

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA



“ESTUDIO DEL PROCESAMIENTO DE ALETA DE POTA (*Dosidicus gigas*)  
COCIDA Y COLOREADA CON ACHIOTE”

**Presentado por**

GUILLERMO SALVO PUSA

Tesis para optar el título de  
Ingeniero pesquero

Lima - Perú

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**

**“ESTUDIO DEL PROCESAMIENTO DE ALETA DE POTA  
(*Dosidicus gigas*) COCIDA Y COLOREADA CON ACHIOTE”**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
PESQUERO**

Presentado por:

**Guillermo Salvo Pusa**

Sustentada el 19 de julio del 2016 y aprobado por el siguiente jurado:

---

Ing. M.Sc. Raúl Porturas Olaechea  
**PRESIDENTE**

---

Ing. M.Sc. David Roldán Acero  
**MIEMBRO**

---

Ing. Rodolfo Omote Sibina  
**MIEMBRO**

---

Dr. César A. Pizardi Díaz  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

*“Dedico esta tesis a mis padres, quienes han estado junto a mí en todo momento, apoyándome y dándome fuerzas para seguir adelante. También a mi esposa Diana, por su gran cariño y apoyo incondicional”.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios, por permitirme seguir adelante y concluir esta y otras metas.

Al Dr. César Antonio Pizardi Díaz que gracias a sus consejos, paciencia, confianza y apoyo se llevó a cabo la realización del presente trabajo. Gracias por su amistad, y por haber creído en mí.

Un especial agradecimiento al señor Ernesto del laboratorio de química y de procesos de la facultad de pesquería de la UNALM, por su apoyo en las pruebas realizadas.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POTA</b>	<b>2</b>
2.1.1 Biología y taxonomía	2
2.1.1.1. Distribución geográfica	4
2.1.2 Desembarque y comercialización	6
2.1.2.1 Desembarque anual de recursos hidrobiológicos	6
2.1.2.2 Desembarque total de la pota según su utilización	6
2.1.2.3 Exportación de pota	7
2.1.2.4 Ingreso de pota a los mercados mayoristas pesqueros de Lima	8
<b>2.2 COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DE LA POTA</b>	<b>9</b>
2.2.1 Composición física	9
2.2.2 Composición química y valor nutritivo	10
2.2.3 Estructura muscular	11
<b>2.3 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PROTEÍNAS</b>	<b>13</b>
2.3.1 Generalidades	13
a) Estructura primaria	14

b) Estructura secundaria	14
c) Estructura terciaria	14
d) Estructura cuaternaria	14
2.3.2 Clasificación de proteínas musculares	15
a) Proteínas sarcoplasmáticas	15
b) Proteínas miofibrilares	16
c) Proteínas insolubles	16
2.3.3 Desnaturalización de las proteínas	17
<b>2.4 HIDRATACIÓN DE LAS PROTEÍNAS</b>	<b>18</b>
<b>2.5 CARACTERÍSTICAS DEL ACHIOTE</b>	<b>19</b>
2.5.1 Aspectos generales	19
2.5.2 Pigmentos	20
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>21</b>
<b>3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN</b>	<b>22</b>
<b>3.2 MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>22</b>
3.2.1 Materiales	22
a) Materia prima	22
b) Semillas de achiote	22
c) Otros materiales	22
3.2.2 Equipos	23
<b>3.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>	<b>23</b>
3.3.1 Flujo general de proceso	24
3.3.2 Descripción del proceso	24
3.3.3 Variables estudiadas	26

3.3.3.1 Relación agua: aleta de pota (a: ap)	26
3.3.3.2 Concentración de sal de la solución de cocción	26
3.3.3.3 Coloración de las aletas	27
3.3.3.4 Temperatura y tiempo de cocción	28
<b>3.4 MÉTODOS ANALÍTICOS</b>	<b>29</b>
3.4.1 Composición química proximal	29
3.4.2 Análisis de frescura de las aletas de pota	29
3.4.3 Evaluación sensorial del color de las aletas	29
3.4.3.1 Análisis por el Atlas de color	29
3.4.3.2 Análisis por panel de jueces	30
3.4.4 Evaluación del sabor de las aletas coloreadas	31
3.4.5 Evaluación de la textura de las aletas coloreadas	31
3.4.5.1 Instrumental	31
3.4.5.2 Sensorial	32
<b>3.5 PRUEBA DE REHIDRATACIÓN DE LA ALETA COCIDA COLOREADA</b>	<b>32</b>
<b>3.6 PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL</b>	<b>32</b>
<b>3.7 PRUEBA DISCRIMINATORIA TRIANGULAR</b>	<b>33</b>
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>
<b>4.1 ANÁLISIS DE FRESCURA DE LA ALETA DE POTA</b>	<b>34</b>
<b>4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALETA DE POTA</b>	<b>34</b>
<b>4.3 PARTE EXPERIMENTAL</b>	<b>35</b>
4.3.1 Determinación de la relación agua: aleta de pota	35
4.3.2 Concentración de sal común de la solución de cocción	36
4.3.3 Coloración de las aletas de pota	36

4.3.4 Determinación del tiempo y temperatura de cocción de las aletas de pota	37
4.3.5 Optimización del tiempo de cocción de las aletas de pota	39
<b>4.4 FLUJO FINAL DEL PROCESO DE ALETA DE POTA COLOREADA</b>	<b>41</b>
4.4.1 Diagrama de flujo	41
4.4.2 Rendimiento del producto	42
<b>4.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS ALETAS DE POTA COLOREADA</b>	<b>43</b>
4.5.1 Composición química	43
4.5.2 Rehidratación	44
4.5.3 Evaluación instrumental de textura de la aleta de pota cocida coloreada	45
4.5.4 Pruebas sensoriales del producto	48
4.5.4.1 Prueba de aceptabilidad	48
4.5.4.2 Prueba discriminativa triangular	49
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>60</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Desembarque anual de recursos hidrobiológicos (TMB) (2006-2012)	6
<b>Tabla 2</b>	Desembarque de pota y calamar (TMB) (2006-2014)	7
<b>Tabla 3</b>	Ingreso de pota a los mercados mayoristas pesqueros de Lima Metropolitana (TMB) (2006-2012)	9
<b>Tabla 4</b>	Composición física promedio del manto, aletas, tentáculos y vísceras de calamares	9
<b>Tabla 5</b>	Composición química promedio del manto fresco de la pota	10
<b>Tabla 6</b>	Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de la pota	11
<b>Tabla 7</b>	Composición de la semilla del achiote	20
<b>Tabla 8</b>	Muestras cocidas a diferentes tiempos y temperaturas	28
<b>Tabla 9</b>	Escala de aceptación para la aleta de pota cocida y coloreada	33
<b>Tabla 10</b>	Análisis de frescura de la aleta de pota	34
<b>Tabla 11</b>	Composición química de la aleta de pota fresca	34
<b>Tabla 12</b>	Determinación de la relación agua: aleta de pota para la cocción (T = 100°C, t = 15 min)	35
<b>Tabla 13</b>	Concentración de sal común de la solución de cocción de las aletas de pota (T = 100°C, t = 15 min)	36
<b>Tabla 14</b>	Coloración de aletas de pota con achiote (T = 100°C, t = 15 min)	36
<b>Tabla 15</b>	Cambio de las características sensoriales de la aleta de pota durante la cocción	37
<b>Tabla 16</b>	Análisis de la coloración con respecto al tiempo de cocción de la aleta de pota (T = 100°C)	40
<b>Tabla 17</b>	Rendimiento de la aleta de pota con respecto a cada actividad procesada	42
<b>Tabla 18</b>	Composición química de aleta de pota cocida	43
<b>Tabla 19</b>	Composición química de aletas de pota coloreadas de diverso origen (%)	43
<b>Tabla 20</b>	Variación de masa por rehidratación de la aleta de pota cocida y coloreada	44
<b>Tabla 21</b>	Dureza de la aleta de pota cocida y coloreada (100°C)	46
<b>Tabla 22</b>	Dureza de varias carnes comestibles cocidas (1Kf = 9,8067N)	48
<b>Tabla 23</b>	Aceptabilidad de la aleta de pota cocida y coloreada	49
<b>Tabla 24</b>	Prueba discriminativa triangular de la aleta de pota coloreada	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Estructura morfológica de la Pota: A) vista dorsal, B) vista ventral	3
<b>Figura 2</b>	Distribución geográfica de la pota ( <i>Dosidicus gigas</i> )	4
<b>Figura 3</b>	Distribución de la pota en la costa peruana	5
<b>Figura 4</b>	Índice del volumen exportado de calamar, pota en miles de TMB, 2005-2014	8
<b>Figura 5</b>	Representación esquemática de la ultraestructura de una fibra muscular de bacalao	12
<b>Figura 6</b>	Interpretación esquemática de la composición tisular del manto de calamar ( <i>Loligo pealei</i> )	13
<b>Figura 7</b>	Estructura de las proteínas	15
<b>Figura 8</b>	Esquema de la desnaturalización típica de una proteína	17
<b>Figura 9</b>	Fórmula estructural de la bixina	21
<b>Figura 10</b>	Flujo general de elaboración de aleta de pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ) cocida y coloreada	24
<b>Figura 11</b>	Flujo de la determinación de la relación agua: aleta de pota para obtener la mejor textura	26
<b>Figura 12</b>	Flujo de la determinación de la concentración de sal en la solución de cocción de aletas de pota	27
<b>Figura 13</b>	Flujo de determinación del tamaño de achiote utilizado para colorear las aletas de pota	28
<b>Figura 14</b>	Hexágono de los seis colores básicos	30
<b>Figura 15</b>	Variación de las características sensoriales de la aleta de pota de acuerdo al tratamiento de cocción	38
<b>Figura 16</b>	Intensidad de color de las aletas de pota en función al tiempo de cocción	40
<b>Figura 17</b>	Flujo de procesamiento de la aleta de pota cocida y coloreada	41
<b>Figura 18</b>	Incremento de masa por rehidratación de aleta de pota coloreada	45
<b>Figura 19</b>	Curvas de textura de la aleta de pota cocida en 8 minutos	47
<b>Figura 20</b>	Curvas de textura de la aleta de pota cocida en 20 minutos	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b>	Características físico – organolépticas de los cefalópodos de acuerdo a la categoría de fresca	60
<b>ANEXO 2</b>	Comparación del panel de degustadores	61
<b>ANEXO 3</b>	Análisis de varianza de la calificación sensorial de color para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada	64
<b>ANEXO 4</b>	Análisis de varianza de la calificación sensorial del sabor para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada	66
<b>ANEXO 5</b>	Análisis de varianza de la calificación sensorial de la textura para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada	68
<b>ANEXO 6</b>	Análisis estadístico prueba de aceptabilidad de la aleta de pota coloreada	70

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el flujo óptimo en la elaboración de aleta de pota (*Dosidicus gigas*) cocida y coloreada con achiote. El proceso consistió de las siguientes etapas: despellejado, lavado, cocido en solución acuosa con sal común, adicionado de achiote y en ebullición, lavado, cortado y envasado. Las variables estudiadas fueron: concentración de sal común y tamaño de las semillas de achiote en la solución de cocción, relación solución: aletas de pota (v/p), así como temperatura y tiempo de cocción. Las características evaluadas durante el proceso fueron: color mediante cartas de color; sabor y textura por evaluación sensorial por panel entrenado con escala estructurada y las calificaciones sometidas a un análisis de varianza; en el producto final se determinaron: composición química, rehidratación, análisis instrumental de textura (Brookfield) y pruebas sensoriales discriminativa triangular y de aceptabilidad. Los resultados mostraron que la relación solución: aletas de 2:1 (v/p) fue la más conveniente por facilitar la cocción y el uso de una solución al 3% de sal por la pigmentación de las aletas. Los tratamientos de temperatura y tiempo no influenciaron mayormente sobre el sabor y la textura de las aletas porque apenas se obtuvieron diferencias en los tratamientos A y B, no habiendo diferenciación significativa ( $p < 0,01$ ) en el resto de tratamientos; en cambio sí afectó en gran medida el color (significación  $p < 0,01$ ) en los diversos tratamientos. Las mejores características de color, sabor y textura de la aleta de pota determinadas en el estudio fueron superiores a las del producto comercial, especialmente la textura. La aleta de pota cocida y coloreada alcanzó una alta aceptabilidad y no se diferenció del manto de pota preparada en las mismas condiciones.

**Palabras clave:** aleta de pota, *Dosidicus gigas*, procesamiento de pota, evaluación sensorial

## SUMMARY

The aim of this study was to determine the optimal processing flow fin squid (*Dosidicus gigas*) cooked and colored with annatto. The process consisted of the following steps: skinned, washed, boiled in aqueous solution with salt, annatto added and boiling washing, slicing and packaging. The variables studied were: salt concentration and size of annatto seeds in the cooking solution, relationship solution: squid fins (v / p) and temperature and cooking time. The characteristics were evaluated during the process: color by color charts; taste and texture by sensory evaluation by panel trained with structured scale and qualifications subject to ANVA; in the final product they were determined: chemical composition, rehydration, instrumental analysis of texture (Brookfield) and triangular and acceptability discriminating sensory testing. The results showed that the relationship solution fins was 2: 1 (v / w) were the most convenient for cooking and facilitate the use of a 3% solution for improving pigmentation of the fins. The treatments (temperature/time) did not influence mainly on the taste and texture of the fins because hardly any differences in treatments A and B were shown, with no significant ( $p < 0,01$ ) in the other treatments; however it did affect greatly the color (significance  $p < 0,01$ ) in the various treatments. The best features of color, flavor and texture of the fin squid identified in the study were higher than those of commercial product, especially texture. Fin squid cooked and colored reached a high acceptability and did not differ pota mantle prepared under the same conditions.

**Keywords:** fin squid, *Dosidicus gigas*, giant squid processing, sensory evaluation.

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro del grupo de alimentos de origen marino, la pota *Dosidicus gigas* destaca por la calidad de su carne. Es un producto con alto nivel nutritivo del que puede aprovecharse hasta un 75% de sus partes después de quitarle las vísceras (Salinas *et al.*, 2004). Una de las razones de la importancia del aprovechamiento de la pota, en general de los moluscos, es su alto valor nutritivo ya que contienen vitaminas A, B y D, compuestos glicerofosfóricos, cloruros, carbohidratos y proteínas en cantidades adecuadas y de fácil digestión. Las proteínas que están presentes son digeribles en su mayor parte (Cifuentes *et al.*, 1995), alcanzando un  $94 \pm 3\%$  (FAO/OMS, 1985), además la carne de la pota es de consistencia suave y posee un delicado sabor (Klett, 1996).

En la actualidad la venta en fresco refrigerado para consumo humano directo (CHD) es de un 8,12% del desembarque total (PROMPERU, 2012); es por ello que se requieren esquemas de fomento que promuevan el mayor consumo de este producto (PRODUCE, 2010). Es importante para ello, que la pota sea ofertada con valor agregado para que mejore su presentación y para que pueda figurar en los gustos y preferencias del consumidor, además de un adecuado sistema de comercialización que promueva un aprovechamiento integral del recurso, lo cual permitirá un beneficio a todos los trabajadores que tienen como una de sus principales fuentes de ingreso la captura de este cefalópodo (Luna *et al.*, 2006). En el Terminal Pesquero de Villa del Triunfo (TPVM) se comercializa en fresco la pota entera y por partes (manto, aleta, tentáculo, cuello y vísceras). Estimaciones brutas de la comercialización de pota en el TPVMT muestran que, por razones de calidad, un promedio del 70% se vende para la industria y el 30% restante es comercializado en fresco en el mercado interno. La finalidad del presente trabajo fue optimizar las variables que se manejan en la producción artesanal de la aleta de pota *Dosidicus gigas* elaborada en el TPVMT; además de demostrar, experimentalmente, con qué parámetros tecnológicos se podrá obtener un producto cocido y coloreado comercial de buena calidad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POTA

#### 2.1.1 Biología y taxonomía

La pota es un cefalópodo que pertenece a la familia *Ommastrephidae*, especie *Dosidicus gigas*, que alcanza un peso de aproximadamente 50 kg y una longitud de manto (LM) de 1,2 m (Nigmatullin *et al.*, 2001).

