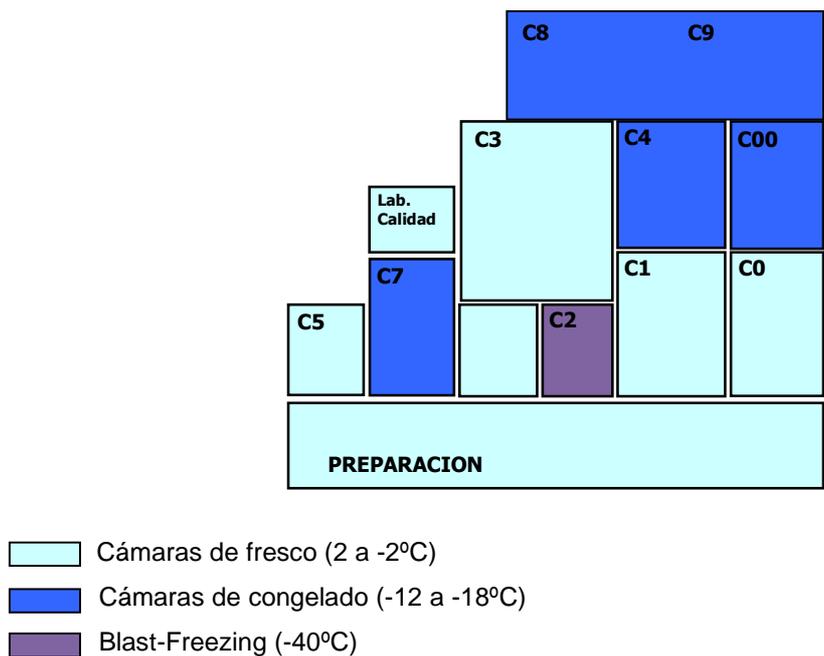
### 1.2.3 Descripción del equipo principal

Por ser un centro de almacenaje de productos alimenticios, el principal equipo de la Planta Comercializadora son cuartos fríos. Éstos son cuartos equipados con compresores y evaporadores que se mantienen en un rango de temperaturas previamente establecidas, dependiendo del uso que se les tenga destinado. Dicha planta cuenta con 11 cámaras, de las cuales 5 son Cámaras Refrigeradas, 5 son cámaras de congelado y el último es el Blast-Freezing, que es una cámara de congelamiento lento.

Las cámaras refrigeradas se encuentran aproximadamente entre  $-2$  y  $2^{\circ}\text{C}$  y se utilizan para manejar el producto mientras se realiza la preparación de las rutas o para almacenar por un tiempo muy corto. Las cámaras de congelado se mantienen con una temperatura de  $-12$  a  $-18^{\circ}\text{C}$  y se emplean para poder mantener el producto por un tiempo prolongado sin que sufra de alguna clase de descomposición. El Blast-Freezing es una clase de cámara, la cual se mantiene a una temperatura promedio de  $-40^{\circ}\text{C}$ , es utilizada para congelar producto que llega fresco de las Plantas Procesadoras y se necesita mantener almacenado por un tiempo indefinido.

En la siguiente figura se muestra la distribución exacta del área de las cámaras de almacenaje.

Figura 5. Distribución de cámaras almacenadoras



### 1.3 Métodos de congelamiento

#### 1.3.1 Aspectos generales

El frío constituye una técnica de conservación ampliamente difundida en la industria de alimentos, a pesar de ser tan antigua como la propia humanidad. A diferencia de otras técnicas de conservación, las bajas temperaturas permiten obtener productos con características similares a las del producto original, lo que resulta de especial importancia para su consumo de forma directa (Torroela, 1996).

El congelar es uno de los métodos mejores que se han establecido para preservar buena calidad en alimentos. El congelar preserva la textura, el sabor y valor nutricional mejor que cualquier otro método, de cualquier forma los alimentos congelados están experimentando competencia de otros métodos como las atmósferas controladas, el enfriamiento y los productos mínimamente procesados. La calidad y aspectos nutricionales de los productos congelados son críticos y dependen del control de proceso de congelado, y verificando muy de cerca el pre-enfriado pero principalmente en proceso de manejo después de que el producto es congelado. (Erickson y Hung, 1997).

Para obtener una buena calidad en productos congelados se debe de tener productos de buena calidad antes de congelarlos y en cada parte del proceso, distribución y almacenaje requiere de controles muy exigentes. Las principales pérdidas de la calidad en productos congelados se deben a desnaturalización de las proteínas, oxidación de lípidos, pérdidas de humedad. El principal objetivo de un producto congelado debe de ser el de mantener las características originales del mismo lo más que sea posible (Erickson y Hung, 1997).

Una descripción generalizada de un proceso de congelado involucra dos eventos grandes que ocurren. Estos son la formación de cristales de hielo (nucleación) y su subsecuente crecimiento en tamaño (crecimiento de cristales). Después de la nucleación, el crecimiento de los cristales ocurre a una velocidad determinada por tres factores: la velocidad de formación en la superficie, la velocidad de difusión del agua en el cristal que está creciendo y la velocidad con que se remueve el calor.

## 1.3.2 Sistemas de congelamiento de alimentos

### 1.3.2.1 Congeladores de aire

Entre estos tipos de congeladores se tienen los siguientes:

**a. Cámaras de congelación (Blast-Freezing):** En estas cámaras se congela por contacto de aire a una temperatura de  $-20$  a  $-30$  °C, que circula por convección natural o forzada. En ellas la congelación es lenta, por lo que los resultados son poco satisfactorios. Las cámaras de este tipo son para la congelación de canales y endurecimiento de helados. (Zaritzky, 1997)

**b. Túneles de congelación:** Entre estos equipos se tienen los congeladores de banda transportadora y los congeladores de túnel. En el segundo tipo, el alimento es sometido a un chorro de aire a temperaturas por lo general, entre  $-30$  y  $-40$ °C y velocidades entre 1.5 y 6.0 m/s. El chorro de aire a esta elevada velocidad reduce el grosor de la película superficial, incrementando el coeficiente de transferencia de calor. Los túneles de congelación son relativamente baratos y su capacidad de producción es grande (200-1500 kg/h).

Los congeladores de banda transportadora son sistemas continuos en lo que la banda puede ser colocada de manera lineal o en espiral. Estos ocupan poco espacio. Se utilizan con temperaturas de aire entre  $-18$  y  $-35^{\circ}\text{C}$  y velocidades no mayores de 20 m/s. En los equipos donde se enrolla la banda, el incremento en la capacidad de congelamiento puede alcanzar hasta el 50%. En estos equipos la carga y descarga es automática, requieren espacio mínimo y son de utilización muy diversa, pudiendo utilizarse para alimentos tan diversos como pizzas, pasteles, helados, pollo en porciones, entre otros (Zaritzky, 1997).

### **1.3.2.2 Congeladores criogénicos**

Estos congeladores se denominan criogénicos porque en ellos el medio de enfriamiento cambia de estado físico como resultado del calor absorbido del producto a congelar. Este compuesto entra en contacto íntimo con el alimento el cual se congela rápidamente. Los compuestos más comunes son el anhídrido carbónico, sólido o líquido y el nitrógeno líquido.

Entre las ventajas que estos congeladores tienen están:

- Los costos de instalación son inferiores a los de otras instalaciones.
- Son sencillos y fáciles de operar.
- Las pérdidas de peso por deshidratación (0.5%), son menores que las que se producen en los sistemas mecánicos con enfriamiento de aire a altas velocidades.

- Al producirse la congelación de una manera más rápida las características sensoriales y los valores nutricionales se ven menos afectados.
- Su consumo energético es bajo (Zaritzky, 1997).

### **1.3.3 Cambios en la calidad debido al almacenamiento en congelación**

La congelación provoca el aumento de la concentración de solutos presentes. A pesar del descenso de la temperatura, la velocidad de las reacciones aumenta, de acuerdo con la ley de acción de las masas. Este incremento en la velocidad de las reacciones se produce entre  $-5$  y  $-15$  °C.

Este incremento en la concentración de los solutos provoca cambios en la viscosidad, el pH, el potencial redox del líquido no congelado, fuerza iónica, presión osmótica, tensión superficial y otros. La acción de estos factores asociados al efecto de la desaparición de una parte del agua líquida provoca cambios desfavorables en el alimento, siendo un ejemplo de ello la desnaturalización de las proteínas (Zaritzky, 1997)

Estos efectos pueden ser limitados cuando el paso a través del citado intervalo de temperaturas se realiza de forma rápida. Este intervalo es denominado zona de peligro o zona crítica. Como el volumen del hielo es superior al del agua, la congelación provoca una dilatación en el alimento. Esta dilatación puede variar en correspondencia con el contenido de agua, la disposición celular, la concentración de solutos y la temperatura del medio de congelación. Estas variaciones que se originan en el volumen provocan tensiones internas de gran magnitud sobre los tejidos lo que puede provocar desgarraduras interna lo que origina pérdidas de líquido durante la descongelación (Zaritzky, 1997)

### **1.3.3.1 Desnaturalización de proteínas**

Cuando el producto se ha congelado lentamente o cuando ha habido fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento, los cristales de hielo que se forman crecen extrayendo agua ligada a las proteínas, de tal forma que estas se desorganizan siendo luego incapaces de recuperar dicha agua durante la descongelación, de manera que esta agua al perderse arrastra los nutrientes hidrosolubles. Este proceso cambia la textura del alimento, produciendo un endurecimiento e incluso disminuyendo su solubilidad y valor nutritivo.

### **1.3.3.2 Desnaturalización por daño mecánico**

En la formación de hielo ya sea intracelular o extracelular, los cristales pueden causar daños mecánicos por su forma irregular, penetrando y destruyendo las paredes celulares. El tamaño y localización de los cristales de hielo que se forman durante el congelado están grandemente influenciados por la velocidad de congelamiento, el tiempo de almacenaje y las fluctuaciones en la temperatura. Si se tiene una baja velocidad de congelamiento, los fluidos exteriores de las células se enfrían mucho más rápido que los fluidos internos, y conforme el fluido extracelular súper enfriado alcanza una temperatura crítica, el agua se separa de los solutos y forma cristales. Como la cristalización sigue, las sales extracelulares se concentran más, creando un gradiente de presión osmótica alrededor de toda la membrana celular. En un intento para balancear el potencial químico, la humedad intracelular fluye hacia afuera, provocando una deshidratación y un incremento en el potencial iónico de las células.

El agua atrapada en el interior de la célula después se congelará junto con los ya existente cristales que existen en los espacios extracelulares, causando que éstos crezcan, provocando distorsiones a escala celular y consecuentemente dañando la pared celular y las proteínas.

En contraste con un congelado rápido, la humedad interior de la célula es enfriada tan rápido que generalmente se forman cristales diminutos dentro de la célula. Por esto existe menos deshidratación y daño mecánico a las proteínas (Erickson y Hung, 1997)

### **1.3.3.3 Desnaturalización por concentración de sales**

Durante el congelamiento a  $-10^{\circ}\text{C}$  o menos, más o me nos el 10% del agua presente en un músculo puede mantenerse sin congelar y ésta, en ese momento, se encuentra más “ligada” a la proteína u otros componentes no acuosos (Lawrie, 1991).

De cualquier forma la cantidad de agua que no se congela depende de la concentración y tipo de los solutos presentes, incluyendo compuestos iónicos o sales.

Así pues al llevar un proceso de congelamiento las proteínas conforme avanza este proceso se ven expuestas a concentraciones más grandes de sales, y este proceso continua hasta llegar a un punto eutéctico (en donde todos los solutos son congelados también). Como las fuerzas electrostáticas son una de las fuerzas que mantienen las estructuras terciaria y cuaternaria de las proteínas, un incremento abrupto en la fuerza de los iones o en las concentraciones de sales en una fase que no se ha congelado puede causar competencia con los enlaces electrostáticos existentes, lo que lleva a una modificación de las estructuras nativas de las células (Erickson y Hung 1997)

#### **1.3.3.4 Desnaturalización por oxidación**

El deterioro del sabor debido a las oxidaciones puede ocurrir tanto en productos vegetales como animales durante el almacenamiento en congelamiento. Es más que todo identificado con el almacenamiento de carne que con productos vegetales debido a que el proceso de escaldado que llevan estos últimos inactivan las enzimas per oxidasa y lipoxigenasa (Erickson y Hung 1997).

Por otro lado, la degradación de los pigmentos y la asociación de éstos con las pérdidas en el color de los productos pueden ser manifestaciones de la oxidación de lípidos. Esta degradación es de mucha importancia porque la primera impresión de los consumidores es muy importante en la aceptación que tiene un producto y ésta casi siempre entra por los ojos.

Casi siempre durante la refrigeración ocurre la decoloración de los productos cárnicos, el congelamiento está estrechamente relacionado con la aceleración de la autooxidación de la hemoglobina, y con esto se ha podido demostrar que existe una correlación entre la oxidación de lípidos y la oxidación de la mioglobina durante el almacenamiento a bajas temperaturas (Lanari y Zaritzky, 1991).

#### **1.4 Análisis sensorial**

El análisis sensorial es una disciplina científica que permite evaluar, medir, analizar e interpretar las características (organolépticas) de un alimento, percibido mediante uno o más de los sentidos humanos. Es de carácter multifacético.

Psicología	→	Comportamiento humanos
Fisiología	→	Funcionamiento del sistema sensorial
Química	→	Composición de los sistemas
Estadística	→	Herramienta para procesar resultados

Dentro de las aplicaciones tenemos:

- Establecer criterios de calidad de materia prima y/o producto terminado.
- Determinar la calidad sensorial de los alimentos durante su elaboración, almacenamiento o distribución.
- Realizar estudios de durabilidad (contaminación microbiana)
- Desarrollar nuevas formulaciones de alimentos e introducir cambios en los procesos tecnológicos existentes.
- Realizar investigaciones relacionadas con el proceso estímulo-percepción sensorial.
- Realizar estudios de mercado.

- Correlacionar atributos sensoriales con pruebas instrumentales.

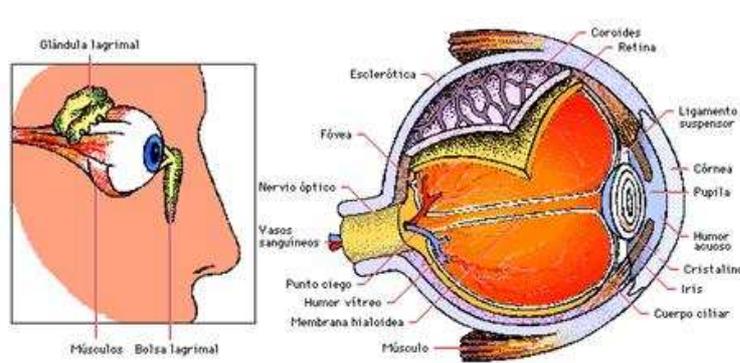
### 1.4.1 Los cinco sentidos

Los sentidos son los medios con los que el ser humano percibe y detecta el mundo que lo rodea. El ser humano posee cinco sentidos: La vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. Todos ellos de gran importancia para el hombre, ya que al faltar alguno de ellos, su existencia se ve afectada.

#### 1.4.1.1 La vista

La importancia de éste sentido reside en un órgano importante – OJO-. Cuyo funcionamiento se ha comparado a una cámara fotográfica que estaría conectada al cerebro.

Figura 6. Partes fundamentales del ojo



Fuente: [www.monografias.com/trabajos5/ojo/Image967.gif](http://www.monografias.com/trabajos5/ojo/Image967.gif)

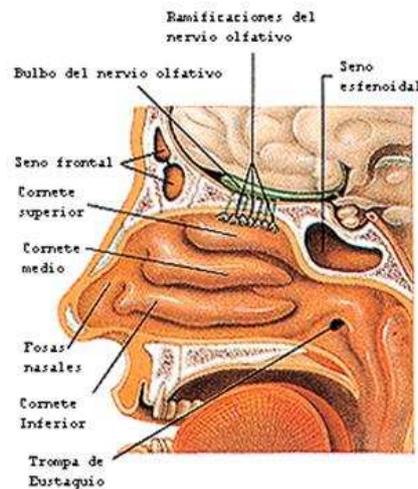
Propiedad sensorial asociada: La propiedad sensorial más importante asociada con el sentido de la vista, para los tecnólogos de alimentos, es el color, sin embargo, existe varias propiedades o atributos sensoriales detectados por medio de este sentido, tales como: la apariencia, la forma, la superficie, el tamaño y el brillo. De todas las propiedades el color toma gran importancia en la industria de alimentos, ya que de este atributo puede hacer que un alimentos sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor, sin siquiera haberlo probado.

