

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERIA



**“ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO JAMÓN A PARTIR DE
CARAJITO “*Diplectrum conceptione*”**

Presentada por:

CLAUDIA VANESSA ALVAREZ MURGUEYTIO

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO PESQUERO**

Lima-Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERIA

**“ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO TIPO JAMÓN A PARTIR DE CARAJITO
Diplectrum conceptione”**

Presentado por:

CLAUDIA VANESSA ALVAREZ MURGUEYTIO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

M.Sc. Raúl Porturas Olaechea
PRESIDENTE

Mg. Sc. David Julián Roldán Acero
MIEMBRO

Ing. Nancy Martínez Ordinola
MIEMBRO

M. Sc. Tito Llerena Daza
ASESOR

Lima-Perú
2018

DEDICATORIA

A mi mamá Lidia y mi papá Sergio,
por su apoyo y amor incondicional,
por ser mis maestros de vida
y darme el mejor ejemplo
para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor el Mg. Sc. Tito Llerena por toda su confianza y apoyo en la realización de este trabajo de investigación y todas las horas de dedicación realizadas al cumplimiento del mismo, sus consejos y su conocimiento han sido el pilar para que se llevara a cabo la presente tesis. Muchas gracias.
- A mi familia: mi abuelita Mamina que en paz descansa por todas sus enseñanzas de vida, mis hermanos Francis, Nadia y Karen por sus consejos y ejemplo como hermanos mayores, mi tía Juanita y mi prima Lidia por su apoyo para la culminación de este trabajo.
- A Mario Perez Rivera por su apoyo incondicional, ánimo para culminar la investigación y acompañarme en cada momento. Muchas gracias.
- A los miembros del Jurado: David Roldan, Raúl Porturas y Nancy Martínez por su apoyo, recomendaciones y correcciones para la mejora de la investigación.
- A los técnicos de laboratorio el Señor Ernesto y la Señora Maritza por su apoyo en el uso de los laboratorios de la Facultad de Pesquería para que se llevara a cabo la investigación.
- A los señores Mario Jaulis y Delfin Huarcaya por su apoyo y amable servicio para el uso de la información de la sala Tesis de la UNALM.
- A Dios por TODO.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCION	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. CARAJITO	4
2.1.1. TAXONOMIA	4
2.1.2. BIOLOGÍA.....	4
2.1.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	4
2.1.4. PESQUERIA DEL RECURSO	4
2.1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA	6
2.2. CARACTERISTICAS DEL TEJIDO MUSCULAR DEL PESCADO.....	6
2.2.1. PROTEÍNAS DEL MÚSCULO DEL PESCADO	8
2.2.2. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS DEL MÚSCULO DE PESCADO.....	6
2.3. JAMÓN.....	9
2.3.1. DEFINICIÓN	9
2.3.2. TIPOS DE JAMÓN DE PESCADO	10
2.4. TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO.....	11
2.4.1. GENERALIDADES.....	11
2.4.2. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO.....	11
2.4.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO	15
2.5. ATRIBUTOS DE CALIDAD.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	24
3.2. MATERIALES	24
3.2.1. MATERIA PRIMA UTILIZADA.....	24
3.3. PARTE EXPERIMENTAL	25
3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	25
3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27

3.4.	MÉTODOS ANALITICOS	32
3.4.1.	DE LA MATERIA PRIMA	32
3.4.2.	DE LOS EXPERIMENTOS.....	33
3.4.3.	DEL PRODUCTO FINAL	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1.	DE LA MATERIA PRIMA	37
4.1.1.	ANÁLISIS FÍSICO Y ORGANOLÉPTICO.....	37
4.1.2.	ANÁLISIS QUÍMICOS	38
4.2.	PRIMERA FASE	39
4.2.1.	EXPERIMENTO 1: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ADITIVOS ACTIVA GS, POLIFOSFATOS Y SAL SOBRE LA COHESIVIDAD EN FILETES DE CARAJITO.....	39
4.2.2.	EXPERIMENTO 2: EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN FILETES COCIDOS DE CARAJITO	43
4.2.3.	EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS NITRITOS SOBRE EL COLOR.....	45
4.2.4.	ELABORACIÓN DE REESTRUCTURADO DE FILETES PARA EL JAMÓN AHUMADO DE CARAJITO <i>Diplectrum conceptione</i>	47
4.3.	SEGUNDA FASE: SELECCIÓN DE VALORES OPTIMOS PARA LOS PARAMETROS DE PROCESO	48
4.3.1.	EXPERIMENTO 4: EVALUACIÓN PARA OBTENCIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE LA PRUEBA DE COCCIÓN EN INMERSIÓN EN AGUA CALIENTE.....	48
4.3.2.	EXPERIMENTO 5: EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE TIEMPO Y TEMPERATURA OPTIMOS PARA LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO AHUMADO	49
4.3.3.	ANALISIS DEL TRATAMIENTO TERMICO: VALOR DE PASTEURIZACIÓN	56
4.4.	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO FINAL	57
4.4.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL JAMÓN AHUMADO DE <i>Diplectrum</i> <i>conceptione</i> “CARAJITO”	57
4.4.2.	ANALISIS MICROBIOLÓGICO.....	57
4.4.3.	EVALUACION SENSORIAL.....	58
4.5.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN ALMACENAMIENTO	59
4.5.1.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	59

4.5.2. VALOR PERÓXIDO	60
4.5.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	60
IV. CONCLUSIONES	62
V. RECOMENDACIONES	63
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
X. ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1:	Composición química de carajito (<i>Diplectrum conceptione</i>).....	6
Cuadro 2:	Tiempo para la reducción de 6 log ₁₀ UFC/ml de patógenos a temperaturas dadas (minutos)	19
Cuadro 3:	Criterios microbiológicos para productos hidrobiológicos ahumados en caliente.	23
Cuadro 4:	Diseño Experimental para la Elaboración de Jamón Ahumado en Caliente de Carajito “ <i>Diplectrum conceptione</i> ”	28
Cuadro 5:	Puntuación para prueba de plegado.....	34
Cuadro 6:	Resultados de composición química de la materia prima <i>Diplectrum conceptione</i>	38
Cuadro 7:	Resultados promedio para cohesividad en crudo de los tratamientos.....	39
Cuadro 8:	Resultados promedio para cohesividad en cocido de los tratamientos.	41
Cuadro 9:	Resultados de prueba de resistencia a la tensión de los tratamientos en crudo y cocido.	42
Cuadro 10:	Resultados de capacidad de retención de agua en los diferentes tratamientos sometidos a cocción.	43
Cuadro 11:	Coordenadas L, a* y b* obtenidas por el método de Sistema de Visión Computarizado en la observación de tratamientos para evaluar el color ante la presencia de nitritos en la formulación.....	46
Cuadro 12:	Formulación escogida para el ahumado de jamón de <i>Diplectrum conceptione</i> “carajito”.	47
Cuadro 13:	Resultados de comparación entre diferentes temperaturas de inmersión del bloque de carajito reestructurado.	49
Cuadro 14:	Resultados sobre las diferentes variables para el proceso de ahumado en relación al: Análisis de Cohesividad, Prueba de Plegado y % de Humedad de láminas de jamón de carajito para las variables T1, T2 y T3.	53
Cuadro 15:	Resultados de composición química para el jamón ahumado de carajito <i>Diplectrum conceptione</i> en comparación con la materia prima en base húmeda y seca	57
Cuadro 16:	Resultados microbiológicos del producto final	58
Cuadro 17:	Resultados de la escala hedónica en relación al producto final	58
Cuadro 18:	Recuento Microbiológico durante el periodo de 1 mes	59

Cuadro 19: Resultados de evaluación organoléptica durante 30 días, evaluados cada 7 días de acuerdo a la Tabla Tentativa de Evaluación Organoléptica de Jamón de carajito.	61
Cuadro 20: Resultados obtenidos de escala de cohesión para muestras en crudo.....	75
Cuadro 21: Análisis de Varianza para COHESIVIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III...	77
Cuadro 22: Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a experimento factorial con las muestras en crudo.....	78
Cuadro 23: Resultados de Prueba LSD a un nivel de confianza del 95.0%	79
Cuadro 24: Resultados obtenidos de escala de cohesión para muestras en crudo.....	80
Cuadro 25: Análisis de Varianza para COHESIVIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III....	81
Cuadro 26: Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a experimento factorial con las muestras en crudo. .	82
Cuadro 27: Resultados de Prueba LSD a un nivel de confianza del 95.0%	83
Cuadro 28: Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos de la prueba de resistencia a la tensión.....	84
Cuadro 29: Pruebas de Múltiple Rangos de los resultados obtenidos mediante la prueba de resistencia a la tensión de cada tratamiento.....	84
Cuadro 30: Análisis de Varianza para CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA	86
Cuadro 31: Pruebas de Múltiple Rangos	87
Cuadro 32: Calculo de Tiempos de Proceso a 90, 80 y 75°C.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desembarque en toneladas de carajito en Tumbes y Piura de los años 2003 al 2014.....	5
Figura 2. Ingresos en toneladas de carajito al terminal pesquero de Villa María del Triunfo.	5
Figura 3. Mecanismo de reacción catalítica con transglutaminasa.....	14
Figura 4. Diagrama de Flujo para la elaboración de jamón ahumado en caliente en base a Carajito (<i>Diplectrum conceptione</i>).....	27
Figura 5: Diseño Experimental para la Elaboración de Jamón Ahumado en Caliente de Carajito “ <i>Diplectrum conceptione</i> ”	28
Figura 6. Escala de Cohesión.	33
Figura 7. Carajito (<i>Diplectrum conceptione</i>) entero.....	37
Figura 8. Capacidad de retención de agua obtenida por cada tratamiento	44
Figura 9. Muestras de sometidas a cocción de los filetes de carajito para las variables V1, V2, V3 Y V4.	45
Figura 10. Bloque de reestructurado a partir de filetes de <i>Diplectrum conceptione</i> “carajito” para asemejar un bloque de jamón.	48
Figura 11. Curva de temperatura y tiempo para la variable T1 (30 min a 30°C de secado, 30min a 50°C para periodo parcial de cocción, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque)	50
Figura 12. Bloque ahumado a partir de la reestructuración de filetes de carajito para obtener un producto tipo jamón ahumado.....	50
Figura 13. Curva de temperatura y tiempo para la variable T2 (30 min a 30°C de secado, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque).	51
Figura 14. Bloque ahumado a partir de la reestructuración de filetes de carajito para obtener un producto tipo jamón ahumado con el tratamiento T2 (30 min a 30°C de secado, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque).....	51
Figura 15. Bloque después de una cocción y después del ahumado a 30°C	52
Figura 16. Observación de láminas de jamón de <i>Diplectrum conceptione</i> obtenidos para las variables: (a) Tratamiento T1, (b) Tratamiento T2 y (c) Tratamiento T3.....	54
Figura 17. Envasado al vacío de jamón obtenido mediante inmersión en agua caliente (90°C) y luego posterior ahumado (V3)	55
Figura 18. Letalidad del tratamiento térmico empleado para la obtención de P	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. BIOMETRÍA Y RENDIMIENTO EN FILETE DE <i>DIPLECTRUM CONCEPTIONE</i> “CARAJITO” EN FUNCIÓN A 12 EJEMPLARES OBTENIDOS	73
ANEXO 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO UTILIZANDO LA TABLA WITTFOGEL.....	74
ANEXO 3. RESULTADOS Y CÁLCULOS ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA PRUEBA DE COHESIVIDAD PARA LAS MUESTRAS EN CRUDO.	75
ANEXO 4. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS EVALUADA EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA ANÁLISIS DE PRUEBA DE COHESIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS SIN COCCIÓN	78
ANEXO 5. RESULTADOS Y CÁLCULOS ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA PRUEBA DE COHESIVIDAD PARA LAS MUESTRAS SOMETIDAS A COCCIÓN.....	80
ANEXO 6. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS EVALUADA EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA ANÁLISIS DE PRUEBA DE COHESIVIDAD DE LOS TRATAMIENTOS CON COCCIÓN.....	82
ANEXO 7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN.	84
ANEXO 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA.....	86
ANEXO 9. PROGRAMA DE AHUMADO PARA LA VARIABLE T1.....	88
ANEXO 10. PROGRAMA DE AHUMADO PARA LA VARIABLE T2.....	89
ANEXO 11. ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO T3.....	90
ANEXO 12. CÁLCULO DE VALOR P A TRAVÉS DE LA CURVA DE PENETRACIÓN DE CALOR.	93
ANEXO 13. TABLA TENTATIVA DE CALIFICACION ORGANOLEPTICA PARA LAMINAS DE JAMON DE CARAJITO	95

RESUMEN

Se investigó la obtención de un producto tipo jamón ahumado cocido a partir de filetes de carajito (*Diplectrum conceptione*) mediante el uso de Transglutaminasa (Activa GS), Fosfatos y Sal como aditivos. Se trabajó en base a un experimento factorial 3x2x2, en el cual se probó transglutaminasa a niveles del 0%, 1.5% y 3%, fosfatos al 0% y 0.2%, y sal al 0% y 2% con el fin de que los filetes forme una estructura similar a un jamón comercial. Se realizó una prueba de cohesividad en la cual se observó que la adición de transglutaminasa y sal son significantes para la cohesividad entre filetes de carajito. A su vez se realizó la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA), como complemento se realizó una prueba de color con el fin de observar la acción de los nitritos a un 0.01%. Se obtuvo como formulación final 3% de Activa GS, 0.2% de fosfatos, 2% de sal y nitritos al 0.01%. Se realizaron tres variantes para realizar un proceso de ahumado, en relación al tiempo y temperatura. Los resultados fueron evaluados en base a una prueba de cohesividad y pruebas de plegado, estos dieron un mejor resultado para el tratamiento del bloque de jamón en una inmersión en agua caliente a 90°C por 52 minutos seguido de un ahumado a 30°C por dos horas y media, ya que mantiene de mejor forma la cohesión formada entre los filetes. El producto fue presentando en láminas y empacadas al vacío. Se realizó un análisis microbiológico, sensorial y de caracterización química del producto final. El análisis microbiológico del producto final indicó que el producto es inocuo para el posible consumidor. Por último se realizó un análisis de estabilidad donde se observó que durante el periodo de un mes el producto se mantiene en estado óptimo para el consumo.

Palabras clave: *Diplectrum conceptione*, jamón de pescado, transglutaminasa, carajito, cohesividad, valor de pasteurización.

ABSTRACT

It was investigated the production of a smoked ham type cooked from carajito fillets (*Diplectrum conceptione*) using transglutaminase (Activa GS), phosphates and salt as additives. A 3x2x2 factorial experiment was carried out, in which transglutaminase was tested at 0%, 1.5% and 3%, 0% and 0.2% phosphates, and 0% and 2% salt in order to obtain fillets to form a structure similar to a commercial ham. A cohesivity test was performed in which it was observed that the addition of transglutaminase and salt are significant for the cohesiveness between carajito fillets. At the same time, the water retention capacity (CRA) was evaluated. In addition, a color test was carried out in order to observe the action of nitrites at 0.01%. The final formulation was 3% Activa GS, 0.2% phosphates, 2% salt and 0.01% nitrites. Three variants were made to obtain the smoking program. The results were evaluated in relation to cohesion and folding tests. These gave a better result for the treatment of the ham block a dip in hot water at 90 ° C for 52 minutes followed by a smokiness at 30 ° C for two and a half hours , since it maintains better the cohesion formed between the fillets. The product was presented in sheets and packed under vacuum. A microbiological, sensorial and chemical characterization of the final product was performed. Microbiological analysis of the final product indicated that the product is safe for the potential consumer. Finally, a stability analysis was performed where it was observed that during the period of one month the product is kept in an optimal state for consumption.

Keywords: *Diplectrum conceptione*, jamón de pescado, transglutaminasa, carajito, cohesividad, valor de pasteurización.

I. INTRODUCCION

Dentro de la pesca artesanal existe una diversidad de especies las cuales no se les ha dado un valor agregado como productos que puedan ser atractivos para el consumo humano. Entre estas especies de nuestro mar, existe el *Diplectrum conceptione* conocido como “carajito” proveniente de la pesca artesanal, del cual no existe mucha investigación sobre sus propiedades, composición y productos que se puedan desarrollar a través de esta materia prima.

Como se conoce muchos productos hidrobiológicos se desarrollan buscando ser similares a producto típicos que realizan con carne de mamíferos (res, cerdo, etc.) como suelen ser las salchichas, hamburguesas y jamones. Este último destaca por su sabor y textura sobre todo cuando son ahumados y puede ser una opción para realizarlo con carne de pescado.

Las investigaciones sobre jamones ahumados son inexistentes en carne de carajito, aun así existen investigaciones en otras especies, las cuales indican que para la obtención de este tipo de producto es necesario trabajar con aditivos que ayuden a obtener una buena textura, entre estos principalmente destacan la enzima transglutaminasa, sal, fosfatos. La enzima busca la unión de recortes de carne o mejor adhesión en pulpas de carne pescado, con el fin de obtener estructuras similares a jamones, teniendo efectos en conjunto con sal y fosfatos. No se han encontrado investigaciones en las cuales como afecte el tratamiento térmico en un producto final de jamón de pescado, por lo cual es necesario conocer cómo afecta este en las características del producto final.

Por lo tanto, la investigación tuvo el objetivo principal obtener un producto tipo jamón a partir de filetes de carajito (*Diplectrum conceptione*), teniendo como objetivos específicos:

- Evaluar los filetes de carajito a los efectos del uso de la enzima Transglutaminasa, sal doméstica, fosfatos y nitritos con el fin de obtener una formulación que evidencie una buena cohesión entre filetes, capacidad de retención de agua y color para obtener un producto tipo jamón cocido.

- Determinar los parámetros del proceso de ahumado adecuado.
- Evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del producto final.
- Determinar la estabilidad del producto en almacenamiento refrigerado por el periodo de un mes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CARAJITO

Según Ramos (2004) el “carajito” pertenece a la familia *Serranidae*, se encuentra compuesta por peces voraces que habitan zonas costeras de todos los mares templados y tropicales, en torno a arrecifes de coral y de rocas. Muchos de ellos pueden cambiar de sexo siendo ya adultos, otros son auténticos hermafroditas. Su cuerpo está cubierto con escamas peinadas; los opérculos presentan espinas.

2.1.1. TAXONOMÍA

La ubicación taxonómica del carajito es indicado tal como indica IMARPE (2008):

- Phylum Chordata
- Clase Actinopterygii
- Orden Perciforme
- Familia *Serranidae*
- Género *Diplectrum*
- Especie *conceptione*
- Nombre científico *Diplectrum conceptione*
- Nombre común carajito, camotillo, camote, pollito, maraño

2.1.2. BIOLOGÍA

Según Vera, (2008), es una especie hermafrodita, de hábitos carnívoros. Además, presenta desoves parciales durante todo el año, con máximos entre junio y octubre. Sus tallas comerciales varían entre 12 y 23 cm de LT, y se encuentra asociado principalmente al falso volador (*Prionotus stephanophrys*) y al chiri (*Peprilus medius*).

Al ser serránidos son peces demersales asociados con fondos rocosos someros de aguas tropicales y subtropicales, que ocurren en las plataformas continentales en profundidades que normalmente no superan los 300 m. (Rojas y Pequeño, 2000)

Chirichigno y Cornejo (2001) mencionan que el género *Diplectrum* es endémico de América y se encuentra compuesto por nueve especies en el Pacífico oriental y tres en el Atlántico occidental, todas son hermafroditas sincrónicos. En Perú se han registrado las nueve especies reportadas para el Pacífico oriental: *D. conceptione*, *D. eumelum*, *D. euryplectrum*, *D. lorum*, *D. macropoma*, *D. maximum*, *D. pacificum*, *D. rostrum* y *D. sciuris*, aunque esta última por confirmar.

Sánchez-Romero (1973) mencionado por IMARPE (2008), indica que la especie presenta el cuerpo alargado y comprimido con la boca grande y hocico algo romo, la mandíbula inferior ligeramente prolongada; ángulo del preopérculo con 2 espinas centrales mucho más largas y fuertes, divergentes, y 4 a 6 espinas más o menos alargadas, el margen vertical aserrado; presenta una gran mancha amarilla sobre el costado por encima y delante del ano, aleta dorsal traslúcida débilmente moteada con oliva y naranja, margen rojo; aleta anal amarilla; caudal olivácea con parche oscuro en su base.

2.1.3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Chirichigno y Cornejo (2001) indican que es una especie bentopelágica de plataforma sobre fondos arenosos y fangosos. Se distribuye desde Manta (Ecuador) hasta Paita (Perú) y Talcahuano (Chile). Bortone (1977) mencionado por Rojas y Pequeño (2000) afirma que se distribuye desde las costas ecuatorianas (3°15'S) hasta la Bahía de Concepción, Chile (37°S).

2.1.4. PESQUERÍA DEL RECURSO

La captura se realiza por embarcaciones arrastreras artesanales de hasta 30 toneladas de capacidad de bodega, con tamaño de malla en el copo de 1,5" (38 mm), y en menor porcentaje por embarcaciones pequeñas de 3 a 5 toneladas que utilizan cordel y espinel (IMARPE, 2008).

Produce (2017) indica historial de desembarques del año 2003 al 2014. Estos desembarques se localizan en el norte en Piura y Tumbes, se observan en la Figura 1. Estos son de una tendencia variable, con subidas y caídas cada dos años en promedio.

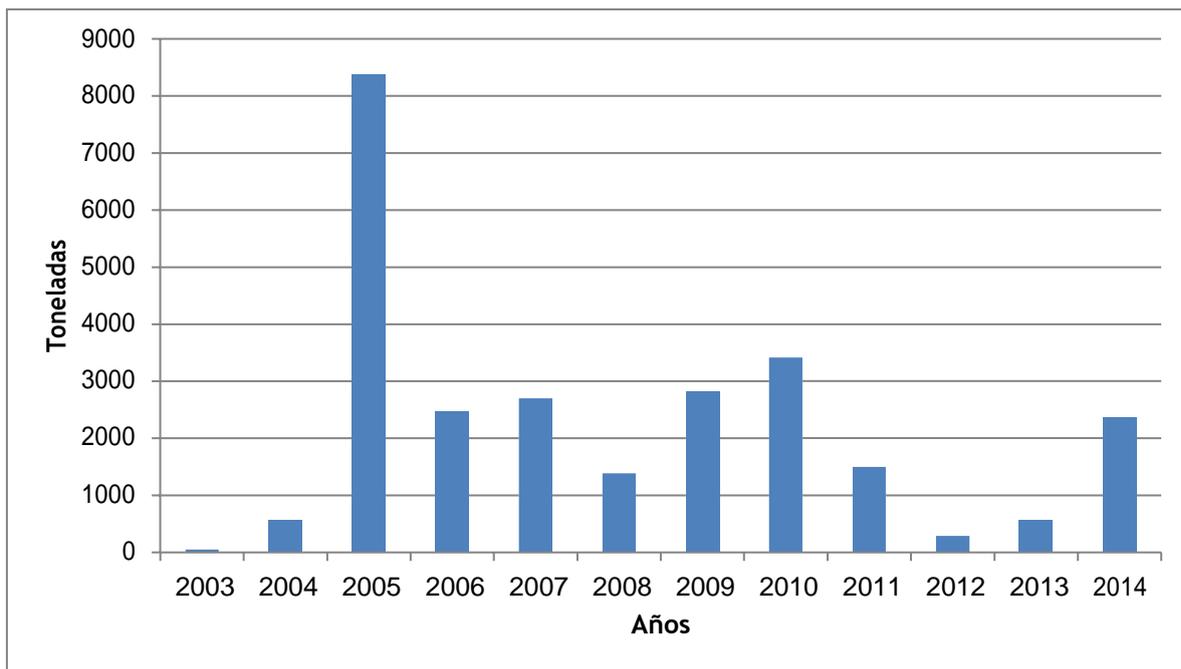


Figura 1. Desembarque en toneladas de carajito en Tumbes y Piura de los años 2003 al 2014.

FUENTE: Produce (2017).

Produce (2017) en sus Boletines Mensuales muestra los ingresos de carajito en el terminal pesquero de Villa María del Triunfo. En la Figura 2, se observa la data desde Enero del 2014 hasta Enero del 2017 el cual muestra una tendencia variable.

