

# ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE TEXTURA DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE SALCHICHAS ELABORADAS A PARTIR DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*).

## ANALISE DAS PROPRIEDADES DE TEXTURA DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SALSICHAS PREPARADO DE TILÁPIA VERMELHA (*Oreochromis sp.*).

### ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF TEXTURE DURING THE STORAGE OF SAUSAGE MADE FROM RED TILAPIA (*Oreochromis sp.*)

JOSÉ IGOR HLEAP<sup>1</sup>, VIVIANA ANDREA VELASCO<sup>2</sup>

#### PALABRAS CLAVE:

Acuicultura, almacenamiento, agroindustria pesquera, embutidos de tilapia, transformación de tilapia, perfil de textura, esfuerzo al corte.

#### KEY WORDS:

Aquaculture, Storage, Agro-fishery, Tilapia sausages, Processing of tilapia, Texture profile, Shear force.

#### PALAVRAS-CHAVE:

Aquicultura, Armazenamento, pesca e agroalimentar, A tilápia salsicha, Processamento de tilápias, Perfil de textura, Força de cisalhamento.

#### RESUMEN

*La presente investigación se realizó con el fin de determinar las características de textura en salchichas, elaboradas a partir de tilapia roja con inclusión de harina de sagú (*Marantha arundinacea*) como material ligante o extendedor, durante el proceso de almacenamiento. Se planteó un diseño que permitió hacer una evaluación a los 0, 2, 6, 10, 15, 22, 27, 31, 45, 58, 100 y 120 días posteriores a la elaboración de las salchichas. Éstas se elaboraron a partir de una pasta base denominada surimi y bajo una tecnología desarrollada en el laboratorio de Tecnología de Carnes de la Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira. Una vez elaboradas las salchichas, se empacaron al vacío y se mantuvieron en refrigeración a temperatura de  $2^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Se determinaron, utilizando un texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTest EZ-S, los parámetros de dureza ( $\text{kg m s}^{-2}$ ), elasticidad (adimensional), cohesividad (adimensional), adhesividad ( $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ ), gomosidad ( $\text{kg m s}^{-2}$ ) y masticabilidad (kg). Para el esfuerzo al corte se utilizó una cuchilla como elemento tajante. Elasticidad, cohesividad y adhesividad no mostraron diferencia significativa ( $\alpha > 0,05$ ) durante el tiempo de almacenamiento de las salchichas, mientras que la gomosidad y la masticación solo mostraron una diferencia comparando el día 6 con el 100. Se concluyó que durante el tiempo de almacenamiento los parámetros de perfil de textura y esfuerzo al corte, aunque presentaron algunas variaciones no influyeron directamente en los tiempos de almacenamiento de las salchichas mantenidas bajo las condiciones anotadas.*

---

Recibido para evaluación: 21/06/2010. Aprobado para publicación: 8/11/2010

1 Ingeniero Pesquero, Ph.D. Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira. jihleapz@palmira.unal.edu.co

2 Ingeniera Agroindustrial. Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira.

Correspondencia: jihleapz@palmira.unal.edu.co

## ABSTRACT

*This research was conducted to determine the textural characteristics of sausages, made from red tilapia including sagu (*Marantha arundinacea*) flour as binder or extender material, during the storage process. It raised a design that allowed for an assessment at 0, 2, 6, 10, 15, 22, 27, 31, 45, 58, 100 and 120 days after the preparation of sausages. These were prepared from a paste called surimi and under a technology developed in the laboratory of Meat Technology, National University of Colombia - Palmira. Once developed the sausages are vacuum packed and kept in refrigeration at  $2^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Were determined using a Shimadzu Universal Tester texturometer EZT S EZ-est, the parameters of hardness ( $\text{kg m s}^{-2}$ ), elasticity (dimensionless), cohesiveness (dimensionless), adhesiveness ( $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ ), gumminess ( $\text{kg m s}^{-2}$ ) and mastication (kg). For the shear force was used as an adjunct sharp knife. Elasticity, cohesiveness and adhesiveness showed no significant difference ( $\alpha > 0.05$ ) during the time of storage of the sausages, while the elasticity and chewing showed a difference only on day 6 compared with 100. It was concluded that during the time of storage the texture profile parameters and shear force, but had not directly influenced variations in the times of storage of the sausages kept under the conditions listed.*

## RESUMO

*Esta pesquisa foi realizada para determinar as características de textura em salsichas feitas de tilápia vermelha incluindo farinha de sagu (*Marantha arundinacea*) como um material ligante ou extensor durante o processo de armazenamento. Ele levantou um projeto que permitiu uma avaliação de 0, 2, 6, 10, 15, 22, 27, 31, 45, 58, 100 e 120 dias após o preparo de salsichas. Estes foram feitos a partir de uma pasta chamada surimi e sob uma tecnologia desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Carnes da Universidade Nacional da Colômbia – Palmira. Uma vez desenvolvidas as salsichas foram embaladas a vácuo e mantidas sob refrigeração a  $2^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Foram determinadas usando um texturômetro universal Shimadzu Tester EZTest EZ-S, a dureza ( $\text{kg m s}^{-2}$ ), elasticidade (adimensionais), coesão (adimensionais), adesividade ( $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ ), gomosidade ( $\text{kg m s}^{-2}$ ) e mastigabilidade (kg). Para a força de cisalhamento foi utilizado uma faca como elemento de corte. Elasticidade, coesividade e adesividade não mostraram diferença significativa ( $\alpha > 0,05$ ) durante o tempo de armazenamento das salsichas enquanto gomosidade e mastigação mostraram diferença no dia 6 contra 100. Concluiu-se que durante o tempo de armazenagem, os parâmetros de perfil de textura e força de cisalhamento, mais não tinha diretamente influenciado variações nos tempos de armazenamento das salsichas mantidos sob as condições mencionadas.*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años en Colombia, se viene notando un incremento importante en la actividad acuícola como fuente de producción de proteína de alta calidad. Es así como la producción nacional de peces de cultivo se ha centrado principalmente en las especies de tilapia, trucha y cachama, cuya participación conjunta durante los últimos 12 años ha sido del 96,3% del total de la piscicultura, y el 65,3% de la producción acuícola. En particular, la producción de tilapia ha participado con el 49,0% de la actividad piscícola, mientras la cachama y la trucha han constituido el 31,0% y el 16,0%, respectivamente [1].