Daltonismo: Es un defecto visual importante, que consiste en la incapacidad de detectar ciertos colores, o la confusión de un color por otro. Es una fenómeno que raramente se presenta –por lo general, quienes los padecen son únicamente los varones- es indispensable determinar si las personas están libres de daltonismo para poder escogerlas como jueces del color. Esto se puede determinar mediante pruebas específicas. (Andaluza-Morales, 1994)

#### **1.4.1.2 El olfato**

Este sentido es importante, ya que permite percibir el olor de los objetos que nos rodean. El órgano mediante el cual funciona el sentido del olfato es la nariz, o mejor dicho todo el sistema nasal, donde la nariz es la parte externa y visible.

Figura 7. Cavidad nasal y sus partes



Fuente: [www.monografias.com/.../sentidos/Image721.gif](http://www.monografias.com/.../sentidos/Image721.gif)

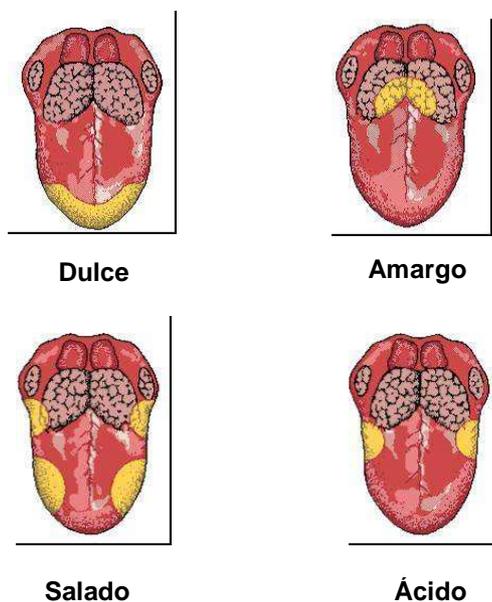
Propiedad sensorial asociada: Existen muchos olores y no se ha podido determinar olores básicos. Se han propuesto hasta 64 olores básicos, sin embargo, no satisface la gama existente de olores. Hay que diferenciar entre olor y aroma. El primero es la percepción de sustancias volátiles (fragantes o fétidas) por medio de la nariz. En cambio el aromas es la detección después de haberse puesto el alimentos en la boca, o sea que el aire, en el caso del aroma, no es el medio de transmisión de la sustancia, sino la membrana mucosa del paladar. Es importante recordar que existe comunicación entre la nariz, garganta y el oído mediante la trompa de Eustaquio. Después del color, el olor afecta la aceptación o rechazo de un alimento por los consumidores.

Anosmia: Algunas personas no pueden percibir olores, y esta condición es conocida como anosmia. Puede ser un defecto temporal (gripe) o permanente (muy raro). Durante el embarazo puede sufrirse de anosmia o confundir olores, o solamente perciben olores repugnantes en vez de fragancias agradables, pero al dar a luz vuelven a presentar un funcionamiento normal de su sentido del olfato. Al realizar pruebas sensoriales de aroma u olor, es necesario establecer si los jueces tienen anosmia o si se refugian con mucha frecuencia, ya que en este último caso su sentido del olfato puede quedar dañado por un cierto período o permanente. Así también el uso y abuso de perfumes, tabaco, drogas o el vivir o trabajar en ambientes con olores irritantes o muy fuertes, pueden disminuir o alterar el funcionamiento de este sentido (Andaluza-Morales, 1994).

#### **1.4.1.3 El gusto**

Este sentido reside en la lengua, la cual contiene varias protuberancias o gránulos denominados papilas gustativas. Las papilas de la punta de la lengua perciben el dulzor de los alimentos, mientras que los gustos salado y ácido se detectan en los costados de dicho órgano. Las papilas caliciformes, en la parte posterior de la lengua, perciben el amargor de las sustancias.

Figura 8. La lengua y sus partes sensibles a los diferentes sabores.



*Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001(Zonas gustativas de la lengua)*

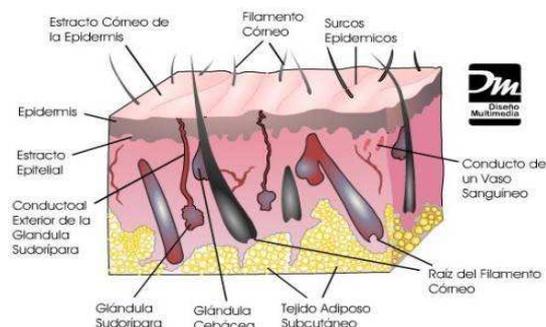
Propiedad sensorial asociada: El sabor o gusto de un alimento es detectado por las papilas, y el mensaje de estas llega al cerebro, donde es interpretado. El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo, o ácido (así también puede ser el picante y el alcohólico, pero en realidad no son gusto o sabores, sino el primero es una sensación dolorosa y el segundo es un adormecimiento de la lengua); mientras que el sabor del alimento consiste en una combinación de gusto y aroma. Se estima que la mayor contribución al sabor se debe al aroma.

Gripe: Los resfriados o la gripe afectan el funcionamiento del sentido del gusto. Es importante que las personas que vayan a efectuar pruebas de degustación no hayan padecido de dicha enfermedad en los últimos tres meses, y que no hayan estado resfriados más de dos veces en los últimos 12 meses (Andaluza-Morales, 1994) ya que de ser así es probable que su capacidad y habilidad para percibir el gusto y el sabor estén afectados y disminuidas.

#### 1.4.1.4 El tacto

El sentido del tacto está localizado en las terminaciones nerviosas que están situadas justo debajo de la piel de todo el cuerpo. Se dice que está en todo el cuerpo, excepto en las uñas, el pelo y la córnea del ojo.

Figura 9. La piel y sus partes



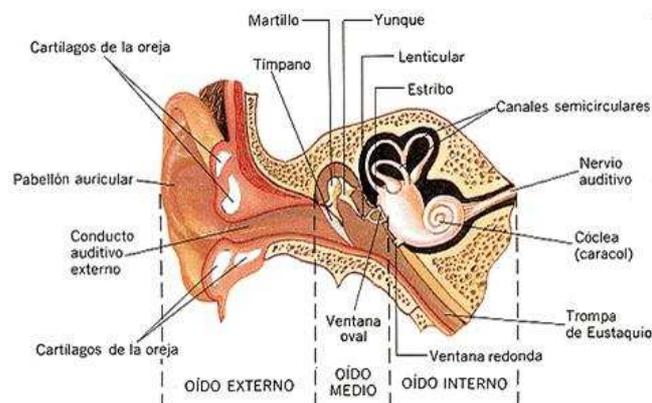
Fuente: [www.laescolar.com/.../t/tacto/tacto2.jpg](http://www.laescolar.com/.../t/tacto/tacto2.jpg)

Propiedad sensorial asociada: Es importantes en la evaluación sensorial de los alimentos, las percepciones táctiles por medio de los dedos, la palma de la mano, la lengua, las encías, la parte interior de las mejillas, la garganta, y el paladar son los más importantes, ya que es donde se detectan los atributos de textura de los alimentos (Andaluza-Morales, 1994).

#### 1.4.1.5 El oído

Es el sentido mediante el cual captamos los sonidos, que son el resultado de las vibraciones del aire originadas por las cuerdas vocales, los labios y la lengua de las personas al hablar, o por los objetos al caerse, romperse tallarse, rasparse, rasgarse, etc.

Figura 10. Partes del oído



Fuente: [www.monografias.com/.../sentidos/Image723.gif](http://www.monografias.com/.../sentidos/Image723.gif)

Propiedad sensorial asociada: El sentido del oído participa en la detección de la textura de los alimentos. El sonido no sólo se transmite por el aire, sino que las vibraciones pueden ser conducidas por los huesos, y esto sucede con los sonidos de masticación de los alimentos, los cuales suelen ser tomados en cuenta en la evaluación de la textura.

#### **1.4.2 Las propiedades sensoriales**

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, y otros que deben ser detectados por dos o más sentidos.

##### **1.4.2.1 El color**

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El color de un objeto tiene tres características:

- **Tono:** Esta determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejadas.
- **Intensidad:** Depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del objeto o del alimento.
- **Brillo:** Es dependiente de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz que incide sobre él.

#### **1.4.2.1.1 Evaluación sensorial del color**

La medición del color puede efectuarse usando escalas de color. Estas pueden consistir de ejemplos típicos de alimentos, mostrando toda la gama de colores que pueden presentarse en las muestras o usando para ello fotografías o modelos hechos de plásticos o de yeso coloreado. Asimismo existen clasificaciones o taxonomías de colores, como la Ridway para artistas y naturalistas (Ridway, 1886) o la “Chromotaxia”, muy utilizada por los naturistas (Saccardo, 1894).

La escala se construye en base a dichas listas o catálogos de color. La escala debe abarcar todos los tonos e intensidades posibles en las muestras a evaluar, colocados en orden creciente de intensidad o valor, y se asignan valores numéricos a cada punto de la escala. Las muestras se comparan visualmente con dicha escala, y se les asigna el número correspondiente según ella. Dicho valor numérico es completamente arbitrario, pero si la escala es utilizada de la misma forma y con las mismas condiciones de prueba, los resultados pueden ser considerados válidos y pueden ser tratados como datos cuantitativos que pueden ser sometidos a análisis estadístico o de otro tipo.

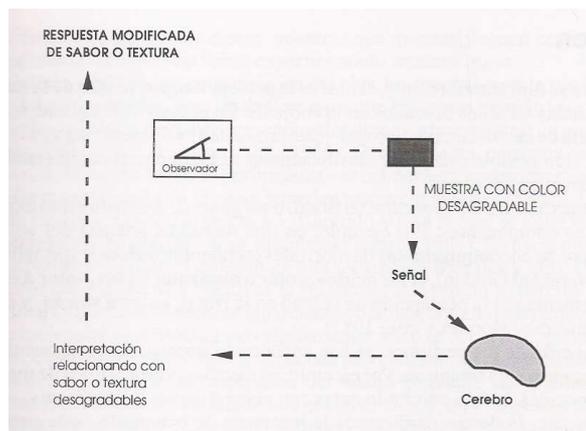
Para efectuar una medición visual de color es necesario que la iluminación del lugar de evaluación sea adecuada y, además, que la luz utilizada no proporcione color adicional alguno a los objetos. Las paredes del cuarto, así como las superficies de las mesas y otros muebles, deben ser de colores neutros, agradables, y no deben afectar el estado de ánimo de los evaluadores.

#### **1.4.2.1.2 Enmascaramiento del color**

El color interfiere significativamente con las otras propiedades sensoriales. El mecanismo de interferencia es indicado, en forma esquemática, en la Figura 11. Cuando se realizan pruebas de sabor o textura, un color desagradable puede ser asociado por los jueces, inconscientemente, con un sabor o una textura desagradables, alterando entonces sus respuestas para dichas propiedades.

En esos casos es necesario enmascarar al color para evitar su influencia indeseable sobre las respuestas de los jueces. Para ello, puede recurrirse a los colorantes artificiales para alimentos, uniformizando con ellos el color de todas las muestras. O bien, con el fin de evitar la ingestión de dichas sustancias colorantes – cuyo uso pudieran molestar a los jueces- es posible utilizar luz de algún color tal que impida que los jueces distingan las diferencias de color entre las muestras. Generalmente se usa una bombilla de color rojo o naranja en el cubículo de prueba para enmascarar el color de los alimentos a probar. Se ha observado que el uso de luces que el uso de luces de otros colores puede resultar molesto o puede alterar las calificaciones de sabor o textura dadas por los jueces; como sería el caso, por ejemplo, de la luz verde o púrpura sobre la muestra de carne.

Figura 11. Mecanismo de interferencia del color con otras propiedades sensoriales de los alimentos



Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Pág. 17

#### 1.4.2.2 El olor

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberados en los objetos. En el caso de los alimentos –y la mayoría de las sustancias olorosas- esta propiedad es diferente para cada uno y no ha sido posible establecer clasificaciones ni taxonomías completamente adecuadas para los olores.

Otra característica del olor es la intensidad o potencia de éste. Además, la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, ya que el olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos, contradictorios entres sí, en los cuales está involucrado el tiempo.

El primero es la persistencia, o sea, que aún después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor. Esto se debe a que las fosas nasales y la mucosa que recubre el interior de éstas quedan saturadas de la sustancia volátil. Es por esto que, cuando se llevan a cabo pruebas sensoriales de olor, es necesario ventilar bien el lugar de prueba entre las evaluaciones de una y otra muestra, y dar tiempo suficiente a los jueces entre una y otra prueba par que la sensación olfativa desaparezca.

La otra característica está más bien relacionada con la mente o con la zona olfatoria del cerebro, y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo. La causa de esto es que el olor produce una impresión muy fuerte en el cerebro, tal que incluso impide a éste que perciba algunas otros atributos; pero después de un cierto tiempo, el mecanismo cerebral restablece la atención hacia los demás sentidos, y por ello se pierde la sensación de olor, o uno se acostumbra a ella (Anzaldúa-Morales, 1994).

Debido a esta última característica del olor, las pruebas para la medición de olor deben ser rápidas, para no dar tiempo a que los jueces pierdan la capacidad de evaluar el olor, y no deben presentárseles demasiadas muestras en una misma sesión.

#### **1.4.2.3 El aroma**

Esta propiedad consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan –a través de la trompa de Eustaquio- a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos y esto podemos comprobarlo cuando tenemos un resfriado o constipado, ya que entonces, si probamos una manzana, una papa cruda y una cebolla, las tres sabrán igual. Ya que el aroma no es detectado por la nariz sino en la boca, ésta puede quedar insensibilizada a los aromas y sabores por el uso y el abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes o muy condimentados (Anzaldúa-Morales, 1994).

#### **1.4.2.4 El gusto o sabor básico**

El gusto o sabor básico de un alimento puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo; o bien, puede haber una combinación de dos o más de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por medio de la lengua (Anzaldúa-Morales, 1994).

#### **1.4.2.5 El sabor**

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. El sabor es la suma de las tres características y, por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si el dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá decir, de qué alimentos se trata. Por ello cuando se realizan pruebas de evaluación del sabor, no sólo es importante que la lengua del juez esté en buenas condiciones, sino también que no tenga problemas con su nariz y garganta. Los jueces para pruebas de sabor no deben haberse puesto perfume antes de participar en las degustaciones, ya que el olor del perfume puede interferir con el sabor de las muestras.

#### **1.4.2.6 La textura**

Es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Brennan, 1980; Anzaldúa-Morales, 1994). Es muy importante notar que la textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado. Si tomamos una manzana en la mano, mientras no hayamos deformado la fruta, la textura no se manifestará. El tacto podrá indicarnos su peso y temperatura, y la vista nos permitirá apreciar su color y brillo, pero no su textura. En cambio, si la oprimimos ligeramente con el dedo pulgar, la manzana sufrirá una pequeña deformación debida al esfuerzo ejercido sobre ella, y entonces la textura empezará a hacerse evidente.

El tacto nos dará información de si la fruta es dura o blanda. Si la fruta es deformada aún más, cortándola con un cuchillo o mordiéndola, más atributos de textura empezarán a manifestarse, tales como el crujido –en cuya detección participa el sentido del oído además del tacto- la cohesividad de la fruta, su adhesividad –si la tuviera- y se confirmarán las características de dureza y resistencia.

#### **1.4.2.6.1 Evaluación instrumental de la textura**

Ya que la textura se manifiesta como resultado de haber sometido el alimento a un esfuerzo deformante, el estudio mecánico del alimento –de acuerdo a los principios de la ciencia de resistencia de materiales- puede proporcionar alguna información acerca de sus atributos de textura (Mohsenin, 1970).

