

**Desarrollo de un prototipo de medallón de
tilapia (*Oreochromis sp.*) evaluando dos tipos
de empanizado y dos niveles de harina de soya**

Gabriela Melissa Crespo Gutiérrez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un prototipo de medallón de tilapia (*Oreochromis sp.*) evaluando dos tipos de empanizado y dos niveles de harina de soya

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Gabriela Melissa Crespo Gutiérrez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Desarrollo de un prototipo de medallón de tilapia (*Oreochromis sp.*) evaluando dos tipos de empanizado y dos niveles de harina de soya

Presentado por:

Gabriela Melissa Crespo Gutiérrez

Aprobado:

Flor de María Nuñez, M.Sc.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria Alimentaria

Adela Acosta, D.C.T.A.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Crespo, Gabriela. 2009. Desarrollo de un prototipo de medallón de tilapia (*Oreochromis sp.*) evaluando dos tipos de empanizado y dos niveles de harina de soya. Trabajo de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 27p.

El cultivo de tilapia representa para Honduras una industria de 63.3 millones de dólares. La empresa Aquafinca Saint Peter Fish, descarta carne como tilapia no exportable que podría ser utilizado para consumo humano. El presente estudio consistió en el desarrollo de un prototipo de medallón de tilapia evaluando dos tipos de empanizado, un empanizado comercial (EC) y el empanizado comercial más 20% de hojuelas de maíz trituradas (HMT) y dos niveles de harina de soya (0 y 3%). Se utilizó un diseño experimental de BCA con arreglo factorial dos por dos y cuatro tratamientos (0H, 3H, 0C y 3C). Se analizó por medio de una ANDEVA ($P < 0.05$) y separación de medias Ls-means. Se utilizaron el análisis sensorial de aceptación y los costos variables para determinar como mejor tratamiento el empanizado HMT con 0% harina de soya (0H). Se evaluaron las características físicas, químicas y microbiológicas del mejor tratamiento (0H). Su composición química fue de 52.4% humedad, 16.5% proteína, 9.9% grasa, 16.4% carbohidratos, 0.8% fibra cruda y 4% cenizas; su color un amarillo tuvo valores L^* a^* b^* de 45.35, 12.24 y 32.24, respectivamente; su fuerza de compresión de 0.248 kN en el Instron; su recuento microbiológico en niveles aceptables y su costo variable de producción de L.4.4/Lb.

Palabras clave: congelado, embutido, empanizador, frito, pescado.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla..... | i |
| Página de firmas | ii |
| Resumen | iii |
| Contenido | iv |
| Índice de cuadros, figuras y anexos..... | v |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 11 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 21 |
| 6. RECOMENDACIONES | 22 |
| 7. LITERATURA CITADA..... | 23 |
| 8. ANEXOS | 25 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

| | |
|--|----|
| 1. Composición nutricional de la tilapia cocida. | 4 |
| 2. Composición nutricional de las barritas de pescado marca Gortons. | 5 |
| 3. Codificación de tratamientos evaluados para el desarrollo de los medallones. | 8 |
| 4. Formulación de los tratamientos para el desarrollo de los medallones de tilapia. | 8 |
| 5. Calificación para el atributo apariencia en los medallones de tilapia. | 14 |
| 6. Calificación para el atributo aroma en los medallones de tilapia. | 14 |
| 7. Calificación para el atributo textura en los medallones de tilapia. | 15 |
| 8. Calificación para el atributo sabor en los medallones de tilapia. | 15 |
| 9. Calificación para la aceptación general en los medallones de tilapia. | 16 |
| 10. Color con sus valores L* a* b* en los medallones de tilapia. | 17 |
| 11. Textura con su valor en fuerza (kN). | 18 |
| 12. Precios de ingredientes del medallón de tilapia. | 18 |
| 13. Costos variables en dólares para producir 100 kg de cada tratamiento. | 19 |
| 14. Composición química proximal del tratamiento empanizado con HMT y 0% soya (OH). | 19 |
| 15. Conteos microbiológicos del medallón con 0% soya y empanizado HMT. | 20 |
| 16. Resultados estadísticos del análisis sensorial de aceptación. | 27 |
| 17. Resultados estadísticos del análisis físico. | 27 |

Figura

| | |
|---|----|
| 1. Tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) | 3 |
| 2. Flujograma del proceso de la elaboración del medallón de tilapia. | 11 |

Anexo

| | |
|---|----|
| 1. Hoja de evaluación del análisis sensorial | 25 |
| 2. Estadígrafos. | 27 |

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tilapia es uno de los productos marinos que gozan de mayor popularidad. En la actualidad la demanda de tilapia continúa creciendo y se estima una producción mundial de tres millones de toneladas para el año 2010. En Asia se produce el 75% de la tilapia del mundo, siendo China responsable de la mitad de la producción a nivel mundial (FAO 2009).

En Honduras, la producción de tilapia para el año 2008 fue de 8,435 toneladas, exportando el 97% de su producción hacia EE.UU. y Europa (BCH 2008). Se ha situado entre los mayores productores de tilapia a nivel mundial, exportando filete fresco y congelado, siendo su principal nicho el mercado estadounidense. El Reporte del Mercado de Tilapia 2009 indicó que las importaciones EE.UU. para el año 2008 fueron en un 72% como filete fresco o congelado y 28% como tilapia entera (Josupeit 2009).

Actualmente, el país cuenta con carne de tilapia de bajo costo y con un mercado dispuesto a comprar productos listos para consumir. Sin embargo, no se le da un debido aprovechamiento a la situación por falta de estudios que muestren la manera de crear estos productos con características deseadas por el consumidor final e inocuo al mismo tiempo.