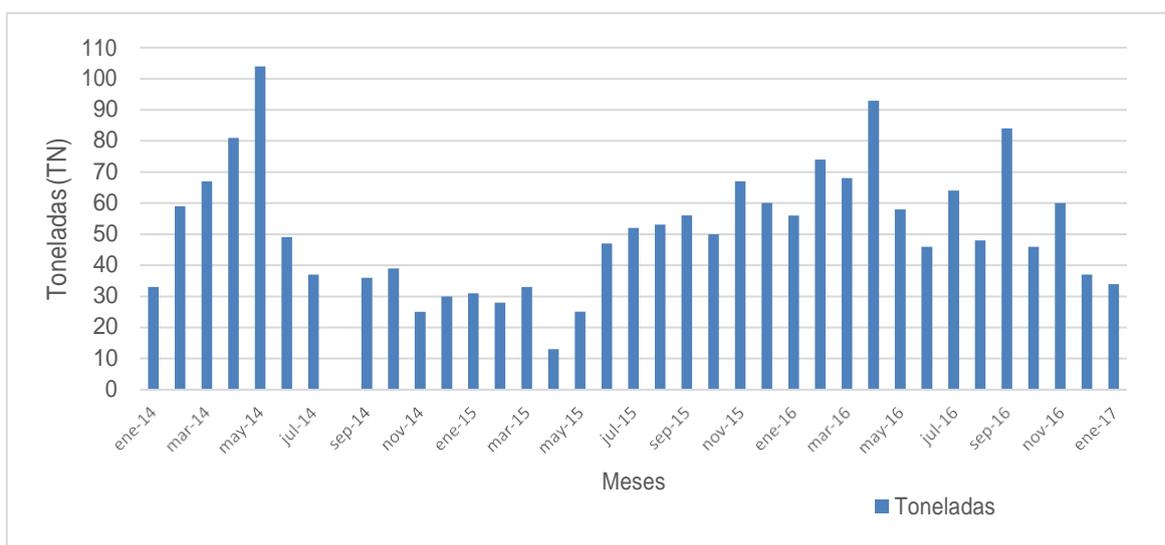


Figura 2. Ingresos en toneladas de carajito al terminal pesquero de Villa María del Triunfo.

FUENTE: Produce (2017).

2.1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA

El Cuadro 1 indica la composición química del carajito obtenida por el ITP (2010). Se encontró el rango más amplio para el caso de la grasa en comparación con el contenido de humedad y proteína que fue menos fluctuante. Se debe considerar que las variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove. El pez tiene períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (como desove o migración) o bien por factores externos como la escasez de alimento. Usualmente el desove, independientemente de que ocurra luego de largas migraciones o no, requiere mayores niveles de energía. Los peces que tienen energía almacenada en la forma de lípidos recurrirán a ella. Las especies que llevan a cabo largas migraciones antes de alcanzar las zonas específicas de desove o ríos, degradarán - además de los lípidos- las proteínas almacenadas para obtener energía, agotando las reservas tanto de lípidos como de proteínas, originando una reducción de la condición biológica del pez. (FAO, 1999).

Cuadro 1: Composición química de carajito (*Diplectrum conceptione*)

Rango	Humedad (%)	Proteína total (%)	Grasa cruda (%)	Ceniza (%)	Calorías Kcal/100g
Máximo	77.00	17.33	4.66	1.46	116
Mínimo	76.12	15.83	0.98	1.10	76
Promedio	76.56	15.58	2.82	1.28	92

FUENTE: ITP (2010).

2.2.6. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEÍNAS DEL MÚSCULO DE PESCADO.

Según Vicetti (1991) las propiedades funcionales de interés tecnológico más importantes de la carne de pescado son: capacidad de retener agua, capacidad de gelificarse y capacidad de formar emulsiones grasas y aceite. Estas propiedades están íntimamente ligadas a las proteínas miofibrilares y requieren que conserven su estructura tridimensional de la carne como materia prima.

La capacidad de gelificación es una propiedad del músculo en el cual ocurre un desdoblamiento o desnaturalización de la proteína, lo que favorece las interacciones proteína-proteína que da origen a la estructura tridimensional ordenada en la que queda retenida el agua, los glóbulos de grasa, las sales y otras sustancias de bajo peso molecular, esta es una red tridimensional semi-sólida en donde la suspensión inicial se transforma en una matriz viscoelástica. Esta transformación se facilita por calor, enzimas o cationes divalentes en condiciones adecuadas (Burchard *et al.*, 1991), sin embargo, los geles pueden fracturarse y fluir bajo la acción de fuerza pequeñas (Arizmendi-Cotero, 2012).

En el caso de las proteínas cárnicas, la miosina es la principal responsable de la mayor parte de las propiedades de gelificación. Por otro lado la actina, no tiene la capacidad de una red tridimensional al ser sometida a un tratamiento térmico, sin embargo, en presencia de miosina existe un efecto sinérgico de complementación, por lo que la relación miosina-actina es fundamental para el desarrollo de un gel rígido. Esta interacción permite que el gel presente rigidez y elasticidad (Sano *et al.*, 1989). La presencia de proteínas sarcoplásmicas genera geles más débiles, estas proteínas se ligan a las proteínas miofibrilares y en consecuencia interfieren en la formación del gel (Chaijan *et al.*, 2010).

La capacidad de gelificación depende del pH. El punto isoeléctrico de la miosina es de alrededor de pH 5.5, por lo tanto los geles que se forman cercanos al punto isoeléctrico son más débiles (Foegeding, 1996). El efecto del pH sobre la rigidez de los geles puede deberse a las modificaciones asociadas a los enlaces proteína-proteína, resultado del balance de fuerzas electrostáticas y de otros uniones.

En general, un contenido de proteína miofibrilar de aproximadamente 0,5% es suficiente para producir un gel inducido por calor, independientemente del origen de la proteína, el aumento en la concentración incrementa la dureza del gel. Las condiciones óptimas para la formación de un gel a partir de miosina purificada son aproximadas a pH 6.0, fuerza iónica de 0,6 M y temperatura de 60 a 70° C (Dong & Holley, 2011).

En la gelificación de las proteínas miofibrilares, se reconocen tres etapas indispensables: la primera es la solubilización de las proteínas nativas con sal, en concentraciones que pueden variar entre 1 % y 3 %; la segunda es la desnaturalización o desdoblamiento de las cadenas polipeptídicas (estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria), lo que usualmente se realiza

térmicamente, aunque actualmente se exploraran procesos no térmicos como las altas presiones hidrostáticas; y la tercera es la agregación ordenada e irreversible de las proteínas musculares, la cual es obtenida al someter a calentamiento las proteínas, con un posteriormente enfriamiento (Martínez et.al., 2014). También es importante que estas proteínas se encuentren en estado nativo, evitando su desnaturalización/agregación antes de la gelificación, con el fin de obtener un buen gel y, en algunos casos, cuando la agregación es extensa, no es posible obtener la formación del gel (Byrem y Strausburg, 2000).

2.2. CARACTERISTICAS DEL TEJIDO MUSCULAR DEL PESCADO

De forma general la composición del músculo de pescado es muy variable y depende de la especie, tamaño y estación del año. En general, la carne de pescado contiene 20-25% de proteínas de alto valor biológico, vitaminas (tiamina, vitamina B12, riboflavina, ácido pantoténico, ácido fólico, niacina y piridoxina) y minerales (yodo, sodio, potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cloro, azufre, etc.). El contenido graso varía con la especie (4 a 8%) y está constituido por triglicéridos y fosfolípidos. Es pobre en hidratos de carbono. El pH del pescado inmediatamente después de su captura es neutro, luego desciende a 6,2-6,5 para luego subir a 6,6-6,7. Este parámetro contribuye a la inestabilidad del pescado luego de su muerte porque estos valores de pH favorecen el desarrollo microbiano. (Carrillo y Audisio, 2007).

2.2.1. PROTEÍNAS DEL MÚSCULO DEL PESCADO

Watabe (1992) citado por Delgado (1997) menciona que las proteínas son sustancias orgánicas muy complejas que constituyen la estructura principal de los alimentos. El presenta una fracción proteica del músculo alrededor de un 15-20% del peso total y está compuesto por proteínas sarcoplásmicas, miofibrilares y del tejido conectivo, clasificadas como proteínas solubles en agua, solubles en soluciones salinas y proteínas insolubles.

a. PROTEÍNAS SACOPLÁSMICAS

Las proteínas sarcoplásmicas o solubles en agua representan el 20-35% de la proteína total del musculo, dependiendo de la especie. Se encuentran en las células musculares en concentraciones altas como el 20% y son principalmente enzimas responsables del metabolismo interno de la célula. El principal componente de esta fracción del musculo es la mioglobina, proteína responsable del almacenamiento y transporte de oxígeno, que se presenta solo en trazas en el músculo blanco (Hall, 2007).

b. PROTEÍNAS MIOFIBRILARES

Las proteínas miofibrilares son proteínas contráctiles que forman miofibrillas, estas son células musculares se encuentran contenidos dentro de los fluidos intracelulares conocidos como sarcoplasma. Estas proteínas estructurales tienen una tendencia a interactuar entre sí y con los ingredientes que no son proteínas por medios químicos y físicos. Las proteínas miofibrilares se consideran para ser el más importante contribuyente a la estructura unida de la carne. Aunque la actomiosina y actina son esenciales para la actividad de unión, la unión depende principalmente de las propiedades gelificantes de la miosina y se ha informado de que las fibrillas musculares-miosina pobres muestran una disminución considerable en calidad de unión (Roblero, 2009).

c. PROTEÍNAS DEL TEJIDO CONECTIVO

Las proteínas del tejido conectivo del músculo esquelético del pescado están formadas principalmente por colágeno, el cual se encuentra en diversas formas polifórmicas, siendo las más frecuentes los colágenos Tipo I y Tipo III. Comparando con los mamíferos se ve que las proteínas del tejido conectivo del pescado se encuentran en proporción inferior, debido al diferente ordenamiento estructural del músculo contráctil y en consecuencia no contribuye a las propiedades texturales del músculo de pescado. Por regla general el colágeno del pescado es menos estable que el de los mamíferos y se desnaturaliza a temperatura inferior (Hall, 2007).

2.3. JAMÓN

Existen diversas investigaciones en las cuales se han realizado productos tipo jamón en las cuales utilizan recursos hidrobiológicos como materia prima, estos se basan en la utilización de transglutaminasa como coadyuvante principal para la formación de una estructura que tenga forma similar al jamón tradicional a partir de recortes o piezas.

2.3.1. DEFINICIÓN

El jamón es un producto cárnico perteneciente al grupo de las salazones cárnicas, las cuales se definen como "carnes y productos de despiece no picados, sometidos a la acción adecuada de la sal común y demás ingredientes autorizados propios de la salazón, ya en forma sólida o salmuera, que garantice su conservación para el consumo". (Sánchez, 2005).

En relación al jamón que use pescado como materia prima, no se encuentra una definición técnica, pero si se han realizado diversas investigaciones que busquen obtener un producto tipo jamón a partir de especies marinas. Los conocimientos actuales sobre los procesos de gelificación de los músculos de los peces (inicialmente desarrollados para los productos basados en surimi) permiten obtener nuevos alimentos que se asemejen al jamón cocido o la pechuga de pavo usando músculo de pescado (Martelo-Vidal *et.al.*, 2012).

232 TIPOS DE JAMÓN DE PESCADO

En investigaciones realizadas se han observado diversos tipos de preparación para productos tipo jamón a partir de pescado. El primero que se ha realizado es en función a pulpa de carne de pescado, la cual ha sido sometida a adición de aditivos con el fin de crear un bloque de carne que se asemeje a un producto tipo jamón.

Estos estudios se basan en la utilización de transglutaminasa como coadyuvante principal para la formación de una estructura que tenga forma similar al jamón tradicional a partir de recortes o piezas.

De acuerdo a las referencias revisadas se podrían indicar tres tipos de jamón de pescado que se han realizado:

- Un producto tipo jamón a partir de pulpa de pescado, se ha desarrollado un jamón de pescado a partir de pulpa de congelada de pescado, en este se han usado aditivos como Transglutaminasa, fosfatos, sal y caseinatos. El principio básico es trabajar con la pulpa y dar un molde de acuerdo a la presentación clásica de un jamón. (Martinez *et.al*, 2010; Ramirez *et.al* , 200)
- El Jamón de pescado es uno de los principales productos en Japón que se desarrollan a partir de surimi, en el cual se usan diversos aditivos para su preparación como proteínas vegetales, almidón, huevo blanco, azúcar, condimentos, grasas, aceites y agua. (Seun-Woo, 1988).
- El uso de recortes de pescado para la elaboración de jamón se realiza a través de la técnica de reestructuración, la cual busca formar una se basa en la formación de estructuras que se asemejan al jamón tradicional (Roblero, 2009). Las principales investigaciones han sido realizadas en base al aprovechamiento de recortes de pescado, como el realizado por Martero-Vidal *et.al* (2015) la cual realizan reestructuración con el uso de sal y transglutaminasa como principales aditivos.

2.4. TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO

241. GENERALIDADES

En la elaboración de productos como jamón de pescado tiene como punto principal dar el uso necesario de ingredientes que permitan a la carne de pescado obtener las características necesarias para un producto tipo jamón.

242. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO

a. LA SAL COMÚN

Uno de los principales efectos de la sal en los productos cárnicos elaborados, según Delgado (1997) es impartir sabor a la mayoría de los alimentos. Se emplea en salmuera y en las soluciones de curado o bien se aplican en forma directa al alimento. Una de las propiedades que presentan en relación a las proteínas es que induce la solubilización de las proteínas miofibrilares; y los exudados formados por solubilización de proteínas con sal, más la acción mecánica de fricción generada por el masaje o batido de la carne, que sirven como agentes de unión. Se cree que la sal ayuda a abrir las estructuras de proteínas mediante la adición de más fuerza iónica a la matriz de la carne. El nivel de sal empleada durante el masajeo o volteo que se le dé a la carne es importante, ya que influye en la cantidad de proteína exudada, que por lo tanto tiene un efecto sobre la agregación de proteínas (Ramírez et al., 2002). Las proteínas extraídas liberados de las células se vuelven más solubles en la presencia de sal y migran a la superficie de la carne para formar un exudado cremoso. Debido a los efectos adversos del exceso de sal en la salud, el control de la cantidad de sal en carnes procesadas es de gran importancia (Roblero, 2009).

b. SAL DE CURACIÓN

El nitrito tiene cuatro funciones principales en el curado de alimentos musculares: a) Estabilización del color en los tejidos musculares; b) contribuir a los sabores característicos de embutidos; c) inhibir el crecimiento de una serie de microorganismos patógenos incluyendo *Clostridium botulinum*; y d) retardar el desarrollo de sabores rancios. Además, el Centro para el Control de Enfermedades ha informado de que, puesto que el nitrito se ha utilizado en el proceso de curado de la carne, casos de botulismo no se han asociado con estos productos (Kilic et al., 2002).

Los nitritos producen enrojecimiento en la carne, ya que reaccionan químicamente con el pigmento muscular denominado mioglobina, generando un color rojo estable por formación del compuesto nitroso mioglobina. (Neyra, 1976).

En relación a la coloración natural del pescado, Hernández (1999) menciona que esta varía en las diferentes especies existentes. Unas presentan un tejido muscular muy blanco (habitualmente los pescados muy magros), reflejo de un contenido escaso de mioglobina y en grasa; algunas (el salmón, la trucha asalmonada y el mejillón), tienen un color derivado de la acumulación de ciertos pigmentos (carotenos, en general: por ejemplo, astaxantina como pigmento mayoritariamente en los animales de vida libre y cantaxantina en los de piscifactoría); otras adquieren una tonalidad ligeramente amarillo-grisácea, como la sardina o arenque, debido al elevado contenido en grasa, y finalmente hay otras que recuerdan a la carne, como el bonito y el atún debido a un contenido relativamente elevado en mioglobina.

Respecto al uso permitido en los nitritos por su efecto en la salud la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ha reevaluado su seguridad y no ha encontrado necesario variar los niveles de seguridad. La ingesta diaria aceptable para los nitratos es de 3,7 miligramos por kilogramo de peso corporal por día, mientras que la de los nitritos es de 0,07 mg/kg/día. (EFSA, 2017)

c. POLIFOSFATOS

Los fosfatos se añaden a las carnes procesadas porque crean un pequeño cambio en el punto isoeléctrico (pI) de proteínas de la carne elevando levemente el pH de la mezcla de carne, esto provoca un cambio de distancia desde el pI de las proteínas miofibrilares, sino que también aumenta el total de cargas negativas en las proteínas miofibrilares (Lin y Lin, 2002). Cuando la carne está en su punto isoeléctrico natural (4.5-5.5) la retención de humedad está en su mínimo, pero una vez que se añaden fosfatos se da una mayor penetración de agua en las estructuras proteicas (Roblero, 2009). Tal como indica Cocoma (1996) los fosfatos son útiles para aumentar la capacidad de retención de agua de la proteína de la carne. Por esta razón en la industria alimentaria se aplica para mejora de esta propiedad de los productos cárnicos.

Cocoma (1996) indica los fosfatos contribuyen al sabor del producto por su propiedad antioxidante retardando de esta forma los aromas indeseables. Esto es debido a que los polifosfatos poseen actividad quelante en productos cárnicos. Por quelación de iones

metálicos que actúan como catalizadores para la oxidación, los fosfatos pueden retrasar o prevenir la oxidación durante un tiempo determinado (Cheng y Ockerman, 2003).

Ramírez (2009) indica funciones adicionales que se dan por la presencia de fosfatos en producto cárnicos:

- En las carnes procesadas está relacionada por la acción sobre el pH (confiriéndole una estructura elástica semejante a la encontrada en los animales recién sacrificados);
- Ayuda a la formación de emulsiones estables a altas temperaturas;
- Mejoran el olor y sabor y se estabiliza el color;
- Ayudan a obtener un mejor rendimiento en el producto final.
- Emulsifican la grasa, al aumentar la fuerza iónica de la solución que forma la fase continua de las emulsiones cárnicas
- Disminuyen las pérdidas de proteínas durante la cocción y reducen el encogimiento.

El exceso de fosfatos en las formulaciones cárnicas puede provocar reacciones indeseables. Los polifosfatos reaccionan con algunos ácidos grasos libres, por saponificación, dando al producto cárnico un desagradable olor y sabor a jabón (Ramírez, 2009). Las cantidades excesivas de fosfatos en la dieta pueden influir en el equilibrio de Ca, Fe y Mg en el cuerpo humano y puede aumentar el riesgo de Enfermedades óseas (Shahidi & Synowiecki, 1997). Por lo tanto, existe una tendencia creciente a reducir el contenido de fosfatos en los productos cárnicos (Ruusunen et al., 2003).

d. TRANSGLUTAMINASA

Es uno de los principales aditivos en la temática de la reestructuración o formación de nuevas estructuras mediante la cohesión de recortes o piezas de carne (Roblero, 2009). Las transglutaminasas (TGasas) son una familia de proteínas presentes en la mayoría de los tejidos y fluidos extracelulares de los vertebrados e involucradas en numerosos procesos biológicos tales como: coagulación sanguínea, cicatrización de heridas, queratinización de la epidermis y endurecimiento de la membrana de los eritrocitos. (Moreno, 2010).

Como antecedentes se tiene que los primeros experimentos de transglutaminasa para su aplicación en alimentos se realizaron en la década de los ochenta, usando transglutaminasa endógena (TGasa) que es extraída de hígado de cobaya y de plasma bovino. El uso industrial

fue posible gracias al aislamiento y purificación de una enzima secretada por un microorganismo taxonómicamente clasificado como una variante de *Streptovercillium mobaraense*, actualmente denominada *Streptomyces mobaraense*. Esta enzima se caracteriza por formar enlaces covalentes con la proteínas, que es la propiedad fundamental de la transglutaminasa, y se la denominó Transglutaminasa Microbiana (MTGasa) (Moreno, 2010)

La clasificación de la transglutaminasa se considera en los tipos mencionados: transglutaminasa endógenas y microbianas, (Moreno, 2010). La transglutaminasa endógena es la enzima que se encuentra y extrae de fuentes naturales (TGasa) y la microbiana que es obtenida por procesos biotecnológicos (MTGasa). (Barreiro.y Seselovsky, 2003).

Moreno (2010) indica que la MTGasa es una proteína simple, monomérica que consiste en 331 aminoácidos y su masa molecular calculada a partir de su composición de aminoácidos es de 37,863 KDa. Posee una estructura cristalina con una profunda hendidura en uno de los lados de la molécula donde se encuentra el residuo catalítico de Cisteína (Cys64).

Es un tipo de transferasa que cataliza las reacciones de transferencia del grupo acilo (R-CO) entre el grupo ganma-carboxiamida de péptidos y las aminas primarias (lisina) de otras cadenas peptídicas y las aminas primarias (lisina) de otras cadenas peptídicas como se muestra en la Figura 3 (Barreiro.y Seselovsky, 2003).

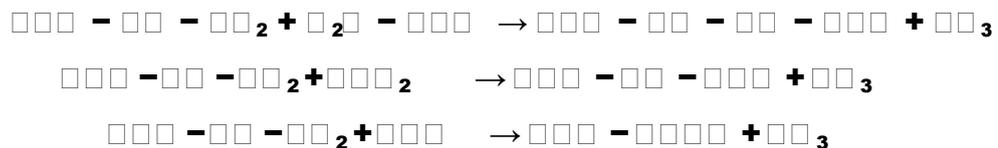


Figura 3. Mecanismo de reacción catalítica con transglutaminasa.

FUENTE: Barreiro y Seselovsky. 2003

En los puentes covalentes se comparte un electrón, por lo tanto, estos enlaces son mucho más fuertes que los puentes iónicos o de hidrogeno. No se separan por un tratamiento térmico o por una deformación física. La TG corresponde a una enzima recombinante, y no simplemente a un “collage”. Los puentes formados entre Glu-Lys son idénticos en las reacciones en alimentos (jamón, pescado, etc.) y además la calidad del sabor no se ve alterada (Barreiro y Seselovsky, 2003).

En relación a las propiedades de la transglutaminasa microbiana estas son diversas, entre ellas las principales son en ser estables un amplio rango de pH, entre 4 y 9 (aunque su óptimo se localiza entre 6-7); su punto isoeléctrico es 8,9 y pese a que su temperatura óptima de actividad se encuentra entre 45-50 °C a pH 6, mantiene su actividad a temperaturas de entre 0-50 °C .A temperaturas de congelación posee aún cierta actividad. Pero su inactivación es irreversible a temperaturas de más de 80 °C (Moreno, 2010).

Existen diversos tipos de transglutaminasa comerciales, una de ellas es ACTIVA GS® que es un aditivo recomendado para reestructurado de pescado. Es un tipo de transglutaminasa microbiana. Funciona bajo condiciones de pH de 4 a 9 siendo el pH óptimo entre 6 y 7. Así mismo, se activa en un amplio rango de temperatura incluso durante las primeras etapas de cocción lo que vuelve a la transglutaminasa versátil para su uso en procesos en los que se requieren condiciones extremas. La enzima se desnaturaliza durante el proceso de cocción bajo la combinación del binomio tiempo por temperatura. Esta temperatura de inactivación puede variar con las condiciones y la composición de los sistemas de alimentación en el que se está utilizando. (Huezo e Hidalgo, 2015)

ACTIVA GS ® tiene dos formas de uso, en solución y mediante espolvoreo, la dosis sugerida para la adición de la enzima disuelta en agua es de 0.5% a 1,0% preparando una solución de 1:4 a 1:6. Para el espolvoreo, se recomienda espolvorear uniformemente sobre el área reestructurar. Las dosis pueden variar y depende de las condiciones de la superficie de la materia prima. (Ajinomoto, 2008)

ACTIVA GS reestructura pescados en tres horas a temperaturas de 0 a 2 °C. Es posible llenar en moldes, tripas y bolsas para empacado al vacío, una pequeña presión es suficiente siempre y cuando se evite la formación de espacios de aire entre las superficies a reestructurar. (Ajinomoto, 2008)

243. PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN DE PESCADO

a. Preparación de la materia prima

La materia prima recepcionada debe ser lavada con agua fría con el fin de eliminar suciedad, lodo o fango y otros residuos de la superficie del pescado. La materia prima debe ser refrigerada para luego ser descabezada, eviscerada y cortada longitudinalmente por la parte ventral, al fin de obtener filetes homogéneos.

b. Curado

El proceso tradicional de curado se basa en la adición de sal y nitrito es la base fundamental para el proceso de curado. La adición de sustancias coadyuvantes como antioxidantes y azúcares ayuda a desarrollar y estabilizar el color rojo o rosado característico de estos productos. Se modifica el aroma y textura. Ejercen un efecto bacteriostático sobre los microorganismos que alteran la calidad de los productos cárnicos (Maya, 2010).