La medición instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial, con el fin de superar los principales inconvenientes y limitaciones de ésta última: la gran variabilidad que puede existir en los resultados, la dificultad en la ejecución de las pruebas –debido a los naturales problemas que se presentan al trabajar con humanos y a lo laborioso de algunas pruebas- y las peculiaridades de la interpretación de los resultados (Bourne, 1982).

Sin embargo, como ya se mencionó, la evaluación sensorial sigue siendo la mejor forma de apreciar esta propiedad (Anzaldúa-Morales y Brennan, 1984,1984a). Además, es necesario que las medidas obtenidas con métodos instrumentales puedan correlacionarse con respuestas de jueces de análisis sensorial para que el uso de una técnica instrumental sea válido y confiable. Se han desarrollado diversos métodos instrumentales, basados en el estudio del comportamiento mecánico de los alimentos (Mohsenin y col., 1963).

#### **1.4.2.6.2 Evaluación sensorial de la textura**

Al llevar a cabo pruebas sensoriales de textura, lo más importante es que quede bien claro para los jueces qué es lo que ellos deben medir. Es difícil describir cosas tan subjetivas como lo son los atributos sensoriales y hacer que todos los jueces entiendan lo mismo. Para ello es necesario realizar un entrenamiento adecuado de los jueces.

Los jueces para evaluación sensorial de la textura deben tener, de preferencia, su dentadura completa, sin caries, ya que la presencia de éstas –o las amalgamas, prótesis y otros medios para corregirlas- afectan la percepción de la textura (Anzaldúa-Morales, 1982). Asimismo es importante que la alineación de los dientes y las mandíbulas sea normal. Los defectos tales como el prognatismo (una mandíbula inferior demasiado prominente) pueden redundar la percepción inadecuada de las características de la textura de alimentos.

Es importante enmascarar al color y el sabor de las muestras para que estos atributos no interfieran con las respuestas de los jueces acerca de la textura de las mismas. Se han propuesto diversas maneras para enmascarar el color, como se mencionó anteriormente; y en cuanto al sabor, se ha visto que resulta adecuado enmascararlo, en el caso de muestras “saladas” haciendo que los jueces se enjuaguen la boca con una solución de sal antes de probar las muestras; y, en el caso de muestras “dulces” dando a los jueces una pastilla de menta fuerte para que la chupen antes de probar los alimentos a evaluar (Anzaldúa-Morales, 1982).



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN SENSORIAL**

### **2.1 Métodos de evaluación sensorial para medir calidad en alimentos congelados**

#### **2.1.1 Los jueces y las condiciones de prueba**

##### **2.1.1.1 Los jueces**

La selección y el entrenamiento de las personas que tomarán parte en pruebas de evaluación sensorial son factores de los que dependen en gran parte el éxito y la validez de las pruebas.

Es necesario determinar, en primer lugar, el número de jueces que deben participar, y después hay que seleccionarlos, explicarles en forma adecuada cómo han de realizar sus evaluaciones, y darles el entrenamiento adecuado.

##### **2.1.1.1.1 Tipos de jueces**

El número de jueces necesario para que una prueba sensorial sea válida depende del tipo de juez que vaya a ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces: el juez experto, el juez entrenado, el juez semi-entrenado o de laboratorio, y el juez consumidor.

- **Juez experto:** El juez experto es una persona que tiene gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Larmond, 1977; Ackerman, 1990).

Su habilidad, experiencia y criterio son tales que en las pruebas que efectúa sólo es necesario contar con su respuesta. Por lo general, los jueces expertos sólo intervienen en la degustación de productos caros, tales como el café, el té y los quesos, esto se debe a que su entrenamiento es muy largo y costoso y, además, a que cobran sueldos muy altos.

- **Juez entrenado:** Un juez entrenado es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial, y que sabe qué es exactamente lo que se desea medir en una prueba. Además, suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad.

Cuando se llevan a cabo pruebas sensoriales con este tipo de jueces, el número requerido de participantes debe ser al menos de siete, y como máximo quince (Larmond, 1977). Con menos de 7 jueces, los resultados carecen de validez, y con más de 15 el grupo resulta muy difícil de conducir y el número de datos es innecesariamente grande, y esto último redundaría en mayores costos de preparación de muestras, entrenamiento de jueces, y mayor tiempo para la realización de las pruebas.

- **Juez semi-entrenado o “de laboratorio”:** Se trata de personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen suficiente habilidad, pero que generalmente solamente participan en pruebas discriminativas sencillas (Ver capítulo 2.1.2), las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas (Larmond, 1973, 1977). Las pruebas con este tipo de jueces deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces y un máximo de 20 o, cuando mucho, 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra (Larmond, 1977).

- **Juez consumidor:** Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni ha efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, escuela, etc. Es importante escoger jueces que sean los consumidores habituales del producto a probar o, en el caso de productos completamente nuevos, que sean los consumidores potenciales de dicho alimento.

Las pruebas con jueces consumidores generalmente se llevan a cabo en lugares tales como tiendas, escuelas o en la calle, mientras que las pruebas con jueces expertos, entrenados o semi-entrenados deben ser efectuadas en lugares especiales diseñados para pruebas sensoriales. El número mínimo de jueces tipo consumidor para que una prueba sea válida es según algunos autores (Ellis, 1961; ASTM 1968), 30 personas; aunque otros (Amerine y col, 1965; Larmond, 1977; Anzaldúa-Morales y col., 1983) dicen que es preferible contar con 40 jueces para cada muestra. Sin embargo, todos coinciden en que 30 es el número mínimo para que tengan validez estadística en los datos recolectados.

### 2.1.1.1.2 Selección de jueces

Los criterios principales para escoger a los jueces son: la habilidad, la disponibilidad, el interés y el desempeño o funcionamiento (Civille y Szczesniak, 1973; Larmond, 1977).

- **Habilidad:** La habilidad es importante, ya que un juez incapaz de detectar una propiedad, o de diferenciar entre dos muestras, lógicamente no va a ser adecuado para participar en las pruebas sensoriales, y las respuestas que de no podrán ser tomadas en cuentas como válidas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, resultan más importantes los otros criterios.

En primer lugar hay que detectar cuáles personas padecen de alguna enfermedad o defecto que afecte al sentido o los sentidos involucrados en la evaluación requerida. A esas personas se les elimina del grupo. Por ejemplo, las personas con daltonismo no pueden ser escogidas como jueces para pruebas de color, y similarmente las personas afectadas de anosmia –ya sea temporal o permanente- no deben llevar a cabo pruebas de sabor, olor ni aroma (Larmond, 1973).

- **Disponibilidad:** Es muy frecuente que la validez y el éxito de las pruebas sensoriales dependan de que se cuente con todos los jueces en un mismo momento para poder efectuar las evaluaciones al mismo tiempo. Hay pruebas – especialmente cuando se trabaja con productos perecederos- en las que si no se evalúan todas las muestras de una sola vez, éstas pueden descomponerse. Por ello, la disponibilidad de los jueces es muy importante, y a veces es más crítica que la habilidad como criterio para la selección de los miembros de un equipo de evaluación sensorial (Civille y Szczesniak, 1973; Anzaldúa-Morales y col., 1983).

Figura 12. Grupo de jueces evaluadores



Fuente: Lic. Carmen Rosa Godoy. **Evaluación Sensorial en la Industria de Alimentos, Principios y Aplicaciones.** Pág. 1

- **Interés:** Cuando los jueces no tienen interés en las pruebas que llevan a cabo, esta indiferencia puede afectar los resultados (Larmond, 1977; Anzaldúa-Morales y col., 1983), ya que los participantes responden los cuestionarios sólo para salir del paso. Por ello, es importante motivar a los jueces, y detectar a aquellos candidatos a juez que muestren buena disposición para llevar a cabo las evaluaciones.

Es necesario explicarles cuál es el objetivo de las pruebas sensoriales, la importancia que tienen para la industria o la investigación –según sea el caso- y, en ocasiones, especialmente si los jueces tienen que probar muestras con sabores desagradables o irritantes (Paniagua y Bargueño, 1986) o texturas repugnantes (Saeed, 1982); los conductores de las pruebas sensoriales tienen que dar “premios” a los jueces para que éstos estén dispuestos a probar las muestras.

- **Funcionamiento:** se da el caso de que una persona, al estar evaluando un alimento, exagere al asignar las calificaciones a la muestra. Por ejemplo, si está midiendo dulzor, y la muestra le parece poco dulce, inmediatamente asigna la calificación mínima de dulzor, y si la muestra le parece más dulce –sin importar cuánto- le da la calificación máxima de esa propiedad. Esta exageración puede darse a pesar de que las personas hayan mostrado habilidad, interés y disponibilidad. Cuando esto sucede, hay que tratar de que los jueces se corrijan, y si no lo hacen, entonces hay que eliminarlos del grupo (Civille y Szczesniak; 1973).

Una vez que se ha seleccionado un grupo adecuado de jueces, tomando en cuenta los criterios anteriores, puede proceder a entrenarlos para la realización de las pruebas sensoriales.

#### **2.1.1.1.3 Entrenamiento**

Para entrenar a los jueces hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

- **El entrenador:** la persona que lleva a cabo el entrenamiento -y que por lo general es el conductor de las pruebas o investigador- debe reunir ciertas características con el fin de que pueda lograr los objetivos del entrenamiento. En primer lugar, debe ser capaz de establecer un cierto “clima” en el grupo, o sea, un ambiente agradable de trabajo y un nivel adecuado de comunicación (Amerine y col., 1965; Civile y Szczesniak, 1973; Anzaldúa-Morales, 1984). Su personalidad debe ser tal que no intimide a los jueces, pero al mismo tiempo debe ser capaz de mantener un control sobre el grupo y que los jueces reconozcan su autoridad. Una personalidad demasiado fuerte puede ser contraproducente, ya que podría resultar que los jueces contesten lo que él –o ella- quiere que digan, y no lo que en realidad están percibiendo. Asimismo, una persona muy tímida y que acepta todo lo que digan los demás, o no dice las cosas con mucha firmeza y convicción, puede hacer que los jueces pierdan interés hacia las pruebas o que las menosprecien, y entonces ello afectará a los resultados de las mismas (Civille y Szczesniak, 1973; Bourne, 1982).

- **Elaboración del programa:** Es necesario que el entrenador elabore previamente un programa de entrenamiento, el cual debe contener los objetivos, los temas a cubrir, el método de exposición que será usado, así como la forma de medición del cumplimiento de los objetivos (Nieto, 1976). Los objetivos deben ser planteados adecuadamente, tomando en cuenta no solamente las metas a alcanzar sino los medios para alcanzarlas y la forma de medir el alcance.

Los métodos de exposición que se utilicen deben ser adecuados para el nivel intelectual de los jueces, amenos e ilustrativos. Puede recurrirse al uso de películas de cine o televisión, a las dramatizaciones, o a cualquier otra técnica de enseñanza. Lo importante es que quede bien claro que es lo que se desea que los jueces aprendan (Anzaldúa-Morales, 1994).

- **Explicación:** Se deben tener sesiones de explicación de diversos temas, tanto para mantener interesados a los jueces como para iniciar su entrenamiento. En primer lugar, se les debe explicar en qué consiste la evaluación sensorial, cuál es su importancia tanto para la investigación como para el control de calidad y otras aplicaciones en la industria alimentaria, cuáles son los métodos sensoriales en los que ellos van a participar, qué consecuencias puede tener el que no contesten adecuadamente, y debe además darse una explicación muy detallada del uso de las escalas, los cuestionarios, etc. Esto último es muy importante especialmente en el caso de evaluación de textura, donde se manejan muchos términos que pueden ser entendidos de manera incorrecta o que pueden ser interpretados diferentemente por dos o más personas (Anzaldúa-Morales, 1994).
- **Práctica:** La evaluación sensorial se aprende, mejor que de cualquier otra manera, mediante la práctica. Es necesario que los jueces prueben alimentos y apliquen el uso de las escalas o instrumentos de evaluación que utilizarán en las pruebas reales (Anzaldúa-Morales y col., 1983), y hay que llevar a cabo un control y monitoreo constante del desempeño de los jueces. Se debe verificar que realmente hayan entendido los conceptos explicados y que su habilidad y sensibilidad hayan aumentado o, al menos, hayan permanecido constantes (Civille y Szczesniak, 1973; Larmond, 1973).

- **Comprobación:** Hay que evaluar el desempeño de los jueces y para ello pueden introducirse una o varias muestras control dentro de la serie de muestras que se analizan. El estudio de la varianza individual de las calificaciones de cada juez para estas muestras control permite determinar, mediante una prueba F, su habilidad y consistencia (Costell y Durán, 1981). Pueden aplicarse diversas pruebas estadísticas para medir la tendencia de la variabilidad de las respuestas de cada juez, y esto puede servir para una comprobación del entrenamiento o el adiestramiento de cada uno (Costell y Durán, 1981); pero más que los datos numéricos estadísticos, la observación sagaz del entrenador o conductor del grupo –debida a su experiencia- puede decir más acerca del nivel de entrenamientos del grupo en general o de cada juez en particular (Anzaldúa-Morales, 1984).

Habiendo recibido los jueces el grado de entrenamiento adecuado, pueden proceder a realizar pruebas de evaluación sensorial, pero antes es necesario que tomemos en cuenta varios puntos importantes acerca de las condiciones de prueba.

### **2.1.1.2 Las condiciones de prueba**

Ya que la evaluación sensorial es efectuada por seres humanos, los cuales tienen un gran número de estímulos y reaccionan de manera diferente a cada una de ellos, cuando se llevan a cabo las pruebas de análisis sensorial puede haber interferencia de muchas de esas reacciones. Por ello es necesario considerar varios aspectos con el fin de evitar dicha interferencia y, que entonces, los resultados de las pruebas sensoriales sean válidos y no se presenten a confusiones o a ser interpretados erróneamente (Amerine y col., 1965; Larmond, 1977).

#### **2.1.1.2.1 Área de prueba y preparación**

Las pruebas sensoriales requieren de un lugar especial para su realización. Algunas pruebas, tales como las degustaciones hechas por jueces tipo consumidor, pueden y deben llevarse a cabo en un ambiente que no se haya impuesto al juez, o sea, en un lugar donde esa común encontrarse a éste, como, por ejemplo, un supermercado –cuando los jueces son amas de casa- o una escuela o parque de juegos; en pruebas con jueces niños.

Pero, para la mayoría de las pruebas sensoriales que se realizan en la industria alimentaria, es necesario contar con un lugar diseñado y destinado expreso para las pruebas. Debe haber un ambiente tranquilo, donde sea posible impedir las distracciones y las interrupciones (Larmond, 1973), y los jueces deben sentirse cómodos para impedir que algunos factores externos e irrelevantes a la prueba, tales como la temperatura, afecten a las respuestas de los jueces.

Figura 13. Modelos de cabinas de evaluación sensorial



Fuente: *Dr.C. Julia Espinosa Manfugás. Evaluación Sensorial de los Alimentos.*

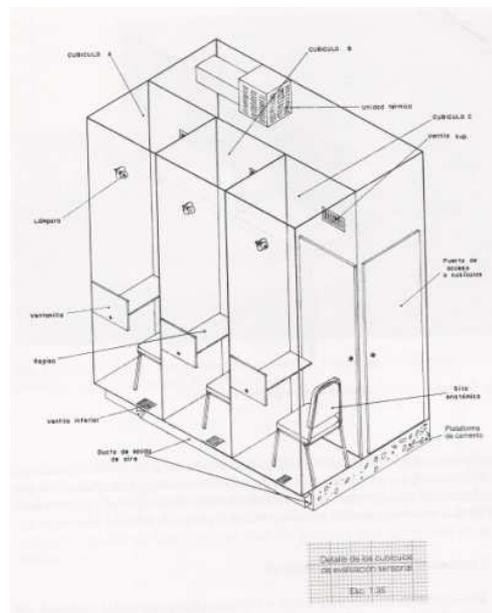
Pág. 13

El área de prueba debe estar situada lo suficientemente lejos del lugar de procesamiento –en las fábricas- para impedir la contaminación con olores; pero lo suficientemente cerca al lugar donde se encuentran generalmente los jueces, ya que el tener que ir a un lugar muy retirado para hacer las pruebas podría molestarles e influir en sus respuestas.