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*) presenta caracte-

ísticas nutricionales y sensoriales significativas, lo cual ha conllevado a un aumento considerable en su producción. En la actualidad, el departamento de Huila lidera la producción de tilapia con una participación del 35,0% del total nacional, seguido por el Valle del Cauca, el cual produce un 15,6% [1], [2], [3].

A nivel industrial, según información de la Encuesta Anual Manufacturera, EAM, la cadena de la piscicultura muestra una baja participación en el procesamiento de los productos con un 1,0% del volumen y del valor de la producción [6]. Atendiendo lo anterior, ha surgido un cuestionamiento acerca de las posibilidades que presenta la tilapia en cuanto a su transformación industrial y comercialización; razón por la cual se ha visto la necesidad de incursionar en el desarrollo de

nuevos productos agroindustriales, específicamente productos embutidos, tipo salchichas, que otorguen un mayor valor agregado, que fomenten la producción masiva de este alimento, que incrementen el consumo per cápita, que superen la estacionalidad en ciertas épocas del año y que trasciendan al producto entero o al filete congelado [1], [2].

Los productos embutidos han sido productos tradicionales de muy buena aceptación y dentro de ellos las salchichas han sobresalido por sus características nutricionales, sensoriales y funcionales siendo una de las formas más antiguas de transformación de materias primas cárnicas. Múltiples investigaciones han planteado con éxito el uso de diferentes tipos de carnes para su elaboración [4], [5].

Los embutidos escaldados son productos que han sufrido un tratamiento térmico a través del escaldado, cocido, asado u otra manera, en los cuales la carne cruda picada ha sido desintegrada total o parcialmente a la que se le añade sal común y eventualmente otras sales necesarias para el procesado con el cutter. Por lo general se adiciona agua potable (o hielo). La proteína muscular de esta carne se aglutina en mayor o menor medida por el tratamiento térmico, de tal manera que en un posterior posible calentamiento, se presente una excelente firmeza al corte [6].

La elaboración de embutidos a partir de materias primas hidrobiológicas se inició antes de la segunda guerra mundial, utilizando pulpa o carne sin tratamiento. Sin embargo, estos desarrollos no tuvieron un buen resultado debido a que el consumidor presentó un rechazo por su fuerte sabor, olor y por la poca estabilidad durante el almacenamiento. Por el contrario, los japoneses a mediados de los años 50 del siglo pasado utilizaron la pulpa o carne lavada, lo cual causó aceptación por parte del consumidor e iniciaron la producción a pequeña escala. Y fue a partir de 1961 que se descubrió el surimi congelado, el cual provocó un gran avance tecnológico e industrial [7].

Con base en la técnica del surimi y bajo la formulación desarrollada en el Laboratorio de Tecnología de Carnes de la Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira [8], se elaboraron las salchichas de tilapia. Para esto se utilizaron filetes de tilapia comerciales, proteína animal y vegetal, grasa animal, sal, harina de sagú aditivos e ingredientes de tipo alimenticio permisibles.

Esa mezcla se empacó en una tripa artificial calibre 22, la cual se amarró en porciones de 60 g y luego, las salchichas, fueron sometidas al proceso de escaldado. Las salchichas fueron validadas por la comunidad de consumidores y acuicultores obteniendo apreciaciones favorables sobre sus características nutricionales y organolépticas [8].

Una de las dificultades que se ha planteado, y de la cual no se tienen referencias bibliográficas es la definición de la vida de anaquel o vida útil del producto. No se reconoce con exactitud cuales son los tiempos de almacenamiento de dicho producto sin que se afecten sus características básicas.

Es bien conocido que las condiciones a las cuales se procesa y almacena un alimento pueden influir en los atributos de calidad de los mismos. Durante el tiempo de almacenamiento, uno o más de estos atributos pueden verse afectados. En este momento, el alimento es considerado no apto para consumo y por lo tanto se dice que ha alcanzado su vida de anaquel [9].

Los factores que pueden influir en la vida de anaquel de un producto pueden agruparse en intrínsecos y extrínsecos. Los primeros son los proporcionados por las propiedades del producto final y dependen de variables tales como la materia prima, la formulación y la estructura del producto. Entre estos factores se encuentran: actividad de agua, valor de pH y acidez total, oxígeno disponible, nutrientes, carga bacteriana inicial, bioquímica natural del producto y uso de preservativos en la formulación del producto. Los extrínsecos son aquellos a los cuales se enfrenta el producto durante el período de almacenamiento. Hacen parte de éstos los siguientes: temperatura de manejo tanto de la materia prima como de almacenamiento, humedad relativa durante el almacenamiento, exposición a la luz, carga microbiana del ambiente, composición de la atmósfera dentro del empaque.