En el proceso de extracción de filetes de tilapia para exportación se remueve el 12% de la carne por presencia de espinas y grasa. Esta carne se utiliza para alimento animal a pesar de que se encuentra en perfectas condiciones microbiológicas, físicas y químicas para el consumo humano. Aquafinca Saint Peter Fish, principal empresa exportadora en Honduras descarta 7,000 Lbs. diarias de carne sin espinas. Los subproductos de esta operación se utilizan para la producción de biodiesel y harina de pescado.¹

La tendencia moderna es buscar nuevas alternativas para dar valor agregado a la tilapia y lograr abarcar un mercado más grande, mediante diferentes presentaciones de las cuales podemos enlistar las siguientes: tilapia entera, entera y limpia, filete fresco, filete congelado, ahumada, marinada, seca, picada, con o sin piel, en grado sashimi, surimi, dedos de pescado, etc.

En este estudio se propone una alternativa para dar valor agregado a los recortes del filete de tilapia, mediante la evaluación sensorial, física y química de un medallón de carne de tilapia para consumo en el mercado hondureño.

¹ Ingeniero Fabricio López. 2009. Descarte de tilapia (entrevista). Aquafinca Saint Peter Fish, Honduras.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Desarrollar un prototipo de medallón de tilapia evaluando dos tipos de empanizado y dos niveles de harina de soya.

1.1.2 Específicos

- Desarrollar el flujo de procesos de los medallones de tilapia.
- Evaluar sensorialmente la aceptación de los cuatro tratamientos.
- Evaluar la fuerza al corte y los valores de color L* a* b* de los tratamientos.
- Evaluar la actividad de agua y el análisis químico proximal del mejor tratamiento.
- Analizar el conteo de aerobios mesófilos, coliformes totales, E. Coli, mohos y Listeria del mejor tratamiento.
- Determinar los costos variables en la formulación de los medallones de tilapia.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TILAPIA

La tilapia es un pez teleósteo (pez óseo con aletas) perteneciente a la familia *Cichlidae*. Del grupo llamado "tilapia" diez de sus 60 especies son comestibles. Son originarias de los lagos de África tropical y se desarrollan muy bien en los climas tropical y subtropical (Josupeit 2007).

El cultivo se distribuyó ampliamente por el mundo desde 1940. Las técnicas de reversión sexual utilizando hormonas permitieron el cultivo de poblaciones monosexuadas hasta tallas comerciales uniformes, en los años setenta. Esto y los avances en los sistemas de cultivos, dietas, procesamiento y desarrollo de nuevos mercados permitieron una rápida expansión de la industria en los años ochenta. Con el fin de satisfacer los requerimientos locales de ingesta de proteína, la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) introdujo la tilapia a los países en desarrollo (FAO 2009). En los mercados tradicionales la tilapia fue por muchos años una fuente de proteína de bajo valor. Actualmente, ha logrado ganarse la aceptación de mercados internacionales, siendo EE.UU. el principal país importador de tilapia a nivel mundial.



Figura 1. Tilapia (*Oreochormis spp.*)

Fuente: (Regulatory Fish Encyclopedia: U.S. Food and Drug Administration, 2009)

2.2 LA INDUSTRIA DE TILAPIA

La industria de tilapia ha logrado entrar en nuevos mercados utilizando métodos para dar valor agregado a su producto. De esta manera se logra prolongar la vida de anaquel que de lo contrario sería menor a un día. En la actualidad sus formas más comunes de comercialización son como filete y entera. Actualmente, en Honduras no se comercializan medallones de ningún tipo de pescado. Lo más similar que existe en el mercado son las barritas de pescado que se importan desde EE. UU. pero no se distribuyen en la mayoría de supermercados del país. “Por barrita de pescado se entiende el producto que, comprendido el recubrimiento, pesa como mínimo 20 g y como máximo 50 g y cuya longitud es, como mínimo, tres veces su anchura máxima. Cada barrita tendrá, como mínimo, 10 mm de espesor. La porción de pescado, comprendido el recubrimiento, podrá tener cualquier forma o tamaño” (CODEX STAN 166-1989).

2.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL DE LA CARNE DE TILAPIA

La carne de tilapia goza de gran aceptación en el mercado internacional. Está constituida en su mayoría de agua y proteína, se puede ver en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutricional de la tilapia cocida.

| Nutriente | Unidad | Valor por 100 gramos |
|---------------------|--------|-------------------------|
| Agua | g | 71.59 |
| Energía | Kcal | 128.00 |
| Proteína | g | 26.15 |
| Grasa Total | g | 2.65 |
| Cenizas | g | 1.14 |
| Total Carbohidratos | g | 0.00 |
| Fibra dietética | g | 0.00 |
| Azucares | g | 0.00 |

Fuente: USDA (2008) modificado por el autor.

Existen productos similares a los medallones de pescado de venta en algunos supermercados hondureños. Las barritas de pescado están elaboradas a base del pez carbonero o abadejo y tienen la siguiente información nutricional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición nutricional de las barritas de pescado marca Gortons.

| Nutriente | Unidad | Valor por 97 gramos | %Valor Diario |
|---------------------|--------|---------------------|---------------|
| Energía | Kcal | 230 | |
| Grasa Total | g | 10 | 15% |
| <i>Saturadas</i> | g | 2.5 | 13% |
| Colesterol | mg | 45 | 15% |
| Sodio | mg | 550 | 23% |
| Potasio | mg | 150 | 4% |
| Total Carbohidratos | g | 25 | 8% |
| <i>Azucares</i> | g | 4 | |
| Proteína | g | 9 | |

Fuente: www.gortons.com

2.4 MARCO LEGAL

La legislación que rige actualmente en Honduras, para los productos cárnicos, es la Ley Fito Zoosanitaria de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), a través del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA). Esta normativa vela por todos los procedimientos de Inspección Higiénico Sanitarios y Tecnología de los productos destinados al consumo interno o a la exportación.

Según el USDA (2006), un producto cárnico preparado es todo aquel destinado para el consumo humano y que viene de procesamientos como el secar, curar, ahumar, cocinar, triturar, condimentar, adición de sabores, o cualquier combinación de estos, y al cual no se le agrega ninguna cantidad considerable de otras sustancias diferentes a la carne y sus subproductos.