En el diseño de un laboratorio de evaluación sensorial debido a Costell y Durán (1982), se cuenta con un escritorio de control general a la entrada del laboratorio, en donde se entregan los cuestionarios a los jueces antes de que pasen a los cubículos.

El diseño típico de cubículo de evaluación sensorial sencillo se presenta en la Figura 14. Este cubículo portátil puede colocarse en un área de la fábrica o institución educativa que esté aislada o separada de las zonas donde pudiera haber ruido o distracciones, y cuando no se está utilizando puede guardarse plegado en un almacén.

Figura 14. Cubículo para evaluación sensorial

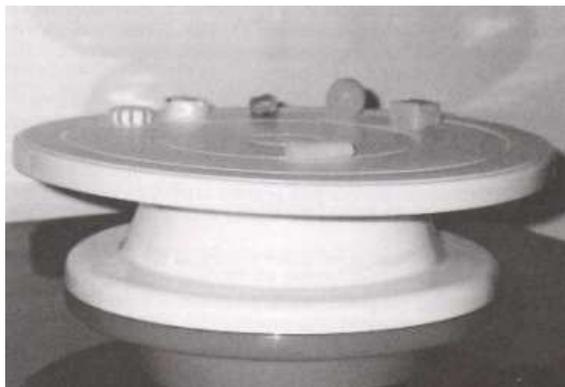


Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Pág. 57

Es importante que el cubículo tenga una superficie lo suficientemente amplia, sobre la cual se coloquen las muestras y el cuestionario, así como un vaso con agua para que el juez se enjuague la boca entre una evaluación y otra, y un recipiente para que escupa el agua o las muestras que no quiera tragar.

Para las pruebas de análisis de perfil de textura y para la evaluación de esta propiedad por medio de escalas estándar, generalmente no se utilizan cubículos sino mesas más amplias, y las muestras se colocan sobre éstas en charolas o platos giratorios –conocidas comúnmente como “lazy Susan” (Amerine y col., 1965)- como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Charola giratoria para presentación de muestras y estándares de alimentos, usada en pruebas descriptivas de análisis de perfiles sensoriales



Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Pág. 59

El color de los cubículos no debe afectar a la apariencia del producto y además debe ser agradable y no irritante. Puede usarse un color gris claro, beige o crema. La iluminación del área de prueba es importante, y es necesario que sea adecuada ya que puede afectar a las respuestas de los jueces. Por lo general, resulta desagradable efectuar las pruebas sensoriales con poca luz (Amerine y col., 1965), sin embargo, frecuentemente es necesario disminuir el nivel de iluminación para que no puedan ser distinguidas las diferencias de color entre las muestras, ya que a veces no es suficiente usar una bombilla de color rojo sino que debe también atenuarse la luz. En esos casos, es preferible que desde el entrenamiento se acostumbre a los jueces a trabajar bajo esas condiciones para que no reciban una impresión desagradable súbita cuando vayan a hacer las pruebas (Anzaldúa-Morales, 1994).

#### **2.1.1.2.2 Temperatura de muestras**

Generalmente las muestras deben servirse con la temperatura a la cual suele ser consumido el alimento de que se trate. Las frutas, dulces, pasteles, galletas, panes, se presentan a los jueces a temperatura ambiente.

Las verduras cocidas y las carnes cocidas, asadas o fritas, por lo general se deben calentar hasta 80°C y después se colocan en un baño de temperatura constante a  $57\pm 1^\circ\text{C}$  (Anzaldúa-Morales, 1994).

Las bebidas calientes y sopas se sirven a 60-66°C (Caul, 1957; ASTM, 1968). Las bebidas que suelen tomarse frías, como los refrescos, leche y jugos o zumos de fruta, suelen servirse a 4-10°C, ya que un refresco tibio puede ser desagradable y esto afectaría a las respuestas de los jueces.

Los helados y polos o sorbetes se presentan a los jueces a -1°C. Por lo general, dichos productos deben sacarse del congelador y colocarse unos 5 minutos en el refrigerador antes de servirlos, para que estén a la temperatura mencionada, ya que si son probados a temperaturas demasiado bajas, la sensación puede ser desagradable para los jueces y esto puede afectar a sus respuestas.

#### **2.1.1.2.3 Horario para las pruebas**

Uno de los factores que más pueden afectar a los resultados de pruebas de análisis sensorial es la hora a la cual se llevan a cabo las pruebas. Las evaluaciones sensoriales no deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos, y entonces podría asignar calificaciones demasiado bajas o podrían alterarse sus apreciaciones de los atributos sensoriales. Similarmente, si ya falta muy poco tiempo para la hora de la comida o la cena, el juez tendrá hambre y cualquier cosa que prueba le agradará, así que también puede afectar significativamente a sus respuestas.

Se recomiendan como horarios adecuados entre las 11 de la mañana y 1 de la tarde y de 5 a 6 de la tarde; aunque el primer horario es más adecuado (Anzaldúa-Morales y col., 1983, 1987).

#### **2.1.1.2.4 Cantidad de muestras**

La cantidad de muestra dada a cada juez frecuentemente está limitada por la cantidad disponible de material experimental. El Comité de Evaluación Sensorial de la ASTM (1968) recomienda que para pruebas discriminativas cada juez debe recibir al menos 16 ml. de muestra líquida o 28 gr. de alimento sólido (Larmond, 1977).

Estas cantidades, sin embargo, no deben tomarse al pie de la letra como absolutas, ya que se ha visto que pueden modificarse según la cantidad de muestras que el juez tenga que probar, la cual puede afectar a las calificaciones asignadas por él a las muestras (Anzaldúa-Morales y col., 1987).

En los alimentos que se presentan como una unidad pequeña que pueda comerse de un bocado (por ej., un dulce, una pastilla de caramelo, un bombón, un chocolate pequeño, una gominota, una galleta pequeña, etc.), la muestra debe ser una unidad. En el caso de alimentos grandes o a granel (arroz, verduras cocidas, como los chicharos o guisantes, frijoles o judías, etc.), pueden darse al juez muestras de 25 g. En el caso de alimentos líquidos (sopas, cremas, salsas), se recomienda que la muestra sea de al menos una cucharada (15 ml), mientras que cuando se dan a probar bebidas, pueden presentarse a los jueces muestras de 50 ml (Anzaldúa-Morales, 1994).

También hay que tener en cuenta cuántas muestras deberá evaluar cada juez en una sesión, para sí modificar el tamaño de las mismas con el fin que el juez no se empalague o hastíe.

#### **2.1.1.2.5 Vehículos**

Es preferible evitar el uso de vehículos, o sea, sustancias o alimentos en los que se incorpora, unta o mezcla el producto a evaluar, ya que las características sensoriales del vehículo podrían interferir con las de la muestra (Larmond, 1977). Sin embargo, hay algunos productos que no pueden ser probados directamente ya que podrían dar una sensación desagradable debido a la intensidad del sabor –por ejemplo, saborizantes o esencias, especias, etc.- o porque puede resultar extraño consumirlos sin ningún vehículo, como sucede con la mantequilla, algunos quesos untables, las pastas de carne o pescado para emparedados o sándwiches, etc. En estos casos puede recurrirse al uso de un vehículo.

Para pruebas de degustación de mantequilla, margarina, quesos untables y otros alimentos semisólidos que generalmente se untan sobre pan u otros alimentos, hay que tratar que el vehículo sea lo más insípido e inerte posible, es decir, que su textura y su sabor no resalten ni interfieran con los de la muestra. Las galletas saladas no son muy recomendables como vehículos ya que tienen un sabor característico y, además, los granulitos de sal les dan una textura muy bien definida (Anzaldúa-Morales y col., 1987).

#### **2.1.1.2.6 Diluciones**

En la mayoría de las pruebas los alimentos se degustan sin diluirlos, ya que al hacerlo podrían alterarse sus características sensoriales. Sin embargo, en algunos casos es recomendable diluir. Cuando el alimento tiene un sabor picante o muy intenso, como por ejemplo el chile o ají (Paniagua y Bargeño, 1986), los quesos enzimáticos (Tueme, 1993), los hidrolizados de proteínas, etc., es necesario realizar diluciones para poder probar las muestras. En algunos casos puede usarse un jarabe ligero de azúcar, como el caso de degustación de chile o de capsaicina con el Método de Scoville (Paniagua y Bargeño, 1986), o los vehículos ya mencionados.

#### **2.1.1.2.7 Número de muestras**

En la sesión de evaluación sensorial, por lo general, no deben darse a probar a un juez más de cinco muestras al mismo tiempo (Larmond, 1977), ya que puede ocasionarle fatiga y hastío, lo cual puede repercutir en sus respuestas. Si se tiene un experimento en el cual existen muchas muestras a evaluar, éstas deberán distribuirse en varias sesiones en las que se pruebe como mucho cuatro o cinco muestras a la vez.

Se han realizado algunas investigaciones que muestran la importancia de tener el número y tamaño adecuado de muestras (Cardello, 1988), la influencia de la deglución de las muestras o el escupirlas (Kelly y Heymann, 1988), y otros factores que pudieran parecer poco importantes pero sí afectan a la realización de las pruebas y a los resultados de éstas (Larmond, 1973).

#### **2.1.1.2.8 Calentamiento**

En las pruebas sensoriales de evaluación o comparación de sabor, pueden darse casos en que -cuando el sabor es muy débil o las muestras están muy diluidas. Sea muy difícil percibir las diferencias de sabor entre las muestras. Sin embargo, se ha encontrado que si los jueces llevan a cabo un sencillo ejercicio previo de “calentamiento”, ellos pueden ser capaces de detectar dichas diferencias gracias a ese procedimiento (Farrelle y O'Mohony, 1988).

El “calentamiento” consiste en probar varias veces, en forma alternada, una muestra de agua pura y una muestra de alimento o dilución cuyo sabor es difícil de detectar. Al hacer esto tres o cuatro veces, súbitamente la diferencia de sabor se hará evidente para el juez.

### **2.1.2 Las pruebas sensoriales**

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectúe. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas **afectivas**, las **discriminativas** y las **descriptivas**.

### **2.1.2.1 Pruebas afectivas**

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro (Larmond, 1977). Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar (Amerine y col., 1965; Anzaldúa-Morales y Brennan, 1984), ya que se trata de apreciaciones completamente personales (Anzaldúa-Morales, 1984a).

El número mínimo de jueces no entrenados son 30 y deben ser consumidores habituales-potenciales y compradores del tipo de alimento en cuestión. Antes de realizar las pruebas se recomienda investigar el nivel cultural y socioeconómico del juez para determinar el tipo de consumidor a estudiar.

En el Anexo I se muestra un ejemplo de cuestionario para determinar el nivel socioeconómico de los consumidores.

Las pruebas afectivas se dividen en:

- Pruebas de preferencia
- Pruebas de grado de satisfacción
- Pruebas de aceptación

### **2.1.2.2 Pruebas discriminativas**

Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, y en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia (Larmond, 1977).

Estas pruebas son muy utilizadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc. (Kramer y Twigg, 1972). Asimismo, por medio de ellas se puede determinar el efecto de modificaciones en las condiciones del proceso sobre la calidad sensorial del producto, las alteraciones introducidas por la sustitución de un ingrediente por otro (especialmente saborizantes y otros aditivos), etc. (Amerina y col., 1965; Larmond, 1973; Navarro, 1975).

Para las pruebas discriminativas pueden usarse jueces semi-entrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo-trío o la triangular; sin embargo, para algunas comparaciones más complejas, como las comparaciones múltiples, es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y evaluar la magnitud de la diferencia (Anzaldúa-Morales y col., 1983).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son las siguientes:

- Prueba comparación apareada simple
- Prueba triangular
- Prueba dúo-trío
- Prueba de comparaciones múltiples
- Prueba de ordenamiento

### **2.1.2.3 Pruebas descriptivas**

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Amerine y col., 1965).

La mayoría de las investigaciones que se realizan en la actualidad con el fin de encontrar nuevos métodos sensoriales que proporcionen mayor fiabilidad y objetividad, que pertenecen a esta clase de pruebas. Puede decirse que las posibilidades o combinaciones de pruebas discriminativas han sido agotadas, sin embargo, en el campo de las pruebas descriptivas es donde se llevan a cabo desarrollos novedosos (Anzaldúa-Morales, 1994).

Éste tipo de pruebas se clasifican de la siguiente manera:

- Calificación con escalas no-estructuradas
- Clasificación por medio de escalas de intervalo
- Calificación por medio de escalas estándar
- Clasificación proporcional (Estimación de magnitud)

- Medición de atributos sensoriales con relación al tiempo
- Determinación de perfiles sensoriales
- Relaciones psicofísicas

## **2.2 Aspectos sobre la calidad del pollo congelado**

La industria del pollo en Guatemala ha tenido un crecimiento muy grande durante los últimos años, llegando a ser el producto de origen animal mayormente consumido en el país. El consumo de pollo en Guatemala es de aproximadamente 100 millones de pollos anuales, 265,000 pollos diarios, lo que da un consumo per cápita de aproximadamente de 28 lb. por año.

La producción, procesamiento y mercadeo de volúmenes grandes que se manejan de un producto tan delicado como el pollo hace de la temperatura un punto crítico para esta industria. El congelamiento y el almacenamiento a temperaturas de congelado constituyen el factor más importante a largo plazo para mantener estándares altos de calidad y para proteger la seguridad de los consumidores.

Los productores de pollo en el ámbito nacional se ven en la necesidad de almacenar pollo congelado por períodos grandes de tiempo (hasta 6 meses) para poder cumplir con las demandas de mercado en épocas pico de ventas como lo son Navidad y Semana Santa. Otro caso en el cual se debe de manejar producto congelado es al momento de exportar y para esto se deben de tener inventarios de semanas atrás para cumplir con las programaciones de las exportaciones.

Al almacenar este producto por periodos grandes de tiempo su calidad se empieza a deteriorar, teniendo como principales características del deterioro, la degradación de proteínas lo que conlleva deshidratación al momento de descongelar y, sobre todo, la pérdida de características organolépticas como olor, color, sabor, textura, etc.

Las pérdidas de características de calidad van de la mano con el sistema y método de congelamiento, por lo que variar estos dos factores durante el congelamiento puede influir mucho a tener un producto que conserve sus cualidades durante un mayor tiempo de almacenaje.\*

## **2.2.1 Color, apariencia y aceptación de los consumidores**

### **2.2.1.1 Apariencia superficial**

El pollo como las carnes rojas, requiere procesos de enfriado lo suficientemente rápidos para minimizar la deshidratación superficial durante el congelamiento, evitar los cambios químicos que pueden ocurrir debajo del punto de congelación y disminuir las pérdidas de humedad durante el enfriado. El enfriamiento rápido del pollo genera la superficie blanca y suave, la cual es considerada ideal en pollo, esto se da al súper enfriar el producto y forzar la nucleación de pequeños cristales en la superficie. Estos cristales se mantienen pequeños debido a que existe una pequeña tasa de migración hacia la superficie que se forman durante un proceso rápido. Muchos cristales diminutos causan un reflejo en la superficie y aparenta un color blanco.

---

\*Fuente: Entrevista Ingeniero Pablo Pérez, Planta Comercializadora 2,008

Un enfriamiento criogénico (-196°C) en nitrógeno líquido ha demostrado que mejora el color en pollo congelado. Además de que un congelamiento por inmersión a -29°C se ha visto que ha producido un color superficial similar al que se genera mediante un “Blast-Freezing” a -73°C. También se ha demostrado que el color blanco se puede mantener hasta por 20 semanas a una temperatura de almacenaje de -29°C, pero sólo ha durado 2 semanas a -7°C. Cuando la temperatura superficial excede los -7°C la apariencia agradable tiende a desaparecer (Jeremiah, 1995)

#### **2.2.1.2 Oscurecimiento de los huesos**

Un segundo aspecto que es propio del pollo almacenado a bajas temperaturas es el oscurecimiento de los huesos, este efecto se observa en aves jóvenes (una decoloración oscura alrededor del hueso, que se vuelve obvia cuando se cocina). El oscurecimiento de los huesos es causado por los residuos de hemoglobina de los huesos como resultado de un enfriamiento. Esto ocurre solamente en aves jóvenes debido a que los huesos no se encuentran totalmente calcificados y son más porosos que las aves más viejas. Aunque las características propias del producto no cambian este oscurecimiento es un factor no deseado por el consumidor final.