Una práctica común empleada para evaluar la vida de anaquel de un cierto producto, como la salchicha, es determinar los cambios que ocurren sobre sus características de calidad durante un período de tiempo [9].

La textura es uno de los atributos primarios que junto con el color, sabor y olor conforman la calidad sensorial de los alimentos. Es la característica de calidad más apreciada por el consumidor [10], [11] y sus propie-

dades relacionadas se caracterizan por ser difíciles de definir ya que son características subjetivas.

Para evaluar la textura en productos elaborados, la mayoría de los autores utilizan la prueba de corte como el método de Warner-Bratzler (WB) [12]. Szczesniak, ha establecido el método de "Análisis de Perfil de Textura" (TPA) para medir objetivamente este parámetro, el cual imita el proceso de masticación [13].

El objetivo del presente trabajo fue el de definir los parámetros asociados al perfil de textura y al esfuerzo al corte para las salchichas elaboradas a partir de tilapia roja y evaluar el desempeño de estos parámetros a lo largo del ciclo de almacenamiento bajo condiciones de refrigeración y empaque al vacío. Dichos parámetros fueron: adhesividad, cohesividad, dureza, elasticidad, gomosidad y masticación.

## MÉTODO

Los filetes de tilapia se obtuvieron en un supermercado de la ciudad de Palmira (departamento del Valle del Cauca, Colombia), así como los ingredientes y condimentos adicionales (grasa animal, proteína vegetal y animal, sal, azúcar, ajo, paprika, etc.). Los aditivos y conservantes se adquirieron en una empresa dedicada a la venta de dichos insumos para la industria alimenticia de la ciudad de Cali (capital del departamento y ubicada a 20 km. de Palmira) y corresponden a los aditivos tradicionalmente utilizados para productos alimenticios cárnicos tipo embutido y además avalados por la legislación colombiana.

La investigación se basó en la formulación de la salchicha de tilapia desarrollada y validada por el laboratorio de Tecnología de Carnes de la Universidad Nacional de Colombia – sede Palmira [8]. Dicha formulación está sustentada en la elaboración de una pasta base a partir de filete de tilapia denominada surimi de tilapia. Para la elaboración de las salchichas finales se incluyó la harina de sagú (*Marantha arundinacea*) como extendedor o material ligante.

De acuerdo a lo estipulado para la industria pesquera, las salchichas se elaboraron a partir del surimi, el cual se preparó previamente y fue la materia prima en la elaboración del producto embutido tipo salchicha [8]. El procedimiento para la elaboración del surimi se muestra en el diagrama de flujo ilustrado en la figura 1. El surimi

se recibo directamente de la unidad de frío dispuesta para el almacenamiento de los bloques congelados, vigilando la calidad de los mismos en forma visual.

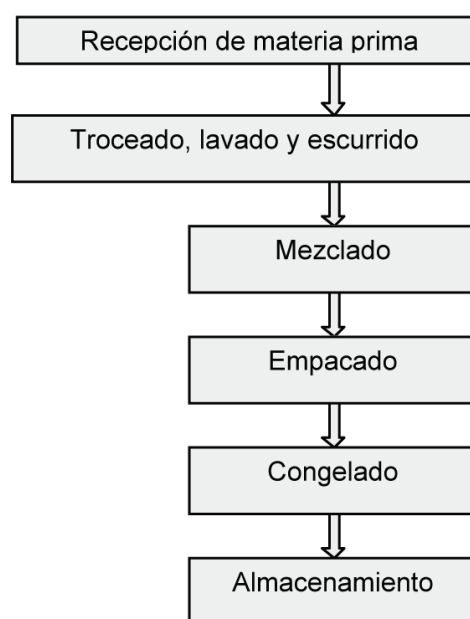
Para la elaboración de las salchichas se procedió según el diagrama presentado en la figura 2.

Para esto se mezclaron todos los ingredientes junto con el surimi, el cual fue fraccionado en trozos de tamaño mediano. El mezclado se realizó por un tiempo de 10 a 15 minutos hasta obtener una emulsión homogénea. Una vez lograda la emulsión se procedió a embutirla en tripas artificiales calibre 22 mm (Amicel Alico S.A., Santiago de Cali, Colombia) utilizando una embudidora hidráulica marca Javar EM 30 (Javar Tecnología Alimentaria, Santa Fe de Bogotá, Colombia). Posteriormente se procedió a amarrarlas con un peso unitario de 60 gr.