En algunas mezclas se adiciona fosfatos alcalinos, estos no intervienen en la reacción de curado pero aumentan la capacidad de retención de agua y produce mermas en los siguientes pasos del proceso de elaboración. (Maya, 2010).

En general, sales y fosfatos aumentan la fuerza de unión a la proteína y disminuyen pérdidas por cocción, y se ha demostrado que se obtienen los mayores efectos cuando se utilizan estos componentes juntos en el caso de productos reestructurados (Siegel et al., 1978).

En relación a la elaboración de un producto tipo jamón de pescado, se realiza el proceso de curado considerando también la adición de transglutaminasa como principal coadyuvante para la mejora de la cohesividad de la carne.

En el proceso de curado las investigaciones se han centrado en los efectos de la interacción de la sal y la transglutaminasa. Ramirez *et.al* (2002) indica que no es factible obtener productos pesqueros reestructurados parecido jamones utilizando solo MTGasa. En esta investigación, se utilizan niveles el 0,3% MTGasa y el 1% NaCl permite obtener productos pesqueros reestructurados con buenos atributos de textura y funcionales.

Ramirez *et.al* (2006) muestra un desarrollo de un producto reestructurado de lisa tipo jamón con características similares a los jamones comerciales. En esta investigación se utilizó 1% de caseinato de sodio, sin embargo este incremento no fue superior al observado con cloruro de calcio, un aditivo de menor costo; además la incorporación de ambos aditivos en forma combinada no resultó en un efecto positivo sobre las propiedades mecánicas, con respecto al producto control. Se obtuvo que el contenido de agua extraída está inversamente asociado a la capacidad de retención de agua (CRA), un bajo porcentaje de agua extraída significa un porcentaje alto de CRA.

Vacha *et.al.* (2006) realizó una investigación en la cual evaluó el efecto de la transglutaminasa microbiana (MTGasa) en carne procesada de la carpa común (*Cyprinus carpio L.*). Utilizó tres niveles de MTGase (0,5, 1,0 y 1,5%) en combinación con tres niveles de NaCl (0, 1 y 2%), esto con el fin de evaluar reacción de unión. Para la evaluación de los cambios de calidad en carne de pescado reestructurado, utilizó las pruebas de dureza y capacidad de retención. Los resultados confirmaron una fuerte mejora de la textura y capacidad de retención de agua después de la adición de la transglutaminasa y la sal, mientras que la adición de 1% TG + 1% de NaCl parece ser la mejor combinación desde el punto de vista económico. Otro aumento en la adición de TG y NaCl a la carne de pescado no condujo a una mejora adicional de las propiedades cualitativas, como lo fue en los grupos con 0% y 1% de NaCl.

A su vez la sal y fosfatos aumentan la fuerza de unión a la proteína y disminuyen pérdidas por cocción, y se ha demostrado que se obtienen los mayores efectos cuando se utilizan estos componentes juntos en productos reestructurados (Siegel et al., 1978).

Se da un proceso de reposo con el fin de que se impregnan los ingredientes, aditivos y condimentos de la salmuera inyectada (Intriago, 2015). Martero-Vidal (2015) realiza un producto reestructurado en el cual adhiere un proceso de sal y transglutaminasa y deja reposar después de añadir los aditivos por un periodo de 5 minutos.

c. Prensado

El procedimiento consiste en someter a la carne ya curada a un prensado en un molde de acero tipo jamón. Se coloca una funda plástica en el molde, la cual va a recubrir todo el contorno del molde para que no existan fugas de carnes al momento de ejercer presión luego de recubrir con esta capa plástica se vuelve a recubrir nuevamente con otra capa de plástico para que pueda soportar el tratamiento térmico y no existan fugas de producto al momento de la cocción. (Intriago, 2015)

El prensado a su vez ayuda a mantener y fijar la estructura cuando se da el uso de transglutaminasa en recortes de pescado o ya sea en pulpa que busquen tener la forma de un jamón, ya que un nivel de presión pequeño es necesario para evitar la formación de espacios de aire entre las superficies a reestructurar. (Ajinomoto, 2008)

d. Reposo en refrigeración

Este reposo se considera al realizarse un jamón de pescado que utilice transglutaminasa para mejorar la cohesividad de los recortes de pescado. Según Ajinomoto (2008) ACTIVA GS (transglutaminasa comercial) logra reestructurar o unir piezas de carne de pescado en 3 horas a temperaturas de 0 a 2 °C, realizándose después de realizar un prensado en un molde.

e. Cocción-Pasteurización

Este proceso involucra el lograr la cocción de la carne y a su vez lograr el tratamiento térmico desde el punto de vista microbiológico. Hueso e Hidalgo (2015) realizaron un jamón de tilapia y sometieron el producto a una cocción en una marmita eléctrica hasta 65 °C internamente, Una vez terminada la cocción, los tratamientos fueron pre enfriados en la marmita durante 2 h hasta alcanzar 24 °C. Martero-Vidal (2015) realizo un reestructurado cocido de atún por inmersión en agua caliente a 90°C por 45 minutos.

El objetivo de la pasteurización es eliminar todos los microorganismos patógenos y prevenir el deterioro por contaminantes no patógenos bajo condiciones normales de almacenamiento (ITP, 1997). Los objetivos fundamentales son: la destrucción de los microorganismos perjudiciales para la salud y de los capaces de causar alteraciones con el fin de conseguir su seguridad y estabilidad, y el desarrollo de sus características sensoriales típicas, consistencia o textura, aroma, sabor y color (Flores, 2000).

La destrucción térmica de los microorganismos a temperatura constante, en general se desarrolla bajo un modelo logarítmico (ITP, 1997). Para la determinación de un tratamiento térmico se toma conocimiento de los siguientes parámetros de la cinética de destrucción térmica de microorganismos:

- Valor *D*. Es el tiempo en minutos necesario para reducir la población de bacterias a la décima parte del número inicial al calentarlas a una determinada temperatura.
- Valor *z*: es el número de grados de temperatura que corresponde al cambio del valor *D* en su décima potencia, expresado también como la variación térmica requerida por la curva del tiempo de reducción térmica (TRT) para atravesar un ciclo logarítmico.
- Valor *F*: El valor *F* se define como el número de minutos necesarios para destruir un número determinado del microorganismo objetivo a una temperatura determinada.

- Valor P : Se diferencia con el valor F en que este último suele tener una temperatura estándar de referencia 121.1 °C y $z = 10$ °C, en cambio los valores P , los industriales usan la temperatura de referencia que es apropiada para su tratamiento en particular, por ejemplo 70 °C, 82.2 °C o 90 °C y un valor z apropiado para el microorganismo que desean controlar (Rees y Bettison, 1994).

En los productos cárnicos cocidos no es posible usar condiciones de esterilización F_0 , porque afectan sensiblemente sus características sensoriales y desmerecen completamente su calidad. En tal sentido a estos productos se deben aplicar unas condiciones de tratamiento térmico de pasteurización, es decir, menos severas, que propicien el desarrollo de sus características de calidad y permitan su comercialización aunque en condiciones de almacenamiento frigorífico. Hay que resaltar que los valores de pasteurización siguen las mismas leyes de destrucción térmica que los valores de esterilización (Flores, 2000).

Los microorganismos de referencia se utilizan para determinar si la cocción del alimento es adecuada. Los microorganismos patógenos autóctonos en el pescado son el *Clostridium* y la *Listeria monocytogenes*. Y entre los no autóctonos se encuentra la *Salmonella* spp. Para el caso de considerar un microorganismo de referencia *Clostridium* es tomado para procesos de esterilización por su alta resistencia. En el caso de *Listeria* y *Salmonella* en el Cuadro 2 se pueden observar los valores z , D y temperatura de referencia para el cálculo de tratamiento térmico que asegure una buena calidad. Horn et al. (2015).

Cuadro 2: Tiempo para la reducción de 6 log₁₀ UFC/ml de patógenos a temperaturas dadas (minutos)

Patógenos	Temperaturas (°C)		
	60	65	70
<i>L. monocytogenes</i>	91.2	14.4	2.4
<i>Samonella spp.</i>	73.2	12.6	2.4

FUENTE: Horn et al. (2015).

f. Ahumado

En el jamón de pescado es un punto importante considerar el proceso de ahumado como parte de la tecnología, debido a los aspectos sensoriales que se obtienen en un producto ahumado. La característica de ahumado en jamones y otros tipos de embutidos se puede realizar mediante un ahumado en caliente (Cabrera, 2003), técnicas mixtas de cocción y un ahumado posterior para dar el aroma, color y sabor característico (Jiménez y Carballo, 1989) e inclusive se hace uso de humo líquido como aditivo en la etapa de curado para dar el sabor característico (USDA, 2013).

El ahumado consiste en impregnar en los alimentos con muchos compuestos que producen cambios en el color, olor y sabor, dando así valor sensorial adicional para el pescado y los productos cárnicos. En particular, el proceso de ahumar es a menudo junto con otros tratamientos, como la salazón, las técnicas de envasado y almacenamiento refrigerado, un productor de efectos sinérgicos contra microorganismos alterantes y aumentar la vida útil (Muratore y Licciardello, 2005). Miler y Sikorski (1994), afirman que el pescado que vaya a ser ahumado se sala hasta alcanzar un contenido aproximado de 2% de NaCl (depende a su vez de las preferencias de los comensales).

Roblero, (2009) indica que en el ahumado se realiza en conjunto con una cocción y a su vez se involucran en el desarrollo del color, ya que se estabiliza el color producido durante el proceso de curado. En relación a la textura Sikorski (1990) indica que el tejido conjuntivo sufre una termólisis lo que hace que los tejidos gelatinizados pierdan su consistencia mecánica y se rompan. Además, la temperatura en el ahumado en caliente afloja suficientemente el tejido conjuntivo, existiendo cambios que tienen lugar como consecuencia de la termólisis sufrida por el colágeno en un ambiente muy húmedo. Los tejidos gelatinizados, todavía sin verse fortalecidos por el efecto curtiente de los componentes del humo, pierden su consistencia mecánica y se rompen.

El tiempo de ahumado tradicional en el horno es usualmente en tres periodos: un periodo de secado preliminar a 30 °C durante la cual la piel es endurecida para prevenir la subsiguiente fractura, un ahumado y periodo parcial de cocción a 50 °C y un periodo final de cocción a 80 °C. El tiempo total y la proporción de tiempo empleado en cada periodo dependerán de las especies su tamaño y contenido de grasa y la clase de producto requerido (Bannerman, 1981).

En el ahumado en caliente la influencia sobre la textura del pescado se debe principalmente a la desnaturalización de proteínas por el calor, mientras que en el ahumado en frío obedece mayormente a la acción de enzimas proteolíticas. Los componentes del humo parecen influir sobre las propiedades texturales de los alimentos ahumado. En algunos casos desarrollan actividad reblandecedora, pero en otros endurecen los tejidos (Miler y Sikorski, 1994).

f. Envasado

Para el caso de jamones tradicionales se da el uso de envasado al vacío como método de envasado (USDA, 2013), para el caso de productos ahumados a partir de materias primas pesqueras es de igual forma necesario. El envasado al vacío reduce la cantidad de aire de un envase y lo sella herméticamente para que se mantenga en su interior un vacío casi perfecto (FDA, 2006).

El envasado al vacío presenta ventajas en el poder crear un ambiente anaeróbico que impida el crecimiento de los organismos de descomposición aeróbicos, que generalmente son bacterias gramnegativas como pseudomonas o levaduras y mohos aeróbicos. Estos organismos son responsables de los olores desagradables, flujos y cambios de textura que son señales de descomposición. A su vez las ventajas radican en el poder prevenir la degradación o los procesos oxidativos de los productos alimentarios. La reducción del oxígeno en y alrededor de los alimentos retarda la cantidad de ranciedad en las grasas y los aceites. Un efecto adicional de sellar los alimentos con ROP es la disminución de la reducción del producto al impedir la pérdida de agua. (FDA, 2006)

Gedela (2000) indica procesos de pasteurización posterior al envasado en productos cárnicos, con el fin de evitar recontaminación microbiana en relación a *Listeria monocytogenes*. Los procesos de calentamiento a diferentes tiempos de 15, 30, 45 y 60 segundos aportaron en reducción de carga microbiana a temperaturas de 90 °C.

h. Almacenado

El almacenamiento para productos empacados al vacío debe considerar la temperatura de almacenamiento para un tiempo determinado y otros factores intrínsecos de los alimentos (pH, a_w , curados con sal y nitrito, altos niveles de organismos competidores, ácidos orgánicos, antibióticos naturales o bacteriocinas, sal, preservantes, etc.). (FDA, 2006)

El uso seguro del envasado al vacío en productos ahumados exige que se mantenga la suficiente refrigeración durante toda la vida útil de los alimentos potencialmente peligrosos (control de tiempo y temperatura por la seguridad de los alimentos) para garantizar la seguridad del producto. (FDA, 2006). Los alimentos envasados al vacío deben basar una refrigeración a 5°C (41°F) o menos como barrera para el crecimiento microbiano.

2.5. ATRIBUTOS DE CALIDAD

En relación a los atributos de calidad de un jamón de pescado no existen normativas que indiquen las características de calidad que requiere el producto de forma estándar. Sin embargo se puede relacionar las características tradicionales de un jamón tradicional ahumado y las del pescado ahumado.

En relación al jamón tradicional las principales características sensoriales a analizar son las sensaciones externas tanto por la vista (color, forma, tamaño brillo, aspecto general) y el aroma. Una vez ingerido el jamón se percibe el sabor y aroma. Asimismo también se perciben un conjunto de sensaciones complementarias, como el esfuerzo masticatorio según la ternura del jamón. (Sánchez, 2005).

Medina (2000) indica que el pescado ahumado presenta características sensoriales deseables si tienen apariencia, olor, sabor y textura agradables bajo la siguiente descripción:

- Apariencia con una coloración marrón dorada claro brillante.
- Olor y sabor agradables a humo y pescado.
- Textura elástica y jugosa.

Es importante considerar el ahumado no puede enmascarar o disimular los defectos o alteraciones presentes en el material original. Por lo tanto, la calidad del producto final depende, en gran extensión, de la calidad que tenga la materia prima.

Aparte del grado de frescura, la calidad de las especies pelágicas ahumadas depende, en gran parte, del contenido inicial en materia grasa. Las muestras que tengan un bajo en grasa tienden a secarse y hacer menos succulentas que las que tienen un alto contenido (ITP, 1995) DIGESA (2008) indica los límites en relación a los agentes microbianos a controlar para los productos hidrobiológicos ahumados en caliente (Cuadro 3).

Cuadro 3: Criterios microbiológicos para productos hidrobiológicos ahumados en caliente.

Agente Microbiano	Limite por g
<i>Aerobios mesófilos</i>	10^4
<i>Enterobacteriaceas</i>	10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	10
<i>Anaerobios sulfito reductores</i>	10^3
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia en 25 g

FUENTE: DIGESA (2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Las pruebas realizadas se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina: Laboratorios de Procesos de la Facultad de Pesquería, Laboratorios de Refrigeración de la Facultad de Pesquería y Laboratorios de Química de Recursos de la Facultad de Pesquería.

3.2. MATERIALES

3.2.1. MATERIA PRIMA UTILIZADA

En el presente trabajo se utilizó como materia prima el *Diplectrum conceptione* “Carajito” proveniente del terminal Pesquero de Villa María del Triunfo.

3.2.2. INGREDIENTES Y ADITIVOS

- NaCl
- Sal Curante de Nitrito de Sodio (Curasal ®)
- Polifosfato de sodio Nutrifos ® (Montana)
- Transglutaminasa microbiana Activa GS ®

3.2.3. EQUIPOS

- Ahumador artesanal.
- Balanza de Humedad Ohaus
- Balanza analítica Sauter
- Estufa Memert
- Mufla Thermolyne
- Equipo Soxhlet

- Equipo semimicro Kjeldhal
- Congelador.
- Centrifuga
- Computador con instalación de Software Adobe Photoshop CS6.

3.2.4. REACTIVOS

- Ácido sulfúrico concentrado con 98% de pureza, catalizador (mezcla de $K_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 9:1) hidróxido de sodio, indicador de Tashiro, hexano, sulfato de sodio anhidro, Cloroformo, Sulfato de Sodio Anhidro, Éter etílico.

3.2.5. PARA LOS ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

- Solución Salina Peptonada, Agar, Alcohol, Placas Petri, Agar PCA, Vaselina líquida, Caldo telurito glicina, Agar Baird Parker, Agar OGA, Agar Sulfito.

3.3. PARTE EXPERIMENTAL

3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

El producto se desarrolló de acuerdo al diagrama de flujos de procesamiento de pescado ahumado en caliente mostrado en la Figura 4 y se efectuaron los análisis tal como se detalla en la respectiva operación. A continuación se detallan las operaciones:

Recepción de materia prima: El carajito provino del Terminal Pesquero de Villa María del Triunfo, la materia prima se trasladó al laboratorio de la FAPE en una caja isotérmica con hielo, luego se procedió al lavado para eliminar el mucus superficial, se registraron las medidas biométricas, análisis organoléptico y químico.

Fileteado: La primera operación realizada fue el escamado, luego se eliminó las vísceras, que contribuyen al deterioro del pescado por la carga bacteriana presente en ellas, posteriormente se lavó el pescado con agua corriente, eliminando escamas, restos de vísceras y otras materias extrañas. Se realizó posteriormente un lavado con agua corriente para eliminar vestigios de sangre e impurezas que hayan podido quedar adheridas a la superficie del pescado.

Curado: En el proceso de curado la carne fue sujeta a experimento para evaluar la formulación adecuada. Se añadirán los aditivos en distintos niveles: sal común (0% y 2%), polifosfatos (0% y 0.2%) y Activa GS (0%, 1% y 3%) en ambos, mediante un masajeo en refrigeración por 30 minutos. En el caso de la sal esta se añadió de forma directa mediante un masajeo por 5 minutos, luego se añadieron los demás aditivos de acuerdo a la los porcentajes establecidos.

Moldeado: Una vez realizado el curado con la formulación se llevó a cabo el experimento donde se moldeó y prensó los filetes curados en moldes para jamón.

Reposo en frío: Una vez prensado se dio un tiempo de reposo de tres horas para la mejor adhesión de los filetes mediante acción de ACTIVA GS.

Ahumado/Cocción: En esta operación fue sujeta a experimento, se trabajó con tres variables, dos de ellas se realizaron mediante dos programas de ahumado tradicional en caliente, el tercero se dio por una cocción por inmersión en agua caliente con un posterior ahumado en frío.

Enfriado: Se realizó al medio ambiente y por el tiempo de una hora.

Envasado: Se realizó envasado al vacío en bolsas de polietileno. Se dio un proceso de shock térmico posterior al envasado para asegurar la inocuidad del producto al someterse a temperaturas de 90°C por 15 segundos. (Seafood NIC, 2009).

Almacenado: Almacenamiento refrigerado.

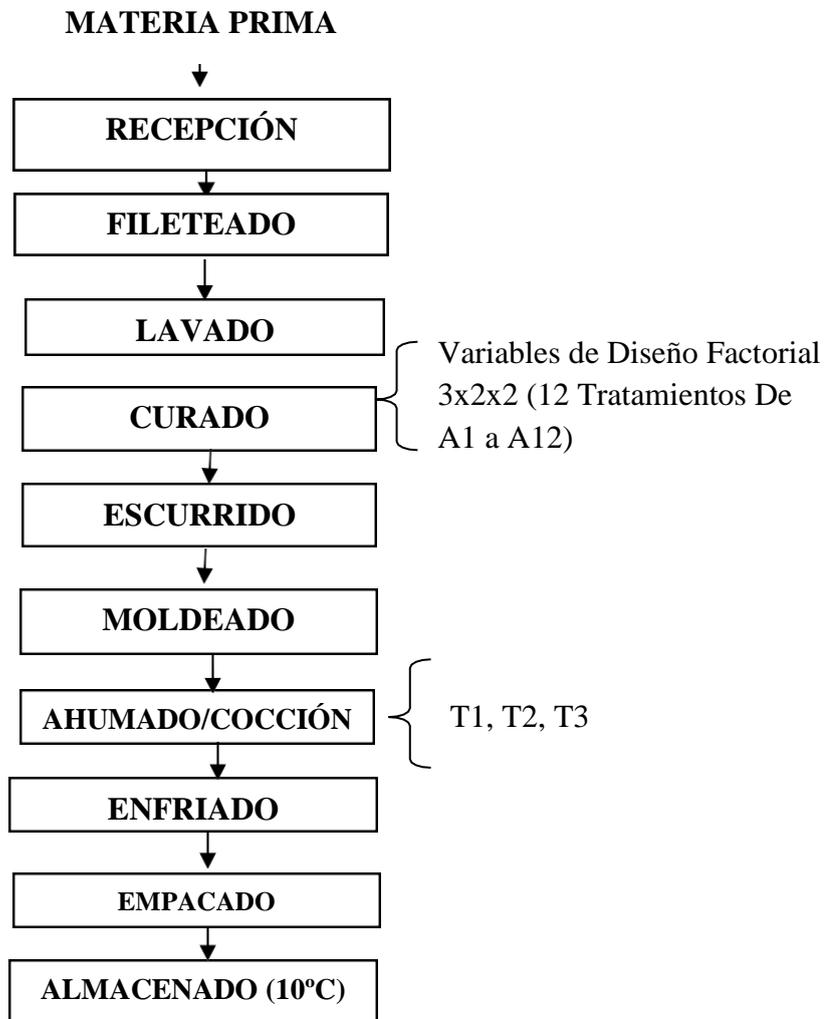


Figura 4. Diagrama de Flujo para la elaboración de jamón ahumado en caliente en base a Carajito (*Dipolectrum conceptione*).

3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El esquema experimental se encuentra en el Figura 5.