La ubicación taxonómica de la pota (Vargas, 1980) es la siguiente:

Phyllum: *Mollusca*

Clase: *Cefalópodos*

Subclase: *Coloidea*

Orden: *Teuthoidea*

Suborden: *Oegopsidae*

Familias: *Ommastrephidae*

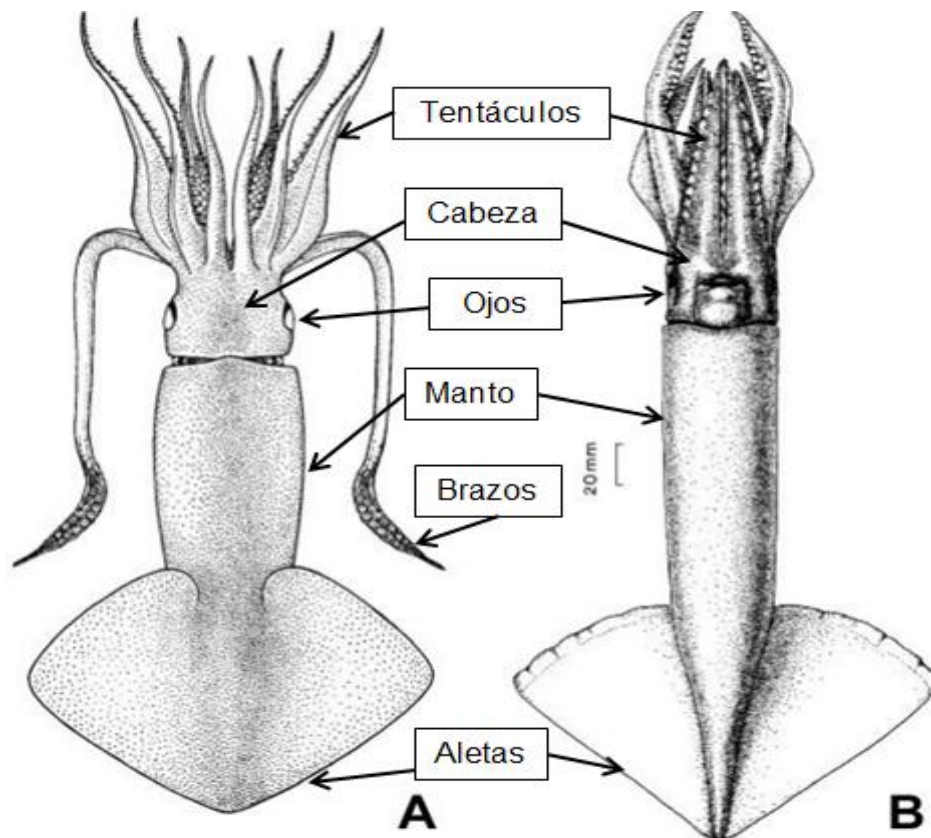
Subfamilia: *Ommastrephidae*

Género: *Dosidicus*

Especies: *Dosidicus gigas*

Nombre común: pota

Esta especie es uno de los calamares más abundantes en el mundo y juega un rol importante en el ecosistema de las aguas abiertas en la región sudeste del Océano Pacífico (Nesis, 1970). La pota es una especie oceánica que realiza migraciones hacia la costa relacionadas con procesos de alimentación y reproducción. Su distribución térmica es bastante amplia, abarcando desde los 16°C hasta los 30°C en aguas ecuatoriales, por lo cual se le considera como una especie euritérmica (Markaida, 2001). En la Figura 1 se muestra su morfología.



**Figura 1.** Estructura morfológica de la Pota: A) vista dorsal y B) vista ventral  
**Fuente:** Roper (1984) y Wormuth (1976)

Es un predador activo siendo los copépodos, anfípodos hipéridos, eufásidos, langostinos, pelágicos, cangrejos rojos “langostillas” (*Pleuroncodes planipes*), moluscos heterótrofos, calamar, octópodos pelágicos y muchos peces las especies presa más comunes. La gama de alimentación cambia continuamente con el crecimiento del depredador, desde invertebrados macroplactónicos y peces en estado alevín (en juveniles) a peces de mayor tamaño (en adultos) (Nigmatullin, 2001).

Su crecimiento corporal es rápido habiéndose reportado ejemplares de 1,5 m de longitud de manto. Se estima que la tasa promedio de crecimiento mensual es de 6 cm durante el primer año de su vida y de 2 cm durante el segundo año de vida (Roper, 1995).

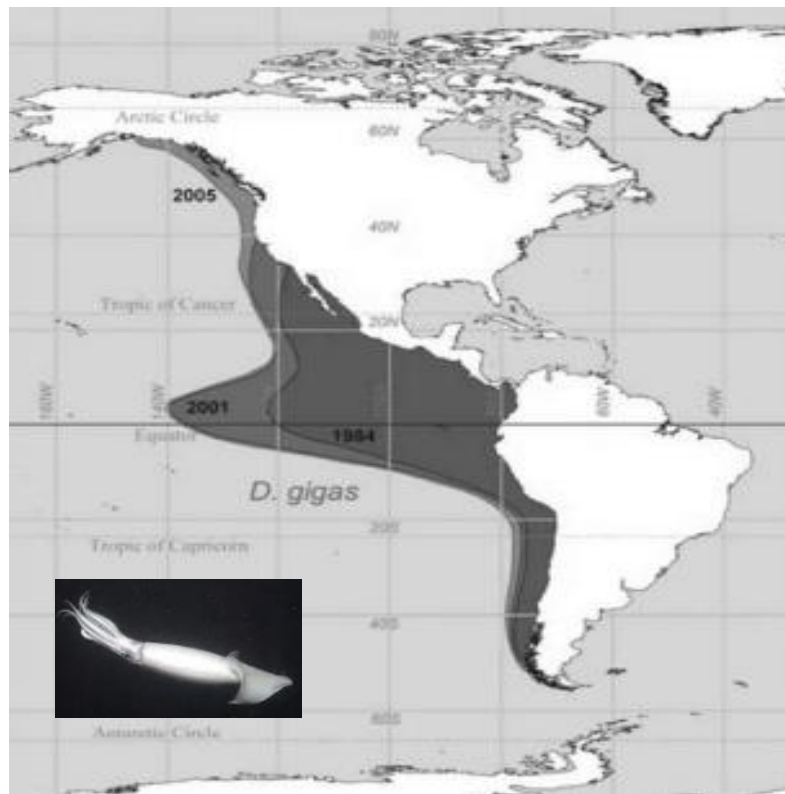
Por otro lado, de acuerdo a lo reportado por IMARPE (1993), los principales predadores del calamar gigante son los cetáceos tales como la ballena y el cachalote, además de lobos marinos así como otras especies mayores. Otra de las causas que incrementan la mortalidad natural de este recurso es el canibalismo de las hembras adultas que predan o se alimentan de los ejemplares machos de su misma especie después de la reproducción. La pota presenta dimorfismo sexual ya que las hembras poseen un manto más ancho y



abultado en la parte media, mientras que el macho presenta un manto cilíndrico y recto Nesis (1983). De acuerdo con Bjarnason (1989), este cefalópodo es un organismo de color marrón brillante que puede cambiar a un color pálido continuamente; es de aspecto impresionante por su gran tamaño con respecto a la mayoría de los otros calamares en el mundo.

### 2.1.1.1 Distribución geográfica

El *Dosidicus gigas* es una especie pelágica con amplia distribución en el este del Océano Pacífico, desde California (37°N) hasta el sur de Chile (47°S), y desde las costas del Norte y Sudamérica en los 125°W, por lo que Nesis (1983) afirma que las más grandes concentraciones ocurren en las afueras de las costas peruanas en el Hemisferio Sur y en el Golfo de California en el hemisferio norte, tal y como se aprecia en la Figura 2.

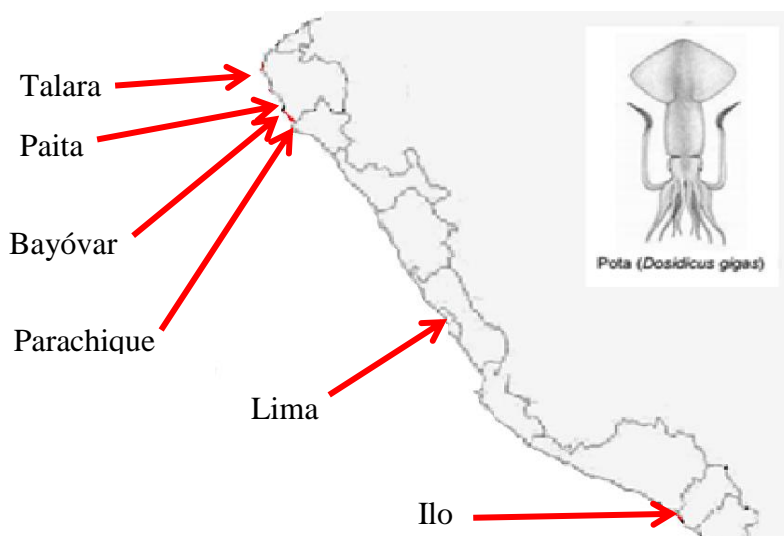


**Figura 2.** Distribución geográfica de la pota (*Dosidicus gigas*)  
**Fuente:** Nigmatullin *et al* (2001)

La distribución de esta especie está asociada con los recursos pelágicos de la costa oeste de América, tales como la anchoveta peruana (Chile y Perú), la anchoveta californiana en la costa oeste de Baja California, la sardina y caballa en el Golfo de California (Benítez y Valdívieso, 1986). Como es el caso para muchas otras especies de calamares, el

*Dosidicus gigas* exhibe una considerable variabilidad en su distribución y abundancia relativa a los cambios de las condiciones ambientales marinas. Uno de los más importantes parámetros ambientales es la temperatura superficial del mar (SST). Muchos investigadores han encontrado una relación muy cercana entre la temperatura superficial del mar y los niveles de abundancia del *Dosidicus gigas* (Nesis, 1983).

Según Rubio y Salazar (1992), la zona comprendida entre Paita y Cabo Blanco, frente a Punta Sal y Zorritos (Figura 3), es la de mayor concentración de pota en la costa peruana. Otra zona de considerable concentración de este recurso se observó en Punta Falsa a 75 millas náuticas (mn) de la costa. Áreas consideradas como regulares y pobres en concentración del recurso se encontraron frente a Chimbote a 120 mn de la costa. Además, definieron la distribución vertical de la pota, identificación de cardúmenes con ecogramas entre los 3 y 270 metros de profundidad, los mismos presentan un comportamiento diferente en el día y la noche. Durante el día las mayores concentraciones se registraron entre 180 y 190 metros y durante la noche, en periodos de cuarto menguante y luna nueva, entre los 30 y 50 metros de profundidad. El estímulo luminoso de las lámparas provoca un ascenso de los cardúmenes hasta 10 y 30 metros de profundidad. Roper (1984) afirma que el calamar gigante es una especie que se encuentra tanto en aguas oceánicas como neríticas, con una distribución vertical que abarca desde la superficie hasta los 500 metros de profundidad. Es más abundante a lo largo de la costa de América del Sur, en donde los ejemplares han sido encontrados en aguas a temperaturas entre 26 y 28°C.



**Figura 3.** Distribución de la pota en la costa peruana

**Fuente:** Sueiro & De la Puente (2013)

## 2.1.2 Desembarque y comercialización

### 2.1.2.1 Desembarque anual de recursos hidrobiológicos

Desde 1991 la pota es la principal especie de invertebrado capturada a nivel nacional, a partir del 2006 las capturas peruanas de pota representan más del 45% de los desembarques mundiales de la especie (FAO, 2014a) y el 7% de los desembarques totales del Perú (Sueiro & De la Puente, 2013). Tanto es así que en los últimos cinco años para los que se cuenta con información del Ministerio de la Producción (PRODUCE) (2010-2012), el desembarque anual promedio de pota ha sido de  $438.6 \pm 17.6$  miles de TM. En la Tabla 1, se aprecian los desembarques de los principales recursos hidrobiológicos comerciales en el país. Si bien su importancia ha variado a lo largo del tiempo, Piura es la región en donde se desarrolla esta pesquería con mayor intensidad y Paita es el principal puerto en donde se desembarca esta especie. No obstante, en el sur y centro del país, la pota es el principal recurso desembarcado por la pesca artesanal en estas zonas (Sueiro & De la Puente, 2013).

**Tabla 1.** Desembarque anual de recursos hidrobiológicos (TMB) (2006-2012)

Recurso hidrobiológico	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anchoveta	5935302	6159802	6257981	5935165	3450609	7125244	3776880
Caballa	102322	62387	92989	110605	20467	46946	26781
Jurel	277568	254426	169537	74694	17559	257240	184951
Perico	33755	35333	49473	57153	53359	43688	42347
Atún	11429	4080	3840	2520	12512	7739	2352
Merluza	29441	31634	34929	47162	41108	37645	33147
Calamar	9093	14769	4654	13178	4798	2251	20483
Pota	434261	427591	533414	411805	369822	404730	497462

Fuente: PRODUCE (2012)

### 2.1.2.2 Desembarque total de la pota según su utilización

En la actualidad los desembarques de pota están dirigidos principalmente hacia las plantas congeladoras (91,88% del desembarque total de la pota del 2012) y al mercado nacional, en donde se comercializa como producto “fresco” (PRODUCE, 2012). En la Tabla 2 se muestran los desembarques anuales y su utilización. El desembarque total de pota y calamar muestra una disminución, al pasar de 443, 2 mil toneladas en el 2006 a 372,1 mil toneladas en el 2014; asimismo, se observa que el desembarque del calamar fue muy variable en el periodo de referencia (PRODUCE, 2014).

**Tabla 2.** Desembarque de pota y calamar (TMB) (2006-2014)

Año	Total desembarcado	Pota				Calamar	
		Congelado	Enlatado	Fresco	Curado	Congelado	Fresco
2006	443238	365729	2005	66473	54	6250	2727
2007	442361	379557	664	47311	60	9918	4851
2008	538101	484162	59	49172	54	2962	1692
2009	424973	355107	1497	55171	30	9065	4103
2010	374603	327572	3320	38906	24	1389	3392
2011	406979	373196	855	30654	25	259	1991
2012	517936	457073	480	39884	25	11267	9207
2013	431624	380508	268	34507	-	12453	3888
2014	372095	334652	423	28972	-	4843	3206

**Fuente:** PRODUCE (2014)

En las plantas congeladoras se desarrollan diversos productos con fines de exportación que incluyen a la “daruma”, y diversos cortes o partes de la pota (tiras, anillas, tentáculos, rabas, botones, alas, y tubos), pre-cocidas o deshidratadas dependiendo del mercado, y congeladas en bloques, en bolsas al vacío o sueltas (PROMPERU, 2014).