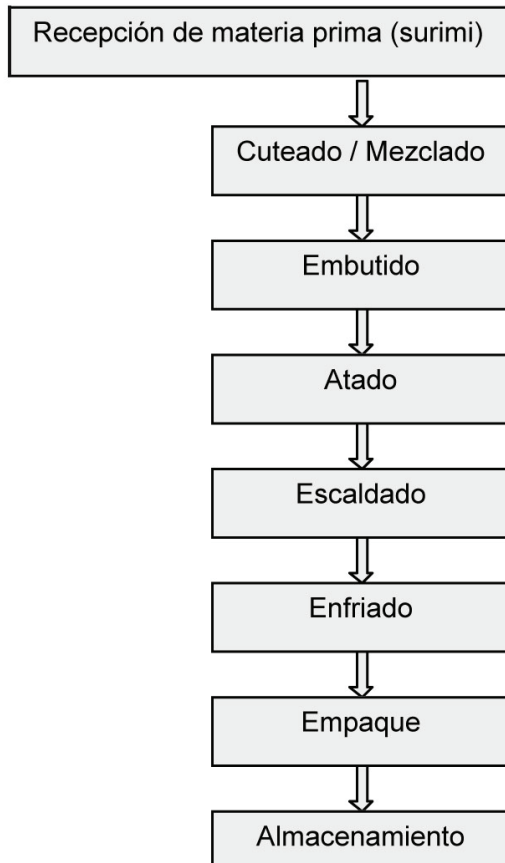
Para lograr la coagulación de las proteínas y la consecuente cocción del embutido, las salchichas se sometieron al proceso de escaldado en agua a 80C hasta que la temperatura interna alcanzó los 72C, lo cual se verificó con un termómetro de aguja Checktemp HI 98501 (HANNA Instruments Ltda., Leighton Buzzard, Bedfordshire, Inglaterra) introducido en el centro de una salchicha tomada en forma aleatoria.

Con el objetivo de reducir la temperatura de las salchichas, posterior al escaldado, se realizó una inmersión en

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración del surimi.



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la elaboración de salchichas a partir del surimi.

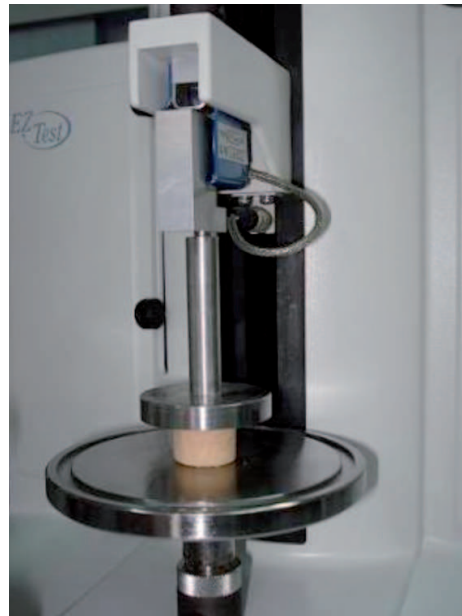


agua fría para generar un choque térmico del producto el cual permaneció aproximadamente a 15°C durante un tiempo de 5 min.

El producto terminado se empacó en bolsas especiales con una máquina empacadora al vacío EGARVAC S.C.P. Basic B. (Vacarisses, Barcelona, España) en presentaciones de 300 g., con un rótulo identificando el lote y fecha de elaboración. Las salchichas empacadas se almacenaron a temperaturas de refrigeración 2°C ± 2 hasta cumplir los 120 días estipulados para el desarrollo de la investigación.

Para observar los cambios de textura de la salchicha respecto al tiempo de almacenamiento se realizaron los análisis de perfil de textura y prueba de esfuerzo al corte utilizando un texturómetro Shimadzu Universal Tester EZTest EZ-S (Figura 3). Los parámetros de evaluación se midieron a los 0, 2, 6, 10, 15, 22, 27, 31, 45, 58, 100 y 120 días posteriores a su elaboración.

**Figura 3.** Determinación del perfil de textura (TPA).

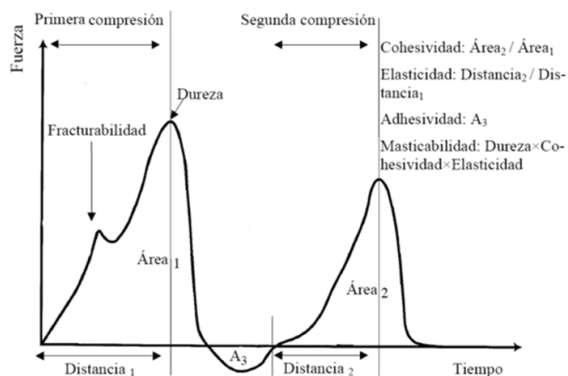


Para el análisis de perfil de textura se procedió de la siguiente manera: se cortaron rodajas de salchicha de aproximadamente 1,5 cm de grosor y se dejaron reposar por una hora a temperatura ambiente dentro de una bolsa de polietileno para evitar la pérdida de humedad. Se realizó una doble compresión a 75 % de deformación (estrés normal) y a una velocidad de cabezal de 1mm/s, con un tiempo de espera de 5 segundos entre las compresiones. Los resultados analizados fueron dureza ( $\text{kg m s}^{-2}$ ), elasticidad (adimensional), cohesividad (adimensional), adhesividad ( $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ ), gomosidad ( $\text{kg m s}^{-2}$ ) y masticación (kg). Con este análisis se obtuvo el perfil de la fuerza que debe aplicarse para masticar la salchicha de tilapia, sometiendo una muestra de esta, en dos ocasiones consecutivas, a una fuerza, simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder.

En la figura 4 se aprecia la gráfica general del perfil de textura [14], la cual se basa en la imitación de la masticación por medio de un texturómetro el cual realiza una doble compresión, que al graficar la fuerza contra el tiempo lleva a la extracción de siete parámetros texturales medibles [13].

Fracturabilidad: es la primera caída significativa de la curva durante el primer ciclo de compresión producto de un alto grado de dureza y bajo grado de cohesividad [15], [16]. Se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta. Se expresa en unidades de fuerza – Newtons [15].