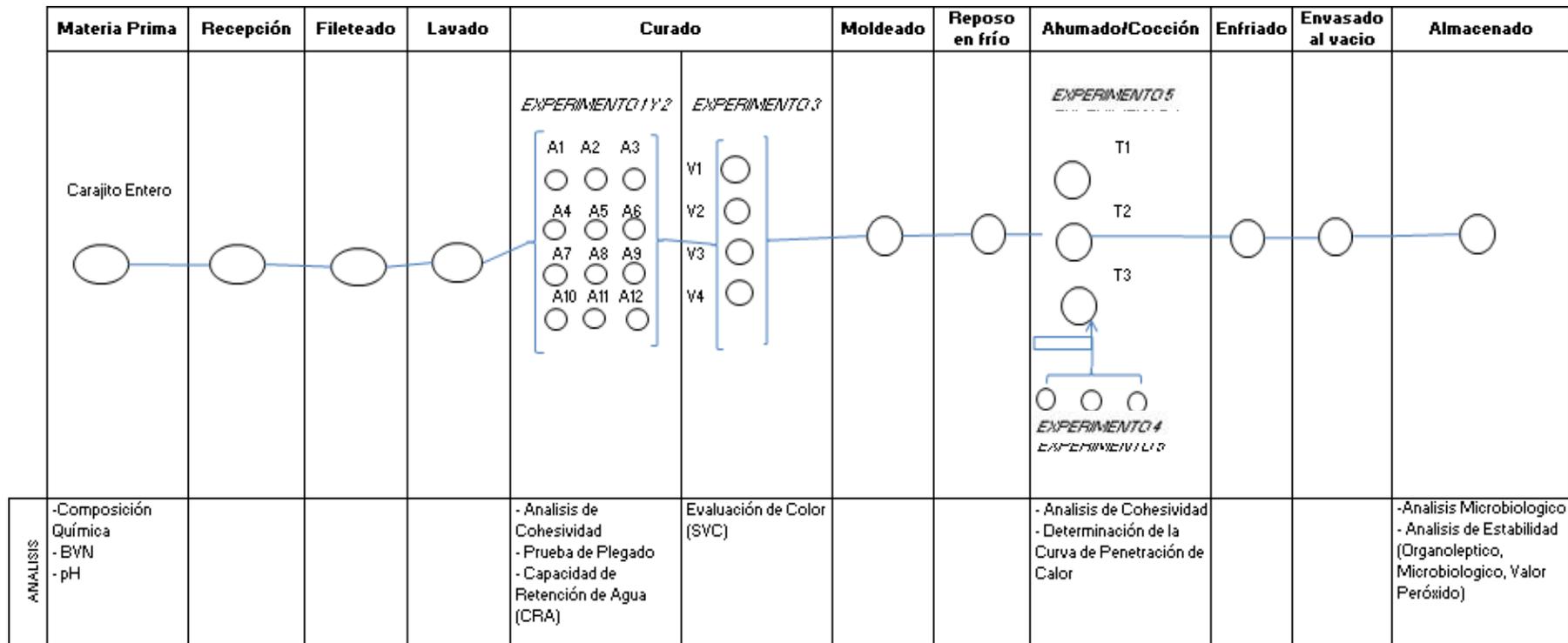


Figura 5: Diseño Experimental para la Elaboración de Jamón Ahumado en Caliente de Carajito “*Diplectrum conceptione*”

El Diseño Experimental se presenta en dos fases, la primera en relación a la selección de la formulación más adecuada (la cual constara de 3 experimentos) y una segunda fase la cual estará conformada de dos experimentos adicionales, para obtener los valores de los parámetros adecuados de proceso.

3.3.2.1. PRIMERA FASE: SELECCIÓN DE LA FORMULACIÓN

En esta primera fase consistirá de tres experimentos, los cuales se describen a continuación:

a) Experimento 1: Evaluación del efecto de los aditivos Activa GS, polifosfatos y sal sobre la cohesividad en filetes de carajito

Este experimento consistió en evaluar el efecto de los aditivos Activa GS, polifosfatos y sal en filetes de carajito con el fin de observar si tienen efectos para lograr una cohesión entre los filetes.

Para esto se pusieron los filetes en moldes pequeños y se ejerció presión en ellos durante seis horas en refrigeración, luego de adicionar los aditivos en las concentraciones a evaluar, esto se realizó con el fin de tener muestras que asemejen un bloque de jamón crudos y cocidos y poder observar el comportamiento de los aditivos en diferentes concentraciones .

Se analizaron en base a un experimento factorial 3 x 2 x 2 con tres repeticiones, a partir de transglutaminasa (0%, 1.5% y 3%), NaCl (0% y 2%) y Fosfatos (0% y 0.2%), las muestras de los tratamientos se analizaron en crudo y cocido, mediante una cocción simple a en agua a 100°C. La evaluación se dio mediante la Escala de Cohesión y Prueba de Resistencia a la Tensión. Para los análisis de los tratamientos se realizó un ANOVA con el fin de observar si existe efecto de cualquiera de los factores a analizar, después una Prueba de Rangos Múltiples, usando el Test LSD para realizar una comparación de medias entre cada tratamiento.

Los 12 tratamientos que se evaluaron fueron los siguientes:

A1: Tratamiento en Blanco

A2: 0.2% de Fosfatos

A3: 1.5% de Activa GS

A4: 0.2% de Fosfatos y 1.5% de Activa GS

A5: 3% de Activa GS.

A6: 3% de Activa GS y 2% de Fosfatos.

A7: 2% de Sal.

A8: 2% de Sal y 1.5% de Activa GS

A9: 2% de Sal, 1.5% de Activa GS y 0.2% de Fosfatos.

A10: 2% de Sal, 1.5% de Activa GS y 0.2% de Fosfatos.

A11: 2% de Sal, 3% de Activa GS y 0.2% de Fosfatos.

A12: 2% de Sal, 3% de Activa GS y 0.2% de Fosfatos.

b) Experimento 2: Evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) en filetes cocidos de carajito

Se evaluó la capacidad de retención de agua de acuerdo a la presencia de los aditivos en la filetes de carajito ya cocidos, de igual forma que el experimento anterior se realizó el procedimiento de los filetes en moldes y con presión durante una refrigeración de 6 horas y pero solo se evaluaron ya siendo habiéndose cocinado en agua a 100°C. Este procedimiento tiene el fin de observar el CRA en estructuras que asemejen un jamón final con diversas concentraciones de aditivos.

De forma similar al Experimento 1 se realizó un experimento factorial 3 x 2 x 2 con tres repeticiones, a partir de transglutaminasa (0%, 1.5% y 3%), NaCl (0% y 2%) y Fosfatos (0% y 0.2%). Se realizó un ANOVA para analizar si existe efecto de cualquiera de los factores a analizar, después una Prueba de Rangos Múltiples, usando el Test LSD para realizar una comparación de medias.

c) Experimento 3: Evaluación del efecto de los nitritos sobre el color del jamón cocido

Este experimento solo tiene el objetivo de observar cómo influyen los nitritos en la coloración de la carne cocida una vez que se obtuvo la formulación adecuada a partir de los experimentos 1 y 2. Se analizó como influye la presencia de nitritos en la carne cocida de carajito en base a las siguientes variables:

- V1: Un tratamiento en blanco in presencia de aditivos.
- V2: Un tratamiento en blanco con adición solo de nitritos (0.01%)

- V3: Filetes de carajito bajo acción de formulación escogida.
- V4: Filetes de carajito bajo acción la formulación escogida y 0.1% de sal curante (nitritos).

Los resultados se analizaron en función de las coordenadas de color L, a* y b*, mediante el procedimiento de Cornejo *et.al* (2009). Los diferentes resultados de color se evaluaron realizando un DCA (Diseño Completamente al Azar) mediante un ANOVA para observar si existe diferencia significativa entre los resultados, una vez conocido si existe diferencia entre los tratamientos, se realizó una Prueba de Rangos Múltiples para evaluar la diferencia de medias entre los resultados de cada muestra. Para esto se usó el software STATGRAPHICS XVI mediante una «Comparación Múltiple» y «Prueba de Rangos Múltiples» que usa del Test LSD con un nivel de confianza del 95%.

3.3.2.2. SEGUNDA FASE: SELECCIÓN DE LOS VALORES ÓPTIMOS PARA LOS PARÁMETROS DE PROCESO

a) Experimento 4: Evaluación para obtención del valor óptimo de temperatura y tiempo de la prueba de cocción en inmersión en agua caliente para jamón de carajito

Esta prueba es una prueba preliminar al Experimento 5, ya que se realizó con el fin de obtener el parámetro óptimo de cocción en agua caliente del bloque de filetes de carajito. Se realizó la evaluación de 3 distintas temperaturas (75°C, 80°C y 90°C) para observar el tiempo de proceso necesario para un bloque de jamón de carajito cocido por inmersión en agua caliente. Adicional se realizó comparaciones mediante la escala de cohesión de Márquez *et.al*(2008)

b) Experimento 5: Evaluación de los valores de tiempo y temperatura óptimos para la obtención de un producto ahumado

Se visualizó el programa adecuado para el ahumado dándose 3 variantes, se realizaron dos formas de ahumado en caliente tradicional utilizando distintos parámetros de tiempo y temperatura, el tercero fue un ahumado suave con temperaturas bajas y en menores tiempos, ya que se realizó en el bloque de jamón cocido por inmersión en agua caliente obtenido del experimento anterior.

Cada tratamiento para el proceso de ahumado se realizó de la siguiente forma:

- T1: 30 min a 30°C de secado, 30min a 50°C para periodo parcial de cocción, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque.
- T2: 30 min a 30°C de secado, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque de jamón. (T2)
- T3: Bloque llevado a inmersión en agua caliente a 90°C con posterior ahumado en frío a 30°C bloque de jamón cocido. (T3)

Para cada uno de los casos se evaluó la cohesividad y prueba de plegado, se evaluó si existe diferencia significativa entre los resultados mediante una Prueba de Rangos Múltiples para evaluar la diferencia de medias entre los resultados de cada muestra. Para esto se usará el software STATGRAPHICS XVI.

3.4. MÉTODOS ANALITICOS

3.4.1. DE LA MATERIA PRIMA

- a) Análisis organoléptico:** Se realizó el análisis organoléptico usando la Tabla Wittfogel para la caracterización del estado en que se encuentra la materia prima, para lo cual se tomaron 10 ejemplares para realizar el análisis y así poder sacar la deducción, esta se realizó en base a puntajes por las mejores características.
- b) Análisis físico:**
 - Se analizó la biometría de la especie en función a 10 muestras y también el rendimiento de filete obtenido en función al peso “carajito” entero.
 - pH: Se determinó en el musculo, se midió el pH en un peso aproximadamente 10 g suspendiéndolo en 100 ml de agua destilada, se agito y se midió el pH en un potenciómetro.
- c) Análisis químico:** Se realizó el análisis de composición química de la materia prima:
 - Humedad: Se determinó por diferencia de peso, secando la muestra en una estufa (Memmert, Tv, 40V) a 110°C, hasta un peso constante por espacio de 4 horas. (AOAC, 1995)

- Proteína Total: Se determinó mediante el método semimacro Kjeldahl, empleando el indicador de Tashiro. El porcentaje de nitrógeno total obtenido se multiplica por el factor de 6.25. (AOAC, 1995)
- Grasa Cruda: Se determinó empleando el método de Soxhlet, usando hexano como solvente. (AOAC, 1995)
- Cenizas: Se determinó por el método de calcinación en mufla. (AOAC, 1995)
- Determinación de TVN (Nitrógenos volátiles totales): Se utilizaron los métodos y procedimientos detallado por la AOAC (1995)

3.4.2. DE LOS EXPERIMENTOS

a) **Escala de cohesión:** Se utilizó el método la escala de cohesión propuesta por Marquez *et.al.* (2008) donde se relaciona el porcentaje de cohesión con la cantidad de grietas observadas (Figura 6).

Nº de Grietas		% de Cohesión	Estabilidad
0		100%	Excelente
1		90%	Buena
2		80%	
3		70%	
4		60%	Regular
5		50%	
6		40%	
7		30%	Mala
8		20%	
9		10%	

Figura 6. Escala de Cohesión.

FUENTE: Márquez *et.al* (2008)

b) Prueba de resistencia a la tensión en trozos de jamón: Prueba basada en la realizada por Arnau *et.al* (2011) se realizó una evaluación del ligado entre músculos (intermuscular) cuando el trozo de jamón de pescado se estira con los dedos en sentido del eje longitudinal (siguiendo las indicaciones de la figura que se adjunta a continuación). La escala de puntuación es del 1 al 10 indicando un nivel 1 que el producto se deshace con mucha facilidad y el nivel 10 que el producto presenta una consistencia gomosa.

c) Prueba de plegado: La prueba de plegado se efectuó plegando lentamente un rebanada de jamón de 5mm de espesor por la mitad, y luego de nuevo por la mitad, a la vez que se examinó para detectar signos de falla estructural (rupturas). Se cercioro si la muestra se haya doblado completamente por la mitad. Se mantuvo doblada durante cinco segundos, y luego se evaluó el cambio de forma asignando una puntuación en una escala de uno. La puntuación de esta prueba se determinó según la cantidad mínima de pliegues que se necesite para producir una ruptura. Se efectuó la prueba en tres rodajas de la misma muestra de inspección y se indicó la puntuación promedio que se ha obtenido. En caso de que se doble la mano, aplicar una fuerza constante en toda la superficie de pliegue. (Comisión del Codex Alimentarius, 2013). La evaluación se realiza en función del Cuadro 4.

Cuadro 4: Puntuación para prueba de plegado.

Puntuación	Propiedad a observar
5	No se observan quebraduras incluso cuando se pliega en cuatro.
4	No se producen quebraduras si se pliega en dos pero se observan quebraduras si pliegan en cuatro
3	No se producen quebraduras si se pliega en dos pero se parte si se pliega en cuatro.
2	Quebraduras si pliega en dos
1	Se parte en dos si se pliega en dos.

FUENTE: COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS (2013).

d) Capacidad de retención de agua: Para medir la CRA, las muestras fueron sometidas a una fuerza mediante la centrífuga. Se utilizó el método realizado por Andrés (2012), donde las muestras de un aproximadamente un gramo se pesaron y colocaron en papel aluminio. La capacidad de retención de agua se calculó como el porcentaje de agua total menos el agua no retenida. Para ello las muestras se centrifugaron a una velocidad de 400 rpm a una

temperatura de 15°C durante cinco minutos. Tras la centrifugación las muestras se pesaron nuevamente. Las medidas se realizaron por triplicado. La capacidad de retención de agua de las muestras se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\%CRA = 100 - \left(\frac{m_0 - m_c}{m_0} \right) \cdot 100$$

Dónde:

m_0 = Peso inicial de la muestra (g)

m_c = Peso final tras centrifugado (g)

d) Tiempo de proceso y Valor P: Se realizó el análisis del tiempo necesario para la correcta cocción del producto, considerando los tiempos adecuados. El método se realizó utilizando el DATATRACE y observando la temperatura adecuada de cocción, en función del volumen del producto, considerando el centro (o punto más frío). El Valor P fue realizado en base a la curva de penetración calculada utilizando un microorganismo de referencia.

e) Evaluación del color: Se realizó mediante el método de Sistema de Visión Computarizado realizado por Cornejo *et.al.* (2009), compuesto por un escenario con condiciones de iluminación D65, una cámara digital y un ordenador con software gráfico. La medición del color consistió en capturar imágenes de la muestra a evaluar. El procesamiento de las imágenes se llevó a cabo con el software Adobe® Photoshop® CS5, empleando técnicas de preprocesamiento para mejorar la calidad de las imágenes obtenidas, segmentación para obtener la región de interés en la imagen, y promediado para conseguir un valor de color en coordenadas L*, a* y b*, representativo del color de la muestra

3.4.3. DEL PRODUCTO FINAL

a) Evaluación organoléptica: Se hizo uso de la prueba de proporciones para aceptar la aceptabilidad o rechazo del producto. Se trabajó con un panel no especializado conformado por 40 personas.

b) Análisis químico:

- Composición química: Se realizó el mismo análisis que en la materia prima.

c) **Análisis microbiológico:** El análisis microbiológico se realizó en función de los límites microbiológicos establecidos por DIGESA (2008) para productos hidrobiológicos ahumados en caliente:

- Contaje aerobios en placa (APC).
- Numeración de *Staphylococcus* indicador en placa
- Contaje de Enterobacterias
- Numeración de *Clostridium* sulfito reductor
- Detección de *Salmonella sp.*

d) **Análisis de Estabilidad en almacenamiento.**

Se realizó el análisis de estabilidad en almacenamiento del producto realizando los siguientes análisis.

- Análisis microbiológicos: Se realizó los mismos análisis microbiológicos que al producto final. Se realizaron por el periodo de 1 mes cada semana.
- Análisis organoléptico: Se realizó el análisis utilizando una tabla sugerida basada en la realizada por Medina (2000) (Ver ANEXO 13)
- Determinación Del valor peróxido: Se utilizó el método modificado de Lea (Porturas y Olivarez, 2002)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DE LA MATERIA PRIMA

4.1.1. ANÁLISIS FÍSICO Y ORGANOLÉPTICO

a) Biometría y Rendimiento

Se evaluaron 10 ejemplares enteros y frescos de carajito, se obtuvo la talla, peso y rendimiento por filete de cada uno. La Figura 7 muestra un ejemplar de *Diplectrum conceptione* utilizados. Se obtuvo la media de cada uno. La talla promedio fue de 16.08 cm y el peso es de 60.5 g, el rendimiento promedio del filete de carajito en función del peso total de la especie es de 37.55%. (Ver ANEXO 1). De acuerdo a lo indicado por Vera (2008) las tallas de *Diplectrum conceptione* están en el rango de 12 a 23 cm de longitud. Los datos obtenidos arrojan un promedio que se encuentra en el rango indicado.



Figura 7. Carajito (*Diplectrum conceptione*) entero.

b) Frescura

La frescura se evaluó en forma organoléptica utilizando la tabla de Wittfogel (Ludorff, 1963) de los 10 ejemplares de los que se tomó como muestra. El nivel de frescura fue óptimo con una calificación de 16, en base a los resultados obtenidos de los ejemplares analizados

(ANEXO 2), siendo este un valor correspondiente a un buen estado de frescura de la materia prima seleccionada para el procesamiento.

En relación a la frescura también se realizó la prueba de Bases Volátiles Nitrogenadas. El valor obtenido fue de 25 mg/100gr. Según ITP (1996) la cantidad de bases volátiles considerado como límite de aceptabilidad para pescado de agua fría, conservado en hielo es de 30 - 35 mgN/100 gr, por lo cual podríamos considerar que los resultados organolépticos sumados con los de bases volátiles nitrogenadas, aseguran una materia prima en buen estado de frescura para poder realizar el procesamiento adecuado a evaluar

c) pH

El pH obtenido fue de 6.3, este valor corresponde al rango de pH propio de los recursos pesqueros en estado óptimo de 6,2 a 6,5 (Carrillo y Audisio, 2007).

4.1.2. ANÁLISIS QUÍMICOS

La composición química de los filetes de carajito muestra en el Cuadro 5. En base a lo dicho por el ITP (2010). Los valores son cercanos a lo reportado por el ITP (2010) en relación a proteína y humedad aunque los resultados difieren en los valores de ceniza y grasa. De acuerdo a los datos reportados por el ITP (2010) el rango en los valores de grasa del “carajito” son los más amplios siendo de 0.98 a 4.66%, esto quizá debido a que la especie va a depender de su estado fisiológico, si se encuentre o no en desove, ya que esto involucra cambios en la composición química que presente.

Cuadro 5: Resultados de composición química de la materia prima *Diplectrum conceptione*.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS	VALORES TEORICOS ITP (2010)
Proteínas	17%	17.328
Humedad	77.5%	77.456
Grasa	1.5%	3.386
Ceniza	3.1%	1.334

4.2. PRIMERA FASE

4.2.1. EXPERIMENTO 1: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ADITIVOS ACTIVA GS, POLIFOSFATOS Y SAL SOBRE LA COHESIVIDAD EN FILETES DE CARAJITO

Se trabajó primero con los tratamientos para muestras en crudo. Los resultados de las mediciones en base a la Escala de Cohesión propuesta por Márquez *et.al.* (2008) se analizaron mediante un Análisis de Multivarianza ($p < 0.05$) donde se trabajó con un nivel de confianza del 95%, se consideró como variable dependiente el porcentaje de cohesividad, y los factores que intervienen a la concentración se consideran a la enzima (Activa GS), polifosfatos y sal. Los resultados indicaron que existe significancia estadística de los factores de Sal y Activa Gs en la cohesividad, y la interacción de ambos factores, los polifosfatos no mostraron efecto en la cohesividad de los filetes. Los resultados obtenidos se observan en el Cuadro 6, los cuales fueron sometidos a un análisis de comparación de medias para interpretar los resultados. Los cálculos estadísticos respecto a esta prueba se muestran en el ANEXO 3 y ANEXO 4.

Cuadro 6: Resultados promedio para cohesividad en crudo de los tratamientos.

		NaCl			
		0%		2%	
		Fosfatos		Fosfatos	
Activa GS	0%	0.2%	0%	0.2%	
0%	(A1) 0.17 ^a	(A2) 0.13 ^a	(A7) 0.37 ^b	(A8) 0.40 ^b	
1.5%	(A3) 0.40 ^b	(A4) 0.47 ^b	(A9) 0.73 ^c	(A10) 0.77 ^c	
3%	(A5) 0.70 ^c	(A6) 0.77 ^c	(A11) 0.93 ^d	(A12) 0.97 ^d	

*Letras diferentes indican que existe diferencia significativa

Los resultados indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos, los valores con mayor nivel de Activa GS, muestra un mejor porcentaje de cohesión, y el porcentaje más alto se da cuando existe presencia de sal en un nivel del 2%. Los valores de cohesión para niveles de enzima de 1.5 % mantienen porcentajes bajos en comparación a lo logrado a un nivel del 3%, y a niveles que no poseen Activa GS (0%) los resultados son aún más bajos mostrando la importancia de la enzima para obtener un buen plegado entre los filetes. La presencia de Activa GS y su influencia en dar valores altos de cohesividad es debido a que su principal componente es la transglutaminasa. La cohesión formada se debe a que la transglutaminasa forma parte de una familia de enzimas que fomentan la

polimerización del entrecruzamiento de proteínas (Martero-Vidal *et.al*), por esta razón podemos observar que a una mayor concentración se obtiene mejores resultados de cohesión.

La presencia de sal influye de manera positiva en obtener mayor cohesión cuando se añade junto a Activa GS, se observa que para valores con NaCl (2%) y sin enzima (tenga o no fosfatos), estos no son muy elevados ya que el porcentaje de cohesión alcanzado no sobrepasa el 40%, mostrando que se genera cierta adhesión entre los filetes pero sin tener la fuerza suficiente de unión, por eso al observar los resultados obtenidos de Activa GS sin NaCl, los valores son menores que los obtenidos solamente por la presencia Activa GS (ya sea al 1.5% o 3%). Inclusive un nivel de enzima del 3% sin sal, puede tener valores iguales estadísticamente con un nivel de enzima del 1.5% pero con un nivel de sal del 2% en la formulación para fomentar la unión entre los filetes de carajito. Lo que indica que entre ambos logran fomentar una adecuada unión entre filetes de carajito. Ramirez *et.al* (2002) indica que formulaciones que trabajan en conjunto con transglutaminasa y sal dan buenos atributos de textura en productos reestructurados tipo jamón, además Vacha (2006) indica que emplear transglutaminasa y sal confirman dar una fuerte mejora en la textura del producto a realizar. Al parecer existe un efecto sinérgico entre la sal y la transglutaminasa, debido a los efectos propios de la sal dando una solubilización de proteínas miofibrilares, siendo esta aún más eficiente si hay una acción mecánica (Ramírez, 2002), por esta razón es que se ven mejores resultados en los tratamientos que poseen ambos insumos.

Con respecto a los polifosfatos, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos que los poseen o no, ya que no influye manera significativa en la obtención de una estructura unida a partir de varias unidades de filetes de carajito, si bien Siegel *et.al* (1978) indica que los fosfatos ayuda a aumentar la fuerza de unión a la proteína, estos solo estarían fomentando esta unión en las proteínas propias de cada filete, ya que no genera el entrecruzamiento proteico como lo genera Activa GS. Los valores más altos de cohesividad son obtenidos con el 3% de Activa GS con 2% de sal (A12 y A11), estadísticamente iguales, esto de alguna forma reafirma que el fosfato en si no influye en la cohesividad en muestras de carajito, ya que entre estos dos tratamientos (A12 y A11) solo existe diferencia por la presencia de fosfatos en la formulación. Al ser consideradas de igual forma, se analiza que la presencia de un 2% de sal influye en la decisión de tomar el tratamiento A12 como el mejor, esto no solo se da por intervenir en una mejora de la cohesión sino también como parte contribución al sabor del producto.

Posteriormente se evaluó el mismo experimento factorial para identificar los aditivos que generan efectos en la cohesividad de los filetes para formar una estructura similar a un bloque de jamón tradicional. Para este caso los filetes a unir llevados a un proceso de cocción a 100°C por inmersión en agua, con el fin de evaluar como es el comportamiento de la cohesión por parte de los aditivos ante temperaturas elevadas que se dan en un proceso de ahumado. Los análisis estadísticos necesarios en relación al efecto de los factores en la cohesividad y las comparaciones de las medias de los resultados se muestran en el ANEXO 5 y el ANEXO 6 respectivamente. En el Cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos del experimento factorial para los tratamientos sometidos a una cocción.

Cuadro 7: Resultados promedio para cohesividad en cocido de los tratamientos.