Este es un factor de los más difíciles de erradicar en pollos congelados sólo se ha logrado reducir al quitar por completo la parte del articulación del mismo o realizando un pre-enfriado a – 2°C (Jeremiah, 1995)

### **2.2.1.3 Velocidades de congelación**

La calidad de los alimentos congelados se encuentra influenciada por la velocidad con que se produce la congelación. Diversas características de calidad están relacionadas con el tamaño de los cristales el cual es una consecuencia de la velocidad con que se produce la congelación.

El principal efecto de la congelación sobre la calidad de los alimentos es el daño que ocasiona en las células el crecimiento de los cristales de hielo. La congelación prácticamente no provoca afectaciones desde el punto de vista nutritivo.

La resistencia de diversos tejidos animales y vegetales a la congelación es muy diversa. La congelación de los tejidos se inicia por la cristalización del agua en los espacios extracelulares puesto que la concentración de solutos es menor que en los espacios intracelulares.

Cuando la congelación es lenta la cristalización extracelular aumenta la concentración local de solutos lo que provoca, por ósmosis, la deshidratación progresiva de las células. En esta situación se formarán grandes cristales de hielo aumentando los espacios extracelulares, mientras que las células plasmolizadas disminuyen considerablemente su volumen. Este desplazamiento del agua y la acción mecánica de los cristales de hielo sobre las paredes celulares provocan afectaciones en la textura y dan lugar a la aparición de exudados durante la descongelación.

Cuando la congelación es rápida la cristalización se produce casi simultáneamente en los espacios extracelulares e intracelulares. El desplazamiento del agua es pequeño, produciéndose un gran número de cristales pequeños. Por todo ello las afectaciones sobre el producto resultaran considerablemente menores en comparación con la congelación lenta. No obstante, velocidades de congelación muy elevadas pueden provocar en algunos alimentos, tensiones internas que pueden causar el agrietamiento o rotura de sus tejidos. Una de las mejores formas para determinar las velocidades de congelación está dada por el movimiento de los frentes de hielo. Lo recomendado para congelar productos rápidos está dado por una tasa de 2-5 cm/h (Jeremiah, 1995)

El congelamiento por un Blast-Freezing es el más utilizado, temperaturas de  $-29^{\circ}\text{C}$  combinadas con aire a 600 FPM (Pies por minuto, por sus siglas en inglés) han sido recomendadas para tener la apariencia de la carcasa del pollo lo más deseable posible.

#### **2.2.1.4 Almacenamiento**

El almacenamiento de todos los productos se recomienda a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos con la menor cantidad de fluctuaciones en la temperatura. Esta temperatura es adecuada para minimizar los cambios en la apariencia y ha sido reportada para dar prácticamente una buena vida en almacenaje, hasta de 1 año para pollo.

Las fluctuaciones en las temperaturas (como los ciclos de deshielo durante el almacenamiento) pueden ocasionar recristalización y causar cambios en la apariencia del producto conforme el tiempo y dañar además de cambiar las características organolépticas (Jeremiah, 1995)

## **2.2.2 Reacciones químicas intrínsecas durante el almacenamiento**

### **2.2.2.1 Oxidación de lípidos**

Las reacciones químicas de mayor interés en lo que se refiere al almacenamiento de pollo congelado son las que describen la oxidación de los lípidos y constituyen el mayor factor que determina la vida en anaquel. Debido a que los lípidos del pollo son generalmente insaturados, la susceptibilidad a la oxidación es alta. La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos.

La reacción de oxidación es una reacción en cadena, es decir, que una vez iniciada, continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, y descende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos poli insaturados. Además, los productos formados en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud.

Las industrias alimentarias intentan evitar la oxidación de los alimentos mediante diferentes técnicas, como el envasado al vacío o en recipientes opacos, pero también utilizando antioxidantes. El paso inicial para llevar a cabo una oxidación involucra la abstracción de un ión de hidrógeno de una grasa insaturada, lo que produce un radical libre. Luego debe de existir un grupo catalizador como lo son los grupos heme o metales como el hierro, el radical libre reacciona con oxígeno para un hidroperóxido y otro radical libre, el hidroperóxido se descompone para formar compuestos responsables del aroma y sabor a rancio (Jeremiah, 1995)

La oxidación de los lípidos también influye tanto en la seguridad como en el valor nutricional del pollo. La oxidación de lípidos puede contribuir a la destrucción de vitaminas liposolubles como la A y la E. Además, que los productos de la oxidación de lípidos pueden ser dañinos a la salud. Estos dos factores no han sido relacionados con el pollo en ningún estudio.

### **2.2.2.2 Desnaturalización de proteínas**

Las reacciones químicas que ocurren durante el almacenamiento en congelado y la congelación pueden contribuir a la desnaturalización de proteínas y a disminuir la solubilidad (Jeremiah, 1995). Cuando el producto se ha congelado lentamente o cuando ha habido fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento, los cristales de hielo que se forman crecen extrayendo agua ligada a las proteínas, de tal forma que éstas se desorganizan siendo luego incapaces de recuperar dicha agua durante la descongelación, de manera que esta agua al perderse arrastra los nutrientes hidrosolubles. Este proceso cambia la textura del alimento, produciendo un endurecimiento e incluso disminuyendo su solubilidad y valor nutritivo. El deterioro en las proteínas es asociado con los fluidos de exudado y el endurecimiento de la textura (Erickson y Hung, 1997)

### **2.2.2.3 Actividad de microorganismos**

El pollo, como cualquier otro producto de origen animal, posee una flora microbiana grande, pero de cualquier forma las proporciones de algunos organismos son distintos. Así como los virus, hongos y parásitos pueden dar problemas relacionados con el pollo, las bacterias son los principales microorganismos a tener en cuenta en problemas de salud pública. Estas bacterias incluyen las que causan deterioro en el producto y las bacterias patógenas que pueden hacer daño a las personas.

Las congelaciones y el almacenamiento de los alimentos, disminuye el desarrollo dichas bacterias pero no implica la destrucción total de los microorganismos. Las bajas temperaturas disminuyen la presencia de agua disponible ( $A_w$ ) y como consecuencia se inhibe su metabolismo y su desarrollo, además de tener una menor supervivencia.

Los organismos causantes de deterioro incluyen aquellos como *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* y otras. Para deterioro del pollo las que involucran producción de malos olores y de formación de productos viscosos son *Alcaligenes* y *Pseudomonas* las más comunes. Los organismos patógenos incluyen *Staphilococci*, *Clostridium*, *Campylobacter* y *Escherichia*. El patógeno mayormente relacionado con pollo es la *Salmonella* de la cual es considerado el pollo el principal causante de brotes por esta bacteria (Jeremiah, 1995)

### **2.2.3 Factores de estabilidad y aceptación**

Los factores que determinan la estabilidad y la aceptación son aquellos que influyen en la oxidación y el cambio en las características organolépticas. La cantidad de grasas insaturadas y el ambiente que puede actuar como “oxidante” o “anti-oxidante” en la membrana de los fosfolípidos son los factores más grandes.

En general, para poder tener una carcasa o cortes de pollo intactos, y que se mantengan con una buena aceptación hasta por 12 meses deben de ser bien empacados y mantenidos a temperaturas constantes de  $-18^{\circ}\text{C}$  hacia abajo. El disminuir la temperatura de almacenaje aumentará la estabilidad (Erickson y Hung, 1997).

### **2.3 Sistema de evaluación sensorial en la Industria Avícola**

Actualmente, en la Industria avícola estudiada, a principios de año se estableció una programación trimestral de las Evaluaciones Sensoriales que se realizan a los productos de mayor venta durante el año. Para dichas evaluaciones se ha capacitado a un grupo de trabajadores para formar parte de los jueces entrenados que colaboran con los departamentos de Gestión de Calidad e Investigación y Desarrollo para establecer diferencias entre varios ingredientes utilizados o variaciones en los procesos.

Además de este grupo de trabajadores, se tienen programadas actividades semestrales con clientes compradores o potenciales que, además de agradecerles su preferencia y mostrarles la gama de productos con los que se cuenta, se citan para medir el grado de aceptación, tanto en sabor y empaque como el precio y la opción de compra de los productos seleccionados.

Dichas evaluaciones, ayudan en gran parte para la toma de decisiones importantes como son el cambio de ingredientes básicos en el producto o en la disposición de lanzar o no un producto nuevo.



### **3. PROPUESTA DE LA EVALUACIÓN**

#### **3.1 Planteamiento del problema**

##### **3.1.1 Problema**

Al almacenar cualquier producto, o en este caso pollo entero, por períodos largos de tiempo, su calidad empieza a deteriorarse, teniendo como principales características del deterioro: la degradación de proteínas lo que conlleva exudación al momento de descongelar y la pérdida de características organolépticas como olor, color, sabor, textura, etc.

Las pérdidas de características de calidad van de la mano con el sistema y método de congelamiento, por lo que variar estos dos factores durante el congelamiento puede influir mucho en que un producto conserve sus cualidades durante un mayor tiempo de almacenaje.

Los métodos de congelamiento que se utilizan para pollo entero, pueden ser un método lento (Blast-Freezing) en el cual se colocan las piezas dentro de una cámara de congelamiento por espacio de 18 horas hasta alcanzar una temperatura interna de  $-40^{\circ}\text{C}$  para un total de 40,000 lb. o bien un método de congelamiento rápido (IQF, Individual Quick Freezing, Enfriamiento Rápido Individual) en un túnel a una temperatura constante de  $-40^{\circ}\text{C}$  con un flujo de 2,000 lb/hora.

El presente trabajo pretende comparar estos dos métodos y su incidencia en la calidad del pollo entero almacenado a temperaturas de congelamiento hasta por 3 meses, evaluando las características sensoriales del producto.

### 3.1.2 Hipótesis

Realizar un congelamiento rápido del tipo IQF (Enfriamiento Rápido Individual) conserva mejor las características de calidad (características sensoriales) en el pollo entero congelado y almacenado hasta por 3 meses en comparación con pollo entero que ha sido congelado lentamente en un cuarto de congelamiento y almacenado durante el mismo tiempo.

### 3.1.3 Variables

Factores:

- Temperatura
  - De congelación (-20 a -40°C)
  - De almacenaje (-12 a -18°C)
- Tiempo
  - 1 mes
  - 2 meses
  - 3 meses

Variables dependientes:

- Características Sensoriales
  - Sabor
  - Olor
  - Color
  - Textura

### 3.1.3.1 Definición de variables

#### *Factores:*

- Temperatura: será decisiva en cuanto a determinar la ausencia de calor de un producto perecedero, como el pollo entero, desde su congelación hasta su almacenaje en un ambiente controlado de hasta 3 meses.
- Tiempo: es el período de la permanencia en almacenaje del producto perecedero (pollo entero).

#### *Variables dependientes:*

- Características Sensoriales: Abarca todas las características organolépticas propias un alimento, en este caso las características que se evaluarán en el pollo serán:
  - Color: percepción visual que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético.
  - Sabor: es la impresión que nos causa un alimento u otra sustancia, y está determinado principalmente por sensaciones químicas detectadas por el gusto (paladar) así como por el olfato (olor).
  - Olor: conjunto de sensaciones captadas por el sentido del olfato, cuando en la nariz entran las emanaciones transportadas por el aire o por algún líquido.

- Textura: Propiedades visuales y en especial táctiles de una superficie, así como las sensaciones que producen

#### **3.1.4 Alcances**

En este trabajo de graduación pretende establecer las diferencias, en cuanto a color, olor, sabor y textura, del pollo entero congelado lentamente en cámaras de congelación (Blast Freezing) y del pollo entero congelado rápidamente por medio de túneles de congelación (IQF), almacenados por un período de 3 meses en temperaturas de congelación (-12 a -18°C) y evaluando mes a mes las características sensoriales antes mencionadas.

Para el desarrollo de este estudio se tomarán como bases teóricas principios de los sistemas de congelamiento de alimentos, en sus ramas de cámaras de congelación y túneles de congelación; así como las pruebas discriminativas del Análisis Sensorial aplicadas en la evaluación de campo donde 33 jueces deben comparar los dos tipos de pollo congelado.

#### **3.1.5 Límites**

El presente trabajo solamente tomará como base de investigación la Evaluación Sensorial, pues el objetivo es establecer cuál de los dos métodos de congelación satisface el gusto del consumidor.

### **3.1.6 Aportes**

Actualmente en épocas pico de ventas se puede observar una tendencia en el mercado de Guatemala de productos derivados del pollo, que presentan características que para los intermediarios y compradores de pollo no tienen las características óptimas de calidad, esto se debe en que estas son las épocas del año en donde la producción de pollo fresco no es suficiente y los productores de pollo se ven en la necesidad de vender producto que ha sido almacenado durante algún tiempo en congelado.

Esto da como resultado un incremento en las devoluciones de producto, malestar con los clientes y mala imagen de la marca que vende el producto; por lo que encontrar un método adecuado de congelamiento que preserve las características de calidad durante el mayor tiempo posible, sin que estas sean alteradas de una forma significativa representaría un gran beneficio para las empresas que necesitan almacenar producto por intervalos de tiempo y luego sacarlo al mercado.

El aporte será presentar la aplicación, el procedimiento de análisis y resultados del Análisis Sensorial en los controles de calidad y la forma en cómo preservar mejor los alimentos a través de un método de congelación adecuado y así mantener un alimento con la calidad deseada y relativamente económico; para la Ingeniería Industrial ya que se tendrá un método más para el control de la calidad en la fabricación de alimentos, como lo es el Análisis Sensorial; para la Industria Avícola, debido a que se definirá el mejor método de congelación y obtener una futura satisfacción de sus clientes; y por último a Guatemala, ya que el IQF (Enfriamiento Rápido Individual) es un método que se puede utilizar para congelar casi cualquier alimento y es óptimo para exportar productos de calidad tales como frutas y verduras, por otro lado el espacio requerido para montar una planta de IQF es relativamente pequeño, prácticamente muy funcional para pequeños productores.

### **3.2 Métodos a utilizar**

Para llegar a los objetivos del presente trabajo de tesis, se evaluarán los pollos congelados por medio de dos pruebas discriminativas, la evaluación dúo-trío y la evaluación triangular. A continuación se describe el desarrollo, los objetivos y la interpretación de los resultados de cada una de las dos evaluaciones:

### **3.2.1 Evaluación dúo – trío**

#### **3.2.1.1 Procedimiento**

Se le presentan tres muestras al juez, de las cuales una está marcada como R (referencia) y las otras dos están codificadas. Se le dice que una de las otras dos muestras es idéntica a R y la otra es diferente, y se le pide que identifique cuál es la muestra diferente (Larmond, 1977). La aplicación de esta prueba es similar a la de la triangular, pero su eficiencia es menor ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de 50%. Generalmente, la prueba dúo-trío se utiliza para reducir el número de muestras a probar, por ejemplo, cuando el sabor de las muestras es muy fuerte o picante (Paniagua y Burgueño, 1986). La Figura 16 muestra un ejemplo de cuestionario típico para esta prueba. Las muestras se identifican con códigos de tres o cuatro cifras, utilizando la Tabla de número aleatorio. (Ver Anexo II)

Figura 16. Ejemplo de cuestionario para prueba dúo-trío

---

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

PRODUCTO: QUESO PARA UNTAR

Ante usted hay una muestra de referencia marcada con **R** y otras dos muestras marcadas con claves

Una de estas dos muestras es idéntica a **R** y la otra es diferente  
¿Cuál de las dos muestras es diferente de **R**?

Márquela con una **X**

362    581

Comentarios: \_\_\_\_\_

---

MUCHAS GRACIAS

---

Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Pág. 142

### 3.2.1.2 Interpretación

Para interpretar los resultados, se lleva a cabo por medio de la Tabla de significancia para pruebas de dos muestras (Ver Anexo IV), como prueba de una cola, ya que en este caso el conductor de la prueba sabe cuál es la respuesta correcta y, por lo tanto, puede buscar el número de aciertos para establecer diferencia significativa.