El destino de los desembarques poteros hacia la producción de curados (seco salado o salpreso) y conservas es muy limitado y casi nulo. De hecho, en el año 2012 tan solo 480 toneladas de pota se destinaron a la producción de conservas y 25 toneladas a la producción de curados (PRODUCE, 2014), volúmenes insignificantes si se toma en cuenta que en ese mismo año los desembarques de pota superaron las 400 mil toneladas a nivel nacional (PRODUCE, 2014).

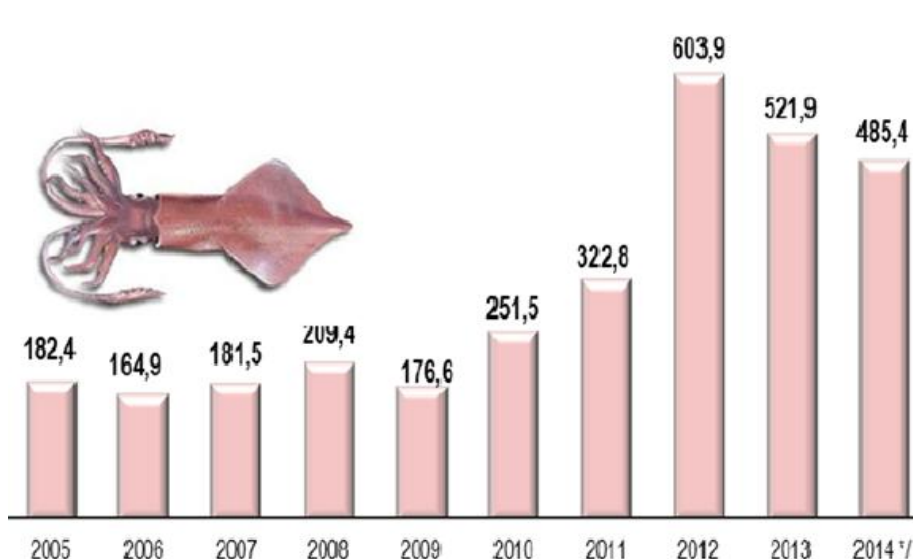
El fresco es la segunda presentación más importante después del congelado. La pota es eviscerada en alta mar, perdiendo alrededor del 15% de su peso (Policarpo, 1998) y luego es lavada en los puntos de desembarque a lo largo del litoral, donde se estiba en cajas con hielo y se lleva hacia los mercados mayoristas y minoristas de pescado del país (Sueiro & De la Puente, 2013).

### **2.1.2.3 Exportación de pota**

En el Perú, las exportaciones de pota han crecido de manera significativa en las últimas dos décadas. Si bien en 1997 las exportaciones de esta especie llegaban solo a España, para el 2013 se registraron exportaciones a más de 50 países, en todos los continentes (INEI, 2014). Las exportaciones de este recurso se realizan en distintas presentaciones, incluyendo congelados, conservas y harina. Para el 2013, los principales destinos de las

exportaciones peruanas de este recurso fueron Asia (48%) y Europa (37,9%), en menor medida estas exportaciones se dirigieron hacia Latinoamérica y el Caribe (8%), Norteamérica (5,4%), África y Oceanía (0,7%) (PROMPERU, 2014).

En la Figura 4 se observan los índices de volumen exportado de pota y calamar.



**Figura 4.** Índice del volumen exportado de calamar, pota en miles de TMB, 2005-2014

**Fuente:** INEI (2014)

En el periodo 2005-2013, el volumen exportado de calamar y pota aumentó 186,1%, lo que equivalió a una tasa de crecimiento promedio anual de 14%. El nivel más alto se alcanzó en el 2012, como resultado de la campaña peruana por la diversificación de sus productos. El 62,9% del valor exportado de calamar y pota tuvo como destino China, España y Corea del Sur, los cuales en conjunto mostraron un aumento de 43,4%. La exportación de estos productos se ha extendido, enviándose a más de 40 mercados, entre los que destacan los nuevos destinos tales como El Salvador, Turquía, Eslovenia y Corea del Norte (INEI, 2014).

#### **2.1.2.4 Ingreso de pota a los mercados mayoristas pesqueros de Lima**

Las principales vías de abastecimiento de recursos pesqueros a nivel nacional son los mercados mayoristas de pescado (Christensen, 2014).

En Lima, la comercialización mayorista de recursos marinos se da en los terminales pesqueros de Villa María del Triunfo (TPVMT) y de Ventanilla (TPV), los cuales concentraron el 14% del total de los desembarques nacionales comercializados en

mercados mayoristas durante el año 2010 (PRODUCE, 2012), casi exclusivamente bajo la presentación de fresco-refrigerado (Tabla 3). Dentro de las especies comercializadas, la pota fue la principal especie dentro de la categoría de mariscos (invertebrados) (Del Carpio & Vila, 2010). Este recurso representó el 13,43% del volumen total de recursos marinos comercializados en el TPV y al 9,41% en el caso del TPVMT (Sueiro & López de la Lama, 2014).

**Tabla 3.** Ingreso de pota a los mercados mayoristas pesqueros de Lima Metropolitana (TMB) (2006-2012)

<b>Terminal Pesquero</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Villa María	5223	5350	5479	6016	5381	5162	4398
Ventanilla	9740	9501	10810	11258	9263	7099	8367

**Fuente:** PRODUCE (2012)

Durante el periodo comprendido entre enero del 2000 y diciembre del 2012 el TPV fue responsable del 58,84% de las ventas de pescados y mariscos, y del 67,10% del total de ventas de pota en Lima Metropolitana (Sueiro & López de la Lama, 2014). El volumen promedio anual de pota comercializada en el TPV durante ese periodo fue de  $9429 \pm 377$  toneladas métricas, mientras que en el TPVMT fue de  $4622 \pm 324$  toneladas métricas (PRODUCE, 2012).

## 2.2 COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y VALOR NUTRITIVO DE LA POTA

### 2.2.1 Composición física

La composición física promedio de la pota se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Composición física promedio del manto, aletas, tentáculos y vísceras de calamares

<b>Componentes (%)</b>	<b><i>Dosidicus gigas</i><sup>1</sup></b>	<b><i>Loligo sp</i><sup>2</sup></b>	<b><i>Todarodes pacificus</i><sup>3</sup></b>
Manto o tubo	49,3	39,3	39
Aletas	13,4	11,8	10
Tentáculos y cabeza	21,4	20,2	28
Vísceras y otros	15,4	28,8	24

**Fuente:** <sup>1</sup>IMARPE/ITP (1996), <sup>2</sup>Borderías (1982), <sup>3</sup>Kreuzer (1984)

En el mismo se puede apreciar que el mayor porcentaje del peso corporal de la pota corresponde al manto (49,30%), seguido por los tentáculos, las vísceras y la aletas (IMARPE/ITP, 1996).

### 2.2.2 Composición química y valor nutritivo

La carne de la pota es rica en proteínas similar al pescado de carne blanca. En su composición se encuentran todos los aminoácidos esenciales; además, tiene un alto contenido de ácidos grasos polinsaturados, los cuales juegan un rol importante en la dieta, protegiendo a los adultos mayores de los problemas cardiovasculares (Kreuzer, 1984).

En la Tabla 5 se muestra la composición química promedio del manto fresco de la pota *Dosidicus gigas*, la cual se caracteriza por tener un contenido aceptable de proteínas y bajo en grasa (Maza *et al.*, 2003).

**Tabla 5.** Composición química promedio del manto fresco de la pota

Componente (%)	Abugoch <i>et al.</i> (1999)	Maza <i>et al.</i> (2003)	Rosas(2007)
<b>Humedad</b>	82,28	82,4	83,78
<b>Proteína total</b>	15,32	16,4	14,3
<b>Grasa cruda</b>	0,87	0,71	0,93
<b>Ceniza</b>	1,31	1,41	1,13
<b>NNP</b>	0,27	-	0,86

La pota presenta un contenido apreciable de sales minerales como el sodio (198,2 mg/100 g), potasio (321,9 mg/100 g), calcio (9,1 mg/100 g) y magnesio (45,6 mg/100 g), así como lípidos ricos en ácidos grasos polinsaturados, principalmente el ácido eicosapentenoico (C20:5, EPA) 16,7% y ácido docosahexenoico (C22:6, DHA) 46,9% (IMARPE/ITP, 1996). Además, la composición de ácidos grasos del calamar es muy similar a la de los tejidos de peces magros o de carne blanca como la lisa y el lenguado (Sikorski, 1994).

En los cefalópodos, el nitrógeno no proteico (NNP) es la fracción hidrosoluble de compuestos extractables constituidos principalmente por el cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl), bases volátiles totales (N-BVT), trimetilamina (N-TMA), aminoácidos libres (metionina, arginina), péptidos, hipoxantina y entre otros, que confieren el mal sabor “ácido-amargo” de la especie, en la Tabla 6 se muestran algunos datos (Maza *et al.*, 2003).

**Tabla 6.** Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de la pota

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad (mg/g)</b>	<b>Porcentaje</b>
Nitrógeno proteico (mg/g)	13,66	60,5
Nitrógeno no proteico (mg/g)	8,9	39,5
Bases volátiles totales (mg/100 g)	182,32	-

**Fuente:** Maza *et al.*, (2003)

### **2.2.3 Estructura muscular**

Suzuki (1987) menciona que en los animales existen tres tipos de músculo:

- a) Estriado, que constituye la carne de los animales de abastos o del pescado.
- b) Liso que se encuentra en los músculos y en las vísceras.
- c) Cardíaco, que es más o menos una estructura intermedia entre las 2 anteriores.

La estructura de la capa muscular del calamar es muy diferente a la del pescado (Otwell y Giddings, 1980). A continuación se describirán brevemente cada una de ellas.

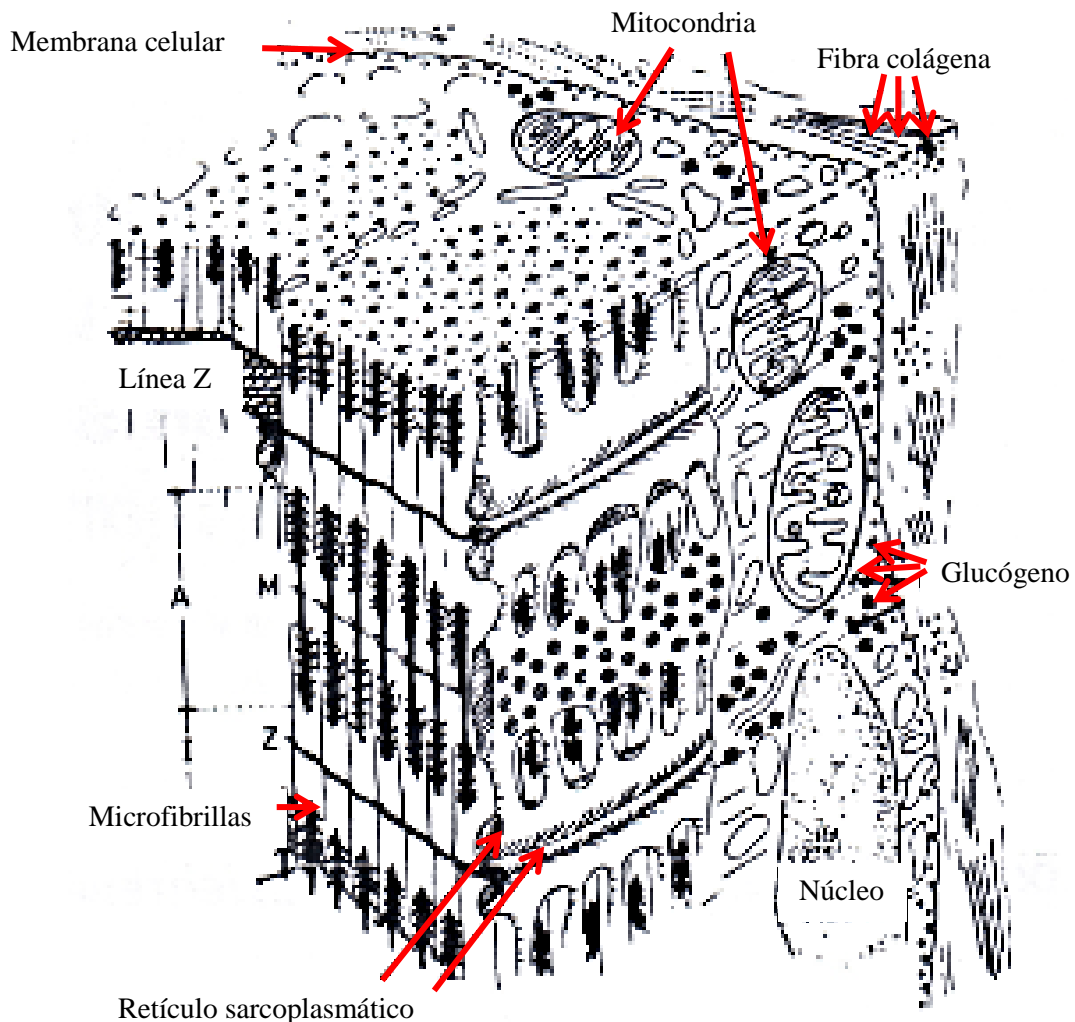
Una fibra muscular contiene todos los componentes típicos de las células de un organismo eucariótico. La mayor parte del volumen celular está ocupada, sin embargo, por un manojo de miofibrillas, cada una hasta de 5  $\mu\text{m}$  de diámetro, que discurren en paralelo al eje longitudinal de la fibra (Figura 5).

La Figura 5 muestra una ampliación de una zona del músculo de pescado. Las fibras musculares, que son la unidad más pequeña del músculo, están unidas por tejido conectivo (endomisio) y cubiertas por mioseptos. La fibra muscular del jurel (peso: 100 g; longitud 19 cm; pH del músculo: 6,22) tiene un diámetro de 50 a 70  $\mu\text{m}$  y una longitud de 5 a 6 mm, la longitud y el diámetro varían según la especie. El diámetro de las fibras del músculo rojo, varían en el jurel entre 1/3 y 1/7 que las del músculo blanco, habiendo más tejido conectivo alrededor de las fibras musculares en el músculo rojo que en el blanco (Sikorski, 1994).

En las fibras musculares del pescado, se pueden observar claramente las estrías, que en el músculo de jurel tienen un ancho de 0,4 a 0,8  $\mu\text{m}$ , la fibra muscular está formada por muchas fibras paralelas, quedando el resto del espacio bañado por el sarcoplasma. Tiene varios núcleos situados en la periferia, cerca del endomisio. Cuando se observan al microscopio las miofibrillas del músculo estriado, muestran una marcada anisotropía. Como se puede apreciar en la Figura 5, la banda I (banda isótropa, banda clara) y la



banda A (banda anisótropa, banda oscura) están ordenadas alternadamente situándose la línea Z (membrana de Krause) en el centro de la banda I y una zona H ligeramente más brillante (membrana de Hensen) en el centro de la banda A. La zona H está bisecada por un línea estrecha oscura denominada línea M (Bone *et al.*, 1981).