Activa GS	NaCl			
	0%		2%	
	Fosfatos		Fosfatos	
	0%	0.2%		0%
0%	(A1) 0.10 ^a	(A2) 0.10 ^a	(A7) 0.33 ^b	(A8) 0.33 ^b
1.5%	(A3) 0.33 ^b	(A4) 0.37 ^b	(A9) 0.46 ^c	(A10) 0.47 ^c
3%	(A5) 0.77 ^c	(A6) 0.77 ^c	(A11) 0.88 ^d	(A12) 0.88 ^d

*Letras diferentes indican que existe diferencia significativa

Se observa que los resultados muestran la misma significancia en relación al efecto de la Sal (NaCl) y Activa GS como por su interacción, sin embargo se observa que los porcentajes de cohesión son menores en comparación a los mostrados en el análisis en crudo, lo que indica que la cocción influye en disminuir la cohesión que se logró en los filetes en crudo. El mejor porcentaje de cohesión sigue manteniéndose cuando se usa el nivel de 3% de Activa GS y presencia de sal al 2%. Esta reducción en la cohesión es debida a una elevación de temperatura, Sirkosky (1990) indica que la temperatura induce a romper la consistencia mecánica propia del tejido muscular propio de los peces. Esto indica que el calor afecta la consistencia formada en crudo por los filetes con el uso de transglutaminasa (3% de Activa GS) y NaCl (2%), al no presentar el mismo nivel de cohesión cuando se encontraban en crudo la muestras tratadas, aunque podemos aseverar que según los resultados observados los niveles de cohesión siguen siendo un porcentaje adecuado, ya que se considera buen nivel de cohesión a valores que sobrepasen el 70% en la escala de Cohesión dada por Marquez *et.al* (2008).

Posterior al análisis de la escala de cohesión obtenida en el experimento factorial, también se realizó una prueba de resistencia a la tensión, donde se evaluó la resistencia que presenta un corte de jamón de carajito. Para esto se trabajó de igual forma con muestras de los tratamientos (A1 a A12), la evaluación consistió en evaluar si la lámina tiende a deshacerse con facilidad o presente resistencia al ser una textura gomosa de acuerdo a cada tratamiento dado por los insumos utilizados. Los resultados se observan en el Cuadro 8, en el cual se muestran los resultados promedio de tres repeticiones de evaluación en una escala del 1 al 10, el cual el valor de 1 indica que la estructura se deshace con facilidad y el valor de 10 indica que presenta buena consistencia ante el estiramiento de la lonche o corte de jamón. Los cálculos estadísticos se visualizan en el ANEXO 7.

Cuadro 8: Resultados de prueba de resistencia a la tensión de los tratamientos en crudo y cocido.

Estado de las muestras	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Crudo	1.0 ^a	1.0 ^a	4.3 ^d	4.7 ^d	7.0 ^{fg}	7.3 ^{gh}	5.7 ^e	5.7 ^e	8.0 ^{hi}	8.3 ⁱ	8.7 ⁱ	8.7 ⁱ
Cocido	1.0 ^a	1.0 ^a	3.0 ^b	3.3 ^{bc}	6.0 ^e	5.7 ^e	4.0 ^{cd}	4.0 ^{cd}	6.3 ^{ef}	6.0 ^e	7.3 ^{gh}	7.3 ^{gh}

1= menor intensidad; 10= mayor intensidad.

*Letras diferentes indican que existe diferencias significativas entre tratamientos

Se puede observar que los tratamientos A11 y A12 de acuerdo a la escala presentan una mayor resistencia ante la esfuerzo dado y no se deshace con facilidad, los tratamientos sometidos a cocción muestran valores menores en cuanto a la escala de resistencia a la tensión, siendo valores menores en comparación con la evaluación en crudo, los niveles de cohesión disminuyen ya que se deshacen con mayor facilidad. Esto es debido al sometimiento a temperaturas de cocción de cocción, ya que afecta la estructura formada al darse la cocción del agrupamiento de filetes adheridos. Los detalles de los efectos del calor son expuestos con mayor profundidad en la etapa de elección del tratamiento térmico adecuado (Véase Punto 4.3).

En base a estas dos pruebas a las que se sometió los resultados del experimento factorial que maneja 12 tratamientos, se muestra que la enzima transglutaminasa presente en Activa GS al 3% en conjunto un nivel de NaCl al 2%, influyen en la cohesividad formada entre los

filetes de “carajito” para poder llevar a cabo una estructura de filetes de carajito que se asemejen a un bloque de jamón.

4.2.2. EXPERIMENTO 2: EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA) EN FILETES COCIDOS DE CARAJITO

Los resultados del análisis estadístico (ANOVA Multifactorial) indicaron que existen efectos significativos por parte de la Sal y los Fosfatos sobre la capacidad de retención de agua. Además se puede observar que existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos. El análisis estadístico se muestra en el ANEXO 8. Los resultados del experimento de capacidad de retención de agua se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Resultados de capacidad de retención de agua en los diferentes tratamientos sometidos a cocción.

		NaCl			
		0%		2%	
%ACTIVA GS	Fosfatos		Fosfatos		
	0%	0.2%	0%	0.2%	
0	(A1) 92.16 ^{ab}	(A2) 96.25 ^{de}	(A7) 94.13 ^{bcd}	(A8) 98.08 ^e	
1.5	(A3) 91.61 ^a	(A4) 95.86 ^{de}	(A9) 94.03 ^{bcd}	(A10) 97.80 ^e	
3	(A5) 91.42 ^{abc}	(A6) 95.81 ^{cde}	(A11)94.00 ^{bcd}	(A12) 97.61 ^e	

Estadísticamente se observan diferencias significativas en la mayoría de tratamientos, en cada nivel de fosfato (0% y 0.2%) se puede notar que la presencia de Activa GS en mayor concentración se da un menor nivel de CRA, esto puede deberse a que la transglutaminasa presente en la formulación de Activa GS puede causar un incremento entre las interacciones de proteína-proteína, donde se da un descenso en las uniones proteína-agua (Ramírez *et.al*, 2002), presentándose esta reducción en la capacidad de retención de agua., a pesar de que no se considere significativa la presencia de la enzima sobre el CRA.

También es importante observar la presencia de sal (NaCl) en relación al CRA, ya que puede notarse que su presencia involucra una aumento en el su nivel, como menciona Siegel *et.al* (1978) el tener fosfatos y sal causa un aumento en la fuerza de unión a la proteína, indicando a su vez que se ha demostrado que los efectos son mayores cuando se utilizan ambos

componentes juntos en productos reestructurados, es por eso que se observan resultados mayores de CRA cuando se tienen los dos insumos. En la Figura 8 se puede apreciar como son la capacidad de retención de agua obtenida por tratamiento.

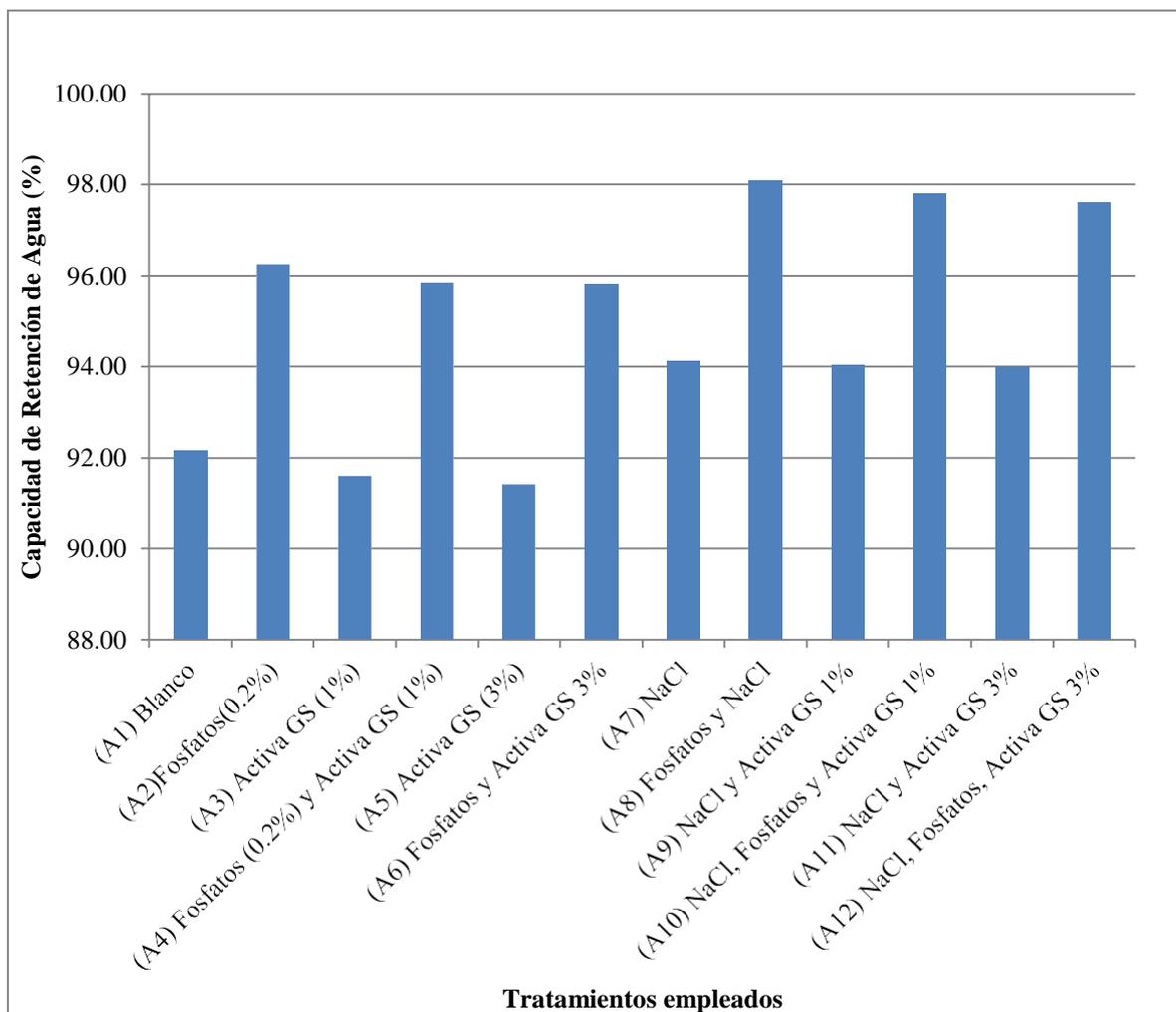


Figura 8. Capacidad de retención de agua obtenida por cada tratamiento

De este experimento podemos observar que los fosfatos influyen en el aumento de la capacidad de retención de agua, y siendo aún más importante su presencia ya que al interactuar con la sal da un mayor incremento en el CRA de la carne que cuando actúa solo, contrarrestando la posible disminución que ocasiona la presencia de la transglutaminasa en la formulación, ya que en la mayoría de los tratamientos, se observa en los resultados que a un mayor nivel de Activa GS se da una pequeña disminución del CRA, en algunos casos no hay diferencia significativa.

Se observó que es necesario para la formulación que se presente polifosfatos, en conjunto con Activa GS al 3% y NaCl al 2%, para obtener un producto que mantenga una buena capacidad de retención de agua, ya que de esta propiedad depende el color, terneza y jugosidad de los productos finales obtenidos; además en productos tipo jamón interesa que la materia prima tenga un CRA bastante grande (López y Carballo, 1991).

4.2.3. EXPERIMENTO 3: EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS NITRITOS SOBRE EL COLOR

Las coordenadas de color fueron determinadas para las variables (V1, V2, V3 y V4) ya sometidas a una cocción, con el fin de visualizar como actuaran los aditivos en el producto final, para esto se llevaron las muestras de cada variable a cocinar a 90°C por 1 minuto. En la Figura 9 se puede observar como quedaron las muestras después de llevado a cabo la cocción.



Figura 9. Muestras de sometidas a cocción de los filetes de carajito para las variables V1, V2, V3 Y V4.

En el Cuadro 10, se muestran los resultados de cada variable analizados por cada coordenada. Se observa que existe diferencia significativa para los casos que se añade la sal curante (nitritos) ya que la hace variar las coordenadas, esto debido a que la presencia de nitritos en carnes procesadas, causan la fijación del pigmento natural de la carne, la mioglobina, a una

forma más estable, el color rosado, el cambio en la coloración propia de la carne de carajito observa por la variación de los valores de la coordenada. En relación al valor obtenido de L como indica Echevarría (2006) este valor se considera entre un rango de 0 y 100, siendo valores cercanos a 0 de tendencia al color negro y a 100 una tendencia hacia el blanco. El valor de L obtenidos son altos y corresponden a las características de la carne, ya que al ser el carajito (*Diplectrum conceptione*) una especie demersal (Rodrigo y Pequeño, 2000), esta se considera como especies de carne blanca o magros (FAO, 1999) es por eso que se encuentran valores que indican tendencia al blanco, además las carnes de pescado se caracterizan por presentar menor valor de mioglobina en el musculo por lo cual el desarrollo del color no es un cambio muy fuerte, tal como indica Ordoñez y Patiño (2012).

Cuadro 10: Coordenadas L, a* y b* obtenidas por el método de Sistema de Visión Computarizado en la observación de tratamientos para evaluar el color ante la presencia de nitritos en la formulación.

Coordenadas	Variables			
	V1	V2	V3	V4
Valores de L	66.67 ^a	72.00 ^b	66.33 ^a	73.67 ^b
Valores de a*	-0.33 ^c	4.00 ^d	0.00 ^c	3.67 ^d
Valores de b*	18.67 ^e	14.33 ^f	18.33 ^e	13.67 ^f

*Letras diferentes indican que existe diferencia significativa.

En relación a la coordenada a*, podemos indicar que al ser la que indica coloraciones rojizas ya que valores de a* mayores a 0 lo que se traduce como una tendencia al color rojo (Echevarría, 2006). La coloración rojiza se debe a la presencia de nitritos ya que según Neyra (1976) los nitritos reaccionan químicamente con el pigmento muscular mioglobina generando un color rojo estable por formación del compuesto nitroso mioglobina. En relación al valor de b* este es un valor análogo a la coordenada a*, donde la desviación hacia el amarillo se da si $b^* > 0$, o hacia el azul si $b^* < 0$ (Echevarría, 1999). Las diferencias significativas solo existen en las variables que presentan nitritos, V1 no muestra diferencias coloración con la que presenta V3, lo cual indica que la adición de estos insumos no afecta en la coloración de forma significativa. La presencia de nitritos solo en la carne (V2) y como parte de la formulación (V4) forman una coloración más rojiza al tener valores de a* mayores positivos en comparación a las variables V1 y V3.

Cabe indicar que la presencia de nitritos no solo afecta al color, sino también influye en la inhibición del crecimiento de microorganismos en especial del *Clostridium*, como evitar una mayor oxidación de las grasas propias de la carne de pescado. El efecto de los nitritos bajo estas características será discutido en el Análisis de Estabilidad del producto final (Punto 5.4.2).

4.2.4. ELABORACIÓN DE REESTRUCTURADO DE FILETES PARA EL JAMÓN AHUMADO DE CARAJITO *Diplectrum conceptione*

De acuerdo a los experimentos en base a que formulación escoger, se obtuvo que los niveles adecuados de Activa GS son del 3%, con un nivel de sal del 2%, con presencia de fosfatos para la mejora en la capacidad de retención de agua y con la presencia de nitritos para favorecer la coloración del producto final, esto puede visualizarse en el Cuadro 11.

Cuadro 11: Formulación escogida para el ahumado de jamón de *Diplectrum conceptione* “carajito”.

Insumos	Porcentaje (%)
Activa GS	3%
Sal	2%
Polifosfatos	0.2%
Sal de cura (nitritos)	0.1%

El proceso para realizar el jamón consistió en realizar la formulación con los filetes de carajito, en las etapas previstas en la metodología. En la Figura 10 se puede observar el molde jamón en crudo obtenido listo para llevarlo a un proceso de ahumado en caliente.



Figura 10. Bloque de reestructurado a partir de filetes de *Diplectrum conceptione* “carajito” para asemejar un bloque de jamón.

4.3. SEGUNDA FASE: SELECCIÓN DE VALORES OPTIMOS PARA LOS PARAMETROS DE PROCESO

4.3.1. EXPERIMENTO 4: EVALUACIÓN PARA OBTENCIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DE TEMPERATURA Y TIEMPO DE LA PRUEBA DE COCCIÓN EN INMERSIÓN EN AGUA CALIENTE

Los resultados de esta prueba preliminar se basó en la comparación de una cocción del bloque de filetes de carajito a temperatura con valores de 90°, 80°C y 75°C, en estos se realizó la curva de penetración de calor, en el cual se calculó el tiempo del proceso (t_B), que sirve de estándar para poner a cocción el bloque de carne de carajito obtenido. Se decidieron temperaturas que aseguren la cocción del producto, y con el fin de observar entre ellas si las diferencias de temperaturas influyen en la textura lograda del producto se realizó una análisis de cohesividad a partir de cortes del bloque cocido en láminas de 0.5 cm de espesor. Los resultados se muestran en el Cuadro 12. En base al análisis de cohesividad se observa que se mantiene un mejor porcentaje de cohesión en los resultados son correspondientes a una mayor temperatura (90°C) y se observan los tiempos del proceso obtenidos para obtener el bloque de carne de carajito cocido.

Cuadro 12: Resultados de comparación entre diferentes temperaturas de inmersión del bloque de carajito reestructurado.

Análisis realizados	75°C	80°C	90°C
Análisis de cohesividad	57% ^a	65% ^b	77% ^c
Tiempo de proceso (tB) (min)	102.02	85.40	52.16

*Letras diferentes indican diferencias significativas.

La medición de la temperatura se realizó en el centro del bloque y para los tres casos se llevó a una temperatura de 72°C en el punto más frío. Las distintas velocidades de penetración de calor dan distintos tiempos de proceso siendo mayor el de menor temperatura, y ocasionan resultados no favorables mientras se dé una velocidad más lenta de penetración de calor. Si observamos los resultados de cohesividad se observa que las temperaturas altas que dan tiempos cortos de cocción dan mejores resultados en cuanto a obtener una mejor textura del bloque cocido. Ramos-Martínez (1999) indica que las temperaturas a 50-60°C provocan la activación de proteasas endógenas, que influyen en la desagregación del bloque carne de carajito, el tener velocidades más rápidas de cocción se evita menor permanencia en este rango de temperaturas que influyen negativamente en la textura de la carne. Por lo tanto se decidió realizar la inmersión en agua a 90°C con el fin de obtener una cocción rápida y que conserve mejor la textura lograda con el uso de Activa GS y los demás insumos de la formulación.

4.3.2. EXPERIMENTO 5: EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE TIEMPO Y TEMPERATURA OPTIMOS PARA LA OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO AHUMADO

En esta etapa se sometió a experimentación 3 tratamientos para obtener un producto tipo jamón ahumado de carajito. Los dos primeros son programas tradicionales de ahumado en caliente, y el tercero es la obtención de un jamón mediante una cocción previa por inmersión en agua a 90°C para luego ser llevado a un ahumado suave que le otorgue las características de color, aroma y sabor.

Los tratamientos T1 y T2 se basan en seguir un ahumado tradicional, buscando la cocción del bloque de carne de carajito dentro del ahumador y que obtenga las características sensoriales propias del producto. Para el caso del tratamiento T1, la Figura 11 se muestra gráficamente el comportamiento de la temperatura en el interior del producto versus el tiempo empleado, el proceso de ahumado para T1 llevo un periodo de 4 horas (254 minutos), la temperatura del ambiente es de acuerdo a las etapas previstas para el ahumado, para T1 se trabajó con las 3 etapas propias de un ahumado. La temperatura interna del bloque en el ahumado llego a 72 °C, y se obtuvo una humedad final de 68%. En la Figura 12 se observa como quedo el bloque luego del proceso de ahumado T1, obteniendo una coloración característica del pescado ahumado. En el ANEXO 9 se muestran los datos tabulados del proceso de ahumado (Tratamiento T1).

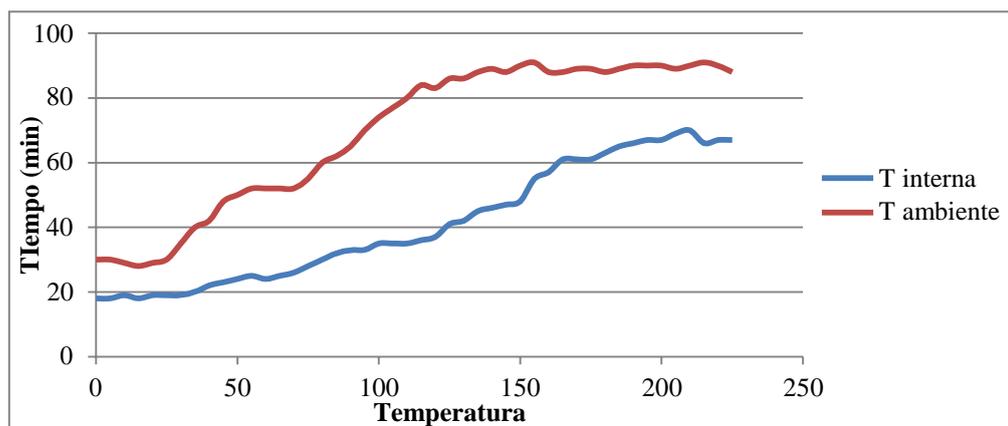


Figura 11. Curva de temperatura y tiempo para la variable T1 (30 min a 30°C de secado, 30min a 50°C para periodo parcial de cocción, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frio del bloque).



Figura 12. Bloque ahumado a partir de la reestructuración de filetes de carajito para obtener un producto tipo jamón ahumado.

La Figura 13 muestra la curva de temperatura para el tratamiento de ahumado T2, el cual trabaja con dos temperaturas para realizar el proceso de ahumado, durante los primeros 30 minutos se mantuvo la temperatura a 30°C, para luego llevarla a 90°C, con el fin de observar el comportamiento sin el periodo de pre-cocción (50°C) y observar cómo influye en la característica del producto. El tiempo del proceso fue de 205 minutos (3 horas y media), la temperatura interna llegó a 72°C y se obtuvo una humedad de 68%. En la Figura 14 se observa el bloque obtenido de este tratamiento de ahumado. En el ANEXO 10 se muestran los datos del programa de ahumado de la variable V2.

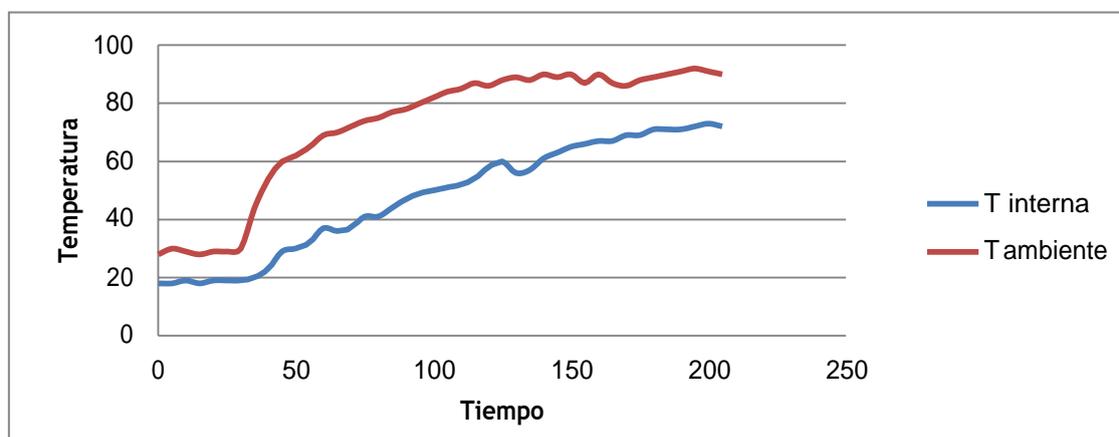


Figura 13. Curva de temperatura y tiempo para la variable T2 (30 min a 30°C de secado, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque).



Figura 14. Bloque ahumado a partir de la reestructuración de filetes de carajito para obtener un producto tipo jamón ahumado con el tratamiento T2 (30 min a 30°C de secado, 90°C hasta alcanzar cocción en el punto más frío del bloque).