## **3.2.2 Evaluación triangular**

### **3.2.2.1 Procedimiento**

En esta prueba se le presentan tres muestras al juez, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es diferente (Larmond 1977). Es más eficiente que la Prueba de Comparación Simple, ya que la probabilidad de que el juez acierte por casualidad es de 33.3%, mientras que en las comparaciones apareadas simples hay un 50% de probabilidad (Anzaldúa-Morales, 1994).

Para identificar las pruebas se utilizan, números de tres o cuatro cifras como se utilizan en las pruebas anteriores. A continuación se presenta un cuestionario típico para la prueba triangular.

Figura 17. Ejemplo de cuestionario para prueba triangular

---

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

**EVALUACION DE SABOR A FRESA**

1. Ante usted hay tres muestras con sabor a fresa.  
Dos de ellas son idénticas entre sí.  
**Indique cuál es la muestra diferente**

Marque con una **X**

843    752    429

2. En el caso de la muestra diferente, diga cuanta  
es la diferencia con respecto a las muestras  
duplicadas: (Marque con una **X**)

Ligera diferencia  
 Diferencia moderada  
 Mucha diferencia

3. Comentarios: \_\_\_\_\_

---

**MUCHAS GRACIAS**

---

Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.** Pág. 141

### 3.2.2.2 Interpretación

Para interpretar los resultados obtenidos se consulta la “Tabla para interpretación de resultados de la prueba triangular” (Ver Anexo V). En el cuadro se encuentra, para el número de jueces que participan en una prueba, el número mínimo de respuestas correctas para establecer diferencia significativa (Larmond, 1977).

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN**

### **4.1 Sujetos**

Para la realización de las evaluaciones se organizaron 3 grupos de 11 personas tomadas al azar del equipo de Evaluaciones Sensoriales de la Industria Avícola. Se tomó esta cantidad de personas, pues la literatura recomienda grupos de no más de 20 personas, con el objeto de obtener resultados más verídicos y manejar de una mejor forma las evaluaciones. Se seleccionaron sólo jueces semientrenados pues se requiere de un nivel de percepción sensorial más desarrollado para este tipo de evaluaciones, personas con cierto entrenamiento y conocimiento en el color, sabor y textura de un pollo beneficiado. Dichas personas serán las encargadas de degustar las muestras y responder las encuestas con las que se medirá la satisfacción del consumidor final. Teniendo en cuenta que es primera vez que el panel realizará este tipo de pruebas, se les indicará detalladamente el objetivo de cada una de las pruebas y la metodología a utilizar.

Los sujetos son trabajadores de la Industria Avícola, en edades que oscilan entre 21 y 35 años, con un nivel de escolaridad en promedio Universitario y con un nivel socioeconómico medio-alto, la mayoría solteros con hijos y con un presupuesto de Alimentación mensual de Q.1,000 a Q.1,500.

## **4.2 Instrumentos**

A continuación se detalla cada uno de los instrumentos que se utilizaron en las evaluaciones sensoriales para el análisis del presente trabajo de graduación:

### **4.2.1 Cuarto de congelación (Blast-Freezing)**

En estas cámaras se congela por contacto de aire a una temperatura de  $-20$  a  $-40$  °C, que circula por convección forzada. En ellas la congelación es lenta. Las cámaras de este tipo son para la congelación de alimentos y endurecimiento de helados. La velocidad de congelación se encuentra alrededor de 0.2 cm/h.

### **4.2.2 Túnel IQF**

Son congeladores en forma de túnel en donde el alimento es sometido a un chorro de aire a temperaturas por lo general, entre  $-30$  y  $-40$ °C y velocidades entre 1.5 y 6.0 m/s. El chorro de aire a esta elevada velocidad reduce el grosor de la película superficial, incrementando el coeficiente de transferencia de calor. El incremento en la capacidad de congelamiento puede alcanzar hasta el 50%. En estos equipos la carga y descarga es automática, requieren espacio mínimo y son de utilización muy diversa, pudiendo utilizarse para alimentos tan diversos como pizzas, pasteles, helados, pollo entero o en porciones, entre otros.

#### **4.2.3 Canastas plásticas**

Son las utilizadas para el almacenamiento directo de las bolsas con pollo, estas se utilizarán para el almacenaje en temperaturas de congelado de las muestras a analizar durante 3 meses.

#### **4.2.4 Bolsas plásticas**

Son las que aíslan el producto del contacto directo con el medio ambiente y así evitar resequedad en el producto y el contacto con microorganismos y partículas dañinas.

#### **4.2.5 Guantes desechables**

Son aisladores de cualquier sustancia dañina para el producto y se utilizarán para mantener un ambiente estéril cada vez que sea necesaria la manipulación directa de las muestras.

#### **4.2.6 Computadora**

Instrumento en el cuál se llevará un almacenamiento adecuado de la información recabada para el estudio. Análisis de error, estadísticas y otras herramientas que brinda dicho computador.

#### **4.2.7 Platos y vasos desechables**

Los platos desechables serán donde se coloquen las muestras a ser consumidas por las personas que evaluarán la calidad del pollo congelado en los distintos métodos. Y los vasos desechables, se utilizarán para depositar el agua pura que servirá para que los panelistas se enjuaguen la boca luego de cada muestra.

#### **4.2.8 Ollas**

Debido a que el producto no se freirá para evitar daños mecánicos en el pollo, las ollas servirán para cocer el producto.

#### **4.2.9 Tenedores**

Es el utensilio que servirá para tomar las muestras y que el colaborador pueda degustarlo sin necesidad de tocar el producto directamente con sus manos.

#### **4.2.10 Termómetro**

Herramienta que sirve para determinar la temperatura que tiene un objeto con referencia a un tercer objeto. Servirá para monitorear la temperatura de la muestra mientras se encuentra almacenada en congelado, además de la temperatura a la cual se presenta la muestra al momento de su degustación.

#### **4.2.11 Encuesta**

Esta será el instrumento más importante para analizar la aceptación del consumidor final hacia el producto, será de tipo evaluativo y tendrá ponderación. Se adjunta más adelante dentro del procedimiento para realizar este trabajo.

### **4.3 Procedimiento**

Los pasos que se siguieron en el procedimiento para realizar el presente trabajo de graduación son:

- Revisión bibliográfica: se efectuó una revisión de la mayor información del tema a evaluar.
- Determinación de la cantidad de muestras a evaluar.

Para determinar la cantidad de muestras a analizar se utilizaron los Planes de muestreo del CODEX para alimentos preenvasados (NCA 6,5) utilizados en la industria para la aceptación o rechazo de lotes, según estos planes, para una determinada población existe una cantidad de muestras que se deben de tomar para que el estudio sea significativo. Debido a esto se tomó una muestra de 24 pollos enteros, con pesos promedios de 2.5 lb., todos del mismo sexo (hembras), cosechados con una edad de 36 días y recolectados de la misma granja de producción. Esta cantidad de pollos se tomó debido a que representa una muestra significativa sobre la producción mensual de pollo entero congelado con un peso mayor a 2.2 lb. (20,000 unidades) en una de las plantas procesadoras de la industria Avícola (Ver Anexo III).

- Preparación de las muestras a evaluar.

De las 24 muestras, 12 unidades se congelaron lentamente por 24 hrs. hasta llegar a  $-40$  grados centígrados en un Blast-Freezing y las otras 12 se congelaron en un túnel de congelamiento rápido (IQF). Estas muestras provienen de pollo beneficiado el mismo día y con características similares en peso, dimensiones, etc.
- Al terminar el proceso de congelación, los pollos se almacenaron en la misma cámara de mantenimiento en congelado a una temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$  promedio. Para evitar las quemaduras por frío, se protegieron con bolsas de poliuretano.
- Mensualmente, durante 3 meses consecutivos, se realizaron dos diferentes análisis sensoriales (triangular y dúo-trío), donde se evaluaba color, olor, textura y sabor, comparando los dos métodos de congelación (Lento y Rápido) contra una muestra de patrón de pollo fresco. Los procedimientos para cada uno de las evaluaciones sensoriales fueron los siguientes:
  - *Prueba dúo-trío:* En esta prueba se tomó, mes a mes, un pollo congelado en Blast-Freezing y un pollo congelado en IQF; se descongelaron individualmente para evitar contaminación cruzada y se colocaron en una bandeja junto la muestra de Referencia, que en este caso, es un pollo fresco recién beneficiado, seleccionado de manera que coincidiera con la edad y el peso de las muestras congeladas para evitar confusiones en el panel.

Las muestras se identificaron de la siguiente manera: cada pollo descongelado con un código de cuatro cifras y la muestra de referencia (pollo fresco) con una R. Cada juez debía observar detenidamente cada muestra y, según su percepción, debía colocar, en la encuesta entregada (Ver apartado 4.4.1), una X en el código del producto que se parece menos a la Referencia (Carcasa identificada con la letra R).

- *Prueba triangular:* Cada mes se tomaron dos pollos congelados en Blast-Freezing y dos pollos congelados en IQF. Individualmente, se descongelaron y se cocinaron en agua hirviendo, sin ningún condimento, hasta que el producto llegó a 80°C de temperatura interna. Luego de cocinarlos se desmenuzaron y se procedió al estudio con los jueces consumidores. A cada juez se le entregó dos trozos de producto congelado lentamente y un trozo de producto congelado rápidamente en un plato plástico, cada trozo se señaló con un código de cuatro cifras para su mejor identificación. En la mesa de estudio se incluyó una galleta soda y un vaso de agua, para neutralizar el sabor de cada muestra. El juez debía degustar cada muestra y, según su percepción, debía colocar en la encuesta entregada una X en el código del producto que era diferente entre las tres muestras (Ver apartado 4.4.2).

- Con los datos recopilados en las encuestas, se realizó el análisis de los resultados por medio de la “Tabla de significancias para pruebas de dos muestras” y la “Tabla para la interpretación de resultados de la prueba triangular” y se observó si existieron diferencias significativas entre los dos métodos de congelado y el producto fresco.

#### 4.4 Encuestas

##### 4.4.1 Evaluación dúo – trío:

### PRUEBA ANALÍTICA DÚO-TRIO

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

Producto: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

Ante usted hay tres muestras. Hay una muestra de Referencia marcada con la letra R y otras dos muestras con los números 4747 y 3684.

Indique cuál de las muestras marcadas es diferente de R, marcándola con una X

4747

3684

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS!!!

## 4.4.2 Evaluación triangular

### PRUEBA ANALÍTICA TRIANGULAR

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

Producto: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:**

Ante usted hay tres muestras. Dos de ellas son idénticas entre sí, **Indique cual es la muestra diferente**. Deguste una galleta y tome agua entre cada una de las muestras.

**MARQUE CON UNA X LA MUESTRA DIFERENTE**

**9961**

**2867**

**5094**

Comentarios: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**MUCHAS  
GRACIAS!!!**

#### **4.5 Diseño y metodología estadística**

Al recolectar y tabular los resultados obtenidos de las encuestas anteriormente expuestas se interpretan por medio de las Tablas para la interpretación de resultados de la prueba triangular (Ver Anexo V) y la Tabla de significancia para pruebas de dos muestras (Ver Anexo IV).

Dichas tablas se utilizan para la interpretación estadística de las pruebas triangular y dúo-trío, respectivamente, en niveles de significancia del 5%, 1% y 0.1% (Larmond 1977), de acuerdo a la cantidad de jueces y del nivel de significancia escogido se obtienen los umbrales (mínimos) necesarios para determinar si hay diferencias significativas.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Tabulación de encuestas**

Luego de los tres meses de evaluaciones se procedió a tabular cada una de las pruebas. A continuación se presentan dos tablas en cada uno de los tres meses de evaluación, en la tabla de la izquierda se podrán observar las respuestas de los jueces en la prueba dúo-trío, donde establecen por medio de comparación directa, según percepción visual y táctil, cuál de las dos muestras se parece menos a la Referencia, que en este caso es un pollo fresco con similares características. El juez debe observar resequedad o humedad en la piel de las muestras, obscurecimiento de los huesos y la rigidez en la carne, entre otras.

En el cuadro de la derecha se detallan las respuestas de los jueces en la prueba triangular, donde utilizando principalmente su sentido del gusto y del olfato indican, según apreciación personal, cual de tres las muestras es la diferente. En este caso se debe diferenciar en la fibrosidad y resequedad de la carne, la intensidad del olor a rancidez y el grado de obscurecimiento de la carne.

### 5.1.1 Primer mes

Tabla I. Tabulación de resultados pertenecientes al primer mes de prueba.

#### PRUEBA DÚO - TRÍO

TABULACION PRIMER MES		
No.	Muestra: 4747 (IQF)	Muestra: 3684 (Blast)
1	0	
2		0
3	0	
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0
11	0	
12		0
13		0
14	0	
15		0
16	0	
17		0
18	0	
19	0	
20		0
21		0
22	0	
23		0
24	0	
25	0	
26	0	
27		0
28		0
29		0
30		0
31		0
32		0
33		0
	<b>11</b>	<b>22</b>

#### PRUEBA TRIANGULAR

TABULACION PRIMER MES			
No.	Muestra: 9961 (IQF)	Muestra: 2867 (Blast)	Muestra: 5094 (IQF)
1			0
2	0		
3	0		
4			0
5			0
6		0	
7	0		
8	0		
9		0	
10			0
11	0		
12	0		
13		0	
14		0	
15		0	
16		0	
17			0
18	0		
19	0		
20		0	
21		0	
22		0	
23			0
24		0	
25		0	
26			0
27			0
28		0	
29			0
30	0		
31		0	
32			0
33		0	
	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

### 5.1.2 Segundo mes

Tabla II. Tabulación de resultados pertenecientes al segundo mes de prueba.

#### PRUEBA DÚO - TRÍO

##### TABULACION SEGUNDO MES

No.	Muestra: 4747 (Blast)	Muestra: 3684 (IQF)
1		0
2	0	
3	0	
4		0
5	0	
6	0	
7	0	
8		0
9	0	
10	0	
11		0
12	0	
13	0	
14	0	
15		0
16	0	
17	0	
18	0	
19	0	
20	0	
21		0
22	0	
23	0	
24	0	
25		0
26	0	
27	0	
28		0
29		0
30	0	
31	0	
32	0	
33	0	
	<b>24</b>	<b>9</b>

#### PRUEBA TRIANGULAR

##### TABULACION SEGUNDO MES

No.	Muestra: 9961 (IQF)	Muestra: 2867 (Blast)	Muestra: 5094 (IQF)
1			0
2		0	
3		0	
4	0		
5	0		
6		0	
7		0	
8			0
9		0	
10		0	
11		0	
12		0	
13		0	
14			0
15		0	
16			0
17	0		
18		0	
19			0
20			0
21			0
22			0
23			0
24	0		
25		0	
26	0		
27	0		
28	0		
29	0		
30		0	
31			0
32		0	
33			0
	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

### 5.1.3 Tercer mes

Tabla III. Tabulación de resultados pertenecientes al tercer mes de prueba.