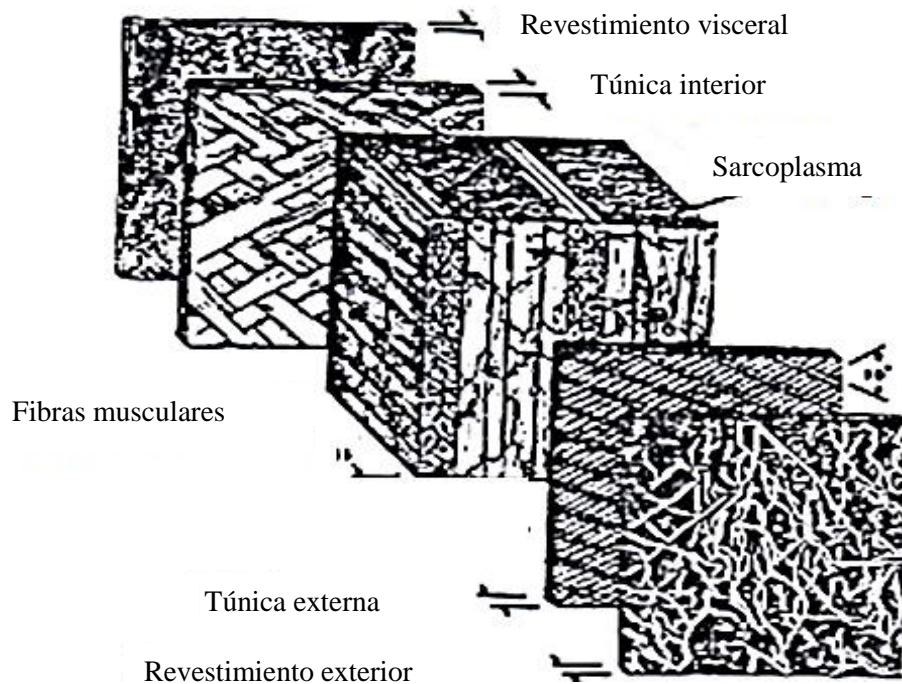


**Figura 5.** Representación esquemática de la ultraestructura de una fibra muscular de bacalao

**Fuente:** Sikorski (1994)

En el caso del calamar, el estrato de fibras musculares, que constituye hasta el 98% del grosor de la capa muscular, lo forman bandas de láminas circulares (0,1-0,2 mm de grosor) incluidas “en bocadillo” entre las láminas finas radiales (0,010-0,015 mm) (Figura 6). Cada fibra contiene en la periferia un número de miofibrillas. El centro está ocupado por el sarcoplasma con las mitocondrias y el núcleo. El diámetro medio de la fibra muscular es de 3,5  $\mu\text{m}$ . La capa de fibras musculares está situada entre las tunicas externa e interna de tejido conjuntivo; las fibras de la lámina radial se conectan con la

túnica. La túnica externa está formada por capas de fibras colágenas y contacta con un revestimiento exterior, constituido también por fibras de tejido conjuntivo y que se sitúa inmediatamente por debajo de la piel. La túnica externa (*outer lining*), de conexiones laxas y con agregados fibrosos entrelazados, está cubierta por un forro o revestimiento visceral no fibroso (Sikorski, 1994 y Bone *et al.*, 1981).



**Figura 6.** Interpretación esquemática de la composición tisular del manto de calamar (*Loligo pealei*)

**Fuente:** Otwell y Giddings (1980)

## 2.3 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PROTEÍNAS

### 2.3.1 Generalidades

Las proteínas son polímeros muy complejos, constituidos por hasta 20 aminoácidos distintos. Los aminoácidos se unen vía enlaces amida sustituidos. Los enlaces amida de las proteínas tienen parcialmente carácter de doble enlace, lo que incrementa la complejidad estructural de las proteínas. La miríada de funciones biológicas ejercidas por las proteínas sería imposible sin la complejidad de su composición, que genera una multitud de formas de estructura tridimensional, con diferentes funciones biológicas (Fennema, 2010).

Las proteínas poseen propiedades nutricionales, y de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien

las consume; asimismo, pueden ser ingredientes de productos alimenticios y, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento (Badui, 2013).

La estructura de una proteína está definida por cuatro niveles, los cuales son:

#### **a) Estructura primaria**

Indica los aminoácidos que componen la cadena polipeptídica y el orden en que dichos aminoácidos se encuentran. La función de una proteína depende de su secuencia y de la forma que ésta adopte. En la Figura 7 se muestra el esquema de las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de la proteína (Fennema, 2010).

#### **b) Estructura secundaria**

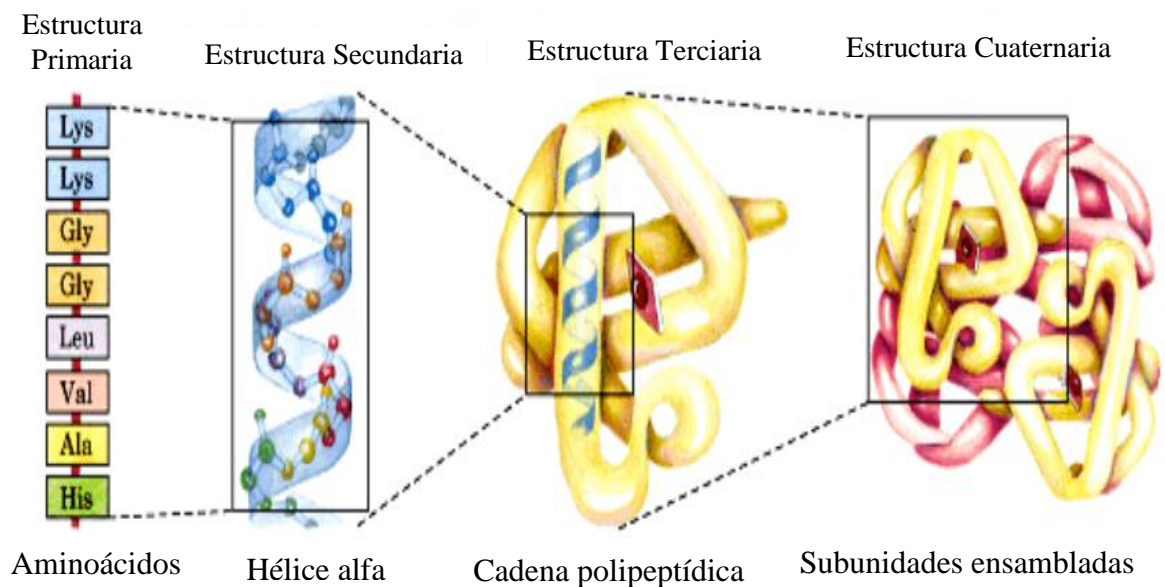
La estructura secundaria es la disposición de la secuencia de los aminoácidos en el espacio. Los aminoácidos a medida que van siendo enlazados durante su síntesis de proteínas y gracias a la capacidad de giro de sus enlaces, adquieren una disposición espacial estable. Existen 2 tipos de estructura secundaria: la  **$\alpha$  – helicoidal**: ésta se forma al enrollarse helicoidalmente sobre sí misma la estructura primaria. Se debe a la formación de enlaces hidrógeno entre el  $-C=O$  de un aminoácido y el  $-NH-$  y la **conformación beta**: en esta disposición los aminoácidos no conforman una hélice sino una cadena de zigzag, denominada disposición de lámina plegada (Fennema, 2010).

#### **c) Estructura terciaria**

Dicha estructura da la información sobre la disposición de la estructura secundaria de un polipéptido al plegarse sobre sí misma originándose una conformación globular, y completa en tres dimensiones la cadena polipeptídica. Esta conformación globular facilita la absorción de agua (Fennema, 2010).

#### **d) Estructura cuaternaria**

En esta estructura se da la unión de los enlaces débiles de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria para formar un complejo proteico. Cada una de estas cadenas polipeptídicas recibe el nombre de protómero (Fennema, 2010).



**Figura 7.** Estructura de las proteínas

**Fuente:** Lehninger (2009)

### 2.3.2 Clasificación de proteínas musculares

Las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado, tienen un papel fundamental en la calidad sensorial y nutritiva de alimentos de origen muscular como carnes rojas, pescados y mariscos. Las proteínas presentes en el tejido muscular se clasifican en función de su localización y solubilidad en sarcoplásmicas, miofibrilares e insolubles o del estroma (Cassens, 1994; Pérez *et al.*, 2000).

#### a) Proteínas Sarcoplasmáticas

Los compuestos presentes en el sarcoplasma o miógeno de organismos de origen marino incluyen proteínas solubles en agua y en disoluciones salinas diluidas, péptidos, aminoácidos, aminas, guanidina, purinas y urea. Todos ellos tienen un papel fundamental en la regulación del metabolismo celular, directamente en la catálisis enzimática, osmorregulación y transporte celular. Además, son directa o indirectamente responsables de las características sensoriales como aroma, sabor y textura, tanto del tejido fresco como de los productos procesados (Ochiai y Chow, 2000).

Las proteínas sarcoplásmicas representan el 25% de la proteína total e incluyen a la mioglobina, sistemas enzimáticos y albúmina, entre otros (Sikorski, 1994).

A diferencia de los animales terrestres, los organismos marinos contienen parvalbúminas, proteínas de baja masa molecular (12 kDa), forman complejos termoestables con iones  $\text{Ca}^{+2}$  y se mantienen solubles al ser calentadas a 70°C o más (Ruiter, 1999).

#### **b) Proteínas Miofibrilares**

Estas proteínas participan en la rigidez que experimentan los músculos *post mortem*, cambios que acontecen en estas proteínas llevan más tarde a la resolución de la rigidez cadavérica, mientras que el almacenamiento por congelación de larga duración puede originar el endurecimiento de la carne por la desnaturalización de las proteínas lo cual no ocurre con las proteínas sarcoplasmáticas; las proteínas miofibrilares también son responsables de la capacidad del pescado para retener agua, de la textura peculiar de los productos pesqueros, así como de las propiedades organolépticas de los homogeneizados y picados de pescado, en particular de la capacidad formadora de gel (Sikorski, 1994). La paramiosina de 200 KDa se encuentra en los invertebrados y comprende el 14% de las proteínas solubles en soluciones salinas del calamar (Ruiter, 1999).

#### **c) Proteínas insolubles**

La fracción insoluble incluye a las proteínas del tejido conectivo, a las proteínas de las membranas y proteínas contráctiles insolubles como la desamina y conectina. El colágeno comprende una familia de moléculas relacionadas, es el principal componente del tejido conectivo y se han aislado por lo menos 14 tipos de colágeno. El colágeno tipo VI, se encuentra en la matriz extracelular del sistema vascular, cartílago y córneas, mientras que los tipos VII, IX y XII se localizan en el epitelio, arterias y cartílagos (Hultin, 1993).

El contenido de colágeno, elastina y la formación de enlaces cruzados influyen en la solubilidad y dureza del tejido muscular. En peces como el bacalao, la concentración de colágeno soluble aumenta con la edad; aunque, en general, los organismos marinos contienen alrededor de una décima parte del colágeno que contienen mamíferos y aves (Montero y Borderías, 1999). En el pescado este problema no existe, sin embargo, el músculo de calamar puede adquirir una textura dura y elástica cuando se calienta (Mazza, 2000).

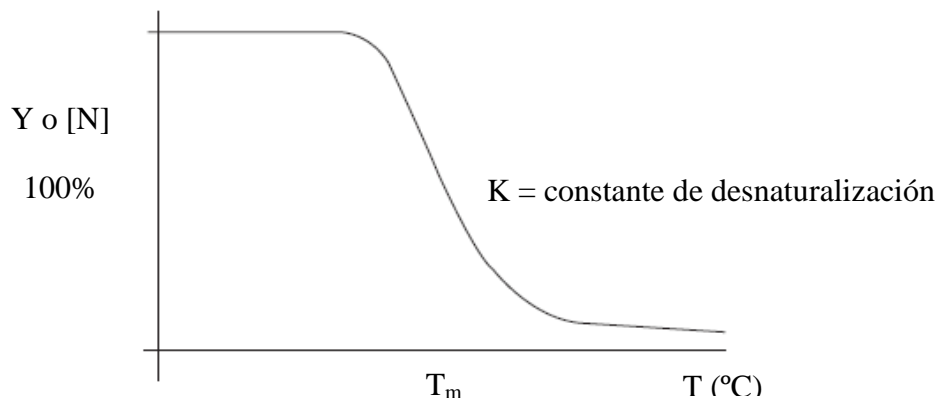
### 2.3.3 Desnaturalización de las proteínas

En la desnaturalización de proteínas se pasa de un estado ordenado a un estado desordenado, sin romper ninguna unión peptídica. Se producen modificaciones en la conformación de las proteínas (estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria) y desenmascaramiento de zonas hidrofóbicas, dando como resultado el desplegamiento de la molécula. Desde el punto de vista nutricional, esto aumenta la digestibilidad ya que al desplegarse quedan más sitios expuestos al ataque de las proteasas (Lupano, 2013).

La aplicación de calor es uno de los agentes desnaturalizantes que se utilizan con mayor frecuencia en alimentos, ya que facilita la digestión de las proteínas por las enzimas hidrolíticas del tracto gastrointestinal. La aplicación de calor afecta la estabilidad de las interacciones no-covalentes de la estructura tridimensional de las proteínas, pues se eleva la entalpía de la molécula y se rompe el delicado balance de los enlaces que mantienen el equilibrio (Badui, 2013).

Al calentar una proteína se provoca una transición súbita, y cuando se detiene la mitad de las moléculas en estado de desnaturalizado se alcanza el equilibrio, que coincide con la temperatura de transición, de “melting”  $T_m$  o temperatura de desnaturalización (Cheftel, 1976; Belitz y Grotch, 1997).

Los mecanismos involucrados en la desnaturalización son varios y complejos, e involucran principalmente a los enlaces no covalentes. Al afectarse los puentes de hidrógeno, las fuerzas de Van der Waals y las interacciones electrostáticas que por naturaleza son impulsadas por la entalpía  $\Delta H$ , lo que implica que son exotérmicas, causa que se desestabilicen a altas temperaturas y se estabilicen a bajas temperaturas (Badui, 2013).



**Figura 8.** Esquema de la desnaturalización típica de una proteína  
**Fuente:** Badui (2013)

Las interacciones hidrofóbicas son, por el contrario, producidas como una consecuencia de la entropía  $\Delta S$  que aumenta mientras más cadenas laterales hidrofóbicas se expongan al contacto con el medio acuoso. Por lo tanto, se comportan de forma opuesta con un incremento en la temperatura, ya que se estabilizan a temperaturas altas por ser endotérmicas, y se desestabilizan a temperaturas bajas. Sin embargo, no pueden reforzarse de manera infinita pues las moléculas de agua ordenadas a su alrededor, y que dan lugar al aumento de entropía  $\Delta S$  relacionado con su naturaleza, también se desordenan al elevarse la temperatura si sobrepasan valores de entre 60 y 70°C cuando presentan su máxima estabilidad. La misma cadena de proteínas en su estructura terciaria guarda también un delicado balance, estabilizado por las interacciones no covalentes. Su entropía conformacional se ve afectada por un aumento en el calor que aumenta su energía cinética y facilita su desplegamiento. Entonces, en el proceso de termodesnaturalización, las interacciones hidrofóbicas se refuerzan a medida que se eleva la temperatura por encima de los 60 y 70°C; las otras interacciones no covalentes se debilitan y la entropía conformacional disminuye al desordenarse la cadena polipeptídica y la temperatura de desnaturalización  $T_D$  se alcanza cuando la suma de energías libres de todos los procesos involucrados es igual a cero y  $K_D = 1$  (Fennema, 2010).