Bajo la normativa de la FAO los medallones de tilapia se clasifican como porción de pescado. Se pueden elaborar de una sola especie de pescado o de una mezcla de especies de pescado con características sensoriales análogas. La porción de pescado, comprendido el recubrimiento, podrá tener cualquier forma o tamaño (CODEX STAN 166-1989).

Los medallones de pescado son un producto cárnico con un recubrimiento de empanizado manual. Este procedimiento, por tener contacto humano, crea un riesgo de contaminación del empanizado con *Staphylococcus aureus*. Un abuso de exposición tiempo-temperatura bajo circunstancias propicias podría dar paso a la formación de toxinas. Estas toxinas no podrían ser eliminadas en el proceso de fritura del medallón, por esto el proceso de empanizar representa un punto crítico de control en su elaboración. La FDA (2002), estableció como límite crítico que el empanizador utilizado no debe exceder los 10°C por más de 12 horas consecutivas o 70°C por más de tres horas consecutivas. Esta medida previene la formación de toxinas.

2.5 ESTUDIOS ANTERIORES

Se realizó un estudio para conocer las preferencias del mercado hondureño por diversos productos de valor agregado de la tilapia. Cevallos (2007), presentó una evaluación y análisis económico, técnico y de mercado al generar valor agregado en tilapia, mediante la elaboración de tortas. El estudio se realizó en distintos supermercados de la ciudad de Tegucigalpa. Como conclusión publicó: de las personas que definitivamente comprarían el producto, 29% prefieren las tortas de tilapia cocida y el 71% prefiere las tortas de tilapia frita.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En la primera etapa de la investigación se realizó un estudio preliminar, a nivel de planta, piloto donde se determinó la cantidad de ingredientes base del medallón de pescado. En esta etapa también se determinaron los tratamientos a evaluar.

La segunda etapa consistió en la evaluación sensorial de aceptación de los cuatro tratamientos, para llegar a determinar el mejor de los tratamientos y proseguir con su evaluación química, física y microbiológica.

3.1 UBICACIÓN

El desarrollo de las cuatro formulaciones de medallones se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), los análisis químicos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) y el análisis sensorial en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Carrera de Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada en el Valle del Yegüare, Francisco Morazán, Honduras, C.A.

Los análisis microbiológicos fueron realizados en el laboratorio de microbiología de la empresa Aquafinca Saint Peter Fish, S.A. El Borbotón, San Francisco de Yojoa, Honduras, C.A.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales para la elaboración de medallones

- Recortes de filete de pescado (Aquafinca Saint Peter Fish)
- Cominos (Tía Rosa)
- Sal refinada
- Almidón de maíz (Maicena)
- Funda de celulosa calibre 32 mm (Eyl Comercial)
- Empanizador EC (Don Julio)
- Empanizador HMT
- Harina de soya (Zamorano)
- Vasos desechables
- Aceite vegetal

3.2.2 Equipo

- Cámara fría
- Colorímetro Colorflex Hunter Lab
- Instron
- Horno Fisher Scientific
- Aqua Lab
- Potenciómetro Thermo Scientific
- Balanza analítica Mettler AE200

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Tratamientos y formulación

Se realizó un estudio preliminar a nivel de planta piloto utilizando distintos tipos de empanizado (industriales y caseros), almidones (maíz, tapioca y papa) y extensores (soya texturizada y en harina). Se determinó la cantidad de ingredientes base del medallón de pescado y los tratamientos a evaluar. Los dos factores variables fueron la cantidad de soya y el tipo de empanizado al final del proceso. Se escogieron cuatro tratamientos los cuales se muestran en el Cuadro 3, así también como sus formulaciones en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Codificación de tratamientos evaluados para el desarrollo de los medallones.

| Tratamientos | Empanizado Comercial | Empanizado Comercial +20%HMT |
|--------------|----------------------|------------------------------|
| 0% Soya | 0C | 0H |
| 3% Soya | 3C | 3H |

Cuadro 4. Formulación de los tratamientos para el desarrollo de los medallones de tilapia.

| Ingrediente | Porcentaje % | | | |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| | 0H | 0C | 3H | 3C |
| Tilapia | 75.42 | 75.42 | 72.42 | 72.42 |
| Sal | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 |
| Comino | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Almidón maíz | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Empanizado | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| H. Soya | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 3.00 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

3.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una prueba sensorial exploratoria afectiva. Se utilizó un panel de 36 personas, no entrenadas, que respondieron a la prueba de aceptación evaluando los atributos de apariencia, sabor, textura, aroma y aceptación general, de los medallones fritos. Los

cuatro tratamientos se categorizaron en una escala hedónica del uno al cinco, siendo cinco la mejor evaluación para cada atributo (Anexo 1).

3.5 ANÁLISIS FÍSICOS

3.5.1 Color

Se midió el color de los medallones fritos utilizando el colorímetro Colorflex Hunter Lab. Este colorímetro utiliza los valores L^* , a^* y b^* como ejes de un plano cartesiano tridimensional. El valor L^* indica la luminosidad del color. El valor a^* indica la intensidad de rojo o verde, si a^* es positivo tiende a rojo y si es negativo tiende a verde. El valor b^* indica la intensidad de azul o amarillo, si b^* es positivo tiende a amarillo y si es negativo tiende a azul.

3.5.2 Textura

Para medir la textura de los medallones fritos se utilizó el Instron con el acople de guillotina. Con este instrumento se midió la fuerza de compresión, en kN, necesaria para partir por la mitad los medallones de tilapia. Esta fuerza está relacionada con la fuerza que una persona ejerce en su boca cuando muerde el medallón, lo cual es un indicativo de la suavidad o dureza de los tratamientos.

3.6 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

Se cotizaron los precios de los ingredientes en el mercado nacional. Con base estos precios se elaboró un análisis de los costos variables que incurren en las formulaciones de los cuatro tratamientos. Se determinó el mejor tratamiento haciendo una discriminación por costo variable de cada medallón.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICO

Se midió la actividad de agua (A_w) del mejor tratamiento utilizando el Aqualab. Este instrumento mide la humedad relativa en equilibrio del producto. También, se midió el pH del mejor tratamiento utilizando el potenciómetro Thermo Scientific.