#### PRUEBA DÚO - TRÍO

TABULACIÓN TERCER MES		
No.	Muestra: 4747 (Blast)	Muestra: 3684 (IQF)
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	
7	0	
8	0	
9	0	
10	0	
11	0	
12		0
13	0	
14	0	
15	0	
16	0	
17	0	
18	0	
19	0	
20		0
21		0
22	0	
23		0
24	0	
25	0	
26		0
27	0	
28	0	
29	0	
30	0	
31	0	
32	0	
33		0
	27	6

#### PRUEBA TRIANGULAR

TABULACIÓN TERCER MES			
No.	Muestra: 9961 (Blast)	Muestra: 2867 (IQF)	Muestra: 5094 (IQF)
1	0		
2	0		
3		0	
4	0		
5	0		
6	0		
7			0
8		0	
9		0	
10		0	
11	0		
12			0
13		0	
14		0	
15			0
16	0		
17			0
18		0	
19	0		
20			0
21	0		
22		0	
23		0	
24			0
25		0	
26	0		
27	0		
28		0	
29	0		
30			0
31			0
32	0		
33	0		
	14	11	8

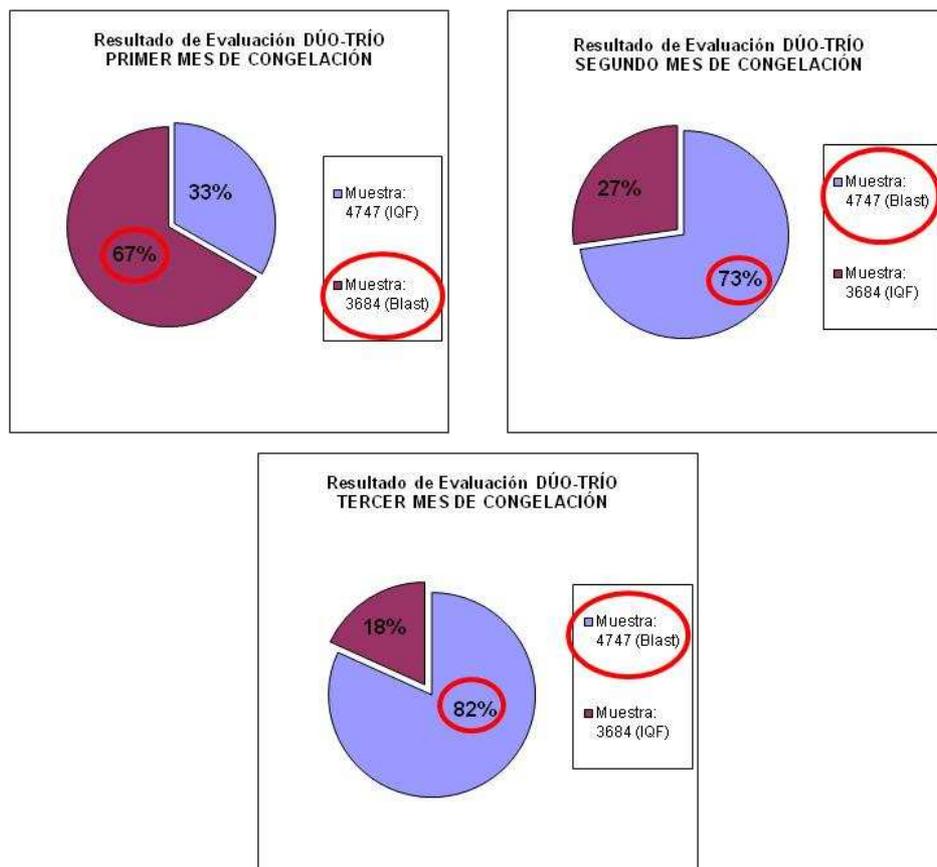
## 5.2 Resultados obtenidos

Luego de las 6 pruebas realizadas con el panel de 33 personas familiarizadas con el producto, se obtuvo resultados muy concluyentes sobre la calidad del producto congelado almacenado durante 3 meses a temperaturas de -12 a -18°C.

En la Prueba dúo-trío, se obtuvo resultados muy similares durante las evaluaciones mensuales pero con cierto incremento en las diferencias entre los dos tipos de congelación. En esta evaluación se quiere determinar cuál de los tipos de congelación se parece más al pollo fresco al momento de estar en el expendio del cliente y no se tenga ningún problema al momento de comercializarlo.

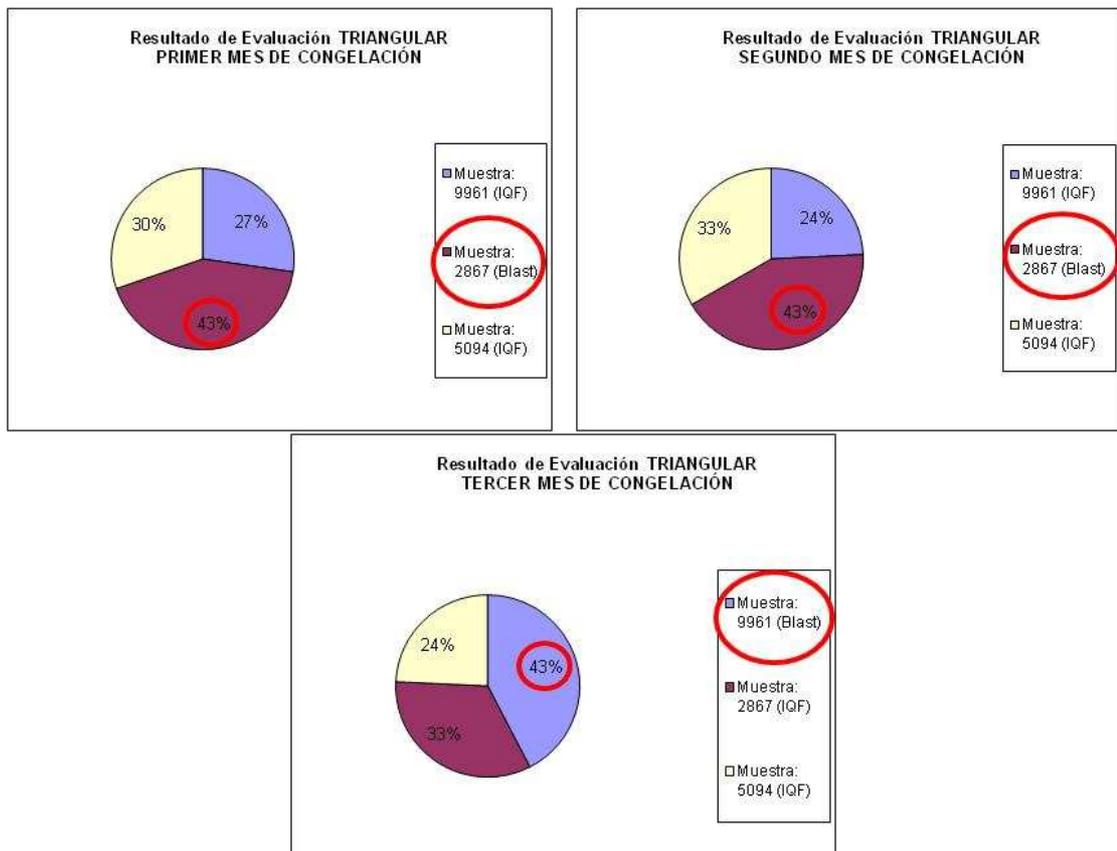
Como se nota en la figura 18, la diferencia siempre es mayor en el pollo congelado Blast-Freezing (67% primer mes, 73% segundo mes y 82% en el tercer mes), observando una tendencia, de dicho pollo, a presentar mayor diferencia mientras más tiempo se mantenga en estado de congelación.

Figura 18. Gráfica de resultados obtenidos en la prueba dúo-trío en los tres meses de evaluación.



De igual manera en la prueba triangular, donde el objetivo principal es establecer si hay diferencia en el sabor del pollo congelado IQF vs. Blast-Freezing al momento de su cocción, se encontró que el panel identificaba en un 43% la diferencia entre las muestras colocadas en la evaluación. Siendo el mismo resultado durante los 3 meses de evaluación, como se muestra en las siguientes gráficas.

Figura 19. Gráfica de resultados obtenidos en la prueba triangular en los tres meses de evaluación.



### 5.3 Análisis estadístico

#### Prueba dúo-trío:

Como se mostró en el apartado 3.2.1.2, para la interpretación de los datos obtenidos en las encuestas se debe consultar la Tabla de significancia para pruebas de dos muestras (Ver Anexo IV), la cual nos indica si los resultados son o no significativos.

A continuación se detalla la forma de analizar dichos resultados utilizando como herramienta principal la Tabla de significancia y tomando como base el número de juicios obtenidos en los tres meses de evaluación.

**DATOS OBTENIDOS:**

CANTIDAD DE PERSONAS EVALUADAS: 33 personas.

RESULTADOS:

TABULACION PRIMER MES			TABULACION SEGUNDO MES			TABULACION TERCER MES		
No.	Muestra: 4747 (IQF)	Muestra: 3684 (Blast)	No.	Muestra: 4747 (Blast)	Muestra: 3684 (IQF)	No.	Muestra: 4747 (Blast)	Muestra: 3684 (IQF)
	11	22		24	9		27	6

Tabla IV. Tabla de significancia utilizada para la prueba dúo-trío. (Fragmento).

TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS.								
NÚMERO DE JUICIO	PRUEBAS DE "DOS COLAS"				PRUEBAS DE "UNA COLA" *			
	Nivel de probabilidad							
	5%	1%	0.10%	5%	1%	0.10%	5%	0
5	0	0	0	5	0	0	5	0
30	21	23	25	20	22	24	21	23
31	22	24	25	21	23	25	22	24
32	23	24	26	22	24	26	23	25
33	23	25	27	22	24	26	24	26
34	24	25	27	23	25	27	25	27
35	24	26	28	23	25	27	26	27
36	25	27	29	24	26	28	27	28

Número de juicios coincidentes necesarios para establecer diferencia significativa.  
 Número mínimos de respuestas correctas necesario para establcer diferencia significativa.  
 Fuente: Roessler y colaboradores (1956)

Fuente: Roessler, E.B., Baker, G.A. y Amerine, M.A. *One-tailed and tow-tailed tests in organoleptic comparisons*. Food Res. 21, 117 pp.

En la tabla se debe ubicar el número de personas que participaron en el panel, en este caso es 33, luego se localiza “Prueba de dos colas” pues el evaluador desconoce la dirección de la respuesta, y por último el 5% que es lo recomendable por la literatura por brindar más información y libertad. Con esto vemos que el número de juicios mínimo para que la diferencia sea significativa es 23.

Siguiendo estos pasos vemos, que el resultado del primer mes NO ES SIGNIFICATIVO pues tiene 22 juicios como dato; esto lo que quiere decir es que las dos muestras presentadas son muy similares a la Referencia.

En el siguiente mes vemos que se incrementa por dos juicios (24), lo que lo hace SIGNIFICATIVA LA DIFERENCIA entre los dos tipos de congelación, pues los jueces notan que el pollo congelado en Blast-Freezing se parece menos a la Referencia que es un pollo fresco.

Y en el último mes volvemos a ver un resultado mayor que el mínimo permitido en la Tabla y confirma la diferencia que se notó en el segundo mes. El resultado son 27 juicios, que hace SIGNIFICATIVA la diferencia existente entre las dos muestras.

### **Prueba triangular:**

La metodología para la interpretación del resultado obtenido en la prueba triangular es muy similar que en la prueba anterior, únicamente que en este caso se debe consultar la “Tabla para interpretación de resultados de la prueba triangular” (Ver Anexo V) y por medio de ella se podrá establecer si es o no significativa.

**DATOS OBTENIDOS:**

CANTIDAD DE PERSONAS EVALUADAS: 33 personas.

RESULTADOS:

TABULACION PRIMER MES				TABULACION SEGUNDO MES			
No.	Muestra: 9961 (IQF)	Muestra: 2867 (Blast)	Muestra: 5094 (IQF)	No.	Muestra: 9961 (IQF)	Muestra: 2867 (Blast)	Muestra: 5094 (IQF)
33	9	14	10	33	8	14	11

TABULACION TERCER MES			
No.	Muestra: 9961 (Blast)	Muestra: 2867 (IQF)	Muestra: 5094 (IQF)
33	14	11	8

Tabla V. Tabla de significancia utilizada para la prueba triangular (Fragmento):

TABLA PARA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA PRUEBA TRIANGULAR			
Número de respuestas correctas necesarias para establecer diferencia significativa			
No. de Jueces	Nivel de significancia		
	5%	1%	0.10%
7	5	6	7
30	16	17	19
31	16	18	19
32	16	18	20
33	17	19	20
34	17	19	21
35	18	19	21

Fuente: Roessler, E.B., Warren, J. y Guymon, J.F. **Significance in triangular taste tests.** *Food Res.* 13, 503 pp.

De igual manera que en la prueba anterior, se debe buscar en la tabla de significancia el número de jueces utilizados para la prueba triangular y buscar el 5% de significancia; en este caso el número de juicios mínimos para que el resultado sea significativo es 17.

Como se puede observar, en los tres meses de prueba se tiene un resultado de 14 juicios lo cual en toda la prueba NO SE ENCUENTRA SIGNIFICANCIA ALGUNA, en las diferencias de sabor entres los dos tipos de congelación.

#### **5.4 Discusión de resultados**

En el presente trabajo de graduación se pueden observar dos resultados interesantes; el primero se tiene en la prueba triangular donde se cocinan dos muestras, una congelada en Blast-Freezing y otra IQF, inmediatamente se entregan a los panelistas para que comparen los sabores del producto luego de permanecer 1, 2 ó 3 meses en estado de congelación.

En estos resultados, el panel no encontró diferencias significativas entre los dos métodos de congelación, esto quiere decir que durante los 3 meses de almacenaje el producto no se ha alterado lo suficiente como para que el consumidor logre distinguir diferencias entre las dos muestras. Estos resultados se pueden explicar debido a que los cambios químicos (rancidez en el sabor) y bioquímicos (obscurecimiento del producto) durante el almacenamiento en congelación son relativamente lentos, además del buen control y la ausencia de fluctuaciones en la temperatura de almacenaje evitó la re-cristalización del hielo, lo que hubiera provocado una rotura en la textura y la pérdida de nutrientes al momento de la descongelación.

En la segunda prueba, se tiene el resultado más relevante y más importante del estudio, pues en él se comparan los dos métodos con producto crudo, tomando como referencia un producto fresco. Con estas muestras se solicitó a los panelistas que establecieran cuál de los dos ejemplares se parecía menos a la referencia y se obtuvo resultados significativos a partir del segundo mes donde el menos parecido al producto fresco siempre fue el pollo congelado lentamente.

Estos resultados muestran que el cliente en el expendio prefiere el producto IQF en lugar del producto congelado en un Blast-Freezing, debido a la apariencia oscura, fibrosa y seca causado por una nucleación y cristalización molecular más grande y desordenada provocado por la congelación lenta del agua existente en la superficie del producto.

En la literatura, los especialistas aconsejan una congelación rápida, ya que mientras más tiempo tarde la congelación, más grandes serán los cristales de las moléculas de agua congelada en el producto, lo que provoca un agrietamiento en los tejidos del producto y, esto a su vez, al momento de la descongelación del producto, hace que la pérdida de nutrientes sea mayor y los cambios organolépticos, sobre todo las características visuales como el color y la textura, sean más significativos.

Los resultados vienen a confirmar esta teoría y la hipótesis planteada en un inicio, pues el método que mejor conserva las características del producto que se tomó como muestra, durante tres meses de almacenaje, es el Enfriamiento Rápido Individual (IQF).

Se dice que es el hallazgo más importante del estudio, ya que la industria avícola se dedica en su mayoría a comercializar producto crudo a sus clientes intermediarios, por ende le interesa emplear el método que incremente sus ventas a través de un producto de calidad a los ojos de sus clientes y estos resultados ayudarán a esclarecer muchas dudas con respecto al método a utilizar para congelar el pollo.



## CONCLUSIONES

1. En la actualidad, la congelación es el mejor método para la conservación de los alimentos por un tiempo prolongado. La calidad de los alimentos congelados dependerá de la velocidad de la congelación: en la congelación lenta, los cristales de hielo extracelular se forman grandes, de modo que provocan desgarraduras internas y hasta rotura de los tejidos; en cambio la congelación rápida produce gran número de pequeños cristales de hielo extracelulares e intracelulares, obteniendo un deterioro menor en la calidad del producto.
2. De los tres tipos de pruebas que se tienen en el Análisis Sensorial, se concluyó que las pruebas discriminativas son las ideales para comparar los dos tipos de congelación en estudio, ya que estas pruebas están hechas para determinar modificaciones o alteraciones en los sabores, colores y texturas de diferentes alimentos.
3. En la prueba dúo-trío se obtuvo resultados significativos a partir del segundo mes, donde el pollo congelado por el método lento, Blast-Freezing, se parecía menos a la referencia, pollo fresco. Esto quiere decir que durante los primeros tres meses de almacenaje, el método rápido o IQF para congelar pollo entero, conserva de mejor manera las características sensoriales en el producto, especialmente, las visuales como el color y la textura.