## **2.4 HIDRATACIÓN DE LAS PROTEÍNAS**

Las moléculas de agua se unen a diferentes grupos en las proteínas, como los grupos cargados mediante interacciones ión-dipolo. Así mismo, se unen al esqueleto del enlace peptídico, a los grupos amida de Asn y Gln, y al grupo hidroxilo de los residuos Ser, Thr y Tyr por interacciones dipolo-dipolo. En el caso de unión a los residuos no polares se induce una interacción dipolo-dipolo, o bien una “hidratación” hidrofóbica (Belitz y Grotch, 2010).

Conforme la temperatura se incrementa, disminuyen los puentes de hidrógenos unidos y la hidratación de los grupos iónicos disminuye. Por tanto, una proteína desnaturalizada suele unir 10% más de agua que su equivalente en estado nativo, aunado al hecho de que incrementa el área superficial de las proteínas, aunque también se debe señalar que se puede dar el fenómeno de agregación, con el consiguiente incremento de las interacciones proteína-proteína y, por ende, baja la capacidad de ligar agua (Badui, 2013).

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne para retener el agua, tanto propia como añadida, cuando se le somete a un tratamiento o fuerza exterior tales como corte, triturado y el prensado (Flores y Bermell, 1984b; Carballo y López, 2001).

La capacidad de fijación de agua de las proteínas suele disminuir a medida que la temperatura aumenta, debido al descenso tanto del número de puentes de hidrógeno como de la hidratación de los grupos iónicos. Sin embargo, si la desnaturalización se acompaña a la agregación de las moléculas proteicas, la capacidad de fijación de agua puede descender debido a las interacciones proteína-proteína. Generalmente, las proteínas alimenticias desnaturalizadas presentan baja solubilidad en agua. Para su aplicación en los alimentos, la capacidad de retención de agua de los preparados proteicos es más importante que la fijación. La capacidad de retención de agua se refiere a la capacidad de la proteína de embeber agua y a la resistencia opuesta por una matriz proteica (como un gel, la carne o el pescado) a perderla bajo la acción de la fuerza gravitatoria (Fennema, 2010).

## **2.5 CARACTERÍSTICAS DEL ACHIOTE**

### **2.5.1 Aspectos generales**

El achiote es una planta que presenta la siguiente clasificación taxonómica: sub división: *Angiosperma*; clase: *Dicotiledonea*; orden: *Parietales*; familia: *Bixaceae*; genero: *Bixa*; especie: *Bixa orellana* (Figueroa, 1987).

El fruto está cubierto de pelos o espínulas que se endurecen al secarse, cada fruto contiene en 10 - 50 semillas de forma piriforme y están recubiertas por una fina membrana, debajo de la cual se encuentran los pigmentos del cual se extrae el colorante, se ha observado que frutos pequeños producen color rojo más oscuro y los más grandes producen rojo claro. Así mismo, la forma de los frutos tiene relación con la concentración de pigmentos, frutos redondos tienen una concentración de colorante hasta 5%, mientras que los frutos cárnicos tienen de 1,5 – 3,5% y los frutos ovoides tienen una concentración menor de 2% (Hernández, 1988). La capa externa de la semilla es un tegumento membranoso, debajo de la cual hay una zona de parénquima acuosa que contiene tinte, conforme maduran las semillas el tinte aparece en la superficie



cubriéndola completamente Cabezudo (1973). En la Tabla 7 se muestra la composición química de la semilla del achiote.

**Tabla 7.** Composición de la semilla del achiote

<b>Componente</b>	<b>Contenido (%)</b>
Celulosa	40 - 45
Humedad	20 - 25
Pigmentos	4 - 7,8
Azucares	3,5 - 5,2
Aceites esenciales	0,1 - 1,1
Sustancias cerosa	3
Alcaloides	trazas

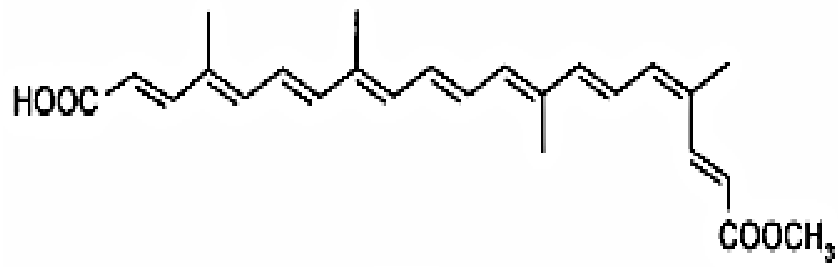
**Fuente:** Dendy (1966)

### 2.5.2 Pigmentos

La cápsula que tiene un tamaño promedio de 3 a 4 cm contiene entre 40 a 60 semillas, representando aproximadamente el 50% del fruto entero. El pigmento que es de color anaranjado a rojo se encuentra en las semillas y constituye de 4 a 5% del peso total de los mismos (Bressani, 1983).

El pigmento se encuentra en la región superficial de la semilla en forma de un fino polvo con carácter resinoide. Está constituido por la orellina (pigmento amarillo) y la bixina (pigmento rojo). Este último representa el 80% del pigmento, por cuya razón la calidad del colorante comercial está en función de la bixina (Wood *et al.*, 1971).

La bixina es el producto obtenido de la remoción con solvente orgánico del colorante de la semilla del achiote y posterior secado. Se presenta en forma de cristales romboédricos de color rojo oscuro. Es el principal pigmento del achiote siendo su fórmula empírica  $C_{25}H_{30}O_4$  y su nombre químico metil hidrógeno 9-Cis 6,6-diapocaroteno-diote, su peso molecular es 394,50 Da. Puede presentarse como  $\alpha$ -bixina (cis-labil) de color naranja, su punto de fusión es de 189,5°-190,5°C es soluble en aceites y grasa y posee un matiz amarillo Cabezudo (1973). En la Figura 9 se aprecia la fórmula química de la bixina.



**Figura 9:** Fórmula estructural de la bixina  
**Fuente:** Tocchini (2001)

La bixina se saponifica y el metiléster se hidroliza resultando un diácido denominado norbixina. Ambos difieren en cuanto a su solubilidad y constituyen base para los colorantes tanto liposolubles como hidrosolubles (Fennema, 2010).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

La parte experimental y los análisis químicos y sensoriales se llevaron a cabo en las instalaciones de los laboratorios de Química y de Procesos de la Facultad de Pesquería de la UNALM.

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1 Materiales**

###### **a) Materia prima**

Se trabajó con aleta de pota al estado fresco adquiridas en el TPVM, proveniente de la zona norte del país, transportadas en cajas con hielo y sal, en camiones isotérmicos. Las aletas fueron colocadas en bolsas plásticas y llevadas al Laboratorio de Procesos de la Facultad de Pesquería, UNALM.

###### **b) Semillas de achiote**

Las semillas de achiote fueron adquiridas a granel en el Mercado Cooperativo Ciudad de Dios, éstas fueron limpiadas eliminando restos agrícolas y materia extraña.

###### **c) Otros materiales**

Se utilizaron los siguientes materiales:

Mesas de acero inoxidable de 1x3 m<sup>2</sup>.

Ollas de aluminio, marca Record de 5 L de capacidad

Tablero de corte 25x40 cm<sup>2</sup>

Bolsas de polietileno de mediana densidad

### **3.2.2 Equipos**

Los equipos empleados en la realización del trabajo fueron:

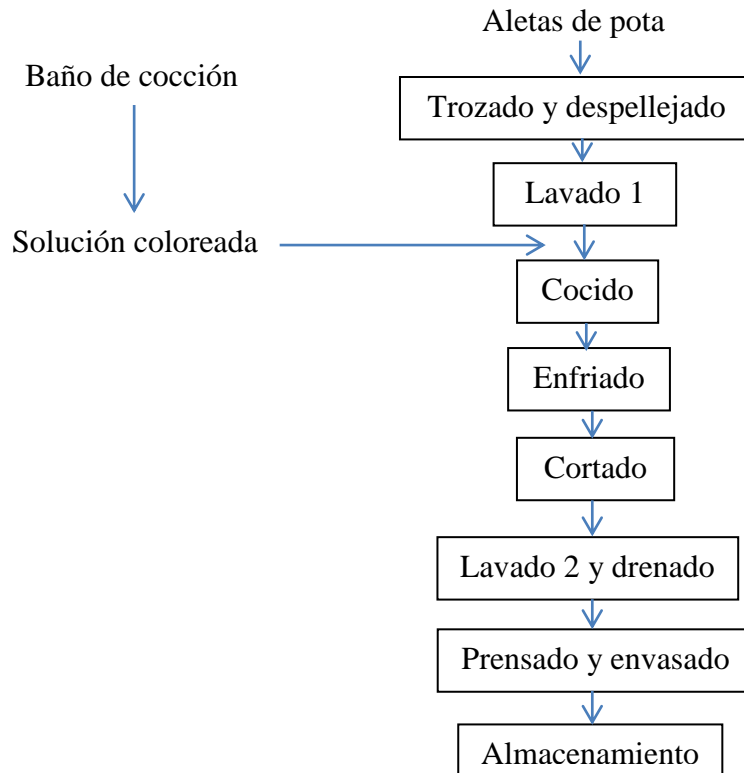
- Cocina industrial a gas de 2 hornillas, marca Surge.
- Refrigeradora domestica de ¼ hp, marca Moraveco.
- Potenciómetro, marca HANNA, lectura directa.
- Balanza analítica, METTLER modelo PM 100, precisión 0,01 g.
- Termómetro, marca HANNA, -10°C a 200°C.
- Medida de color, Atlas de color de Koppers.
- Texturómetro, modelo BROOKFIELD CT3-1500.
- Estufa, marca MEMMERT, 25°C a 220°C.
- Mufla, marca THERMOLYNE, modelo F-A1630.
- Molino de bolas marca VYMSA con motor eléctrico de 220 Voltios.

### **3.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

Para el procesamiento de la aleta de pota se tomó como base el proceso que se usa de manera artesanal en el TPVM. Se describen, también, la secuencia de las variables estudiadas y los análisis realizados.

### 3.3.1 Flujo general de proceso

El flujo general del procesamiento de aleta de pota (*Dosidicus gigas*) cocida y coloreada, se aprecia en la Figura 10.



**Figura 10.** Flujo general de elaboración de aleta de pota (*Dosidicus gigas*) cocida y coloreada

### 3.3.2 Descripción del proceso

Las etapas del flujo de proceso se describen a continuación.

#### • Recepción de materia prima

Las aletas fueron adquiridas en el TPVM, colocadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para su procesamiento. Éstas fueron trabajadas inmediatamente y se colocaron en la refrigeradora por 1 o 2 horas.

#### • Trozado y despellejado

Pasadas las 2 horas las aletas fueron trozadas en tamaños medianos utilizando cuchillos de acero inoxidable, retirándose la piel manualmente. Se controló el peso para obtener el rendimiento.

- **Lavado 1**

Los trozos de aleta de pota fueron lavados por inmersión en agua clorinada (5 ppm de cloro residual), para esta operación se utilizaron canastillas previamente desinfectadas, este lavado fue realizado por inmersión en forma manual.

- **Solución de cocción**

Se hirvió una cantidad suficiente de agua potable y se adicionaron las semillas de achiote de acuerdo a lo recomendado por Cabezudo (1973); ésta fue la solución a usar en la cocción de las aletas.

- **Cocido**

En esta operación se colocaron los trozos de aleta de pota en la solución preparada a una temperatura entre 80 a 100°C por un tiempo de 15 a 20 minutos, aproximadamente 1 a 2 kg de pota en cada tratamiento.

- **Enfriado**

Los trozos cocidos fueron recogidos en bandejas de acero inoxidable y colocados en recipientes con agua enfriada, una vez que los trozos alcanzaron una temperatura manejable se pasó a la siguiente operación.

- **Cortado**

Los trozos enfriados fueron cortados primero en tiras y luego en pequeños trozos rectangulares de 1 cm x 1 cm x 8 cm (ITP, 2012).

- **Lavado 2 y drenado**

Esta operación consistió en sumergir los trozos en solución de agua con hielo y 2 ppm de cloro residual, que tuvo por finalidad lavar el producto de impurezas y materiales extraños. Para esta operación se utilizaron canastillas desinfectadas, el método de lavado fue el de inmersión. Las tiras una vez lavadas fueron enfriadas y drenadas con la finalidad de eliminar el agua remanente.

- **Pesado y envasado**

El producto fue pesado utilizando una balanza calibrada y colocado en bolsas de polietileno de mediana densidad.

### 3.3.3 Variables estudiadas

Se realizaron algunas pruebas preliminares para definir las variables a estudiar así como los parámetros a utilizar y los análisis a realizar.

#### 3.3.3.1 Relación agua: aleta de pota (a: ap)

Para determinar la cantidad de agua necesaria en relación a una cantidad referencial de aleta de pota se decidió trabajar con los valores siguientes:

**Variables:** Solución A = 1:1 agua: aleta de pota (a: ap, vol/masa)

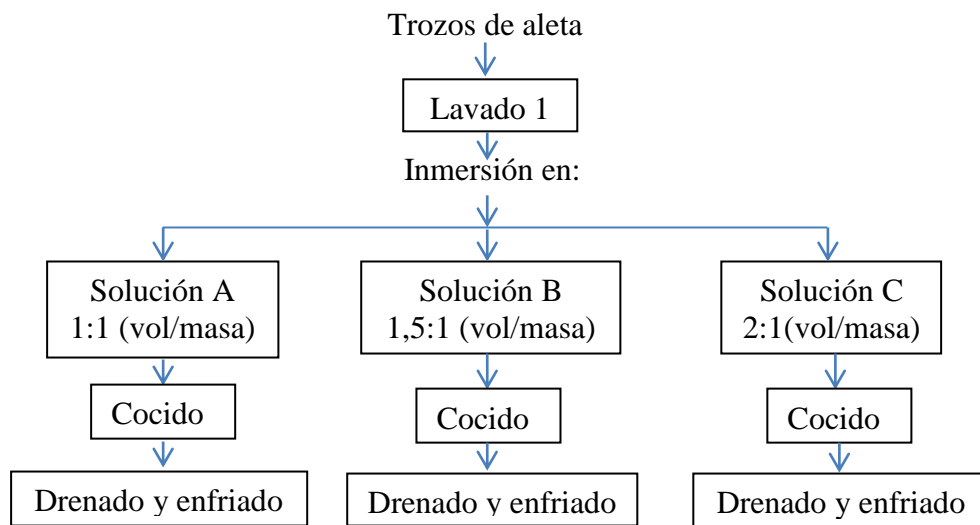
Solución B = 1,5:1 (a: ap, vol/masa)

Solución C = 2:1 (a: ap, vol/masa)

**Parámetros:** temperatura (T):100°C y tiempo (t):15 minutos

**Análisis:** textura

Las aletas trozadas se lavaron y cocinaron utilizando tres soluciones de cocción A, B y C las cuales se diferenciaron en las cantidades de relación solución: aleta tal como 1:1, 1,5:1 y 2:1, respectivamente. La mejor solución fue determinada en función a la textura de aletas cocidas. En la Figura 11 se aprecia el diagrama de flujo correspondiente.