Se realizó el análisis químico proximal con el fin de conocer la humedad, fibra cruda, proteína cruda, cenizas y grasa del mejor tratamiento (0H). La humedad y cenizas se determinaron con el método de Secado al Horno de 105°C (AOAC 925.10); la fibra con el método de Fibra Cruda (AOAC 962.09); la proteína con el método de Kjeldahl (AOAC 955.04); y los carbohidratos por diferencia.

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizaron análisis microbiológicos para el mejor tratamiento. Se utilizaron los kit listos para usar Compact Dry Nissui para medir mesófilos aerobios (AOAC 966.23), coliformes totales (AOAC 966.24), E. Coli (AOAC 966.24) y mohos (FDA BAM). Para los recuentos de *Listeria* se utilizó la prueba Oxoid Listeria Rapid Test (AOAC #960701).

3.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA). Los tratamientos tuvieron un arreglo factorial de dos por dos para evaluar las interacciones entre los dos niveles de soya (0 y 3%) y los dos tipos de empanizado (EC y HMT). Se realizó un ANDEVA y se determinó un nivel de significancia de ($P < 0.05$) usando una separación de medias *Ls-means*, prueba que analiza si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FLUJO DE PROCESOS

Para la elaboración de los cuatro medallones se utilizó el mismo flujo de proceso (Figura 2), ya que las cantidades en la formulación no afectaron su proceso. A continuación se detallan las distintas etapas de su desarrollo.

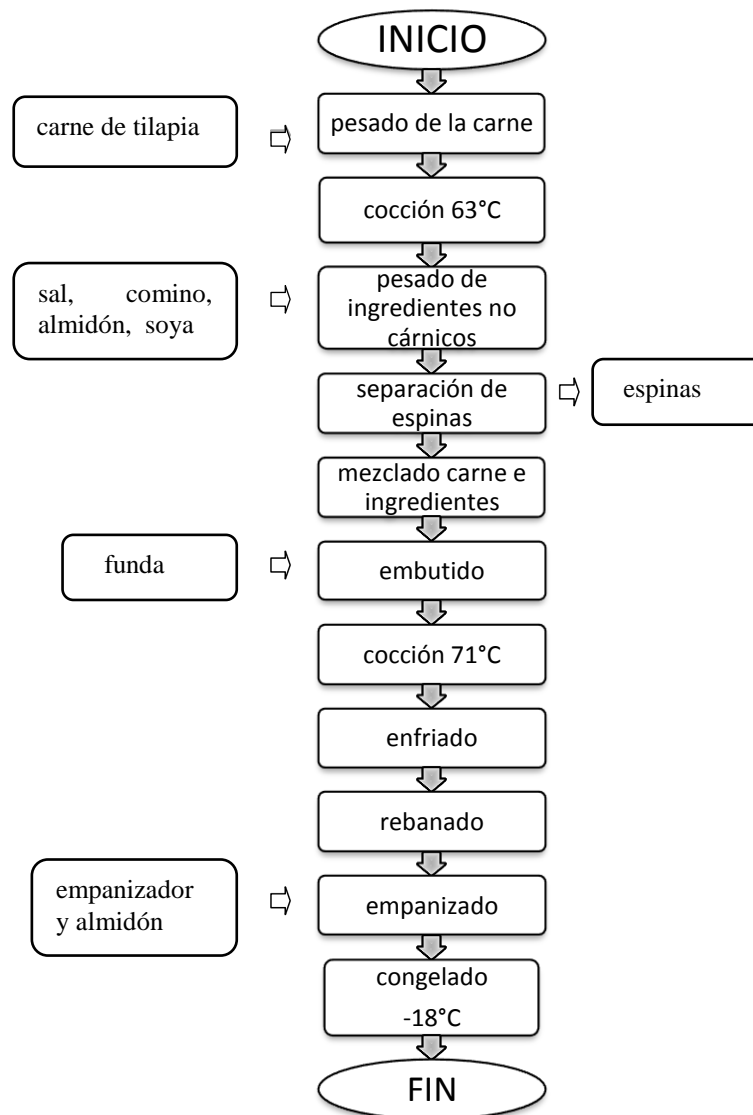


Figura 2. Flujograma del proceso de la elaboración del medallón de tilapia.

Previo a la elaboración de los tratamientos se prepararon los empanizados a utilizar para su elaboración. Un empanizador fue de venta comercial (EC), Empanizador Don Julio, y el segundo consistió en la adición de un 20% de hojuelas de maíz trituradas (HMT) al empanizador comercial.

4.1.1 Corte de la carne

Los pedazos de recorte de filete de tilapia se almacenaron en forma de bloque congelado en el cuarto frío. Fue necesario descongelar la carne en un microondas para poder pesarla adecuadamente.

4.1.2 Pesado de la carne

Se procedió a pesar la cantidad total de carne a utilizar.

4.1.3 Cocción de la carne

Según el FDA (2009), el pescado debe ser cocinado hasta alcanzar una temperatura interna de 63°C, o presentar una coloración blanca lechosa y su carne se pueda separar. El tratamiento térmico utilizado para la cocción de la carne consistió en sumergir la carne en agua hirviendo a 100°C, para alcanzar en su punto geotérmico los 63°C requeridos para su cocción.

4.1.4 Pesado de ingredientes no cárnicos

Estos se pesaron con una balanza electrónica de precisión, al igual que la carne.

4.1.5 Separación de espinas

El proceso de separación de espinas se realizó manualmente. La cocción previa de la carne facilitó este proceso.

4.1.6 Mezclado carne e ingredientes no cárnicos

Se prosiguió a mezclar la carne y los ingredientes no cárnicos para obtener una masa de características homogéneas.

4.1.7 Embutido

La masa se embutió a mano en una funda de celulosa calibre 32mm.