4. Luego de tres meses de congelación, en la prueba triangular los panelistas no encontraron diferencia significativa entre el sabor del pollo congelado Blast-Freezing y el sabor del pollo congelado por medio del IQF. Si el pollo se comercializa cocido, se puede congelar en cualquiera de los dos métodos, pues el cliente final no notará diferencia al degustarlo.
5. Durante el procedimiento de descongelación que se realizó mensualmente, se notó en una comparación visual, que desde el primer mes la carcasa del pollo congelado lentamente se percibe deshidratado, más fibroso y el color con un tono amarillento; en cambio el pollo congelado rápidamente se observa el tejido más elástico, menos deshidratado y con el color característico del pollo.
6. La única ventaja, en cuanto a calidad, que se encontró en el método de congelación en Blast-Freezing es la acentuación del color blanco de la superficie del pollo, mientras se mantiene en estado congelado. Esta apariencia de blancura, se debe al reflejo de la luz que producen los cristales formados en dicha superficie.

## RECOMENDACIONES

1. Con la continuación del estudio en la prueba triangular hasta encontrar una diferencia significativa, se podrá establecer un tiempo máximo para conservar el producto en estado de congelación y que no afecte la calidad de éste.
2. Para evitar un deterioro mayor de la calidad del producto, se recomienda utilizar un empaque hermético o al vacío donde se garantice que no le ingresará aire al producto y así, impedir quemaduras u oxidaciones en el producto durante su almacenaje a temperaturas de congelado.
3. Como se observó en el transcurso de este trabajo de graduación, el pollo congelado es muy delicado, por lo que se recomienda un control continuo de las temperaturas de congelación y almacenaje del producto; además de efectuar con tiempo los mantenimientos preventivos en las cámaras de almacenaje, todo esto para evitar fluctuaciones en las temperaturas, y por ende reducir la degradación de la calidad del producto almacenado en ellas.
4. Se recomienda a la Industria Avícola establecer un programa riguroso de Análisis Sensorial, por lo menos de tres veces al año, para los productos con mayor movimiento en las ventas y así poder garantizarle al cliente la calidad del producto que se le está distribuyendo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Ackerman, D. (1990). *A natural history of senses*. Random House. New York.
2. Ackerman, D. (1990). *A natural history of senses*. Random House. New York.
3. Amerine, M.A., Pangborn, R.M. y Roessles, E.B. (1965). *Principles of sensory evaluation of food*. Academic Press. New York.
4. Anzaldúa-Morales, A. (1984). Reología y textura en la industria de la confitería. Curso impartido a personal de la Cía. Chiclé Adams, S.A. México, D.F.
5. Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. España
6. Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. España
7. Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Ed. Acribia. España
8. Anzaldúa-Morales, A., Garza, D., Pérez-Vargas, C.G. y Pico, L., (1987). Resultados de pruebas de evaluación sensorial. Reporte interno. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias

Químicas, División de Estudios de Postgrado. Chihuahua, Chih., México.

9. Anzaldúa-Morales, A., Lever, C. y Vernon, E.J. (1983). *Nuevos métodos de evaluación sensorial y su aplicación en reología y textura*. *Tecnol. Aliment.* 18 (5), 4.
10. ASTM (1968). *Manual of sensory testing methods*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. Pa. ASTM STP 434.
11. Bourne, M.C. (1982). *Reología y textura de alimentos*. Curso organizado por la Asociación de Técnicos en Alimentos de México. México, D.F.
12. Brich, G. G. Latymer, Z. y Hollaway, M. (1978). An orderly queue hypothesis in sugar taste chemoreception. *IRCS Med. Sci.* 6,214.
13. Buttkus, H. (1970). Accelerated denaturation of myosin in frozen solution. *Journal of Food Science.* 35: 558:562.
14. Cardello, A.V. (1988). Effects of sample size and prior masticatory stimulation on texture judgments. Trabajo presentado en 1988 IFT Annual Meeting. New Orleans, La.
15. Caul, J.F. (1957). The profile method of flavour analysis. *Advances in Food Research* 7, 1.
16. Civille, G.V. y Szczesniak, A.S. (1973). Guidelines to training a texture profile panel. *J. Texture Studies* 4, 204.

17. Costell, E. y Durán, L. (1981). El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 21 (4), 454.
18. Costell, E. y Durán, L. (1982). El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. IV. Realización y análisis de los datos. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos* 22 (1), 1.
19. Ellis, B.H. (1961). *A guidebook for sensory testing*. Continental Can Co. Chicago, Ill.
20. Erickson, M y Y. Hung. (1997). *Quality in frozen food*. International Thomson Publishing, Nueva York, EEUU, 482 pp.
21. Ferrelle, U. y O'Mahony, M. (1988). Increasing the discriminability of difference testes by signal search procedures. Trabajo presentado en 1988 IFT Annual Meeting. New Orleans, La.
22. Hwang, K.T. (1988). Protection of menhaden minces lipids from rancidity during frozen storage. *Journal of Food Science*. 54: 1120-1124.
23. Kelly, F.B. y Heymann, H. (1988). Contrasting the effect of ingestion versus expectoration in sensory difference tests. Trabajo presentado en 1988 IFT Annual Meeting. New Orleans, La.
24. Lanari, M y N. Zaritzky. (1991). Effect of packaging and frozen storage temperature on beef pigments. *Int. J. Sci. Technol.* 26: 629-640.

25. Larmond, E. (1973). Physical requirements for sensory testing. *Food Technol.* 27, 28.
26. Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods.* Can Dept. Agr. Publ. 1637.
27. Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods.* Can Dept. Agr. Publ. 1637.
28. Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods.* Can Dept. Agr. Publ. 1637.
29. Larson-Powers, N. L. y Pangborn, R. M. (1978) Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatine containing sucrose and synthetics sweeteners. *J. Food Sci.* 43, 41
30. Lawrie, R.A. (1991). *Meat Science.* 5a ed. Pergamon Press, Nueva York.
31. Nakayama, T. (1977). Physical, chemical and sensory evaluation of frozen storage deboned fish flesh. *J. Food Science.* 42:900-905.
32. Nieto, O. (1976). *Técnicas de enseñanza.* Curso Organizado por el Centro de Didáctica de la Universidad Iberoamericana. Cuernavaca, Morelos, México.
33. Paniagua, J.J. y Bagueño, E. (1986). *Determinación cuantitativa de capsaicina y evaluación sensorial de la urgencia en diferentes*

*variedades de chile.* Tesis de licenciatura en Ingeniería Bioquímica en Alimentos. Instituto Tecnológico de Tepic. Tepic, Nayarit, Inglaterra.

34. Paniagua, J.J. y Bargueño, E. (1986). *Determinación cuantitativa de capsaicina y evaluación sensorial de la urgencia en diferentes variedades de chile.* Tesis de licenciatura en Ingeniería Bioquímica en Alimentos. Instituto Tecnológico de Tepic. Tepic, Nayarit, Inglaterra.
35. Ridgway, C. (1886). *Nomenclature of colors for naturalists* Ed. Autor. Boston, Mass
36. Roessler, E.B., Baker, G.A. y Amerine, M.A. (1956) One-tailed and two-tailed tests in organoleptic comparisons. *Food Res.* 21, 117.
37. Roessler, E.B., J. Warren, J.F. Guymon. (1948). Significance in triangular test. *Food Res.* 13, 503.
38. Saccardo, P.A. (1894). *Chromotaxia*, Ed. Autor. Padua, Italia.
39. Saeed, Z.K. (1982). *Study of sliminess a Sudanese sauce containing yoghurt and okra.* Tesis doctoral. University of Reading, National College of Food Technology. Weybridge, Surrey, Inglaterra.
40. Shallenberger, R.S. y Birch, G.G. (1975). *Sugar Chemistry.* The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Conn.
41. Shenouda, S.Y.K. (1980). Theories of protein denaturation during frozen storage. *Adv. Food. Research.* 26:275-311.

42. Torroela, E., (1996). La producción de frío. Universidad politécnica de Valencia.
43. Tueme, C. (1993). Estudio para la determinación de las condiciones óptimas para la elaboración de un queso enzimático. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Químicas. Chihuahua, Chih., México. [en prensa]
44. Zaritzky, N. (1997). Cap. 4, Congelación de Alimentos. En: Temas en Tecnología de Alimentos. Ed: José María Aguilera. Vol. I. Instituto Politécnico Nacional, México DF.

## ANEXO I

Figura 20. Ejemplo de cuestionario para definir el nivel socioeconómico de los jueces

**NOMBRE** \_\_\_\_\_ **FECHA** \_\_\_\_\_

Le agradeceríamos que por favor nos proporciones los siguientes datos personales:  
Marque con una X según corresponda

1. Edad (años)

Menos de 20 ( )	26-30 ( )	36-40 ( )	46-50 ( )	56-50 ( )
21-25 ( )	31-35 ( )	41-45 ( )	50-55 ( )	más de 60

2. ¿Hasta que nivel de estudios cursó?.

Primaria ( )	Secundaria ( )	Preparatoria ( )
Universidad ( )	Postgrado ( )	

3. Número de personas que dependen económicamente de usted: \_\_\_\_\_

4. Estado Civil:

Soltera ( )	Casada ( )	Viuda ( )	Divorciada ( )
-------------	------------	-----------	----------------

5. ¿En cuanto estima que sea el ingreso mensual de su familia?

Menos de Q 2,000.00	( )
Q 2,000.00 - Q 3,000.00	( )
Q 3,001.00 - Q 4,000.00	( )
Q 4,001.00 - Q 5,000.00	( )
Q 5,001.00 - Q 6,000.00	( )
Q 6,001.00 - Q 7,000.00	( )
Q 7,001.00 - Q 8,000.00	( )
Q 8,001.00 - Q 9,000.00	( )
Q 9,001.00 - Q 10,000.00	( )
Q 10,001.00 - Q 11,000.00	( )
Mas de Q 11,000.00	( )

6. Vivienda

Casa Propia	( )
Casa Alquilada	( )
Apartamento propio	( )
Apartamento alquilado	( )
Vecindad	( )

7. Medio de Transporte que utiliza generalmente:

Automóvil	( )
Autobús	( )
Taxi	( )
Bicicleta	( )
Motocicleta	( )
Pie	( )

MUCHAS GRACIAS

Fuente: Lic. Carmen Rosa Godoy. **Métodos de Evaluación Sensoriales.** Pág. 2

## ANEXO II

Tabla VI. Tabla de números aleatorios

5590	6224	3500	6934	3749
7969	8261	3173	3662	3145
1013	9421	3212	9914	3218
9265	2082	6330	6455	6360
6828	3199	4258	8396	3966
8015	5961	6152	7547	4587
2200	1703	2358	3679	9205
9892	5947	1450	6814	4701
5179	4153	4790	9344	3964
3052	6989	7089	7649	5770
7210	4936	2575	5579	7702
4889	4589	5270	7786	8013
7361	7686	9440	4626	6007
3684	9235	8239	6377	3101
5954	7379	4158	7463	8721
9961	6239	6588	3284	8396
6610	7015	5579	4006	4747
1613	3964	7786	8061	8360
4230	9344	3964	5797	6601
9401	7649	1847	4680	9926
7729	8025	1430	9969	6966
6750	4198	1619	2458	2385
4853	9841	6164	5893	7943
2867	9339	8733	5490	4502

Fuente: Antonio Anzaldúa-Morales. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Pág. 159

## ANEXO III

Figura 21. Plan de muestreo según CODEX

**PLAN DE MUESTREO 1**  
(Nivel de inspección I, NCA = 6,5)

**PESO NETO IGUAL O INFERIOR A 1 KG (2,2 LB)**

Tamaño del lote (N)	Tamaño de la muestra (n)	Número de aceptación (c)
4 800 o menos	6	1
4 801 - 24 000	13	2
24 001 - 48 000	21	3
48 001 - 84 000	29	4
84 001 - 144 000	38	5
144 001 - 240 000	48	6
más de 240 000	60	7

**PESO NETO MAYOR DE 1 KG (2,2 LB), PERO NO MAYOR DE 4,5 KG (10 LB)**

Tamaño del lote (N)	Tamaño de la muestra (n)	Número de aceptación (c)
2 400 o menos	6	1
2 401 - 15 000	13	2
15 001 - 24 000	21	3
24 001 - 42 000	29	4
42 001 - 72 000	38	5
72 001 - 120 000	48	6
más de 120 000	60	7

**PESO NETO MAYOR DE 4,5 KG (10 LB)**

Tamaño del lote (N)	Tamaño de la muestra (n)	Número de aceptación (c)
600 o menos	6	1
601 - 2 000	13	2
2 001 - 7 200	21	3
7 201 - 15 000	29	4
15 001 - 24 000	38	5
24 001 - 42 000	48	6
más de 42 000	60	7

Fuente: Planes de muestreo del CODEX para alimentos pre envasados (NCA, 6,5).

Pág.6

## ANEXO IV

Tabla VII. Tabla de significancia para pruebas de dos muestras.

TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS.

NÚMERO DE JUICIO	PRUEBAS DE "DOS COLAS" *			PRUEBAS DE "UNA COLA" *		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5 %	1 %	0.10 %	5 %	1 %	0.10 %
5	0	0	0	5	0	0
6	0	0	0	6	0	0
7	7	0	0	7	7	0
8	8	8	0	7	8	0
9	8	9	0	8	9	0
10	9	10	0	9	10	0
11	10	11	11	9	10	10
12	10	11	12	10	11	11
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	17
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	18	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55

Número de juicios coincidentes necesarios para establecer diferencia significativa.

Número mínimos de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa.

Fuente: Roessler, E.B., Baker, G.A. y Amerine, M.A. *One-tailed and tow-tailed tests in organoleptic comparisons*. Food Res. 21, 117 pp.

## ANEXO V

Tabla VIII. Tabla para interpretación de resultados de la prueba triangular.

Número de respuestas correctas necesarias para establecer diferencia significativa			
No. de Jueces	Nivel de significancia		
	5%	1%	0.10%
7	5	6	7
8	6	7	8
9	6	7	8
10	7	8	9
11	7	8	9
12	8	9	10
13	8	9	10
14	9	10	11
15	9	10	12
16	10	11	12
17	10	11	13
18	10	12	13
19	11	12	14
20	11	13	14
21	12	13	15
22	12	14	15
23	13	14	16
24	13	14	16
25	13	15	17
26	14	15	17
27	14	16	18
28	15	16	18
29	15	17	19
30	16	17	19
31	16	18	19
32	16	18	20
33	17	19	20
34	17	19	21
35	18	19	21
36	18	20	22
37	18	20	22
38	19	21	23
39	19	21	23
40	20	22	24
41	20	22	24
42	21	22	25
43	21	23	25
44	21	23	25
45	22	24	26
46	22	24	26
47	23	25	27
48	23	25	27
49	23	25	28
50	24	26	28
51	24	26	29
52	25	27	29
53	25	27	29

## Continuación ANEXO 5

No. de Jueces	Nivel de significancia		
	5%	1%	0.10%
54	25	27	30
55	26	28	30
56	26	28	31
57	27	29	31
58	27	29	32
59	27	30	32
60	28	30	33
61	28	30	33
62	28	31	33
63	29	31	34
64	29	32	34
65	30	32	35
66	30	32	35
67	30	33	36
68	31	33	36
69	31	34	36
70	32	34	37
71	32	34	37
72	33	35	38
73	33	35	38
74	33	36	39
75	34	36	39
76	34	36	39
77	34	37	40
78	35	37	40
79	35	38	41
80	35	38	41
81	36	38	41
82	36	39	42
83	37	39	42
84	37	40	43
85	37	40	43
86	38	40	44
87	38	41	44
88	39	41	44
89	39	42	45
90	39	42	45
91	40	42	46
92	40	43	46
93	40	43	46
94	41	44	47
95	41	44	47
96	42	44	48
97	42	45	48
98	42	45	49
99	43	46	49
100	43	46	49
200	80	84	89
300	117	122	127
400	152	158	165
500	188	194	202
1000	363	372	383
2000	709	722	737

Fuente: Roessler, E.B., Warren, J. y Guymon, J.F. *Significance in triangular taste tests*. Food Res. 13, 503 pp.