**Figura 11.** Flujo de la determinación de la relación agua: aleta de pota para obtener la mejor textura

#### 3.3.3.2 Concentración de sal de la solución de cocción

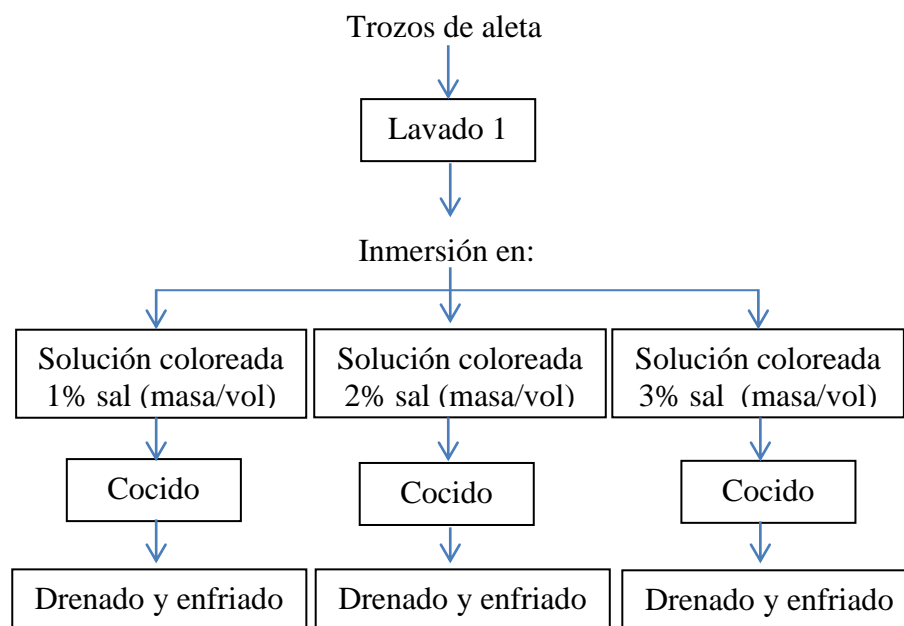
La determinación de esta variable se realizó siguiendo el flujo que se observa en la Figura 12, el cual se explica a continuación. Las características experimentales fueron:

**Variables:** Sal común en 1, 2 y 3% (masa/volumen)

**Parámetros:** T: 100°C, t =15 min y relación a: ap = determinado en el acápite anterior

**Análisis:** textura y color

A una cantidad de solución coloreada, determinada en el acápite anterior, se le adicionó sal común en cantidades de 1, 2 y 3% (masa/ volumen), luego se introdujeron los trozos de aleta, éstos fueron cocidos a 100°C por 15 minutos, drenados y enfriados. Los resultados se evaluaron de acuerdo al color y la textura.



**Figura 12.** Flujo de la determinación de la concentración de sal en la solución de cocción de aletas de pota

### 3.3.3.3 Coloración de las aletas

Para el caso de la coloración de las aletas de pota los valores de las variables y parámetros utilizados fueron:

**Variables:** tamaño de la partícula del achiote entera y partida (10 a 20 mesh)

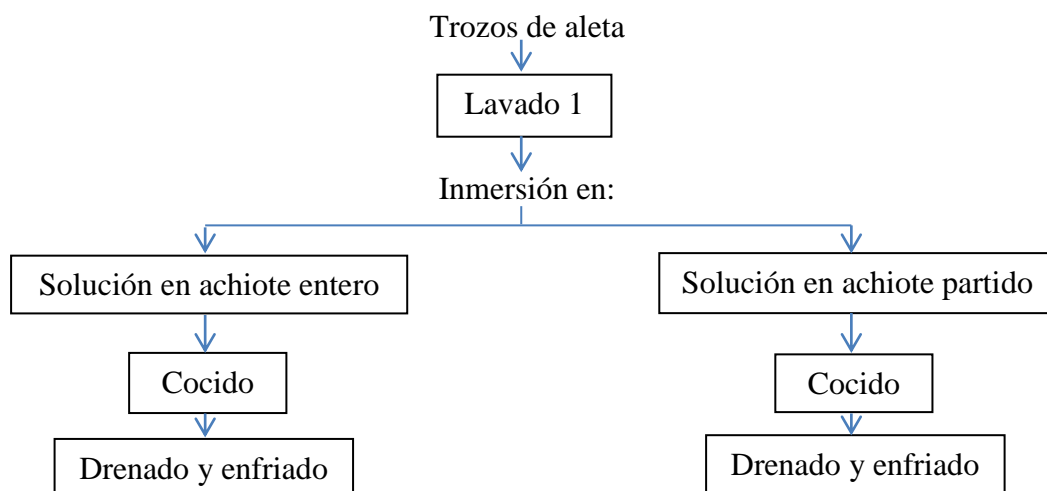
**Parámetros:** T: 100°C, sal (%) determinada en 3.3.3.2 y relación (a: ap) determinada en 3.3.3.1

**Análisis:** color y textura

El volumen de la solución coloreada y la concentración de sal fueron determinados en las pruebas anteriores, en esta ocasión el achiote se adicionó a la solución en diferentes formas de presentación: solución I (entero), solución II (partido). Los resultados se



evaluaron de acuerdo al color y textura obtenidos en los trozos de aleta de pota. En la Figura 13 se ve el flujo seguido para este experimento.



**Figura 13.** Flujo de determinación del tamaño de achiote utilizado para colorear las aletas de pota

### 3.3.3.4 Temperatura y tiempo de cocción

Los valores utilizados en esta prueba fueron los siguientes:

**Variables:** T: 80°C, 90°C y 100°C (ebullición)

t: 10, 12 y 15 minutos

**Parámetros:** sal (%), relación (a: ap) y tamaño de partícula determinados anteriormente.

**Análisis:** color y textura

Los parámetros utilizados: concentración de sal, cantidad de agua en relación a las aletas y tamaño del achiote, fueron determinados en las pruebas anteriores. Los trozos de aleta de pota fueron lavados y colocados en la solución, la cocción se realizó a diferentes temperaturas y tiempos tal como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Muestras cocidas a diferentes tiempos y temperatura

Muestra (#)	Tiempo (minutos)	Temperatura °C
1	10	80
2	12	80
3	15	80
4	10	90
5	12	90
6	15	90
7	10	100
8	12	100
9	15	100

Los resultados fueron evaluados sensorialmente por un panel de jueces y evaluados estadísticamente mediante un análisis de variancia y la prueba de comparación múltiple de Tukey (Anzaldúa – Morales, 1994). Se utilizó el software estadístico SSPS 22.

### **3.4 MÉTODOS ANALÍTICOS**

#### **3.4.1 Composición química proximal**

La composición química se realizó en la materia prima y en el producto final, los análisis realizados fueron (AOAC, 2005):

Sólidos totales, AOAC método oficial 952.08 sólidos (totales) en alimentos marinos; la diferencia con 100 por ciento equivale al contenido de humedad.

Nitrógeno total, AOAC método oficial 940.25 nitrógeno (total) en alimentos marinos (método gravimétrico); este contenido se multiplicó por el factor 6,25 para obtener proteína total.

Grasa cruda, AOAC método oficial 938.8 grasa (cruda) en alimentos marinos.

Ceniza, AOAC método oficial 964.12 ceniza en alimentos marinos.

#### **3.4.2 Análisis de frescura de las aletas de pota**

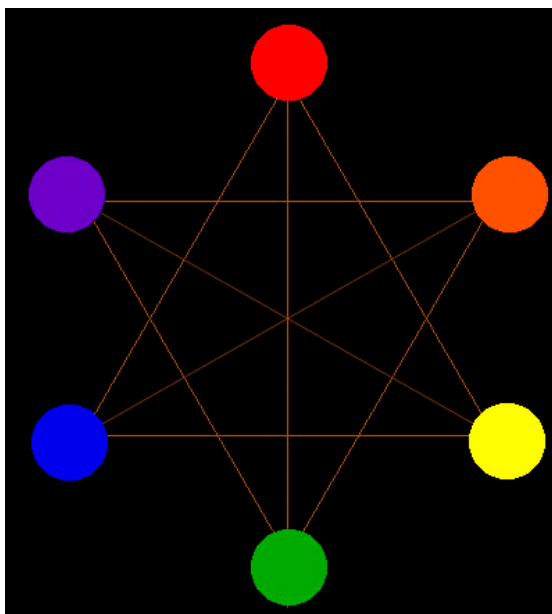
Se utilizó la tabla de evaluación sensorial de cefalópodos recomendada por SANIPES (2010), la cual señala tres categorías de frescura y una puntuación de 1 a 9 (ver Anexo 1).

#### **3.4.3 Evaluación Sensorial del color de las aletas**

La evaluación sensorial de las aletas se realizó por dos análisis: comparación con las plantillas del Atlas de color y por un panel de jueces.

##### **3.4.3.1 Análisis por el Atlas de color**

Se utilizó el Atlas de color de Kupperts (1979) y la escala de coloración del amarillo por ser este el color de las aletas. Éste es un catálogo que muestra una combinación determinada de colores. Se basa en la combinación de los ocho colores fundamentales: blanco (B), amarillo (A), magenta (M), cian (C), azul violeta (Vi), verde (V), naranja (Na) y negro (N), éstos están dispuestos en el hexágono de color de manera cuantitativa. En los seis ángulos de la superficie del hexágono se encuentran los seis colores básicos cromáticos (ver Figura 14).



**Figura 14.** Hexágono de los seis colores básico

**Fuente:** Kupperts (1979)

La determinación del color de una muestra se realizó en un ambiente a la luz del día, la muestra se colocó sobre papel negro para evitar influencia de colores circundantes. Se buscó en el Atlas de colores, en este caso, la plantilla de color amarillo y se hizo la comparación correspondiente, el valor se obtiene leyendo primero el valor de la parte izquierda impreso en negrita, luego se leyó el valor en la escala izquierda de la tabla y por último, el valor de la escala de la parte inferior. La cifra obtenida no fue solamente el nombre del matiz de color, sino también su fórmula de mezcla.

### 3.4.3.2 Análisis por panel de jueces

El color de las aletas también fue evaluado por un panel de degustadores mediante una escala estructurada (Pedrero y Pangborn, 1996). Se utilizó la escala que se observa a continuación:

Puntos		
5	—	rojizo
4	—	amarillo intenso/rojizo
3	—	amarillo intenso
2	—	amarillo
1	—	amarillo suave
0	—	decolorado

### 3.4.4 Evaluación del sabor de las aletas coloreadas

La evaluación del sabor se llevó a cabo de acuerdo a lo recomendado por Pedrero y Pangborn (1996) con un grupo de panelistas entrenados, quienes determinaron el sabor de las muestras según discrepancias prefijadas y señalando un puntaje de acuerdo con la escala que se nota a continuación:

Puntos	
5	insípido
4	ligeramente insípido
3	ácido
2	ligeramente ácido + amargo
1	medianamente ácido - amargo
0	ácido - amargo

### 3.4.5 Evaluación de la textura de las aletas coloreadas

#### 3.4.5.1 Instrumental

Se usó un texturómetro QTS/25 (marca Brookfield) y el método de cizallamiento de Warner-Bratzler (WB) recomendado por Saavedra (2013). Los datos de dureza y consistencia obtenidos para las muestras fueron procesados por un software Texture Pro versión 2.0, accesorio propio del equipo.

La medición inicial fue realizada con preensayo y un ensayo para saber si los parámetros (velocidad de corte, umbral de fuerza, distancia de corte) fueron los correctos.

El cizallamiento se realizó perpendicularmente a las fibras con la ayuda de la cuchilla que se desliza arrastrada a velocidad constante de corte de 180 mm/s por un motor eléctrico. La muestra fue preparada de la siguiente manera: los trozos de aleta de pota fueron cocidos, coloreados, lavados y drenados, colocados en papel aluminio, transportados al laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias (UNALM), se limpiaron las impurezas y material extraño con un paño, se cortaron las tiras de 1x1x2,5 cm (alto, ancho y largo), se colocó en la celda del texturómetro y se procedió a la prueba siguiendo el procedimiento señalado en el manual Brookfield (QTS/25,1995). Se utilizó para el corte una cuchilla de 1 mm de grosor.

### 3.4.5.2 Sensorial

Este análisis fue realizado de acuerdo a lo señalado por Pedrero y Pangborn (1996) con un grupo de panelistas entrenados (ver Anexo 2), determinando la dureza de las muestras mediante una escala de puntuación de 1 a 5, la cual se muestra a continuación:

Puntos		
5		muy suave
4		suave
3		medianamente suave
2		ligeramente dura
1		medianamente dura
0		dura

### 3.5 PRUEBA DE REHIDRATACIÓN DE LA ALETA COCIDA COLOREADA

Se utilizó la prueba de rehidratación de moluscos recomendada por Astete (1983) se realizó en agua caliente aproximadamente 60°C en un lapso de 24 horas para el producto de 1 o 2 días de procesado. Se pesaron las muestras que fueron colocadas en un vaso con agua en una relación producto: agua de 1:2 (g/ml) se pesaron cada hora inicialmente y después cada 24 horas, previamente las muestras fueron escurridas y secadas con papel absorbente. Los resultados fueron expresados en porcentaje de la masa inicial.

### 3.6 PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL

Para esta prueba se siguieron las recomendaciones señaladas por Lawless y Klein (1991) teniendo en cuenta que la finalidad de la optimización de los parámetros de la cocción y coloración de la aleta de pota fue asemejarla a las características del manto cocido y coloreado, se realizó una prueba de preparación de arroz con mariscos y presentándola para su degustación a un grupo de consumidores (estudiantes del último año de Ingeniería Pesquera). Se utilizó una escala estructurada puntuada tal como se indica en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Escala de aceptación para la aleta de pota cocida y coloreada

10	excelente
8 - 9	muy bueno
6 - 7	bueno
5	regular (mínimo aceptable)
3 - 4	malo
1- 2	muy malo

### **3.7 PRUEBA DISCRIMINATORIA TRIANGULAR**

Se realizó la prueba discriminativa triangular (Anzaldúa – Morales, 1994) con el objeto de determinar si hay diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras de aleta y manto de pota cocida coloreada y cocida. Se presentaron a los jueces tres muestras codificadas. La variable motivo de observación fue la textura de las muestras. Al ser una prueba de decisión forzada y respuesta única fue una prueba de una sola cola en la distribución normal. Los resultados se compararon contra el número de repuestas correctas en la tabla estadística correspondiente a esta prueba a un nivel de significancia de 1%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS DE FRESCURA DE LA ALETA DE POTA

Los resultados de los análisis de la frescura de aleta de pota se observan en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Análisis de frescura de la aleta de pota

<b>Fecha</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Calificación (puntos)</b>
26/05/14	10	8,0
25/06/14	20	8,5
27/08/14	10	8,0

De los resultados obtenidos y considerando que la calificación máxima fue de 9 puntos, se puede afirmar que en los diversos experimentos se usó aleta de pota de alto grado de frescura.

Tanikawa *et al.* (1971), citado por Sánchez (1981), ha señalado que el procesamiento de mariscos es difícil debido a los problemas técnicos que presentan, recomendando el empleo de materia prima con alto grado de frescura. Esta premisa se ha mantenido en el presente estudio y los resultados lo confirman.