4.1.8 Cocción

Se realizó un segundo proceso de cocción para alcanzar el punto de gelatinización del almidón de maíz (60°C) el cual confiere la consistencia necesaria para el posterior rebanado y empanizado del producto. La temperatura se midió utilizando un termómetro digital.

4.1.9 Enfriado

Se dejó enfriar el embutido, hasta 4°C, para gelificar el almidón y de esta manera aumentar la firmeza del medallón.

4.1.10 Rebanado

Se utilizó un chuchillo para cortar el embutido en rodajas de 0.5cm de grosor.

4.1.11 Empanizado

Para empanizar las rodajas del embutido se utilizó almidón de maíz gelatinizado para lograr adherir el empanizador EC o HMT. El empanizado no debe representar más del 65% del peso total del producto (SENASA 1995). En el medallón de pescado el empanizado representó el 20% de su peso total.

4.1.12 Congelado

Según SENASA (1995) el proceso de congelado consiste en bajar la temperatura rápidamente hasta -18°C en su centro geotérmico. Para lograr una rápida cristalización se utilizó una cámara fría a -20°C.

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

4.2.1 Apariencia

Los dos tratamientos empanizados con HMT (0H y 3H) recibieron la mayor aceptación por su apariencia siendo estadísticamente iguales. Los tratamientos que tenían EC (0C y 3C) fueron los menos aceptados. También se encontró que el tratamiento 3C fue estadísticamente igual a todos los tratamientos, según el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calificación para el atributo apariencia en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 4.25 \pm 0.84 a* |
| 0C | 0% soya, EC | 3.66 \pm 0.98 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 4.00 \pm 0.89 ba |
| 3C | 3% soya, EC | 3.61 \pm 0.96 b |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means ($P < 0.05$).

**D.E.=Desviación estándar.

La mayor aceptación de los panelistas hacia la apariencia de los tratamientos empanizados con HMT pudo haberse dado porque las partículas del HMT son más grandes que las de harina lo que brindó una imagen más llamativa en su cobertura.

4.2.2 Aroma

Los tratamientos 0H, 3H y 3C fueron mejor calificados por su aroma. El tratamiento 0C fue el menos aceptado por los panelistas. Los ingredientes que variaron en la formulación de los tratamientos (empanizado y soya) no presentaban aromas fuertes que pudieran variar en gran medida el aroma final del producto, por esta razón se puede entender que la diferencia de aromas entre tratamientos sea mínima. Ver Cuadro 6.

Cuadro 6. Calificación para el atributo aroma en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 4.41 \pm 0.80 a* |
| 0C | 0% soya, EC | 3.69 \pm 0.88 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 4.22 \pm 0.63 a |
| 3C | 3% soya, EC | 4.25 \pm 0.76 a |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means ($P < 0.05$).

**D.E.=Desviación estándar.

4.2.3 Textura

Los tratamientos 0H, 3H y 3C recibieron la misma aceptación por parte de los panelistas, estos fueron los tratamientos más aceptados. El tratamiento menos aceptado por su textura fue 0C, siendo este el único estadísticamente diferente, según el Cuadro 7.

Cuadro 7. Calificación para el atributo textura en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 4.22 \pm 1.07 a* |
| 0C | 0% soya, EC | 3.11 \pm 0.97 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 3.80 \pm 1.14 a |
| 3C | 3% soya, EC | 3.88 \pm 0.88 a |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means ($P < 0.05$).

**D.E.=Desviación estándar.

La interacción entre el empanizado EC y 0% soya en el tratamiento 0C probablemente no brindó una textura agradable a los panelistas. El empanizado EC fue muy suave al paladar. Se pudo observar que al agregar 3% soya y empanizar con EC la textura del medallón obtuvo una mayor calificación de parte de los panelistas.

4.2.4 Sabor

La calificación del sabor mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos 0H y 0C, recibiendo la mayor y menor aceptación respectivamente. Ambos fueron estadísticamente iguales a los tratamientos restantes, según el Cuadro 8.

Cuadro 8. Calificación para el atributo sabor en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 4.13 \pm 0.99 a* |
| 0C | 0% soya, EC | 3.44 \pm 1.02 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 3.75 \pm 0.90 ba |
| 3C | 3% soya, EC | 3.94 \pm 1.19 ba |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means ($P < 0.05$).

**D.E.=Desviación estándar.

Las diferencias en sabor se dieron al cambiar el tipo de empanizado del medallón. En los tratamientos sin soya, los resultados indican que los panelistas no detectaron la adición de un 3% soya en la formulación.

4.2.5 Aceptación general

En aceptación general el tratamiento 0C fue el menos aceptado por los panelistas. Los tratamientos (0H, 3H y 3C) no mostraron diferencias significativas y recibieron el mismo nivel de aceptación. Ver Cuadro 9.

Cuadro 9. Calificación para la aceptación general en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | Calificación \pm D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 4.13 \pm 0.89 a* |
| 0C | 0% soya, EC | 3.36 \pm 0.86 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 3.88 \pm 0.91 a |
| 3C | 3% soya, EC | 3.97 \pm 0.90 ab |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means ($P < 0.05$).

**D.E.=Desviación estándar.

Se pudo observar que la aceptación general de los tratamientos empanizados con harina fue mejor al adicionarle un 3% de soya en su formulación. Los tratamientos empanizados con HMT fueron siempre los mejor evaluados en los demás atributos, esto explica su alta calificación en aceptación general.

En el análisis sensorial, los tratamientos empanizados con HMT (0H y 3H) fueron los mejor calificados en todos sus atributos. El tratamiento 0C fue el que recibió la menor calificación en los cinco atributos.

4.3 ANÁLISIS FÍSICOS

4.3.1 Color

Los resultados del análisis de color mostraron que no hubo interacción entre los niveles soya y los empanizados en los valores de L^* a^* b^* del colorímetro. Esto se debió a que se midió el color del medallón entero y el empanizado no permitió ver la soya que estaba adentro del medallón. Se encontraron diferencias significativas en el tipo empanizado (EC y HMT) en las tres dimensiones de color. No se encontraron diferencias significativas por el porcentaje de soya (0 y 3%). Ver Cuadro 10.