El tratamiento T3 se diferencia en la cocción realizada en agua a 90°C. Posterior a este análisis se realizó el proceso de ahumado a 30°C, con el único fin de darle las características sensoriales. El proceso de ahumado se mantuvo en función de dar golpes de humo al producto, no buscando elevar la temperatura. En la Figura 15 se observa el bloque de filetes de carajito después de la cocción a 90°C y con un posterior ahumado con el fin de obtener las características propias de un jamón ahumado. Este proceso de ahumado se dio a 30°C se realizó por un periodo de 2 horas y media. Se obtuvo una humedad final de 71%.



Figura 15. Bloque después de una cocción y después del ahumado a 30°C.

Una vez terminado el proceso de ahumado para cada una de las variantes hasta la temperatura interna deseada, estos fueron llevados a un enfriado (5°C) para posteriormente obtener láminas de jamón de aproximadamente 0.5 cm de espesor, considerado para la presentación del producto final. Las láminas obtenidas en base cada tratamiento empleado (T1, T2 y T3) se analizaron fueron mediante un análisis de cohesividad, una prueba de plegado para observar el comportamiento hacia la resistencia a la ruptura, y se determinó la humedad final en cada caso. Estos pueden visualizarse en el Cuadro 13.

Cuadro 13: Resultados sobre las diferentes variables para el proceso de ahumado en relación al: Análisis de Cohesividad, Prueba de Plegado y % de Humedad de láminas de jamón de carajito para las variables T1, T2 y T3.

Análisis realizados	T1	T2	T3
Análisis de cohesividad	15% ^a	30% ^c	75% ^c
Prueba de plegado	1 (Se rompió al quebrar en 2)	1 (Se rompió al quebrar en 2)	2 (Quebraduras al doblar en 2.)
Humedad final	65%	68%	71%
Tiempo de proceso	254 minutos	205 minutos	52 minutos

Las láminas de jamón obtenidas por el tratamiento T1 presenta un bajo porcentaje de cohesión (30%) siendo considerado como “malo” de acuerdo a la escala, en la prueba de plegado se obtuvo una calificación de nivel 1 (se rompe al quebrar en 2), la variable T2 mostro que los trozos laminados obtenidos mostraron una mejor cohesividad al presentar menor cantidad de grietas con un 30% obteniendo considerándose como “regular”, en la prueba de plegado se obtuvo el mismo nivel que T1. La variable T3 obtuvo un porcentaje de cohesión del 75%, teniendo el nivel resistencia al corte obteniendo el trozo sin daños, en la prueba de plegado resistió el plegado en 2 partes, aunque obtuvo quebraduras.

Estas diferencias pueden atribuirse en primer lugar al proceso de cocción y temperaturas establecidas para ahumar. Una exposición alta a temperaturas elevadas ocasiona que los miótomos se desprendan unos de otros, debido a que el tejido conjuntivo de los peces es más débil al tener menos colágeno que el de los mamíferos y aves (Primo-Yúfera, 1998), este desprendimiento ocasiona que la textura del producto sea débil, la transglutaminasa no ejerce un reforzamiento en estas estructuras debido a que el método de adición es mediante el espolvoreo en los filetes siendo estos adheridos unos sobre otros, la acción de reforzamiento de la red proteica no logra darse en la propia estructura muscular del filete, esto debido a que el tejido conjuntivo sufre una termólisis lo que hace que los tejidos gelatinizados pierdan su consistencia mecánica y se rompan (Sirkosky, 1990). Es por eso que en la variable T1 que representa un programa de ahumado tradicional de 4 horas, al tener mayor tiempo de exposición al calor presenta una textura en la cual la cohesión es de bajo grado, siendo de fácil desmenuzamiento. El tratamiento T2 obtiene presenta una cohesión mejor que el del tratamiento T1, la diferencia entre ambos en relación al tiempo indica que al ser más rápido

sufre menos desprendimiento en la estructura del bloque ahumado por acción de la temperatura, este menor tiempo es porque ambos tratamientos se diferencian en que T2 no presenta un periodo de pre-cocción, buscando la cocción rápida después de un periodo de secado, la omisión de esta etapa también influye en la textura debido a las enzimas que provocan degradación de la miosina conocido como efecto “modori”, según Ramos-Martínez *et.al* (1999), a rangos de temperatura 50-70°C se da la activación de proteasas endógenas que degradan la miosina, y a su vez también encuentra este efecto de las proteasas en diversas especies incluida *Diplectrum formosum* que es del mismo género que *Diplectrum conceptione* por lo cual pueden presentar el mismo comportamiento. Por esta razón el presentar exposición de la carne a temperaturas que involucren este rango, provocan se da un desprendimiento más fuerte en la estructura del producto que se desea obtener. Comparando con T3 donde el procedimiento de cocción se realizó por inmersión en un medio acuoso a 90°C sumado a un ahumado a 30°C, la cocción es mucho más rápida ya que evita exposición en estos rangos de posible activación de proteasas y desprendimiento de los miótomos por exceso de calentamiento, que se da en un proceso de ahumado tradicional. . La Figura 16 muestra las láminas de jamón obtenidas de los tratamientos T1, T2 y T3.

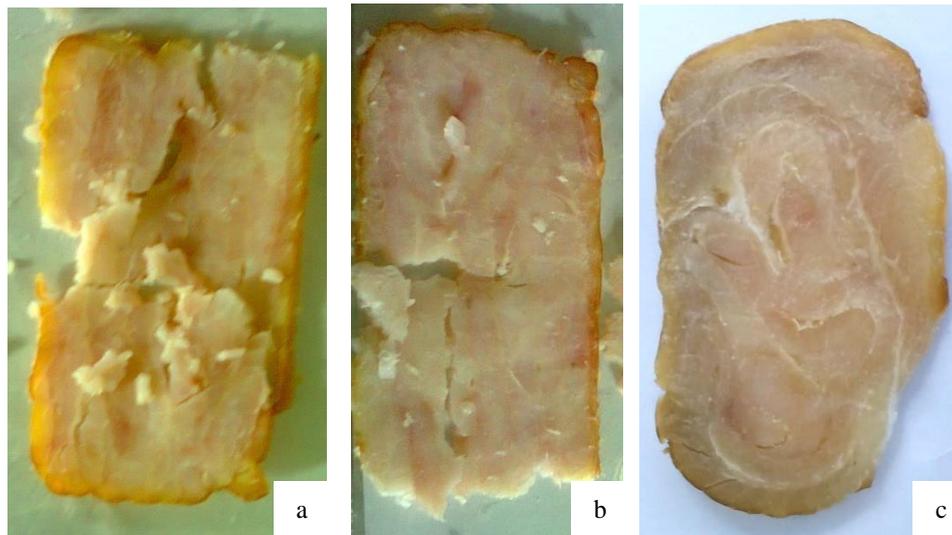


Figura 16. Observación de láminas de jamón de *Diplectrum conceptione* obtenidos para las variables: (a) Tratamiento T1, (b) Tratamiento T2 y (c) Tratamiento T3.

Las temperaturas elevadas y la presencia de posibles proteasas endógenas en el *Diplectrum conceptione* influyen de forma negativa en las características deseadas para el producto final, a pesar de que la transglutaminasa tiene como temperatura óptima valores de temperatura entre 40 y 60°C (Ajinomoto, 2008), este efecto se puede mantener entre los filetes que se

adhirieron entre sí, como se mencionó anteriormente el método de espolvoreo permite tener una cohesión entre filetes mas no asegura completamente que la estructura interna del filete se beneficie de las propiedades que ofrece la transglutaminasa al reforzamiento de un estructura proteica ante un método de ahumado tradicional, es por eso que disminuye la cohesión al cocinarse el bloque.

El ahumado en T3, fue realizado con la finalidad de darle características sensoriales propias de un ahumado (sabor, aroma, color), ya que solo se trabajó con una temperatura de 30°C, siendo similar a un ahumado frio que no busca cocción de la carne (Cabrera, 2003). Al tener las mejores características para un producto tipo jamón en relación a la textura obtenida, se determinó T3 como el mejor tratamiento para obtener un jamón de carajito. Una vez que se obtuvo el producto ya ahumado a 30°C, se procedió a cortar en láminas de 0.5 cm de espesor para ser empacado al vacío por cada 6 unidades (Figura 17).



Figura 17. Envasado al vacío de jamón obtenido mediante inmersión en agua caliente (90°C) y luego posterior ahumado (V3).

El producto envasado paso por una tratamiento de pasteurización posterior tal como lo realiza Gedela (2002) a temperaturas de 90°C por 15 segundos, con el fin de asegurar la calidad del producto ante cualquier posible recontaminación posterior a la cocción del producto.

4.3.3. ANALISIS DEL TRATAMIENTO TERMICO: VALOR DE PASTEURIZACIÓN

En el tratamiento T3 se presenta un proceso de inmersión en agua caliente a temperaturas altas que asegure la cocción del producto como también la inhibición de microorganismos patógenos. Es por eso que en base de la curva de penetración de calor se procedió a analizar la cuantificación del tratamiento térmico. Se tomó como microorganismo de referencia *Salmonella spp* el cual presenta un valor D igual a 0.4 minutos, valor Z de 6.57°C y una temperatura de referencia de 70°C. El tratamiento a 90°C se realizó con el fin de tener una penetración de calor más rápida. El valor P obtenido es de 19 minutos (Ver cálculos en el ANEXO 12). El valor P teórico indica un tiempo de inactivación de 2.4 minutos, siendo muy superior lo logrado por el tratamiento empleado. La Figura 18, muestra la Letalidad obtenida para la obtención del Valor P.

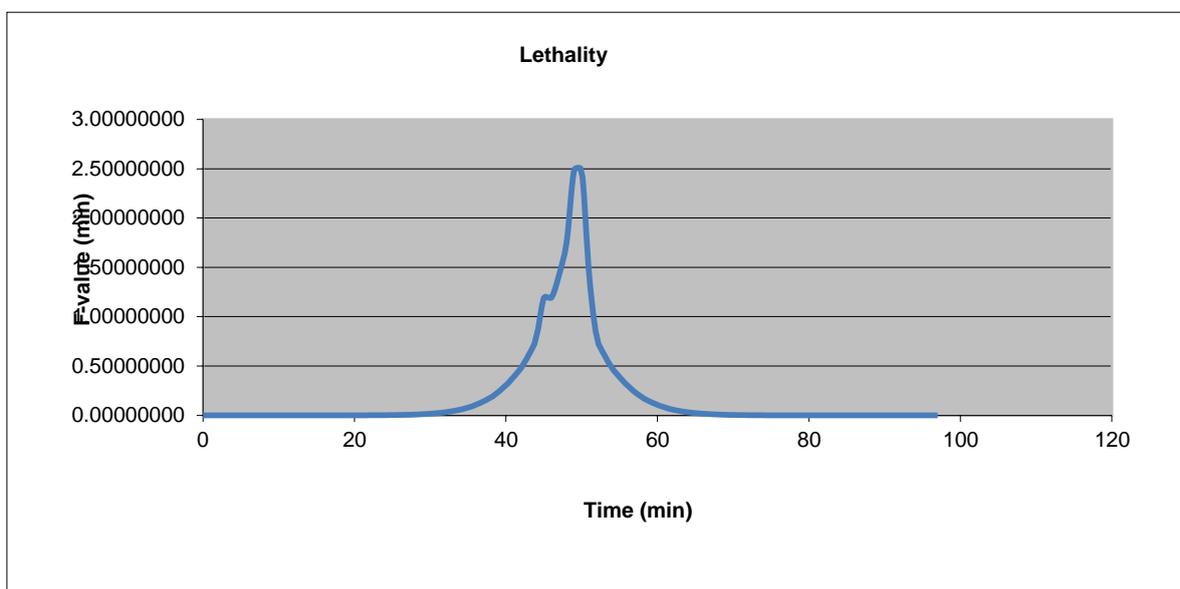


Figura 18. Letalidad del tratamiento térmico empleado para la obtención de P.

De acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_0 = n \cdot D_{70} = 6 \cdot (0.4) = 2.4 \text{ minutos}$$

El valor P (19 minutos) supera al valor P_0 , obtenido del cálculo basado a la información del microorganismo de referencia, el valor D de *Salmonella spp.* a 70°C, basado en un valor de "n" (ciclos logarítmico) de un valor de 6. El valor P_0 da como resultado 2.4 minutos, siendo el valor de P del proceso mucho mayor, lo que asegura una inactivación del microorganismo de referencia y a su vez de muchos más microorganismos de menor termoresistencia.

4.4. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO FINAL

4.4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL JAMÓN AHUMADO DE *Diplectrum conceptione* “CARAJITO”

En el Cuadro 14 se muestran los resultados de la composición química para el jamón de “carajito” obtenidos. Se observa que en relación a la materia prima, el nivel de proteína y grasa es mayor debido al decrecimiento de la humedad por acción del propio proceso de cocción y ahumado. Los niveles de proteína y grasa aumentaron debido a la disminución de humedad lo que lleva a un mayor porcentaje de estos componentes.

Cuadro 14: Resultados de composición química para el jamón ahumado de carajito *Diplectrum conceptione* en comparación con la materia prima en base húmeda y seca.

COMPOSICION QUIMICA	Producto Final (Base Húmeda)
Humedad	71.19%
Ceniza	5.64
Proteína	21.55%
Grasa	1.67%

4.4.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados del análisis microbiológico del producto final se muestran en el Cuadro 15. El análisis se realizó a un 1 día de realizado el producto. En este se observan los resultados obtenidos en función a los criterios microbiológicos dispuestos por DIGESA (2008) para los productos hidrobiológicos ahumados en caliente, se observa que los valores obtenidos son menores a los límites microbiológicos, asegurando que la calidad en la elaboración del producto como el tratamiento asegura un producto inocuo. Como se analizó en relación al Valor de Pasteurización, el tratamiento térmico aseguró la eliminación de microorganismos tomando como referencia *Salmonella spp.*, sin embargo se sabe que un proceso de pasteurización no elimina el 100% de los microorganismos, por eso la presencia de algunos microorganismos que se considerarían termorresistentes. La carga microbiana resultado es baja considerando los límites establecidos por lo cual el tratamiento térmico, condiciones de trabajo asépticas y sumado al calentamiento instantáneo después del empaçado permiten la obtención de un producto inocuo.

Cuadro 15: Resultados microbiológicos del producto final

Agente microbiano	Resultados
Aerobios mesófilos	1.5*10 ² ufc/g
Enterobacterias	<10 ufc/g
Staphylococcus	< 10 ufc/g
Clostridium	Ausencia
Salmonella	Ausencia en 25 gr

4.4.3. EVALUACION SENSORIAL

Se realizó una prueba descriptiva simple del producto final, la cata se realizó con 40 panelistas para cada una de las características previamente definidas APARIENCIA, OLOR, SABOR, RANCIDEZ Y TEXTURA, utilizando una escala hedónica de siete puntos y registrando individualmente los resultados. Estos se muestran en el Cuadro 16, en el cual se observa el valor promedio obtenido.

Cuadro 16: Resultados de la escala hedónica en relación al producto final

Características	Promedio
Apariencia	5.8 ^a
Olor	6.08 ^a
Sabor	4.98 ^b
Rancidez	5.85 ^a
Textura	3.85 ^c

*Letras diferentes indican diferencia significativa

Los valores cercanos a 7 para la apariencia indican que el producto se muestra fresco sin signos de deterioro, el promedio obtenido fue de una apreciación del panel para un producto en buen estado y con buena apariencia. En relación al olor, el olor característico del producto ahumado agrado a los panelistas e indica un buen estado del producto. La característica de “Rancidez” obtuvo un promedio alto en relación al mayor nivel que indica ausencia de rancidez. Estas tres características no muestran diferencias significativas entre los promedios, siendo considerados como niveles óptimos en relación a las características. En relación al “Sabor” este mostró un menor nivel de calificación comparado a las

características anteriores, este resultado indica que lo percibido por el panel es un sabor salado en el producto, la otra característica de un puntaje más bajo es la “Textura” ya que no se consideró con mucha firmeza sino en un nivel medio dentro de la escala hedónica.

4.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD EN ALMACENAMIENTO

Una vez obtenido el producto final, este se sometió a una análisis de estabilidad con el fin de observar su comportamiento en un periodo de tiempo, en este se realizaron análisis microbiológicos en diversos puntos de tiempo con el fin de observar el comportamiento del producto en refrigeración a una temperatura de refrigeración. También se realizó una evaluación del valor peróxido y una evaluación organoléptica.

4.5.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El Cuadro 17 muestra los resultados obtenidos de la evaluación microbiológica en un mes de almacenamiento refrigerado. Para el caso anaerobios sulfito reductores no se presenció crecimiento alguno, y para Salmonella las pruebas indican ausencia del microorganismo. Para el caso de Aerobios mesófilos, *Staphylococcus* y *Enterobacterias*, la presencia fue menor a los criterios microbiológicos para los Productos Hidrobiológicos ahumados en calientes dados por DIGESA (2008), por lo cual no establece peligro alguno al consumidor a un mes de refrigeración.

Cuadro 17: Recuento Microbiológico durante el periodo de 1 mes

Semana	Aerobios Mesófilos	<i>Staphylococcus</i>	Enterobacterias	<i>Salmonella</i>	Anaerobios
1	1.50E+02	<10 ufc/g	<10 ufc/g	Ausencia	0
2	1.50E+02				
3	1.55E+02				
4	1.60E+02				

Es importante considerar que la ausencia de oxígeno evita el crecimiento de microorganismos, ya que los Aerobios Mesófilos, *Staphylococcus* y las enterobacterias necesitan del oxígeno para obtener su energía (ICSMF, 2000) por lo cual su crecimiento y desarrollo es evitado.

La presencia de concentraciones de nitrito inhibe el crecimiento de microorganismos y sobre todo el de Anaerobios sulfito reductores, este es importante ya que el producto al ser empacado al vacío es un medio óptimo para estos microorganismos anaerobios. Por eso se considera que la presencia de nitrito es importante por su presencia inhibitoria como *Clostridium botulinum*, este uso es justificado para producto de pesca curados y ahumados con procesamiento largo y o que busquen tener larga vida comercial (FDA, 2011).

4.5.2. VALOR PERÓXIDO

Una vez terminado el proceso se encontró un valor peróxido de 2.89 meq/kg y al terminar el periodo de almacenamiento (30 días) se encontró un valor peróxido de 2.92 meq/kg. Los valores indican que no se presentan signos de presencia de productos primarios de oxidación como lo son los hidroperóxidos, ya que los valores no exceden 10-20 meq/kg (FAO, 1999). Los valores no muestran mucha variación respecto al periodo inicial, esto debido a que las condiciones de vacío influyen en evitar la formación de peróxidos por la oxidación al no existir oxígeno en el medio por el procedimiento de empacado (Peña, 2006), aun así estas variaciones son dadas, ya que en un periodo de 1 mes las condiciones óptimas de vacío en el empaque puedan perderse por acción del propia material. Salas (2008) analizo pulpa de anchoveta el cual obtuvo valor peróxido, en los primeros treinta días, no encontró cambios en este debido a las condiciones del empacado al vacío, ausencia de luz y refrigeración. A su vez la presencia de nitritos ayuda a evitar la oxidación (Roblero, 2009).

Podemos indicar que para un producto tipo jamón estas condiciones de envasado al vacío, la presencia de nitritos y las condiciones adecuadas de almacenamiento aseguran una buena estabilidad del producto una vez empacado durante el periodo de 1 mes en el caso de evitar la oxidación de las grasas del producto final que proporcionen mal sabor.

4.5.3. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

Durante el periodo de un mes se realizó las evaluaciones necesarias en relación al análisis, para eso se realizó una tabla tentativa de evaluación organoléptica para un producto tipo jamón de pescado (ANEXO 13), se tomó como referencia la tabla de evaluación organoléptica de anguila ahumado para un análisis de estabilidad realizada por Medina (2000) . En el Cuadro 18 se observa los resultados de la evaluación organoléptica realizada.

Cuadro 18: Resultados de evaluación organoléptica durante 30 días, evaluados cada 7 días de acuerdo a la Tabla Tentativa de Evaluación Organoléptica de Jamón de carajito.

Atributos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
OLOR	2.75	2.75	2.50	2.50
COLOR	3.00	2.75	2.75	2.50
TEXTURA	2.25	2.25	2.00	1.75
SABOR	2.75	2.75	2.50	2.50

Los resultados organolépticos coinciden con las demás pruebas del análisis de estabilidad, las características de olor se mantienen ya que el olor característico del ahumado no variaba en el transcurso del periodo de evaluación. Para el caso del color este se mantiene de forma estable sin variaciones, la coloración del borde de la lámina se mantuvo de igual forma durante 1 mes (la coloración del borde de la lámina proviene de la coloración obtenida por el bloque de jamón durante el ahumado), la parte interna de la lámina mantenía una coloración rosa-blanca característico de la carne cocida de pescado. La textura se consideró desde un inicio sin una firmeza muy alta pero se mantuvo en el nivel por las primeras dos semanas, a partir de la tercera semana se observó mayor fragilidad en las láminas ya que se desmenuzaba con mayor facilidad.

Es importante que las condiciones de envasado sean óptimas para asegurar una buena estabilidad en el almacenamiento, ya que a pesar de tener condiciones de proceso óptimas posibles recontaminaciones podrían afectar la calidad del producto en el tiempo. Durante un periodo de 1 mes no se muestra cambios negativos en relación al producto final, esto también es aportado por el método de envasado y su mantenimiento en relación a la creación de vacío.

IV. CONCLUSIONES

- La formulación con 3% de transglutaminasa, 2% de sal y con presencia de fosfatos es la que permitió una mejor cohesividad en la formación del producto
- A mayores concentraciones de transglutaminasa existe una ligera tendencia a reducir el nivel de CRA.
- El procedimiento de inmersión en caliente del bloque de carne obtenido a una temperatura de 90°C, seguido de un procedimiento de ahumado a 30°C es el adecuado para obtener un producto tipo jamón en base a carne de carajito con una humedad final de 71%.
- Los nitritos ayudan a dar una coloración rosácea al jamón de carajito.
- El jamón ahumado de carajito (*Diplectrum conceptione*) presenta la siguiente composición química, Humedad 71.19%, Proteínas 21.55%, Grasa 1.67%, Ceniza 5.64%.
- La prueba de aceptabilidad del producto manifestó que existe una aceptación al producto en relación al sabor, aroma, color y apreciación general.
- Durante un periodo de un mes en refrigeración, las láminas de jamón de carajito empacadas al vacío presentan niveles microbiológicos aceptables para el consumo.
- No se presenta rancidez en los productos por un mes de almacenamiento a refrigerado
- El carajito (*Diplectrum conceptione*) presenta la siguiente composición química: Humedad 77.5%, Proteínas 17%, Grasa 1.5%, Ceniza 3.1%.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar los estudios con carajito (*Diplectrum conceptione*) en relación a las propiedades funcionales de las proteínas de carne y su utilización como materia prima para la elaboración de otros productos gelificados
- Analizar diferentes concentraciones de enzima transglutaminasa (en el rango de 1.5 a 3%), ya con la presencia de sal, fosfatos y nitritos para la elaboración del bloque de jamón, con el fin de obtener que cantidad mínima de enzima sería necesaria en base a los parámetros obtenidos de tratamiento térmico y ahumado.
- Complementar el estudio mediante un proyecto de pre factibilidad para evaluar la viabilidad técnica económica para el escalamiento industrial.
- Desarrollar otras variantes en el proceso, como el uso de humo líquido para obtener un producto con características similar al producto obtenido.
- Realizar investigaciones de elaboración de productos tipo jamón de pescado partir de otras especies con buenas propiedades funcionales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AJINOMOTO, 2008. MANUAL DE ACTIVA GS. Reestructurado de pescado- Preparación en base a la transglutaminasa de Ajinomoto para aplicación en pescados.
- Andrés Bello, MD. 2012. Aplicación de nuevas tecnologías para el diseño y desarrollo de productos de dorada (*Sparus aurata*) procedente de acuicultura. Tesis Doctoral, Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis. (Horowitz, W. ed.), 13th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Compendium of meth. Washington, D.C.
- Arizmendi-Cotero, D. 2012. Efecto de antioxidantes de zarzamora (*Rubus spp*) y mezclas de proteínas de tres especies acuáticas, sobre las características fisicoquímicas y texturales de un gel prototipo tipo surimi. Tesis inédita de maestría. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Arnau, J. Guardia, M.; D. Guerrero, L.; Claret, A. 2011. Propuesta de guía metodológica para la evaluación sensorial de jamón curado de cerdo blanco. SENJAM PROJECT-RTA 2006-00060-00-00. Barcelona, España.
- Bannerman, A. Mck (1981) Hot Smoking of fish. Torry Research Station. Torry advisory Note N°82, pag 12.
- Barreiro, J.; Seselovsky, R. 2003. Usos de la transglutaminasa en la industria alimentaria. Elaboración de carne reconstituida. 6(10):157-164. Rosario, Argentina. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano.
- Boatella Riera, J.; Codony Salcedo, R. Y López Alegret, P. 2004. Química y bioquímica de los alimentos. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona, Barcelona. España.
- Boles, J.A., Shand, P.J. (1998). Effect of comminution method and raw binder system in restructured beef. Meat Science, 49, 297–301.