**Figura 4.** Gráfica general del análisis del perfil de textura.



**Dureza:** fuerza máxima que tiene lugar en cualquier tiempo durante el primer ciclo de compresión [15]. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar [17]. Se expresa en unidades de fuerza, N ó (kg m s<sup>-2</sup>) [18].

**Cohesividad:** cociente entre el área positiva bajo la curva de fuerza de la segunda compresión (Área 2) y el área bajo la curva de la primera compresión (Área 1) [15]. Representa la fuerza con la que están unidas las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse [16]. Es adimensional [18].

**Adhesividad:** Siguiendo al primer ciclo de compresión se elimina la fuerza cuando la cruceta se mueve a su posición original. Si el material es pegajoso o adhesivo, la fuerza se convierte en negativa. El área de esta fuerza negativa (Área 3), se toma como una medida de la adhesividad de la muestra [18]. Representa el trabajo necesario para despegar el plato de compresión de la muestra o el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie (paladar) [17]. Se mide en (kg m<sup>2</sup> s<sup>-2</sup>).

**Elasticidad:** Es la altura que recupera el alimento durante el tiempo que recorre entre el primer ciclo y el segundo ( $D_2/D_1$ ) [15]. Mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial. Es adimensional, una longitud dividida por otra longitud [18].

**Gomosidad:** la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado. Producto de la dureza por la cohesividad. Se expresa en (kg m/s<sup>2</sup>) [17].

**Masticabilidad:** producto de la dureza por la cohesividad

y la elasticidad. Representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido. Se expresa en Kg [17].

El esfuerzo al corte se determinó por medio del texturómetro con una navaja como aditamento tajante (figura 5). Se realizó un corte en el centro de la salchicha. Las condiciones fueron: velocidad de cabezal 2 mm/s y desplazamiento 30 mm. Los resultados se tomaron del pico máximo (fuerza máxima) resultante del esfuerzo al corte.

El procesamiento de la información obtenida de los análisis realizados se llevó a cabo a través del programa estadístico SPSS para Windows v. 15.0, en el cual se determinó la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas de cada uno de los parámetros evaluados durante los días de almacenamiento, a través de un Análisis de Varianza – ANOVA completamente aleatorio y una Prueba de Tukey con la que se detectaron discrepancias entre los valores de las medias.

## RESULTADOS

El análisis proximal de las salchichas elaboradas a partir de tilapia roja arrojó los siguientes resultados (tabla 1) [8], [19]. Se muestran los valores promedio de tres repeticiones de humedad, proteína, lípidos, cenizas,

**Figura 5.** Determinación del esfuerzo al corte.



**Tabla 1.** Análisis proximal de la salchicha de tilapia.

Humedad, (%)	Proteína, (%)	Lípidos, (%)	Cenizas, (%)	Carbohidratos, (%)	Aporte energético, (Cal/g)
65,86 ± 0,13	13,15 ± 0,08	14,68 ± 0,41	2,90 ± 0,05	3,41 ± 0,58	5431,10 ± 451,91

carbohidratos y aporte energético de la salchicha en el momento de la elaboración de las mismas.

Los diferentes componentes de la salchicha se encuentran dentro de lo Estipulado por la Norma Técnica Colombiana NTC 1325.

En relación a las variables de textura evaluadas a través del TPA, no se encontraron referencias bibliográficas para salchichas elaboradas a base de pescado o de tilapia, lo que hace que estos resultados sean novedosos.

El análisis de perfil de textura (TPA) mostró los siguientes resultados (tabla 2). Se determinaron las propiedades de la salchicha relacionadas con la masticabilidad. Cada una de ellas proporcionó información que describe el comportamiento de la textura y por lo tanto son complementarias entre sí [20].

Como se pudo observar y de acuerdo a la Anova (análisis de varianza), los parámetros de adhesividad, cohesividad y elasticidad no mostraron diferencias significativas durante los 120 días de almacenamiento de las

salchichas. De igual manera, los parámetros gomosidad y masticabilidad se mantuvieron con poca variabilidad durante este tiempo, solo mostrando una diferencia significativa comparando el día 6 con respecto al día 100, manifestándose una ligera tendencia al aumento de dichos parámetros durante el almacenamiento. En contraste, la dureza si presentó diferencia significativa durante el tiempo de la investigación.

En la figura 6 se muestra la variación de la adhesividad durante el almacenamiento.

En cuanto a la adhesividad, es importante resaltar que los valores obtenidos son negativos, lo cual indica que la textura de la salchicha de tilapia es pegajosa o adhesiva, es decir, cuando el producto es consumido éste se adhiere al paladar, lo que conlleva a realizar un trabajo necesario para retirarlo. Esto puede deberse a la mayor cantidad de carbohidratos aportados por la presencia de harina de sagú, la cual es rica en almidones [8].