Cuadro 10. Color con sus valores L* a* b* en los medallones de tilapia.

| Tratamiento | Descripción | L*± D.E. | a* ± D.E. | b* ± D.E.°° |
|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 45.35±0.38 a° | 12.24±1.51 b | 32.24±1.12 a |
| 0C | 0% soya, EC | 41.67±2.69 b | 14.55±0.90 a | 28.44±0.98 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 46.22±0.85 a | 11.44±0.33 b | 30.30±0.81a |
| 3C | 3% soya, EC | 43.57±0.45 b | 14.89±1.25 a | 27.59±0.85b |

°Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means (P<0.05).

°°D.E.=Desviación estándar.

Los tratamientos que tenían empanizado HMT (0H y 3H) tuvieron la mayor luminosidad como muestran los valores L*. Al mismo tiempo, fueron los tratamientos con mayor aceptación por su apariencia en el análisis sensorial. El coeficiente de correlación entre el valor L* y la apariencia en las pruebas sensoriales fue 0.77, lo cual nos indica que a mayor grado de luminosidad hubo una mayor calificación para apariencia.

Los valores a* (Cuadro 10) tuvieron la mayor tendencia a rojo en los tratamientos que tenían empanizado EC (0C y 3C). Al mismo tiempo, fueron los dos tratamientos con menor aceptación por su apariencia en el análisis sensorial. El coeficiente de correlación entre el valor a* y la apariencia en las pruebas sensoriales fue -0.85, una correlación alta e inversa, la cual nos indica que a mayor tonalidad roja del medallón menor su calificación para apariencia.

Los tratamientos con mayor tendencia a amarillo, según su valor b* (Cuadro 10), fueron los que tenían empanizado de HMT (0H y 3H). Al mismo tiempo, fueron los dos tratamientos con mayor aceptación por su apariencia en el análisis sensorial. El coeficiente de correlación entre el valor b* y la apariencia en las pruebas sensoriales fue 0.99, una alta correlación, la cual mostró la mayor aceptación de los panelistas por la tonalidad amarilla en el empanizado.

Las tonalidades de los tratamientos fueron una mezcla de rojo y amarillo, que al combinarse forman anaranjado, color que es típico en los productos empanizados y fritos. La tendencia a amarillo de los tratamientos empanizados con HMT se debió a que el color del las hojuelas de maíz tiende a amarillo y este no sufrió un mayor cambio después de su fritura; a esto podemos atribuir también su alto valor en luminosidad.

4.3.2 Textura

Se encontraron diferencias significativas de textura entre tratamientos al ser medidos con el Instron, Al comparar los resultados de textura en Instron con las pruebas sensoriales se obtuvo un coeficiente de correlación inverso y muy bajo (-0.018), lo cual indica que los panelistas, no entrenados, no pudieron detectar tantas diferencias como lo hizo el Instron y que su aceptación no fue siempre más alta para los tratamientos con mayor crocancia.

Cuadro 11. Textura con su valor en fuerza (kN).

| Tratamiento | Descripción | Instron Fuerza kN***± D.E.** |
|-------------|--------------|---------------------------------|
| 0H | 0% soya, HMT | 0.026±0.0002 b* |
| 0C | 0% soya, EC | 0.025±0.0005 b |
| 3H | 3% soya, HMT | 0.029±0.0001 a |
| 3C | 3% soya, EC | 0.019±0.0009 c |

*Diferentes letras en una columna indica diferencia estadística entre tratamientos según la separación de medias Ls-means (P<0.05).

**D.E.=Desviación estándar

***kN= kilo Newton

4.4 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

Se determinó el mejor tratamiento, entre los dos más aceptados por los panelistas (0C y 3C) haciendo una discriminación por costo variable de cada medallón. El tratamiento sin soya y empanizado con HMT (0H) tuvo el menor costo, por esto fue elegido como el mejor de los cuatro tratamientos del estudio.

Es importante mencionar que el empanizado del medallón fue el ingrediente más caro en la formulación de los cuatro tratamientos debido a su cantidad. La diferencia en costos entre empanizar EC o HMT fue de L.0.88/Lb más para el empanizado HMT, que fue el mejor evaluado sensorialmente (Cuadro 12 y 13).

Cuadro 12. Precios de ingredientes del medallón de tilapia.

| Tipo | Ingrediente | Precio L/ kg | \$/kg |
|-------------|-----------------------|--------------|-------|
| Cárnicos | Tilapia | 0.84 | 0.04 |
| No cárnicos | Almidón | 23.32 | 1.23 |
| | Harina de Soya | 28.53 | 1.50 |
| | Sal | 6.24 | 0.33 |
| | Comino | 98.47 | 5.21 |
| | Funda celulosa 32 mm | 1.00 | 0.05 |
| | Empanizador Don Julio | 35.00 | 1.84 |
| | Empanizador HMT | 44.60 | 2.34 |

*1US\$=L.19.02

Cuadro 13. Costos variables en dólares para producir 100 kg de cada tratamiento.

| Ingrediente | 0H \$ | 0C \$ | 3H \$ | 3C \$ |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Tilapia | 3.32 | 3.32 | 3.20 | 3.20 |
| Sal | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Comino | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| Almidón | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| Empanizado | 47.00 | 36.80 | 47.00 | 36.80 |
| Harina de soya | 0.00 | 0.00 | 4.20 | 4.20 |
| Total \$/100kg | 51.37 | 41.17 | 55.45 | 45.25 |
| Total L/Lb** | 4.44 | 3.56 | 4.79 | 3.91 |

*1US\$=L.19.02

**1Lb=30 medallones

4.5 ANÁLISIS QUÍMICOS

El mejor tratamiento (0H) tuvo pH 6.7, el cual está dentro del rango normal ya que la carne de tilapia tiene un pH 6.6 (Pawar y Magar 1965). Su A_w fue de 0.97 a 23.5°C, esto es debido a que la humedad representó el 52.3% del producto. Los resultados de la composición química proximal se reportan a continuación (Cuadro 14).