- Bramblett, VD; Hostetler, RL; Vail, GE; Draudt, HN. 1959. Qualities of beef as affected by cooking at very low temperatures for long periods of time. *Food Technology* 13 (707).
- Bramblett, VD; Vail, GE. 1964. Further studies on the qualities of beef as affected by cooking at very low temperatures for long periods. *Food Technology* 18: 245.
- Burchard, C., Davdin, J.D., Denoyer, C., Girard, J.P, Goutefongea, R. Laroche, M., Maillard, T. y Ramihone, M. 1991. *Tecnología de la carne y de los productos carnicos*. España: Acribia. 269-273, 283-285
- Byrem, T.; Strausburg, G. 2000. Red meats. En G. L. Christen and J. S. Smith (Eds.) *Food chemistry: Principles and applications* (pp. 365-398). West Sacramento, CA: Science Technology System.
- Cabrera, LA. 2003. Utilización de carne de cordero (*Ovis aries*) y alpaca (*Lama pacos*) en productos tipo salchicha Frankfurt y jamón ahumado. Tesis Ing. Ind. Alm. Lima, Perú, UNALM.
- Carpenter, JA; Saffle, RL. 1964. A Simple Method of Estimating the Emulsifying Capacity of Various Sausage Meats. *Journal of Food Science* 29(6): 774-781.
- Carrillo, L.; Audisio, MC. 2007. *Manual de Microbiología de los Alimentos*. 1ra Edición. Jujuy Argentina. 186 pp.
- Cassidy, RD; Ockerman, HW; Krol, B; Van Roon, PS; Plimpton, RF; Cahill, VR. 1978. Effect of tumbling method, phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. *Journal of Food Science* 43(5).
- Chaijan, M., Panpipat, W., & Benjakul, S. 2010. Physicochemical properties and gel-forming ability of surimi from three species of mackerel caught in Southern Thailand. *Food Chemistry* (121), 85-92.
- Cheng, J; Ockerman, HW. 2003. Effect of phosphate with tumbling on lipid oxidation of precooked roast beef. *Meat Science* 65: 1353-1359.
- Chirichigno, N; Cornejo, M. 2001. *Catálogo comentado de los peces marinos del Perú*. Publicación especial IMARPE. Callao, Perú. p: 73.

- Cocoma, G. 1996. Productos cárnicos bajos en grasa. *Revista Carnetec* (Enero): 22-25.
- Damodaran, S; Paraf, A. 1997. *Food proteins and their applications*. New York, Estados Unidos, Marcel Dekker, Inc. 694 p.
- Daun, H. 1979. Interaction of Wood smoke components and food. *Food Technology-Mayo*, pg. 66-77.
- Delgado, N. 1997. Estudio de elaboración de salchichas de pescado a partir de surimi de jurel (*Trachurus picturatus murphyi*). Tesis Ing. Pesq. Lima, Perú, UNALM.
- DIGESA. 2008. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Normas legales. El Peruano.
- Dong, S. X., and Holley, A. R. (2011). Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* , 10, 33-51.
- Durand, P. 2002. Definiciones, reglamentación y clasificación de los productos de charcutería y salazón. Zaragoza, España, Editorial Acribia.
- Echávarri, J. 2006. La medida práctica del color. España. Disponible en: www.unirioja.es. Consultado el 15 de setiembre del 2015.
- EFSA. 2017. La EFSA confirma la seguridad de nitratos y nitritos. Consultado 17 sep. 2017. Disponible en: <https://www.revistaalimentaria.es/vernoticia.php?volver=¬icia=la-efsa-confirma-la-seguridad-de-nitratos-y-nitritos>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1995. Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Peces óseos. Roma, Italia. p. 1571, 1587. Consultado 22 de oct. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/v6250s/v6250s00.htm>.
- FAO. 1999. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Composición química (en línea, sitio web). Consultado 24 oct. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s05.htm>.
- FAO. 2014. Fichas Técnicas: Procesados de carnes. Consultado 21 de sep. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf>

- FDA. 2006. Código de Alimentos 2009. Anexo 6. Criterio para el procesamiento de alimentos. Consultado el 23 de dic. 2015. Disponible en: <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/RetailFoodProtection/FoodCode/ucm283454.htm>.
- Flores, J. 2000. Tratamientos térmicos de cocción de los productos cárnicos I y II. Asociación de Industrias de la carne de España. Julio-Septiembre 2000.
- Foegeding, E. A. 1996. Characteristics of edible muscle tissues. *Food Chemistry* 3rd ed. (Fennema, O.R.) 880-942. New York, E. U.: Marcel Dekker.
- Fukazawa, T., Hashimoto, Y. and Yasui, T. 1961. Effect of some proteins on the binding quality of an experimental sausage. *Journal of Food Science* 26(5): 541-549.
- Hall, GM. 2001. Tecnología del proceso del pescado. 2 ed. Zaragoza, España, Editorial Acribia.
- Hernández, M; Sastre, A. 1999. Tratado de nutrición. Madrid, España, Ediciones Díaz de Santos. 1496 p.
- Huezo, AR.; Hidalgo, JA. 2015. Utilización de la enzima transglutaminasa para la elaboración de un producto reestructurado de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*). Tesis para Ing en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras.
- Horn, B.; Olsen, L.; Hasell, S.; Cook, R. 2015. Standardising D and Z values for cooking raw meat. Final report. MPI Technical paper No 2016/05.
- IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2008. Carajito (en línea, sitio web), Consultado 26 oct. 2014. Disponible en http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/especies_comerciales/demersales/carajito.pdf.
- Intriago, J. 2015. Desarrollo del diagrama de flujo para el proceso de elaboración de jamón especial bajo normas INEN. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- Ishioroshi, M; Samejima, K; Yasui, T. 1979. "Heat-induced gelation of myosin: factors of pH and salt concentrations." *Journal of Food Science* 44(5): 1280-1284.

- ITP. 1995. Aseguramiento de la calidad: Sistema HACCP. XI Curso Internacional de Tecnología de procesamiento.
- ITP. 1997. Procesamiento de conservas. Tecnología de procesamiento de productos pesqueros. Editado por la agencia de cooperación Internacional del Japón. Callao. Perú. (165 p) de productos pesqueros. Ventanilla. Perú.
- ITP. 2010. Consulta por medio de correo electrónico.
- Jimenez, F; Carballo, J. 1989. Principios básicos de elaboración de embutidos. Instituto del frío. Madrid España. Consultado el 02 Feb 2016. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_04.pdf
- Kerry, J., Kerry, J. and Ledward, D. (2002). Meat Processing, Improving Quality. Washington, DC, CRC Press.
- Kilic, B., Cassens, R.G. and Borchert, L.L. 2002. Effect of Turkey Meat, Phosphate, Sodium Lactate, Carrageenan, and Konjac on Residual Nitrite in Cured Meats. *Journal of Food Science* 67(1): 29-31.
- Krause, RJ; Plimpton, RF; Ockerman, HW; Cahill, VR. 1978. "Influence of Tumbling and Sodium Tripolyphosphate on Salt and Nitrite Distribution in Porcine Muscle." *Journal of Food Science* 43(1): 190-192.
- Laakkonen, E.; Wellintong, G.H.; Sherbon, J.W. 1972. Low temperature, long-time heating of bovine muscle : 1. Changes in tenderness, water-binding capacity, pH and amount of watersoluble components. *Journal of Food Science*, 35, 175-177.
- Laakkonen, E; Wellington, GH; Sherbon, JN. 1970. Low-temperature, long-time heating of bovine muscle 1. Changes in tenderness, water-binding capacity, pH and amount of water-soluble components. *Journal of Food Science* 35(2): 175-177.
- Lawrie, R.A. (1998). *Lawrie's Meat Science*. (pp. 196). Woodhead Publishing.
- Lin, KW; Lin, SN. 2002. Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausage. *Meat Science* 60(2): 147-154.
- Lopez de Torres, G. y Carballo Garcia, B. 1991. *Manual de Bioquímica y Tecnología de la carne*. Ediciones A. Madrid Vicente. España. 171 p.

- MacFarlane, JJ; Schmidt, GR; Turner, RH. 1977. Binding of meat proteins: a comparison of myosin, actomyosin and sarcoplasmic proteins as binding agents. *Journal of food science*. 42(6): 1603-1605.
- Márquez, E; Arévalo, E.; Barboza, Y; Benitez, B; Rangel, L. 2008. Estabilidad de productos cárnicos reestructurados crudos con agregado de transglutaminasa y plasma de bovino. *Revista Científica*. 18(5):618-623.
- Martero-Vidal, MJ.; Fernández, IC.; Guerra-Rodríguez, E; Vásquez, M. 2015. Obtaining reduced-salt restructured white tuna (*Thunnus alalunga*) mediated by microbial transglutaminase.
- Martelo-Vidal, M. J., Mesas, J. M., & Vazquez, M. 2012. Low-salt restructured fish products from Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) with texture resembling Turkey breast. *Food Science and Technology International*, 18(3), 251-259.
- Martínez, MA; Velázquez de la Cruz, G; Ramírez de León, JR. 2010. Elaboración de reestructurado tipo jamón a partir de jaiba azul (*Callinectes sapidus*). XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Tamaulipas. México. .
- Martínez, M. A., Robledo, V., Velázquez, G., Ramírez, J. A., Vázquez, M., and Uresti, R. M. 2014.. Effect of precooking temperature and microbial transglutaminase on the gelling properties of blue crab (*Callinectes sapidus*) proteins. *Food Hydrocolloids*. 35(1): 264-269.
- Maya, J. 2010. Manejo y procesamiento de carne: curado. Escuela DE ciencias agrícolas y pecuarias. UNAD.
- Medina, CA. 2000. Estudio del Procesamiento de Ahumado en Caliente de Anguila Común (*Ophichthus pacifici*). Tesis Ing. Pesq. Lima, Perú. UNALM.
- Miler, K. Sikorsky Z. 1990. Ahumado. Tecnología de los productos del mar. Recursos, composición nutritiva y conservación. Editorial Acirbia. España pg. 223-243.
- Motoki M , Seguro K, 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Sci Technol* 9(5):204-210.

- Moreno, H. 2010. Reestructuración en frío de músculo de pescado mediante la incorporación de alginato sódico y transglutaminasa microbiana. Tesis Doctoral. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid.
- Muratore, G.; Licciardello, F. 2005. "Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf-life of Liquid-smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) Slices." *Journal of Food Science* **70**(5): 359-363.
- Neyra Granda, Luis. 1976. Utilización de la carne de Especies Hidrobiológicos en la Elaboración de embutidos-Mortadela Hot-Dog y pasta. Tesis para optar el título de Ing. Ind. Alim. Lima, Perú. UNALM.
- Olivares, F; Porturas, R. 2004. Guía de Laboratorio de Química de Recursos Hidrobiológicos. Facultad de Pesquería. Lima, Perú. UNALM.
- Park, JW. 2005. Surimi and surimi seafood. Florida, EE.UU.
- Paucar, A. 1984. Teoría del ahumado. X curso internacional ITP-JICA, Callao. Pag 37-45.
- Pearson, AM; Gillett, TA. 1996. Processed meats. United States of America, Thompson Publishing.
- Peña, J. 2006. Efecto de los ciclos de freído en la calidad del aceite de canola utilizado para elaborar totopos de maíz. Tesis Ing. Biotecnólogo. Instituto tecnológico de Sonora. Sonora, México.
- Produce. 2017. Estadísticas Sub-Sector Pesca. Disponible en: <http://www.produce.gob.pe>. Consultado el 20 de Marzo del 2017.
- Ramírez, J; Uresti, R; Téllez, S; Vázquez, M. 2002. Using salt and microbial transglutaminase as binding agents in restructured fish products resembling hams. *Journal of Food Science* **67**(5): 1778-1784.
- Ramírez, JA.; Velázquez, G.; Vásquez, M.; Téllez, S. 2006. Aprovechamiento de la lisa.
- Ramírez, R. 2009. Tecnología de Cárnicos. UNAD.
- Ramos F. 2004. Repertorio en torno a las especies alimentarias más utilizadas en España. R. P. I. n° M-007567/2004 (en línea, sitio web). Consultado 23 oct. 2015. Disponible en <http://www.historiacocina.com/especiales/diccionario/S.pdf>.

- Ramos-Martínez, E. 1999. Determinación de la presencia y el origen del fenómeno modori en surimi de cinco especies de pescado del Golfo de México. *Food Science and Technology International* 5(5): 397-405.
- Rees, J. y Bettison, J. 1994. *Procesado térmico y envasado de los alimentos*. Editorial Acribia. España. 287 p.
- Roblero, JG. 2009. Development and characterization of shelf-life and sensory properties of restructured albacore tuna (*Thunnus alalunga*) rolls. Tesis Mg.Sc. Corvallis, United States of America. OSU.
- Rojas, JR; Pequeño, G. 2000. Revisión taxonómica de especies de las subfamilias Epinephelinae y Serraninae (Pisces: Serranidae) de Chile. *Revista de Biología Tropical* 49(1): 157-171
- Ruusunen M., Vainionpaa J., Puolanne E., Lyly M., Lahteenmaki L., Niemisto M., Ahvenainen R. 2003. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Sci.* (63):9–16.
- Samejima, K; Hashimoto, Y; Yasui, T; Fukazawa, T. 1969. Heat gelling properties of myosin, actin, actomyosin and myosin-subunits in a saline model system. *Journal of Food Science* 34(3): 242-245.
- Sanchez, F. 2005. Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado. Tesis Doctoral. Universidad de Girona. Cataluña, España.
- Sano, T., Noguchi, S. F., Matsumoto, J. J., & Tsuchiya, T. 1989. Role of F-actin in thermal gelation of fish actomyosin. *Journal of Food Science* (54), 800-804.nm
- Seung-Woo, K. 1988. Demand analysis for surimi-based products in Japan. Tesis Maestria en Ciencias. Oregon, EE.UU. Universidad Estatal de Oregon.
- Shahidi F., Synowiecki J. 1997. Protein hydrolizates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications. *Food Chem.*(60):29–32
- Sikorsky, ZE. 1990. *Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación*. Editorial Acribia. 328 pp.
- Siu, FA. 1984. Utilización de las pechugas de pavo en la elaboración de jamón ahumado, inglés y nacional. Tesis Ing. Ind. Aliment. Lima, Perú. UNALM

- Smyth, AB; Smith, DM; O'Neill, E. 1998. Disulfide bonds influence the heat induced gel properties of chicken breast muscle myosin. *Journal of Food Science* 63(4): 584-588.
- Téllez-Luis et.al., 2002
- Theno, DM; Siegel, DG; Schmidt, GR. 1978. Meat massaging: effects of salt and phosphate on the microstructure of binding junctions in sectioned and formed hams. *Journal of Food Science* 43(2): 493-498.
- Totosaus, A. 2006. Funcionalidad de proteínas musculares (en línea). Ecatepec de Morelos, México. Consultado 14 jun. 2016. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Ighew3dr0HIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 2013. Reglamento propuesto sobre el envasado de oxígeno reducido. División de Seguridad e Inspección de los Alimentos, 1 Winners Circle, Albany, NY, 12235, 6 págs.
- Vacha, F.; Novik, I.; Spicka, J.; Podola, M. 2006. Determination of the effect of microbial transglutaminase on technological properties of common carp (*Cyprinus carpio* L.) meat. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, (12): 535–542
- Vera, M. 2008. Estudio biológico pesquero de los principales recursos costeros frente al litoral de la Región Tumbes durante el 2007. *Inf. Interno Inst. Mar Perú.* 27 pp.
- Vicetti, R. 1991. Propiedades funcionales de la carne de pescado y cambios producidos por el almacenamiento y procesamiento. *Notas de Divulgación de Ciencia y Tecnología. Inst. Tecn. Pesq. Del Perú.* 1 (1): 5-22.

X. ANEXOS

ANEXO 1. Biometría y rendimiento en filete de *Diplectrum conceptione* “carajito” en función a 12 ejemplares obtenidos.

Numero de Ejemplar	TALLA (cm)	PESO (g)	Rendimiento (%)
1	16	59	29.0
2	15.5	54	45.5
3	15.5	56	32.9
4	15.5	54	36.5
5	16.5	71	33.3
6	17	61	37.5
7	15.5	56	39.3
8	17	70	34.5
9	15.5	57	42.6
10	16.5	65	44.3
11	16	61	29.0
12	16.5	62	45.5
Promedio	16.08	60.5	37.55

ANEXO 2. Resultados de análisis organoléptico utilizando la Tabla Wittfogel.

	Muestras									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SUPERFICIE Y CONSISTENCIA										
Calificación dada por el observador	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4
OJOS										
Calificación dada por el observador	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3
BRANQUIAS										
Calificación dada por el observador	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3
CAV. ABD. Y ORG.										
Calificación dada por el observador	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3
OLOR										
Calificación dada por el observador	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
PUNTAJE TOTAL	14	17	18	14	16	16	16	15	16	17
PUNTAJE PROMEDIO	16									

ANEXO 3. Resultados y cálculos estadísticos para el análisis multifactorial de la Prueba de Cohesividad para las muestras en Crudo.

El Cuadro 19 muestra los resultados obtenidos de escala de Cohesividad usados para analizar las muestras de los diferentes tratamientos probados en un diseño factorial de 3x2x2 con tres repeticiones.

Cuadro 19: Resultados obtenidos de escala de cohesión para muestras en crudo.

Activa GS	NaCl			
	0%		2%	
	Fosfatos		Fosfatos	
	0%	0.2%	0%	0.2%
0%	20%	10%	30%	30%
	10%	10%	40%	40%
	20%	20%	40%	50%
1.5%	40%	50%	80%	80%
	40%	50%	70%	70%
	40%	40%	70%	80%
3%	80%	70%	90%	100%
	60%	70%	90%	100%
	70%	90%	100%	90%

Estos se llevaron a un análisis estadístico mediante un ANOVA multifactorial, para lo cual se tomaron las siguientes hipótesis, en base al modelo matemático planteado:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde, Y_{ijkl} es la variable de respuesta (cohesividad), μ es la media general, es el efecto simple de la temperatura, β_j es el efecto simple de la sal, γ_k es el efecto simple de los fosfatos, $(\tau\beta)_{ij}$ el efecto de la interacción entre Activa Gs y la sal, $(\tau\gamma)_{ik}$ efecto de interacción entre la Activa GS y fosfatos, $(\beta\gamma)_{jk}$ efecto de interacción entre sal y fosfatos, $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ efecto de interacción entre la temperatura, el operario y el tiempo de ciclo, y ε_{ijkl} es el error aleatorio.

Planteamiento de las hipótesis:

- 1) Para el efecto simple de Activa GS:

Nula: $H_0: \tau_i = 0$ (no influye el efecto simple de Activa GS sobre la Cohesividad).

Alternativa: $H_a: \tau_i \neq 0$ (si influye el efecto simple de Activa GS sobre la Cohesividad).

2) Para el efecto simple de la Sal:

Nula: $H_0: \beta_j = 0$ (no influye el efecto simple de la sal sobre la Cohesividad). Alternativa:

$H_a: \beta_j \neq 0$ (si influye el efecto simple de la sal sobre la Cohesividad).

3) Para el efecto simple de la presencia de Fosfatos:

Nula: $H_0: \gamma_k = 0$ (no influye el efecto simple la presencia de Fosfatos sobre la Cohesividad).

Alternativa: $H_a: \gamma_k \neq 0$ (si influye el efecto simple la presencia de Fosfatos sobre la cohesividad).

4) Para el efecto de interacción entre Activa GS y Sal:

Nula: $H_0: (\tau\beta)_{ij} = 0$ (no hay efecto de interacción entre la Activa GS y sal sobre la cohesividad).

Alternativa: $H_a: (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ (si hay efecto de interacción entre Activa GS y sal sobre la cohesividad).

5) Para el efecto de interacción entre Activa Gs y Fosfatos:

Nula: $H_0: (\tau\gamma)_{ik} = 0$ (no hay efecto de interacción entre Activa Gs y Fosfatos sobre la cohesividad).

Alternativa: $H_a: (\tau\gamma)_{ik} \neq 0$ (si hay efecto de interacción entre Activa Gs y Fosfatos sobre la cohesividad).

6) Para el efecto de interacción entre el operario y el tiempo de ciclo:

Nula: $H_0: (\beta\gamma)_{jk} = 0$ (no hay efecto de interacción entre el operario y el tiempo de ciclo sobre el teñido de la tela).

Alternativa: $H_a: (\beta\gamma)_{jk} \neq 0$ (si hay efecto de interacción entre el operario y el tiempo de ciclo sobre el teñido de la tela).

7) Para el efecto de interacción entre Activa GS, sal y fosfatos sobre la cohesividad.

Nula: (no hay efecto de interacción entre Activa GS, sal y fosfatos sobre la cohesividad).

Alternativa: (no hay efecto de interacción Activa GS, sal y fosfatos sobre la cohesividad).

Los resultados del ANOVA Multifactorial fueron los siguientes se muestran en el Cuadro 20. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de COHESIVIDAD en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 3 valores-P son menores que 0.05 (Sal, Activa GS y la Interacción de Sal y Activa GS), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre COHESIVIDAD con un 95.0% de nivel de confianza.

Cuadro 20: Análisis de Varianza para COHESIVIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:SAL	0.613611	1	0.613611	147.27	0.0000
B:ACTIVA GS	2.05056	2	1.02528	246.07	0.0000
C:FOSFATOS	0.0025	1	0.0025	0.60	0.4461
INTERACCIONES					
AB	0.0372222	2	0.0186111	4.47	0.0224
AC	0.000277778	1	0.000277778	0.07	0.7985
BC	0.005	2	0.0025	0.60	0.5568
ABC	0.00722222	2	0.00361111	0.87	0.4331
RESIDUOS	0.1	24	0.00416667		
TOTAL (CORREGIDO)	2.81639	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

ANEXO 4. Prueba de comparación de medias evaluada en los resultados obtenidos para análisis de prueba de cohesividad de los tratamientos sin cocción.

La prueba que se optó fue la Prueba de LSD (Prueba de la mínima diferencia significativa).

Donde

Ho: $\mu_i = \mu_j = \dots$, para toda $i \neq j$ y para todas las posibles parejas de medias de los tratamientos.

Se supuso una hipótesis alterna bilateral, donde dos medias se consideran diferentes si:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, (N-a)} \sqrt{CM_{ERROR} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Los resultados obtenidos del ANOVA indicaron diferencia entre los resultados de los tratamientos. La tabla ANOVA (Cuadro 21) descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 59.2667, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 21: Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a experimento factorial con las muestras en crudo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2.71639	11	0.246944	59.27	0.0000
Intra grupos	0.1	24	0.00416667		
Total (Corr.)	2.81639	35			

El Cuadro 22 muestra cuales son los grupos homogéneos en función de los 12 tratamientos realizados. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado para discriminar entre las medias fue el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Cuadro 22: Resultados de Prueba LSD a un nivel de confianza del 95.0%

Tratamientos	Casos	Media	Desviación Estándar	Grupos Homogéneos
A1	3	0.133333	0.058	X
A2	3	0.166667	0.058	X
A3	3	0.366667	0.00	X
A4	3	0.4	0.058	X
A5	3	0.4	0.058	X
A6	3	0.433333	0.12	X
A7	3	0.733333	0.058	X
A8	3	0.733333	0.10	X
A9	3	0.766667	0.058	X
A10	3	0.8	0.00	X
A11	3	0.933333	0.058	X
A12	3	0.966667	0.058	X

ANEXO 5. Resultados y cálculos estadísticos para el análisis multifactorial de la Prueba de Cohesividad para las muestras sometidas a cocción.