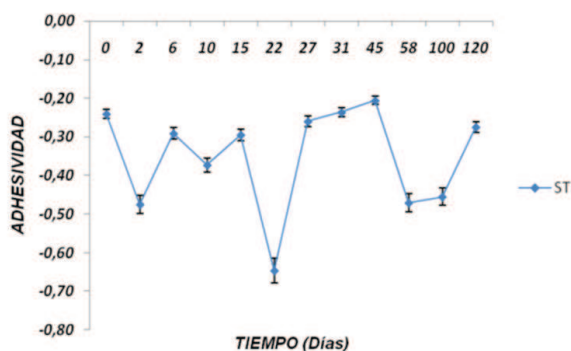
Durante el tiempo que duró la investigación, la dureza de la salchicha de tilapia presentó un comportamiento oscilatorio, sin embargo es importante resaltar que la

**Tabla 2.** Perfil de textura de la salchicha de tilapia.

Día	Adhesividad, (kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> )	Cohesividad	Dureza, (kg m s <sup>-2</sup> )	Elasticidad	Gomosidad, (kg m s <sup>-2</sup> )	Masticación, (kg)
0	- 0,24 ± 0,22	0,00 ± 0,09	30,36 ± 3,66	0,96 ± 0,55	5,04 ± 8,68	14,58 ± 8,66
2	-0,47 ± 0,16	- 0,26 ± 0,28	50,96 ± 8,21	0,99 ± 0,57	16,01 ± 14,73	23,83 ± 14,73
6	- 0,29 ± 0,13	- 0,01 ± 0,01	45,43 ± 2,77	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
10	- 0,37 ± 0,21	- 0,11 ± 0,08	38,39 ± 3,21	0,97 ± 0,02	25,01 ± 3,60	24,18 ± 3,60
15	- 0,29 ± 0,26	- 0,04 ± 0,04	44,74 ± 4,16	1,02 ± 0,58	7,64 ± 13,31	23,41 ± 13,27
22	- 0,65 ± 0,19	- 0,24 ± 0,40	52,44 ± 5,03	0,98 ± 0,56	9,36 ± 16,17	27,38 ± 15,59
27	- 0,26 ± 0,12	- 0,02 ± 0,06	48,03 ± 2,52	0,93 ± 0,54	8,57 ± 15,01	23,87 ± 13,87
31	- 0,24 ± 0,07	- 0,22 ± 0,20	41,86 ± 2,85	0,99 ± 0,57	15,13 ± 13,43	22,38 ± 13,08
45	- 0,21 ± 0,02	- 0,33 ± 0,01	25,58 ± 1,25	0,98 ± 0,00	19,04 ± 1,00	18,58 ± 0,58
58	- 0,47 ± 0,25	- 0,51 ± 0,27	37,59 ± 1,10	1,00 ± 0,01	23,85 ± 2,00	23,78 ± 1,15
100	- 0,45 ± 0,17	- 0,22 ± 0,27	50,55 ± 2,71	0,94 ± 0,01	31,70 ± 0,88	29,95 ± 0,90
120	- 0,27 ± 0,11	- 0,32 ± 0,17	40,41 ± 3,64	0,99 ± 0,01	26,78 ± 1,73	26,43 ± 2,08

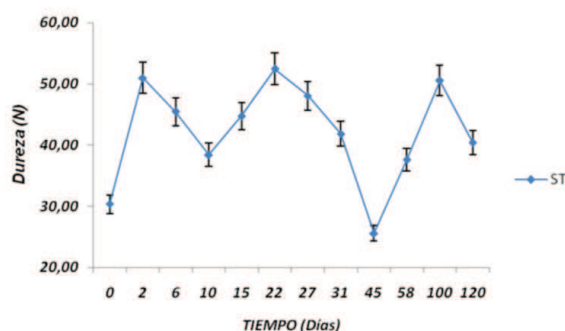
mayor dureza se alcanzó hacia el día 22 (figura 7). Esto tiene relación con lo reportado en la literatura acerca de la conducta presentada por la capacidad de retención de humedad (CRA) y la influencia del valor del pH de la salchicha ya que para este día de almacenamiento se presentó una disminución de ésta ocasionando el endurecimiento del producto. Magdaleno y Valdez y Domínguez y Gutiérrez reportaron valores superiores al 90 % de CRA para productos embutidos de pescado [21], [22], lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación. Lo anterior se puede explicar debido a que la variación en la carga neta de las proteínas altera las fuerzas atractivas y repulsivas y, por lo tanto, alteran la habilidad de asociarse con moléculas de agua [23].

Figura 6. Cambios en la adhesividad durante el almacenamiento.



ST – Salchicha de tilapia

Figura 7. Cambios en la dureza durante el almacenamiento.



ST – Salchicha de tilapia

Siguiendo este orden de ideas, la masticabilidad sostiene un comportamiento similar a la dureza. Durante el tiempo que duró el estudio, se observó que alrededor del día 22 se presentó el mayor valor de masticación junto con el día 100 (Figura 8). De acuerdo a lo anterior, cabe mencionar que el tiempo estimado para mantener las salchichas en almacenamiento es alrededor de 22 días.

Al hacer el análisis general para las 12 mediciones (desde el día 0 hasta el día 120) del perfil de textura, se puede apreciar (figura 9) que la tendencia de la gráfica por cada día evaluado es similar, lo cual indica que el comportamiento de las salchichas durante el almacenamiento es uniforme y estable.

El valor más alto, para el parámetro de dureza, se obtuvo en el día 22 (52,40 N), lo cual se explica por la mayor caída en la capacidad de retención de humedad (CRA) por parte de las salchichas conllevándolas a su endurecimiento. Dicha caída en la CRA en el día 22, también fue la más significativa, en el análisis de este parámetro para los diferentes días evaluados.