Cuadro 14. Composición química proximal del tratamiento empanizado con HMT y 0% soya (0H).

| Componente | Porcentaje % |
|----------------|--------------|
| Humedad | 52.3 |
| Proteína Cruda | 16.5 |
| Carbohidratos | 16.4 |
| Grasa | 9.4 |
| Fibra Cruda | 0.8 |
| Cenizas | 4.0 |
| Total | 100.00 |

La composición química del mejor tratamiento (empanizado con HMT y 0% soya) varió en comparación a la composición nutricional de la tilapia. Esto se debe a que el medallón es solamente 75.42% carne de tilapia. En su formulación el empanizado representó el 20% del total y tuvo un 4.58% de otros ingredientes agregados.

La carne de tilapia utilizada se obtuvo de recortes que se remueven en el proceso de filetear, por presencia de espinas y grasa, lo cual explica una cantidad de grasa mayor (9.4%) en comparación con la carne (2.65%) El aumento de grasa en la materia prima, junto con la adición de empanizado y otros ingredientes causaron una reducción en la proteína de 26.5%, según la literatura, a un 16.5% en el medallón. La proteína continuó siendo el componente mayoritario a pesar de su disminución causada por los cambios en su materia prima y adición de otros ingredientes.

Los componentes como fibra y carbohidratos no están presentes en la carne de tilapia. El medallón tuvo un contenido de 16.4% carbohidratos y 0.8% fibra, que fueron añadidos, en su totalidad, por los ingredientes como el almidón y el empanizado.

Al comparar el medallón de tilapia con las barras de abadejo de venta comercial, se pudo observar que el medallón tuvo un mayor porcentaje de proteína (16.5%) que las barras lo que publica Gortons en sus barras de abadejo (9%). El porcentaje de grasa no varió (9%) y los carbohidratos fueron menos en el medallón de tilapia (16.4%) de lo que son en las barras de abadejo (25%).

4.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos realizados mostraron la adecuada inocuidad bajo la cual se prepararon los medallones. El flujo de proceso de elaboración de los medallones incluyó dos tratamientos de cocción los cuales ayudaron a bajar la carga microbiológica. Todos los conteos de los diferentes microorganismos estuvieron por debajo del nivel máximo permitido por la FDA. Los resultados se pueden observar detalladamente en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Conteos microbiológicos del medallón con 0% soya y empanizado HMT.

| Microorganismo | Conteo mg/ml | Nivel máximo permitido UFC*/g |
|--------------------|--------------|-------------------------------|
| Mesófilos Aerobios | 2300 | <500,000 |
| Coliformes | <10 | <100 |
| E. Coli | <10 | <1000 |
| Mohos | <10 | <100 |
| Listeria | <10 | <100 |

*UFC=unidades formadoras de colonia

5. CONCLUSIONES

- Se desarrolló el flujo de procesos de los medallones de tilapia.
- Los tratamientos 0% soya empanizado con hojuelas de maíz trituradas (0H) y 3% soya empanizado con hojuelas de maíz trituradas (3H) obtuvieron la mejor aceptación en la evaluación sensorial
- El tratamiento 0% soya empanizado con hojuelas de maíz trituradas (0H), presentó el menor costo variable (L.4.44/Lb) siendo este el mejor tratamiento.
- El color del mejor tratamiento, 0% soya empanizado con hojuelas de maíz trituradas (0H), tuvo una pigmentación amarilla, con valores promedios de L^* a^* y b^* de 6.18, 38.76 y 19.6, respectivamente.
- La composición química del mejor tratamiento, 0% soya empanizado con hojuelas de maíz trituradas (0H) fue: 52.4% humedad, 16.5% proteína, 16.4% carbohidratos, 9.9% grasa, 4% cenizas y 0.8% fibra cruda.
- Los recuentos microbiológicos estuvieron dentro de los niveles aceptados por la FDA.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de vida útil acelerada del medallón bajo condiciones de congelación.
- Optimizar el tiempo de fritura del medallón para lograr una cocción completa.
- Desarrollar formulaciones de empanizados más económicos para lograr reducir el costo variable del medallón.
- Realizar un estudio de factibilidad de la elaboración del medallón de tilapia a nivel industrial y evaluar su impacto en la rentabilidad para las compañías trasnacionales o productores independientes.

7. LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Analytical Communities). 2005. Official Methods of Analysis: Microbiological analysis. Ed. W. Howtz. 18 ed. Americart Editorial. 17p.

BCH (Banco Central de Honduras). 2009. Informe Mensual de Mercancías Generales: Enero-diciembre 2008. (en línea). Consultado el 23 sept. 2009. Disponible en http://www.bch.hn/download/comex/comex2008/informe_comex_12_2008.pdf

Cevallos, D. 2007. Evaluación y análisis económico, técnico y de mercado al generar valor agregado en tilapia, mediante la elaboración de tortas. Tesis. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 49 p.

CODEX Alimentarius. 1989. Normas Oficiales del Codex: Norma para barritas, porciones y filetes de pescado empanados o rebozados congelados rápidamente. (en línea). Consultado 4 jun. 2009. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. Departamento de Pesca y Acuicultura : programa de información de especies acuáticas *Oreochromis niloticus*. (en línea). Consultado 6 jun. 2009. Disponible en http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es

FDA (Food and Drug Administration, US). 2002. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance: *Staphylococcus aureus* toxin formation in hydrated batter mixes. (en línea). Consultado 8 jun. 2009. Disponible en <http://vm.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4o.html>

FDA (Food and Drug Administration, US). 2009. RFE Page 1 for *Oreochromis niloticus*, Nile Tilapia, FDA Market Name: tilapia. (en línea). Consultado 6 jun. 2009. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/Seafood/RegulatoryFishEncyclopediaRFE/ucm090070.htm>

FDA (Food and Drug Administration, US). 2009. Lifelong Food Safety: Cook. (en línea). Consultado 8 jun. 2009. Disponible en <http://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/HealthEducators/ucm083057.htm>