El Cuadro 23 muestra los resultados obtenidos de escala de Cohesividad usados para analizar las muestras de los diferentes tratamientos probados en un diseño factorial de 3x2x2 con tres repeticiones.

Cuadro 23: Resultados obtenidos de escala de cohesión para muestras en crudo.

		SAL			
		0		2	
		FOSFATOS		FOSFATOS	
TG					
	1	2	1	2	
0	10%	10%	30%	30%	
	10%	10%	30%	40%	
	10%	10%	40%	30%	
1.5	30%	40%	40%	40%	
	30%	30%	40%	50%	
	40%	40%	50%	50%	
3	80%	70%	90%	90%	
	70%	80%	85%	85%	
	80%	80%	90%	90%	

El modelo e hipótesis son las mismas que se utilizaron en el ANEXO 3. Los resultados del ANOVA se muestran en el Cuadro 24. Se mostró que existe efecto en la cohesividad de las muestras cocidas para debido a la presencia de NaCl y Activa GS, como la interacción de ambos factores.

Cuadro 24. Análisis de Varianza para COHESIVIDAD - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:SAL	0.613611	1	0.613611	147.27	0.0000
B:ACTIVA GS	2.05056	2	1.02528	246.07	0.0000
C:FOSFATOS	0.0025	1	0.0025	0.60	0.4461
INTERACCIONES					
AB	0.0372222	2	0.0186111	4.47	0.0224
AC	0.000277778	1	0.000277778	0.07	0.7985
BC	0.005	2	0.0025	0.60	0.5568
ABC	0.00722222	2	0.00361111	0.87	0.4331
RESIDUOS	0.1	24	0.00416667		
TOTAL (CORREGIDO)	2.81639	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

ANEXO 6. Prueba de comparación de medias evaluada en los resultados obtenidos para análisis de prueba de cohesividad de los tratamientos con cocción.

La prueba que se optó fue la Prueba de LSD (Prueba de la mínima diferencia significativa).

Donde:

Ho: $\mu_i = \mu_j = \dots$, para toda $i \neq j$ y para todas las posibles parejas de medias de los tratamientos.

Se supuso una hipótesis alterna bilateral, donde dos medias se consideran diferentes si:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\frac{\alpha}{2}, (N - a)} \sqrt{CM_{ERROR} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

El Cuadro 25 muestra los resultados obtenidos del ANOVA indicaron diferencia entre los resultados de los tratamientos. La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 145.03, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Cuadro 25. Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a experimento factorial con las muestras en crudo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.77	11	0.25202	120.97	0.0000
Intra grupos	0.05	24	0.00208		

El Cuadro 26 muestra cuales son los grupos homogéneos en función de los 12 tratamientos realizados. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado para discriminar entre las medias fue el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Cuadro 26: Resultados de Prueba LSD a un nivel de confianza del 95.0%

Método: 95.0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media	Desviación Estándar	Grupos Homogéneos
A2	3	0.1		X
A1	3	0.1		X
A8	3	0.333		X
A7	3	0.333		X
A3	3	0.367		X
A4	3	0.4		X
A10	3	0.467		X
A9	3	0.467		XX
A6	3	0.767		X
A5	3	0.8		X
A12	3	0.9		X
A11	3	0.9		X

ANEXO 7. Análisis estadísticos de los resultados de la prueba de resistencia a la tensión.

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 82.3325, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 24 variables con un nivel del 95.0% de confianza. Estos datos se muestran en el Cuadro 27.

Cuadro 27: Tabla ANOVA obtenida para identificar diferencias significativas entre los tratamientos de la prueba de resistencia a la tensión.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	447.111	23	19.4396	82.33	0.0000
Intra grupos	11.3333	48	0.236111		
Total (Corr.)	458.444	71			

El Cuadro 28 muestra la comparación de medias de los tratamientos en crudo y cocido, mediante la Prueba de Rangos Múltiples mediante el Método LSD a un 95.0 de confianza.

Cuadro 28: Pruebas de Múltiple Rangos de los resultados obtenidos mediante la prueba de resistencia a la tensión de cada tratamiento.

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
A4 (Crudo)	3	1.0	0	X
A2 (Crudo)	3	1.0	0	X
A3 (Cocido)	3	1.0	0.577	X
A1 (Crudo)	3	1.0	0.577	X
A3 (Cocido)	3	3.0	0	X
A4 (Cocido)	3	3.333	0.577	XX
A7 (Cocido)	3	4.0	0.577	XX

A9 (Cocido)	3	4.0	0.577	XX
A3 (Crudo)	3	4.333	0	X
A4 (Crudo)	3	4.667	0.577	X
A7 (Crudo)	3	5.667	0.577	X
A6 (Cocido)	3	5.667	0.577	X
A8 (Crudo)	3	5.667	0	X
A5 (Cocido)	3	6.0	0	XX
A10 (Cocido)	3	6.333	0	XXX
A9 (Cocido)	3	6.667	0.577	XXX
A5 (Crudo)	3	7.0	1	XXX
A6 (Crudo)	3	7.333	0.577	XXX
A12 (Cocido)	3	7.667	0	XXX
A11 (Cocido)	3	7.667	0	XXX
A9 (Crudo)	3	8.0	0.57735	XXX
A10 (Crudo)	3	8.333	0.57735	XX
A12 (Crudo)	3	8.667	0.57735	X
A11 (Crudo)	3	8.667	0.57735	X

ANEXO 8. Análisis estadísticos de los resultados de la capacidad de retención de agua.

Tabla ANOVA de los resultados del experimento factorial. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 7 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA con un 95.0% de nivel de confianza.

Cuadro 29. Análisis de Varianza para CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:SAL	27.2593	1	27.2593	14.46	0.0009
B:ACTIVA GS	1.148	2	0.573998	0.30	0.7402
C:FOSFATOS	120.576	1	120.576	63.98	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.76002	2	0.880009	0.47	0.6325
AC	0.124804	1	0.124804	0.07	0.7991
BC	2.28526	2	1.14263	0.61	0.5535
ABC	1.37945	2	0.689725	0.37	0.6973
RESIDUOS	45.2299	24	1.88458		
TOTAL (CORREGIDO)	199.763	35			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El Cuadro 30 muestra la prueba de múltiples rangos. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de "X". El método empleado para discriminar entre las medias fue el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Cuadro 30: Pruebas de Múltiple Rangos

Tratamientos	Casos	Media	Grupos Homogéneos
A3	3	91.6086	X
A1	3	92.1595	XX
A5	3	93.5277	XXX
A11	3	94.0024	XXX
A9	3	94.0337	XXX
A7	3	94.1275	XXX
A6	3	95.8127	XXX
A4	3	95.8567	XX
A2	3	96.2539	XX
A12	3	97.6128	X
A10	3	97.8028	X
A8	3	98.082	X

ANEXO 9. Programa de Ahumado para la Variable T1.

	Tiempo	T interna	T ambiente
1era etapa (30°C)	0	18	30
	5	18	30
	10	19	29
	15	18	28
	20	19	29
	25	19	30
	30	19	35
2da etapa (50°C)	35	20	40
	40	22	42
	45	23	48
	50	24	50
	55	25	52
	60	24	52
	65	25	52
3era etapa Cocción	70	26	52
	75	28	55
	80	30	60
	85	32	62
	90	33	65
	95	33	70
	100	35	74
	105	35	77
	110	35	80
	115	36	84
	120	37	83
	125	41	86
	130	42	86
	135	45	88
	140	46	89
	145	47	88
	150	48	90
	155	55	91
	160	57	88
	165	61	88
	170	61	89
	175	61	89
	180	63	88
	185	65	89
	190	66	90
	195	67	90
	200	67	90
	205	69	89
	210	70	90
	215	66	91
220	67	90	
225	67	88	
230	69	89	
235	70	90	
240	71	91	
245	72	88	
250	73	88	

ANEXO 10. Programa de Ahumado para la Variable T2.

	Tiempo	T° interna	T° ambiente
1era etapa	0	18	28
	5	18	30
	10	19	29
	15	18	28
	20	19	29
	25	19	29
	30	19	30
2da Etapa (Cocción)	35	20	44
	40	23	54
	45	29	60
	50	30	62
	55	32	65
	60	37	69
	65	36	70
	70	37	72
	75	41	74
	80	41	75
	85	44	77
	90	47	78
	95	49	80
	100	50	82
	105	51	84
	110	52	85
	115	54	87
	120	58	86
	125	60	88
	130	56	89
	135	57	88
	140	61	90
	145	63	89
	150	65	90
	155	66	87
	160	67	90
	165	67	87
	170	69	86
175	69	88	
180	71	89	
185	71	90	
190	71	91	
195	72	92	
200	73	91	
205	72	90	

ANEXO 11. Análisis del tratamiento T3.

El Cuadro 31 se observa los valores para calcular el tiempo de proceso de tres temperaturas distintas en el bloque de carne (90, 80 y 75°C).

Cuadro 31: Calculo de Tiempos de Proceso a 90, 80 y 75°C.

Minutos	T°	90-T°	Log(90-T°)	Minutos	T°	80-T°	Log(80-T°)	Minutos	T°	75-T°	Log(75-T°)
1	19.50	70.50	1.85	1	11.90	68.10	1.83	1	19.2	55.80	1.75
2	20.70	69.30	1.84	2	11.90	68.10	1.83	2	20.9	54.10	1.73
3	21.90	68.10	1.83	3	11.90	68.10	1.83	3	23	52.00	1.72
4	23.10	66.90	1.83	4	12.00	68.00	1.83	4	24.8	50.20	1.70
5	24.40	65.60	1.82	5	12.40	67.60	1.83	5	27.9	47.10	1.67
6	25.80	64.20	1.81	6	13.10	66.90	1.83	6	30.9	44.10	1.64
7	27.10	62.90	1.80	7	13.90	66.10	1.82	7	31.3	43.70	1.64
8	28.50	61.50	1.79	8	14.80	65.20	1.81	8	32.8	42.20	1.63
9	29.90	60.10	1.78	9	15.90	64.10	1.81	9	33.8	41.20	1.61
10	31.40	58.60	1.77	10	17.10	62.90	1.80	10	34.9	40.10	1.60
11	32.70	57.30	1.76	11	18.40	61.60	1.79	11	36.6	38.40	1.58
12	34.10	55.90	1.75	12	19.70	60.30	1.78	12	38.2	36.80	1.57
13	35.50	54.50	1.74	13	21.00	59.00	1.77	13	39.3	35.70	1.55
14	36.90	53.10	1.73	14	22.40	57.60	1.76	14	40.4	34.60	1.54
15	38.30	51.70	1.71	15	23.80	56.20	1.75	15	41.7	33.30	1.52
16	39.60	50.40	1.70	16	25.10	54.90	1.74	16	42.8	32.20	1.51
17	40.90	49.10	1.69	17	26.50	53.50	1.73	17	44	31.00	1.49
18	42.20	47.80	1.68	18	27.80	52.20	1.72	18	44.7	30.30	1.48
19	43.60	46.40	1.67	19	29.20	50.80	1.71	19	45.2	29.80	1.47
20	44.90	45.10	1.65	20	30.50	49.50	1.69	20	45.9	29.10	1.46
21	46.20	43.80	1.64	21	31.80	48.20	1.68	21	46.7	28.30	1.45
22	47.30	42.70	1.63	22	33.10	46.90	1.67	22	47.8	27.20	1.43
23	48.50	41.50	1.62	23	34.30	45.70	1.66	23	48.1	26.90	1.43
24	49.70	40.30	1.61	24	35.70	44.30	1.65	24	48.6	26.40	1.42
25	50.90	39.10	1.59	25	36.90	43.10	1.63	25	49.2	25.80	1.41
26	52.00	38.00	1.58	26	38.10	41.90	1.62	26	49.9	25.10	1.40
27	53.10	36.90	1.57	27	39.30	40.70	1.61	27	50.4	24.60	1.39
28	54.20	35.80	1.55	28	40.40	39.60	1.60	28	51	24.00	1.38
29	55.20	34.80	1.54	29	41.50	38.50	1.59	29	51.6	23.40	1.37
30	56.20	33.80	1.53	30	42.60	37.40	1.57	30	52.4	22.60	1.35
31	57.30	32.70	1.51	31	43.60	36.40	1.56	31	53.1	21.90	1.34
32	58.20	31.80	1.50	32	44.70	35.30	1.55	32	53.6	21.40	1.33
33	59.20	30.80	1.49	33	45.60	34.40	1.54	33	54	21.00	1.32
34	60.10	29.90	1.48	34	46.60	33.40	1.52	34	54.5	20.50	1.31
35	61.00	29.00	1.46	35	47.60	32.40	1.51	35	55	20.00	1.30
36	61.90	28.10	1.45	36	48.50	31.50	1.50	36	55.7	19.30	1.29
37	62.70	27.30	1.44	37	49.40	30.60	1.49	37	55.9	19.10	1.28
38	63.60	26.40	1.42	38	50.30	29.70	1.47	38	56.7	18.30	1.26
39	64.40	25.60	1.41	39	51.10	28.90	1.46	39	57.9	17.10	1.23
40	65.10	24.90	1.40	40	52.00	28.00	1.45	40	57.8	17.20	1.24
41	65.90	24.10	1.38	41	52.80	27.20	1.43	41	58.3	16.70	1.22
42	66.60	23.40	1.37	42	53.60	26.40	1.42	42	58.6	16.40	1.21
43	67.30	22.70	1.36	43	54.40	25.60	1.41	43	59	16.00	1.20
44	67.90	22.10	1.34	44	55.10	24.90	1.40	44	59.5	15.50	1.19
45	68.60	21.40	1.33	45	55.80	24.20	1.38	45	59.9	15.10	1.18
46	69.30	20.70	1.32	46	56.50	23.50	1.37	46	59.5	15.50	1.19
47	69.90	20.10	1.30	47	57.20	22.80	1.36	47	59.9	15.10	1.18
48	70.50	19.50	1.29	48	57.90	22.10	1.34	48	60.3	14.70	1.17

49	71.00	19.00	1.28	49	58.60	21.40	1.33	49	60.7	14.30	1.16
50	71.60	18.40	1.26	50	59.20	20.80	1.32	50	61	14.00	1.15
51	72.60	17.40	1.24	51	59.80	20.20	1.31	51	61.5	13.50	1.13
				52	60.40	19.60	1.29	52	61.7	13.30	1.12
				53	61.00	19.00	1.28	53	62.1	12.90	1.11
				54	61.50	18.50	1.27	54	62.4	12.60	1.10
				55	62.00	18.00	1.26	55	62.7	12.30	1.09
				56	62.50	17.50	1.24	56	63	12.00	1.08
				57	63.10	16.90	1.23	57	63.3	11.70	1.07
				58	63.50	16.50	1.22	58	63.5	11.50	1.06
				59	64.00	16.00	1.20	59	63.7	11.30	1.05
				60	64.50	15.50	1.19	60	63.8	11.20	1.05
				61	64.80	15.20	1.18	61	64.1	10.90	1.04
				62	65.20	14.80	1.17	62	64.4	10.60	1.03
				63	65.60	14.40	1.16	63	64.7	10.30	1.01
				64	66.00	14.00	1.15	64	64.9	10.10	1.00
				65	66.40	13.60	1.13	65	65.2	9.80	0.99
				66	66.80	13.20	1.12	66	65.4	9.60	0.98
				67	67.10	12.90	1.11	67	65.6	9.40	0.97
				68	67.40	12.60	1.10	68	65.8	9.20	0.96
				69	67.70	12.30	1.09	69	65.9	9.10	0.96
				70	68.00	12.00	1.08	70	66.1	8.90	0.95
				71	68.30	11.70	1.07	71	66.2	8.80	0.94
				72	68.60	11.40	1.06	72	66.3	8.70	0.94
				73	68.90	11.10	1.05	73	66.6	8.40	0.92
				74	69.20	10.80	1.03	74	66.8	8.20	0.91
				75	69.40	10.60	1.03	75	67	8.00	0.90
				76	69.60	10.40	1.02	76	67.2	7.80	0.89
				77	69.80	10.20	1.01	77	67.3	7.70	0.89
				78	70.10	9.90	1.00	78	67.4	7.60	0.88
				79	70.30	9.70	0.99	79	67.5	7.50	0.88
				80	70.50	9.50	0.98	80	67.6	7.40	0.87
				81	70.70	9.30	0.97	81	67.7	7.30	0.86
				82	71.00	9.00	0.95	82	67.8	7.20	0.86
				83	71.10	8.90	0.95	83	67.9	7.10	0.85
				84	71.30	8.70	0.94	84	68.1	6.90	0.84
				85	71.40	8.60	0.93	85	68.2	6.80	0.83
				86	71.60	8.40	0.92	86	68.3	6.70	0.83
				87	71.80	8.20	0.91	87	68.4	6.60	0.82
				88	71.90	8.10	0.91	88	68.5	6.50	0.81
				89	72.10	7.90	0.90	89	68.8	6.20	0.79
				90	72.20	7.80	0.89	90	68.9	6.10	0.79
				91	72.30	7.70	0.89	91	69.1	5.90	0.77
				92	72.30	7.70	0.89	92	69.2	5.80	0.76
								93	69.4	5.60	0.75
								94	69.5	5.50	0.74
								95	69.6	5.40	0.73
								96	69.7	5.30	0.72
								97	69.9	5.10	0.71
								98	70	5.00	0.70

b 0.01

El tiempo de proceso se calculó en base a la siguiente fórmula para cada una de las temperaturas:

$$tB = fh (\log ji - \log g)$$

Ji	Tr-TA	80.965	86.477	44.443
log Ji	Tr-T0	1.9083	1.9369	1.6478
g	=	17.4	7.7	5
log g	=	1.2405	0.8865	0.699

tB (90°C)	52.168		tB (80°C)	85.399
--------------	--------	--	--------------	--------

tB (75°C)	102.02
--------------	--------

ANEXO 12. Cálculo de Valor P a través de la Curva de Penetración de Calor.

Tiempo (min)	Temperatura en el Centro (°C)	Letalidad	P
0	19.50	0.00000002	
1	20.70	0.00000003	0.00000003
2	21.90	0.00000005	0.00000005
3	23.10	0.00000007	0.00000007
4	24.40	0.00000011	0.00000011
5	25.80	0.00000019	0.00000019
6	27.10	0.00000030	0.00000030
7	28.50	0.00000048	0.00000048
8	29.90	0.00000079	0.00000079
9	31.40	0.00000133	0.00000133
10	32.70	0.00000210	0.00000210
11	34.10	0.00000343	0.00000343
12	35.50	0.00000561	0.00000561
13	36.90	0.00000916	0.00000916
14	38.30	0.00001496	0.00001496
15	39.60	0.00002360	0.00002360
16	40.90	0.00003722	0.00003722
17	42.20	0.00005870	0.00005870
18	43.60	0.00009588	0.00009588
19	44.90	0.00015122	0.00015122
20	46.20	0.00023849	0.00023849
21	47.30	0.00035067	0.00035067
22	48.50	0.00053401	0.00053401
23	49.70	0.00081320	0.00081320
24	50.90	0.00123836	0.00123836
25	52.00	0.00182085	0.00182085
26	53.10	0.00267733	0.00267733
27	54.20	0.00393667	0.00393667
28	55.20	0.00558903	0.00558903
29	56.20	0.00793494	0.00793494
30	57.30	0.01166732	0.01166732
31	58.20	0.01599401	0.01599401
32	59.20	0.02270724	0.02270724
33	60.10	0.03112796	0.03112796
34	61.00	0.04267141	0.04267141
35	61.90	0.05849561	0.05849561
36	62.70	0.07742637	0.07742637
37	63.60	0.10613905	0.10613905
38	64.40	0.14048851	0.14048851
39	65.10	0.17955012	0.17955012
40	65.90	0.23765737	0.23765737
41	66.60	0.30373595	0.30373595
42	67.30	0.38818710	0.38818710
43	67.90	0.47903285	0.47903285
44	68.60	0.61222378	0.61222378
45	69.30	0.78244730	0.78244730
46	70.50	1.19152594	1.19152594
47	70.50	1.19152594	1.19152594

48	71.00	1.41973406	1.41973406
49	71.60	1.75198830	1.75198830
50	72.60	2.48735747	2.48735747
51	72.60	2.48735747	2.48735747
52	71.00	1.41973406	1.41973406
53	69.30	0.78244730	0.78244730
54	68.60	0.61222378	0.61222378
55	67.90	0.47903285	0.47903285
56	67.30	0.38818710	0.38818710
57	66.60	0.30373595	0.30373595
58	65.90	0.23765737	0.23765737
59	65.10	0.17955012	0.17955012
60	64.40	0.14048851	0.14048851
61	63.60	0.10613905	0.10613905
62	62.70	0.07742637	0.07742637
63	61.90	0.05849561	0.05849561
64	61.00	0.04267141	0.04267141
65	60.10	0.03112796	0.03112796
66	59.20	0.02270724	0.02270724
67	58.20	0.01599401	0.01599401
68	57.30	0.01166732	0.01166732
69	56.20	0.00793494	0.00793494
70	55.20	0.00558903	0.00558903
71	54.20	0.00393667	0.00393667
72	53.10	0.00267733	0.00267733
73	52.00	0.00182085	0.00182085
74	50.90	0.00123836	0.00123836
75	49.70	0.00081320	0.00081320
76	48.50	0.00053401	0.00053401
77	47.30	0.00035067	0.00035067
78	46.20	0.00023849	0.00023849
79	44.90	0.00015122	0.00015122
80	43.60	0.00009588	0.00009588
81	42.20	0.00005870	0.00005870
82	40.90	0.00003722	0.00003722
83	39.60	0.00002360	0.00002360
84	38.30	0.00001496	0.00001496
85	36.90	0.00000916	0.00000916
86	35.50	0.00000561	0.00000561
87	34.10	0.00000343	0.00000343
88	32.70	0.00000210	0.00000210
89	31.40	0.00000133	0.00000133
90	29.90	0.00000079	0.00000079
91	28.50	0.00000048	0.00000048
92	27.10	0.00000030	0.00000030
93	25.80	0.00000019	0.00000019
94	24.40	0.00000011	0.00000011
95	23.10	0.00000007	0.00000007
96	21.90	0.00000005	0.00000005
97	20.70	0.00000003	0.00000003
98	19.50	0.00000002	0.00000002

18.97940474

ANEXO 13. TABLA TENTATIVA DE CALIFICACION ORGANOLEPTICA PARA LAMINAS DE JAMON DE CARAJITO

Característica	Calificación
OLOR	
Agradable a humo, parecido a tocino ahumado.	3
Ligero, suave a humo y ligero, suave a tocino ahumado.	2
Sin olor o muy ligero a humo	1
Olor distinto a humo o algo rancio.	0
COLOR	
Color café-dorado en forma homogénea en el borde, color blanco-rosa en el interior.	3
Color café-dorado en forma homogénea en el borde, coloración blanca en el interior	2
Color café con notorio oscurecimiento en el borde de la láminas, interior de coloración blanca posible presencia de manchas oscuras.	1
Color marrón negrusco en toda en el borde, color amarillento en el interior de lámina de jamón.	0
TEXTURA	
Firme, consistente, elástica	3
Firme con algo de pérdida de consistencia	2
No tan firme, algo inconsistente, con la parte central del musculo blanda	1
Consistente húmeda y muy blanda	0
SABOR	
Sabor a humo, tocino ahumado y un salado bastante agradable	3
Sabor a humo, tocino ahumado pero más suave, ligeramente más salado.	2
Sabor muy suave a humo y salado	1
Sabor distinto a humo, sabores extraño y muy salado.	0