Por el contrario el valor más bajo, para la dureza, se obtuvo en el día 45 (25,51 N) lo cual indica una menor pérdida de humedad en las salchichas. Estos resultados concuerdan con los expuestos por Rahman, S.F. y colaboradores, en donde demostraron que la dureza, la masticabilidad y el esfuerzo al corte aumentan exponencialmente con la disminución del contenido de humedad, mientras que la adhesividad, cohesividad y elasticidad aumentan igualmente en forma exponencial, con la disminución del contenido de humedad, mediciones hechas para pulpa deshidratada de dátiles [24]. De la misma forma, Ginés, R. presenta datos similares para la textura medida en filetes de trucha alpina, en donde la dureza presenta mayores valores en los filetes crudos, que en los cocidos, lo cual muestra una correlación directa entre la dureza y la capacidad de retención de humedad [25].

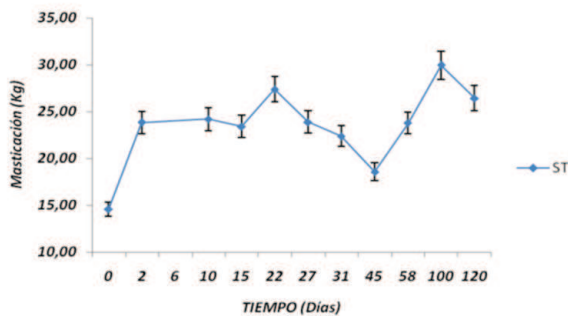
En cuanto al esfuerzo al corte, la salchicha mostró un aumento significativo durante el periodo de almacenamiento hasta el día 22 (figura 10). Este hecho posiblemente se debió al endurecimiento del producto causado por la pérdida de humedad en este día de almacenamiento como ya se ha mencionado.

La gráfica general para el parámetro de esfuerzo al corte se aprecia en la figura 11. De ella se puede concluir



que el mayor esfuerzo al corte se obtiene a los 27 días de almacenamiento. La fuerza es de 3,62 N, mientras que la menor fuerza (2,117 N) para realizar el corte se presentó a los 0 días, es decir en la salchicha fresca. Lo anterior concuerda con la mayor dureza presentada en las mediciones posteriores efectuadas a los 22 – 27 días de almacenamiento.

Figura 8. Cambios en la masticabilidad durante el almacenamiento.



ST – Salchicha de tilapia

Figura 9. Gráfico del perfil de textura para los días de almacenamiento de la salchicha de tilapia.

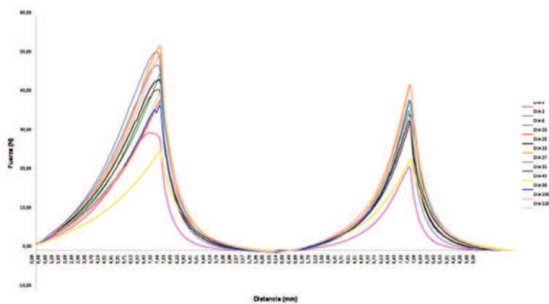
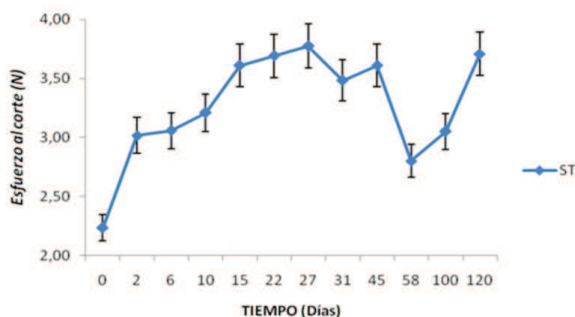
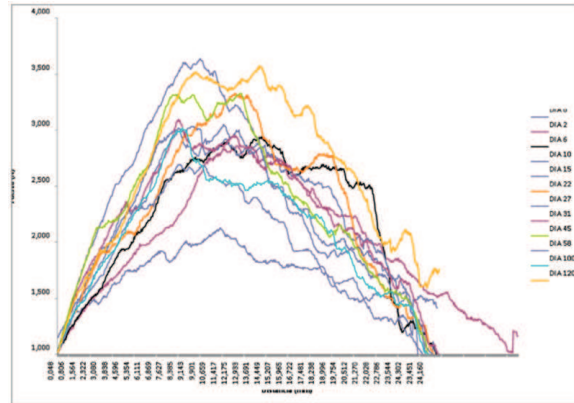


Figura 10. Cambios en el esfuerzo al corte durante el almacenamiento.



ST – Salchicha de tilapia

Figura 11. Gráfico del esfuerzo al corte para los días de almacenamiento de la salchicha de tilapia.



## CONCLUSIONES

El análisis de perfil de textura mostró que en la medida en que aumentan los tiempos de almacenamiento, hasta el día 22, la dureza de las salchichas de tilapia alcanza su mayor valor, debido a la mayor pérdida en la capacidad de retención de humedad. Posteriormente, se presenta una caída en la dureza, probablemente debida a procesos microbiológicos o procesos proteolíticos de degradación de proteína.

Los valores obtenidos para la adhesividad son negativos, lo cual indica que la salchicha evaluada es propensa a adherirse al paladar del consumidor, lo cual se explica por el mayor contenido de almidones, aportados por la harina de sagú.

La masticabilidad presentó los mayores valores a los 22 y 100 días de almacenamiento, lo cual concuerda con los datos obtenidos en el parámetro dureza. Lo que indica una fuerte correlación entre estos dos parámetros para las salchichas elaboradas a partir de tilapia.

El esfuerzo al corte presentó un comportamiento similar a los parámetros antes mencionados (dureza y adhesividad), lo cual corrobora que el tiempo ideal de almacenamiento de las salchichas, considerando los parámetros de perfil de textura, se presenta a los 22 – 27 días de almacenamiento.