Gortons.com. 2009. Our Products: Fish sticks. (en línea). Consultado 20 oct. 2009. Disponible en http://www.gortons.com/product_detail.php?cid=17&pid=6

Josupeit, H. 2007. FAO Globefish: mercado mundial de tilapia (en línea). Consultado 15 sept. 2009. Disponible en <http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=2254>

Josupeit, H. 2009. FAO Globefish: tilapia market report may 2009. (en línea). Consultado 6 jun. 2009. Disponible en <http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4723>

ONU (Organización de Naciones Unidas). 2008. Erradicar la Pobreza: objetivos de desarrollo del milenio. (en línea). Consultado 30 ago. 2009. Disponible en <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDGOverviewSPANISH.pdf>

Pawar y Magar. 1965. Journal of Food Science: Biochemical changes in catfish, tilapia, and mrigal fish during rigor mortis. (en línea). Consultado 30 ago. 2009. Disponible en <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119730909/abstract>

RAE (Real Academia Española). 2001. Diccionario De la Lengua Española: Gusto. (en línea). Consultado 23 sept. 2009. Disponible en http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=gusto

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria, HN). 2009. Reglamento Para La Inspección y Certificación Zoonosanitaria de Productos Pesqueros y Acuícolas. (en línea). Consultado 15 sept. 2009. Disponible en http://www.senasa-sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=68&Itemid=129

USDA (United States Department of Agriculture). 2008. National Nutrient Database for Standard Reference: Fish, tilapia, cooked, dry heat. (en línea). Consultado 23 sept. 2009. Disponible en http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

USDA (United States Department of Agriculture). 2006. Code of Federal Regulations: Meats, prepared meats, and meat products (grading, certification, and standards). (en línea). Consultado 21 jul. 2009. Disponible en <http://frwebgate6.access.gpo.gov/cgi-bin/TEXTgate.cgi?WAISdocID=22254973580+1+1+0&WAIAction=retrieve>

8. ANEXOS

8.1 HOJA DE EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Evaluación de dos tipos de empanizado y dos niveles de soya en la elaboración de medallones de tilapia.

Instrucciones:

- Por favor coloque su nombre y fecha.
- Se le presentarán cuatro medallones de pescado, codificados, una galleta de soda y un vaso con agua.
- Limpie su paladar con galleta y agua antes y después de cada muestra.
- Haga su evaluación de izquierda a derecha.
- Marque con una "X" el círculo adecuado según su evaluación de las muestras de acuerdo con los atributos de: apariencia, aroma, sabor, y aceptación general.
- En la Escala: 1 significa extremadamente desagradable, 3 significa no me gusta, ni me disgusta (N.g/N.d), 5 significa extremadamente agradable.
- Al finalizar la evaluación deje la hoja en su cubículo.

***Asegúrese de haber leído todas las instrucciones antes de ejecutar la evaluación. Si tiene alguna inquietud, aproveche ahora para indicarle al instructor.**

Hoja de Evaluación

Nombre: _____ Fecha: _____

Muestra 328:

| | Extremadamente desagradable | | N.g/N.d. | | Extremadamente agradable |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Apariencia: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Aroma: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Textura: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sabor: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aceptación General: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Muestra 425:

| | Extremadamente desagradable | | N.g./N.d. | | Extremadamente agradable |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Apariencia: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Aroma: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Textura: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sabor: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aceptación General: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Muestra 220:

| | Extremadamente desagradable | | N.g./N.d. | | Extremadamente agradable |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Apariencia: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Aroma: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Textura: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sabor: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aceptación General: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Muestra 548:

| | Extremadamente desagradable | | N.g./N.d. | | Extremadamente agradable |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Apariencia: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Aroma: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Textura: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sabor: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aceptación General: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8.2 ESTADÍGRAFOS

Los estadígrafos del análisis sensorial de aceptación indicaron que el experimento fue bien conducido ya que el coeficiente de variación fue menor de 30%. Los cinco atributos sensoriales (apariencia, aroma, color, textura y aceptación general) presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos (0H, 0C, 3H y 3C). El R2 muestra que hubo una gran variación en las respuestas de los panelistas. Situación que es normal en las pruebas de aceptación, porque el panelista responde si le gusta o no cada tratamiento. El gusto está definido por la Real Academia Española (2001) como un capricho o antojo, lo que indica que es algo que rompe la observancia de las reglas, por esto es difícil encontrar repetitividad de persona a persona. Los estadígrafos del análisis sensorial de aceptación se muestran en el Cuadro 16 y los del análisis físico en el Cuadro 17.

Cuadro 16. Resultados estadísticos del análisis sensorial de aceptación.

| Atributo | R2 | Coefficiente de Variación | Empanizado (P<0.05) | Soya (P<0.05) | Interacción (P<0.05) |
|------------------|----------|---------------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| Apariencia | 0.375683 | 22.56013 | 0.0012 | 0.2976 | 0.4636 |
| Aroma | 0.513167 | 16.08710 | 0.0023 | 0.1073 | 0.0008 |
| Textura | 0.416611 | 25.90617 | 0.0020 | 0.2682 | 0.0003 |
| Sabor | 0.403280 | 24.91184 | 0.1179 | 0.7268 | 0.0069 |
| Aceptación gral. | 0.390050 | 22.21831 | 0.0163 | 0.2070 | 0.0035 |

Cuadro 17. Resultados estadísticos del análisis físico.

| Atributo | R2 | Coefficiente de Variación | Empanizado (P<0.05) | Soya (P<0.05) | Interacción (P<0.05) |
|-----------------|----------|---------------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| L* | 0.804365 | 17.94932 | 0.0059 | 0.1194 | 0.5246 |
| a* | 0.965624 | 2.963752 | 0.0055 | 0.7437 | 0.4324 |
| b* | 0.863512 | 5.997651 | 0.0015 | 0.0562 | 0.3890 |
| Textura Instron | 0.968367 | 3.610372 | <.0001 | 0.0120 | 0.0001 |