### 4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALETA DE POTA

La composición química de la aleta de pota fresca se aprecia en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Composición química de la aleta de pota fresca

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Humedad	82,48
Proteína total	13,80
Grasa cruda	1,56
Ceniza	1,12

Los resultados muestran que el contenido de humedad fue alto y el de grasa cruda bajo, asemejándose a las especies de pescado blanco (por ejemplo merluza), pudiéndose clasificar a la aleta de pota como magra de acuerdo a lo señalado por Sánchez y Lam (1970). Comparando la composición de la aleta de pota (Tabla 11) con los mostrados en

la Tabla 5 para manto de pota, se puede indicar que tanto la aleta como el manto muestran un alto contenido de humedad; sin embargo, en cuanto al contenido de proteína en el manto es más alto al señalado por Maza (2003) para la misma especie. El contenido de ceniza es bajo en la aleta y en el manto. Suzuki (1987) y Ruitter (1999) señalan que la composición química en peces y moluscos está afectada por varios factores, siendo la zona del cuerpo una de ellas; al respecto Ochoa (2014) encontró que la composición química del *Dosidicus gigas* varía en razón al sexo, grado de maduración sexual, época del año y parte corporal, así mismo señala que los contenidos de humedad y proteína son un tanto más altos en el manto que en la aleta

### 4.3 PARTE EXPERIMENTAL

#### 4.3.1 Determinación de la relación agua: aleta de pota

Los resultados obtenidos para la determinación de la relación agua: aleta de pota más adecuada para la cocción se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Determinación de la relación agua: aleta de pota para la cocción

(T = 100°C, t = 15 min)

Agua : Aleta (v : m)	Aleta (kg)	Agua (L)	Color	Textura
1:1	1,090	1,090	Blanquecino, crema	Dura
1,5:1	1,070	1,605	Blanquecino, ligeramente crema	Suave
2:1	1,030	2,060	Blanquecino, ligeramente crema	Suave

En la relación 1:1 la poca cantidad de agua dificultó la cocción de las aletas, hubo trozos o zonas de las aletas que no se sumergieron del todo y se hizo necesario remover constantemente todo el contenido del recipiente para que sea posible la cocción; además, no se obtuvo un cocido adecuado de las aletas.

En el caso de la razón 1,5:1 todas las aletas no estuvieron sumergidas, porque sobresalían ligeramente por encima del nivel de agua; sin embargo, esto no fue del todo un inconveniente para la cocción de las aletas ya que se apreció un cocido parejo de todas las piezas.

Por último, para el caso de la relación 2.0:1 se observó un incremento del nivel del agua por pérdida del agua de las aletas, con ello se produjo un cocido parejo de todas las unidades y facilidad para su manipuleo. Se consideró entonces a la relación de agua;



aleta de pota 2,0:1 como la más conveniente y, por esta razón, se utilizó en los siguientes experimentos.

#### 4.3.2 Concentración de sal común de la solución de cocción

Los resultados obtenidos para la concentración más adecuada de sal común en la solución de cocción de las aletas de pota se aprecian en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Concentración de sal común de la solución de cocción de las aletas de pota (T = 100°C, t = 15 min)

Sal común (% <i>, m/v</i> )	Color	Textura	Sabor
0	Cremoso	Ligeramente dura	Poco ácido
1	Débilmente cremoso blanquecino	Media suave	Algo insípido
2	Ligeramente blanquecino	Ligeramente suave	Medio insípido
3	Blanquecino	Suave	Insípido

Los resultados mostraron que la cocción fue uniforme en los tres casos. A la concentración de 1% de sal, las características de color textura y sabor no variaron significativamente con respecto al testigo, considerándose prácticamente iguales. En el caso de 2% si se apreciaron diferencias en la textura y ligeramente en el sabor, mientras que a 3% las características de sabor y textura sí mostraron diferencias notorias respecto al testigo. Kugino *et al.* (1995), encontraron que la inmersión del manto del calamar en una salmuera 2% (p/v) antes de la cocción provoca cambios en la textura, sabor y deshidratación del manto. Se puede afirmar que las concentraciones de 2% y 3% de sal común afectaron el sabor y textura de las aletas de pota confiriéndoles características agradables.

#### 4.3.3 Coloración de las aletas de pota

Los resultados de la coloración de las aletas de pota se observan en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Coloración de aletas de pota con achiote

(T = 100°C, t = 15 minutos)

Tamaño de partícula	Sal común (% <i>,m/v</i> )	Color (Amarillo, Magenta, Cian)
Entera	0	A <sub>50</sub> M <sub>60</sub> C <sub>00</sub>
Partida		A <sub>50</sub> M <sub>20</sub> C <sub>00</sub>
Entera	2	A <sub>60</sub> M <sub>60</sub> C <sub>00</sub>
Partida		A <sub>60</sub> M <sub>20</sub> C <sub>00</sub>
Entera	3	A <sub>70</sub> M <sub>60</sub> C <sub>00</sub>
Partida		A <sub>70</sub> M <sub>20</sub> C <sub>00</sub>

La utilización de las semillas de achiote enteras y partidas para la coloración de las aletas demostró que más efectivo resultó emplear la semilla entera porque el color (A, amarillo y M, magenta) fue más intenso al alcanzar ambos un mayor matiz de amarillo. Esto podría explicarse porque al estar el pigmento colorante de la semilla en la superficie externa, la cocción y sobre todo la temperatura de ebullición permitió una fácil disolución del pigmento y su rápida fijación sobre la superficie de las aletas de pota; en cambio, al estar partida la semilla, se disolvieron otros componentes del interior de la semilla los cuales al parecer interfirieron en la disposición del pigmento.

Por otro lado, la adición de sal a la solución de coloración permitió una deposición más rápida del pigmento tal como se aprecia en los resultados, comparando el color obtenido sin uso de sal 0% y cuando se utilizó una solución al 3% de sal común, los colores amarillo y rojo fueron más intensos. Razón por la cual, en los siguientes experimentos, se utilizó una solución de coloración con sal común al 3% y la semilla entera.

#### 4.3.4 Determinación del tiempo y temperatura de cocción de las aletas de pota

Los resultados obtenidos en la determinación de la temperatura y el tiempo más adecuados para la cocción de las aletas de pota se ven en la Tabla 15 y en la Figura 15.

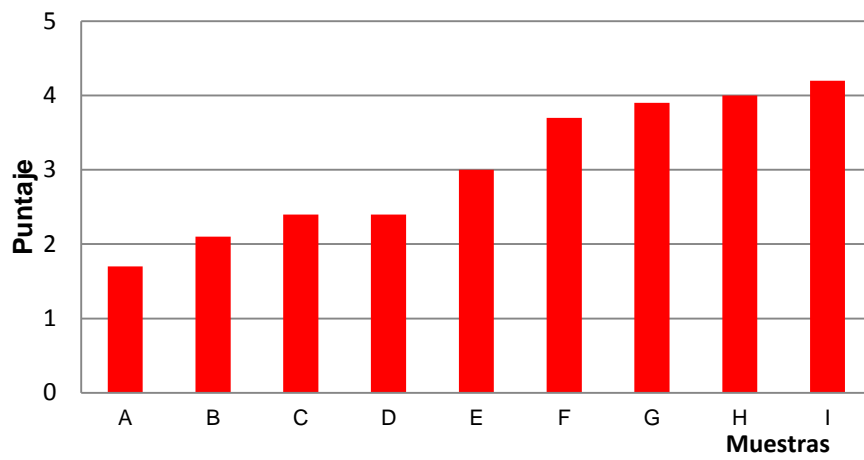
**Tabla 15.** Cambio de las características sensoriales de la aleta de pota durante la cocción

Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)	Código	Calificación (puntos)			
			Color	Sabor	Textura	Total
80	10	A	1,7	2,9	2,8	7,4
	12	B	2,1	3,3	3,2	8,6
	15	C	2,4	3,5	3,5	9,4
90	10	D	2,4	3,3	3,1	8,8
	12	E	3,0	3,5	2,9	9,4
	15	F	3,7	3,8	3,3	10,8
100	10	G	3,9	3,8	3,1	10,8
	12	H	4,0	3,9	3,3	11,2
	15	I	4,2	4,0	3,4	11,6

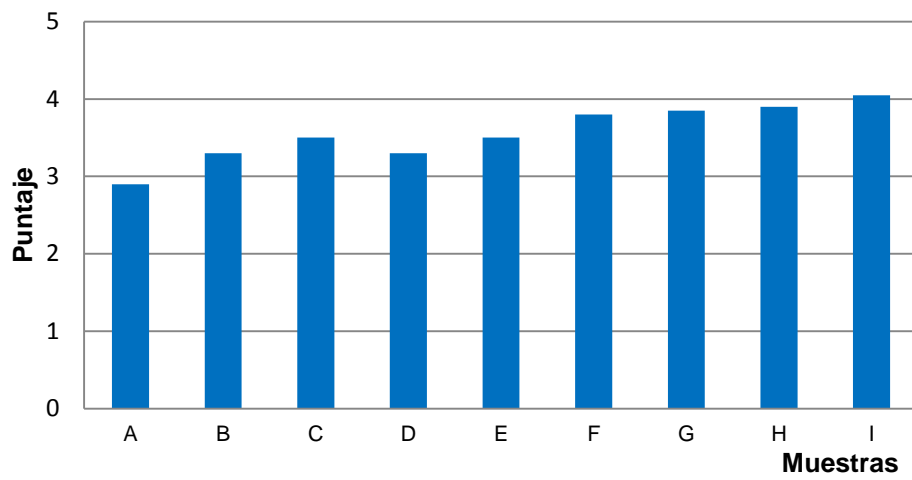
\*promedio obtenido de 4 valores (ver Anexo 3, 4 y 5)

De los resultados obtenidos, se puede notar fácilmente que las características de color, sabor y textura de la aleta de pota fueron afectadas por la interrelación de las variables temperaturas y tiempo de cocción en grados diverso. Así, el color fue la característica de mayor cambio al verse seriamente alterada por el tratamiento, éste fue más intenso cuanto mayores fueron la temperatura y tiempo de cocción, la puntuación se incrementó desde 1,7 (80°C por 10 minutos) hasta 4,2 (100°C por 15 minutos) y estadísticamente,

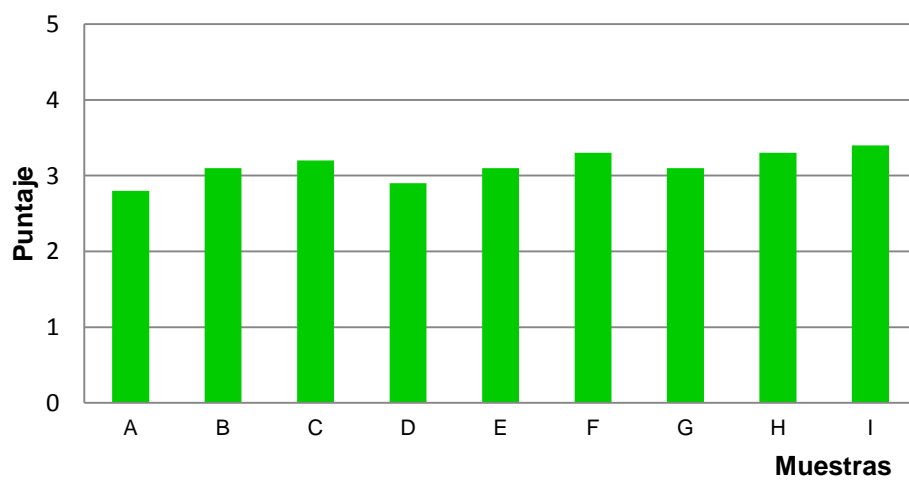
a) Color



b) Sabor



c) Textura



**Figura 15.** Variación de las características sensoriales de la aleta de pota de acuerdo al tratamiento de cocción

con un nivel de significación de  $p < 0,01$ , solamente las muestras A y B fueron similares al igual que las muestras C y D. Con relación al sabor, únicamente la muestra A mostró diferencia con respecto al resto de muestras (significación  $p < 0,01$ ), las muestras F, G, H e I no mostraron diferencia significativa ( $p < 0,01$ ).

Respecto a la textura, la prueba de Tukey no mostró diferencia entre los tratamientos evaluados ( $p < 0,01$ ) excepto en la muestra A.

Haciendo un análisis sobre el puntaje de calificación obtenidos para los diversos tratamientos y las tres características evaluadas, se podría afirmar que una puntuación menor de 3,0 indistintamente de la característica, implicó una menor aceptabilidad y calidad del producto, los tratamientos que obtuvieron una calificación mayor a la indicada como referencia en las tres características fueron: F (90°C por 15 minutos) y G, H e I (a 100°C por 10, 12 y 15 minutos), respectivamente; por otro lado si se suman los puntajes de las tres características por tratamiento se observó que éstos fueron en aumento conforme se dieron los incrementos de tiempo, deduciendo que un puntaje por encima de 10 calificó a los mejores tratamientos, los cuales fueron F, G, H e I. Ambas observaciones coincidieron con lo determinado con las comparaciones múltiples de Tukey, en donde para cada una de las características evaluadas en las muestras F, G, H e I, no se determinaron diferencias ( $p < 0,01$ ), la muestra I mostró los mayores puntajes en cada una las tres características y en el total.

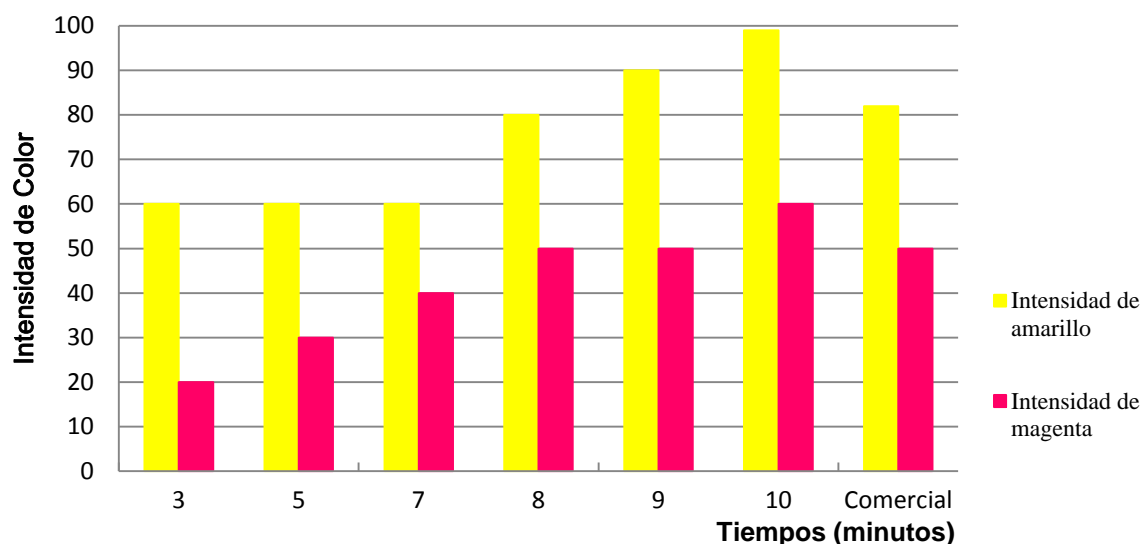
También sería conveniente considerar que, en las tres temperaturas analizadas, se obtuvo una textura con altos puntajes a un tiempo de 10 minutos de cocción y no muy diferente a las obtenidas a mayores tiempos de cocción; por esta razón, y teniendo en cuenta que la textura es una característica crítica para la aceptabilidad de cefalópodos cocidos (Kreuzer, 1984), se realizó una prueba de optimización de la coloración en función al tiempo de cocción de la aleta de pota. Para las siguientes pruebas se tomaron como referencia los parámetros de 100°C y 10 minutos.

#### **4.3.5 Optimización del tiempo de cocción de las aletas de pota**

Los resultados de la optimización de la coloración de las aletas de pota se indican en la Tabla 16 y Figura 16.