Durante el tiempo que duró la investigación, los parámetros de perfil de textura y esfuerzo al corte, aunque presentaron algunas variaciones no influyeron directamente en los tiempos de almacenamiento de las salchichas mantenidas bajo las condiciones anotadas.

## REFERENCIAS

- [1] ESPINAL, Carlos Federico; MARTÍNEZ, Héctor y GONZÁLEZ, Freddy. La cadena de la piscicultura en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991 - 2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. Internet: ([http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/documentos/caracterización\\_piscicultura.pdf](http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/documentos/caracterización_piscicultura.pdf)).
- [2] CASTILLO, Luis Fernando. Tilapia roja: una evolución de 25 años, de la incertidumbre al éxito. Cali, 2006. 124 p. Internet: (<http://aguaverde.acuicultura.googlepages.com/TILAPIAROJA>).
- [3] USGAME, Diana; USGAME, Giovanni y VALVERDE, Camilo. Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, proyecto de transición de la agricultura. Bogotá: Giro, 2007. 163 p.
- [4] IZQUIERDO, Pedro et al. Análisis proximal, microbiológico y evaluación sensorial de salchichas elaboradas a base de Cachama Negra (*Colosoma macropomum*). Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos (UDICTA). Universidad del Zulia. Venezuela. 2007. Vol. 17. No. 3: 294-300.
- [5] TINEDO, Víctor. Alternativas en la elaboración de embutidos a base de pulpa de pescado. Universidad Central de Venezuela. Instituto en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1998. 24 - 48 pp.
- [6] WIRTH, Fritz. Tecnología de los embutidos escaldados. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 1992. 237 p.
- [7] RECINOS, Teresa. Industrialización de especies de bajo valor comercial de la Pesca artesanal y aprovechamiento de subproductos de otras especies hidrobiológicas. Universidad de San Carlos de Guatemala - CEMA - DIGI. Guatemala, 2002. Internet: ([http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacion\\_files/INFORMES/PUIDI/INF-2002-042.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacion_files/INFORMES/PUIDI/INF-2002-042.pdf)).
- [8] MOLINA, Andrea. Evaluación sensorial de tres formulaciones de productos embutidos escaldados de pescado, tipo salchicha, a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Trabajo de grado (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Nacional de Colombia - sede Palmira. Facultad de Ingeniería y Administración. 2008. 115 p.
- [9] SINGH, R. Scientific principles of shelf life evaluation. En: "Shelf life evaluation of foods". Man, C.M.D., Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 1999. 1-31 pp.
- [10] ISSANCHOU, Sylvie. Consumer expectations and perceptions of meat and meat products quality. Meat Science. 1996. Vol. 43: 5 - 19.
- [11] LAWRIE, R. Lawrie's Meat Science. Ed. Woodhead Publishing. Cambridge, England. 1998.
- [12] HONIKEL, Karl. Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. Food Chemistry. 1997. Vol. 59. No. 4: 447 - 457.
- [13] SZCSESNAK, Alina. General food texture profile revisited - Ten years perspective. J. Texture Studies. 1975. Vol. 6: 5 - 17.
- [14] RUIZ, Jorge Luis. Textura de músculos de cerdo y de jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua. Tesis doctoral (Facultad de veterinaria). Universidad Autónoma de Barcelona. 2005. 212 p.
- [15] BOURNE, M. Texture Profile Analysis. Food Technology. 1978. Vol. 37: 62-66, 72.
- [16] SZCSESNAK, Alina. Texture is a sensory Property. Food Quality and Preference. 2002. Vol. 13: 215-225.
- [17] CIVILLE, Gail y SZCZESNAK, Alina. Guidelines to training a texture profile panel. Journal of texture Studies. 1976. Vol. 4: 204-223.
- [18] ROSENTHAL, A. Food texture, measurements and perception. Editorial Aspen Publisher, INC. 1999. Maryland, USA.
- [19] VELASCO, Viviana. Elaboración y evaluación de vida de anaquel de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con inclusión de harina de sagú. Trabajo de grado (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Nacional de Colombia - sede Palmira. Facultad de Ingeniería y Administración. 2010. 150 p.
- [20] RAMÍREZ, Jorge Alberto. Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis doctoral (Facultad de veterinaria). Universidad Autónoma de Barcelona. 2004. 180 p.
- [21] MAGDALENO-PADILLA, Josefina y VALDEZ-SALAZAR, Beatriz. Elaboración de bolonia a partir de músculo de tilapia (*Tilapia sp.*) y evaluación de vida de anaquel. Tesis de Licenciatura, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. 1994.

- [22] DOMÍNGUEZ-GONZÁLEZ, Teresita de Jesús y GUTIÉRREZ-GIOTTONINI, Verónica. Elaboración y evaluación de estabilidad de salchichas ahumadas de tilapia (*Tilapia sp*). Tesis de Licenciatura, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. 1993.
- [23] BORDERIAS, Javier y MONTERO, Pedro. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en Alimentos. *Agroquímica y Tecnología Alimentaria*. 1988. Vol. 28: 159.
- [24] RAHMAN, Mohammad y AL-FARSI, Sorab. Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*. 2005. Vol. 66. No. 4: 505 – 511.
- [25] GINÉS, Rafael et al. 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). BORDERIAS, Javier y MONTERO, P. *Quality and Preference*. 2004. Vol. 15. No. 2: 177 – 185.