**Tabla 16.** Análisis de la coloración con respecto al tiempo de cocción de la aleta de pota  
(T = 100°C)

Tiempo (min)	Coloración (Código)	Intensidad de color		
		Amarillo	Magenta	Cian
3	A <sub>60</sub> M <sub>20</sub> C <sub>00</sub>	60	20	00
5	A <sub>60</sub> M <sub>30</sub> C <sub>00</sub>	60	30	00
7	A <sub>60</sub> M <sub>40</sub> C <sub>00</sub>	60	40	00
8	A <sub>80</sub> M <sub>50</sub> C <sub>00</sub>	80	50	00
9	A <sub>90</sub> M <sub>50</sub> C <sub>00</sub>	90	50	00
10	A <sub>99</sub> M <sub>60</sub> C <sub>00</sub>	99	60	00
Muestra comercial	A <sub>82</sub> M <sub>50</sub> C <sub>00</sub>	82	50	00



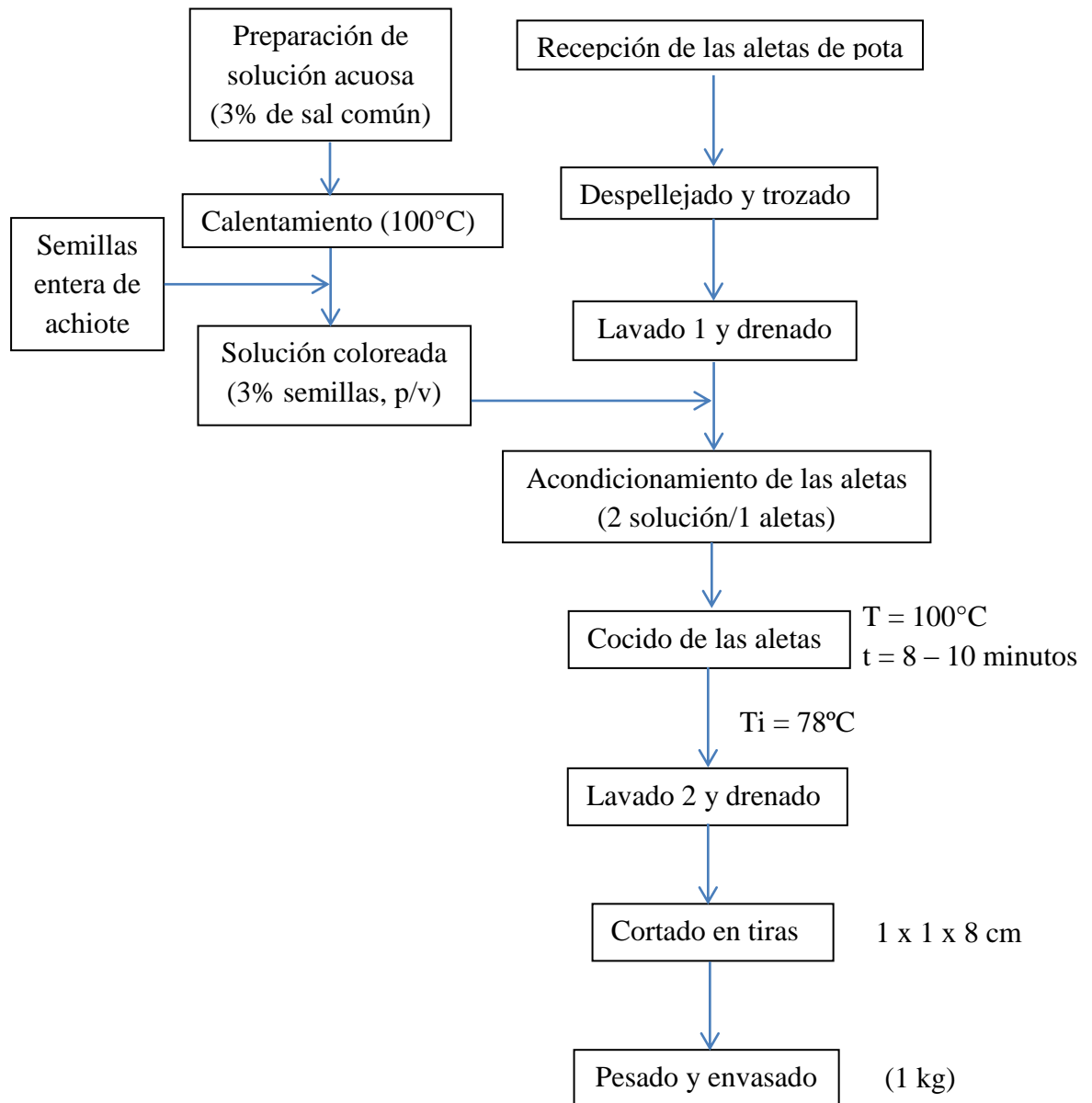
**Figura 16.** Intensidad de color de las aletas de pota en función al tiempo de cocción

Los datos obtenidos mostraron que el tiempo más conveniente de cocción fue mayor a 8 minutos, por cuanto la coloración de los trozos de aleta de pota se hizo más intensa y similar a la muestra comercial; así a 9 minutos se determinó un amarillo del 90% mientras que a 10 minutos un 99% de saturación. Comparando lo obtenido experimentalmente con la muestra comercial se pudo apreciar fácilmente que la coloración amarilla fue mucho menor en esta última. Nollet y Toldrá (2015) señalaron que el uso de cartas de color para la evaluación de carnes es un procedimiento rápido y confiable para el control durante el proceso; lo obtenido en esta prueba para la coloración de la aleta de pota confirma lo señalado por estos autores. Es conveniente mencionar que los consumidores aprecian que la coloración amarilla – rojiza sea más intensa. Por lo tanto, la coloración óptima se obtuvo en un rango entre 8 a 10 minutos.

## 4.4 FLUJO FINAL DEL PROCESO DE ALETA DE POTA COLOREADA

### 4.4.1 Diagrama de flujo

En la Figura 17 se observa el diagrama de flujo de procesamiento final de la aleta de pota cocida y coloreada.



**Figura 17.** Flujo de procesamiento de la aleta de pota cocida y coloreada

Una vez recepcionadas las aletas estas fueron despellejadas y trozadas para que se cocinen más rápido, luego fueron lavadas y drenadas en un cernidor por algunos minutos. Paralelamente, se preparó una solución de agua con sal común al 3% (p/v), se calentó a ebullición y se adicionaron semillas enteras de achiote.

Se mantuvo el calentamiento hasta ebullición, luego se acondicionaron las aletas en solución coloreada en una relación de 1 por parte de las aletas y 2 de solución (p/v); acomodándolas de tal manera que los trozos estuvieran por debajo del nivel de solución, se mantuvo el calentamiento a una temperatura de 100°C por 8 a 10 minutos; posteriormente, los trozos de aleta (Ti = 78°C) fueron extraídos, lavados en agua potable y drenados en un cernidor, una vez enfriados fueron secados con un paño y cortados en tiras de 1x1x8 cm, pesados (1 kg) y envasados en bolsas de polietileno de mediana densidad.

#### 4.4.2 Rendimiento del producto

Los resultados de la determinación de los rendimientos obtenidos en las diferentes etapas del proceso de elaboración de aletas cocidas y coloreadas se aprecian en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Rendimiento de la aleta de pota con respecto a cada actividad procesada

<b>Actividad</b>	<b>(%)</b>
Recepción	100
Despellejado	96
Trozado	94
Lavado 1	92
Cocido	45
Lavado 2	44
Cortado en tiras	41
Pesado y envasado	40

De acuerdo a las cifras obtenidas, se puede notar fácilmente que en las primeras etapas la pérdida fue muy baja, obteniéndose hasta el lavado 1 un 92% de rendimiento. Luego, a partir de la cocción, la pérdida de agua y sólidos fue muy alta y el rendimiento disminuyó hasta un 45%; en las etapas posteriores la pérdida se redujo hasta llegar a un rendimiento del producto final de 40%. Otwell y Giddings (1980) hallaron que la cocción del manto del *Loligo pelaei* a 100°C por 1 minuto produce una pérdida de peso del 37%, Kreuzer (1984) señala 47% a 100°C por 10 minutos, Kagawa *et al.* (2000) mencionan que este valor se incrementa con el aumento del tiempo de cocción. Según estos mismos autores, esto es consecuencia de la deshidratación del manto. Por lo tanto, la cocción fue la etapa del proceso que tuvo gran impacto en la disminución del peso y, en consecuencia, el rendimiento.

## 4.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS ALETAS DE POTA COLOREADA

### 4.5.1 Composición química

Los resultados de la composición química de la aleta de pota cocida y coloreada se pueden ver en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Composición química de aleta de pota cocida

Componente	Cantidad (%)
Humedad	74,35
Proteína total	19,87
Grasa cruda	1,92
Ceniza	1,30

Las cifras mostraron que la humedad fue alta y también la proteína, asemejándose a la del pescado sobre todo a una especie magra. En cuanto a la grasa cruda y ceniza el contenido exhibido fue bajo. Comparando estos resultados con las aletas frescas (ver Tabla 6) se puede apreciar que la humedad disminuyó significativamente de 82 a 74% mientras que la proteína se incrementó de 13 a 19%. La reducción en el contenido de humedad se atribuye a que la cocción provocó pérdida de agua de la aleta por desnaturalización de la proteína (Fennema, 2000) y subsecuente deshidratación del músculo (Otwell y Giddings, 1980); la pérdida de agua de las aletas hizo que el resto de componentes se incremente relativamente, sobre todo en este caso particular, la proteína total.

A manera de comparación, se determinó la composición química de aletas de pota procesadas de manera artesanal y otra proveniente de la planta del TPVMT. Los resultados se observan en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Composición química de aletas de pota coloreadas de diverso origen

(%)

Componente	Presente estudio	Artesanal	Planta (TPVMT)
Humedad	74,35	71,74	70,77
Proteína total	19,87	20,53	21,26
Grasa cruda	1,92	1,40	2,40
Ceniza	1,30	1,38	1,04

Comparando los datos de composición química de las aletas de pota puede apreciarse que las elaboradas artesanalmente y las que provienen de la planta del TPVMT tuvieron menor humedad, esto como consecuencia del excesivo tiempo de cocción a que fueron



sometidas estas últimas, el cual fue de al menos 20 minutos. Otwell y Giddings (1980) y Ochoa (2014) indican que la cocción provoca disminución de la humedad en el manto del calamar así como un incremento de la proteína. Lo interesante es que el contenido de proteína es alto en las 3 muestras comparadas.

#### 4.5.2 Rehidratación

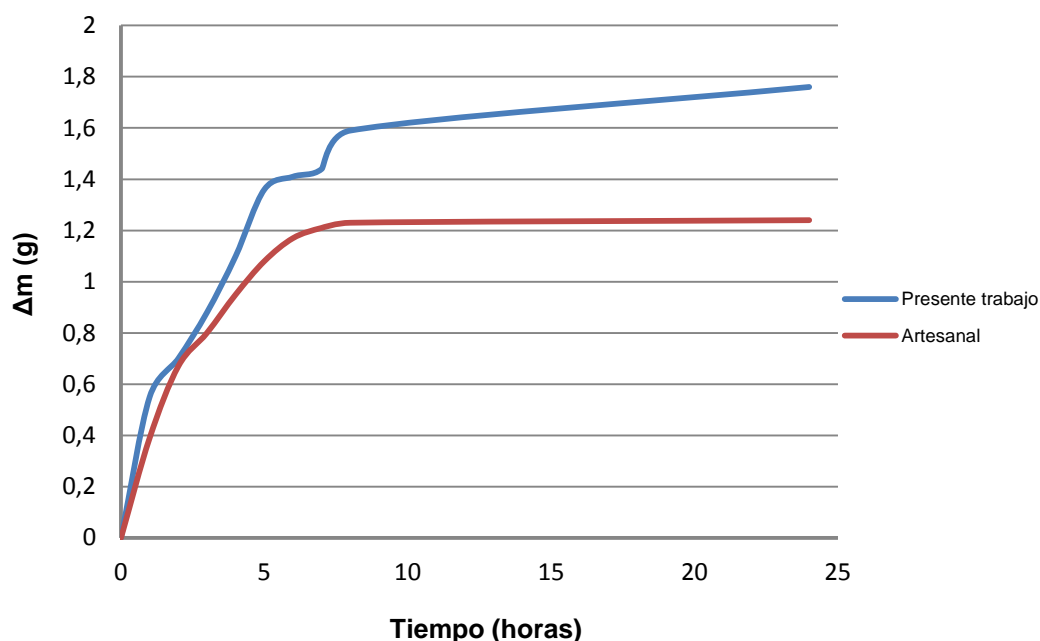
Los resultados de la rehidratación de la aleta cocida y coloreada de pota se aprecian en la Tabla 20 y en la Figura 18.

**Tabla 20.** Variación de masa por rehidratación de la aleta de pota cocida y coloreada

Tiempo (horas)	Presente trabajo			Artesanal		
	Masa (g)	$\Delta m$ (g)	Humedad (%)	Masa (g)	$\Delta m$ (g)	Humedad (%)
0	33,94	0,00	74,35	33,57	0,00	70,96
1	34,49	0,55	75,54	33,96	0,39	71,53
2	34,64	0,70	75,87	34,24	0,67	72,59
3	34,82	0,88	76,26	34,37	0,80	72,66
4	35,04	1,10	76,74	34,52	0,95	72,86
5	35,30	1,36	77,31	34,65	1,08	73,04
6	35,35	1,41	77,42	34,74	1,17	73,29
7	35,38	1,44	77,49	34,78	1,21	73,50
24	35,53	1,59	77,81	34,80	1,23	73,51
48	35,70	1,76	79,35	34,81	1,24	73,52
72	35,70	1,76	79,35	34,81	1,24	73,52

Los datos mostraron que en las primeras y hasta las 5 horas la rehidratación fue rápida, las aletas rápidamente absorbieron agua luego la pendiente decreció y la absorción de agua se fue haciendo menos rápida. A las 24 horas se alcanzó un contenido de humedad del 77,8%, luego el incremento de masa se hizo casi uniforme hasta alcanzar un 79,35% a las 48 horas.

Comparando el resultado obtenido con la curva de rehidratación del producto artesanal, se puede notar que las aletas elaboradas en el presente estudio exhibieron una mayor rehidratación, esto debido a las severas condiciones de cocción a la que fueron sometidas en el TPVMT (temperatura de ebullición por 20 a 30 minutos).



**Figura 18.** Incremento de masa por rehidratación de la aleta de pota coloreada

Por otro lado, la capacidad de reconstitución o rehidratación obtenida por otros autores para mariscos cocidos secos fue: caracol 82% (Astete, 1983), macha 78% (Llanos, 1977) y choro 79% (Valqui, 1981); cifras que concuerdan con lo hallado para la aleta de pota.

Para el caso del producto artesanal, el tiempo excesivo de cocción provocó una mayor desnaturalización de las proteínas alterando su capacidad de absorción de agua. Al respecto, Fennema (2000) y Badui (2006) señalan que la desnaturalización por calor afecta la estructura tridimensional, aumentando la entropía de las moléculas, como consecuencia hay pérdidas en las estructuras secundarias, terciarias y/o cuaternarias, perjudicando su capacidad retentiva de agua. Cheftel (1976) menciona que las proteínas se desnaturalizan a partir de los 63°C y el colágeno se solubiliza parcialmente, en tanto que Ruitter (1999) señala que la mayoría de las proteínas de peces pelágicos se coagulan al ser calentadas en agua por encima de los 50°C. Por otro lado, Kreuzer (1984) señala que la cocción de la carne del calamar afecta su deshidratación y textura, así como que esto depende de la temperatura y tiempo de exposición a la que es sometida, tal como ha ocurrido en la presente investigación.

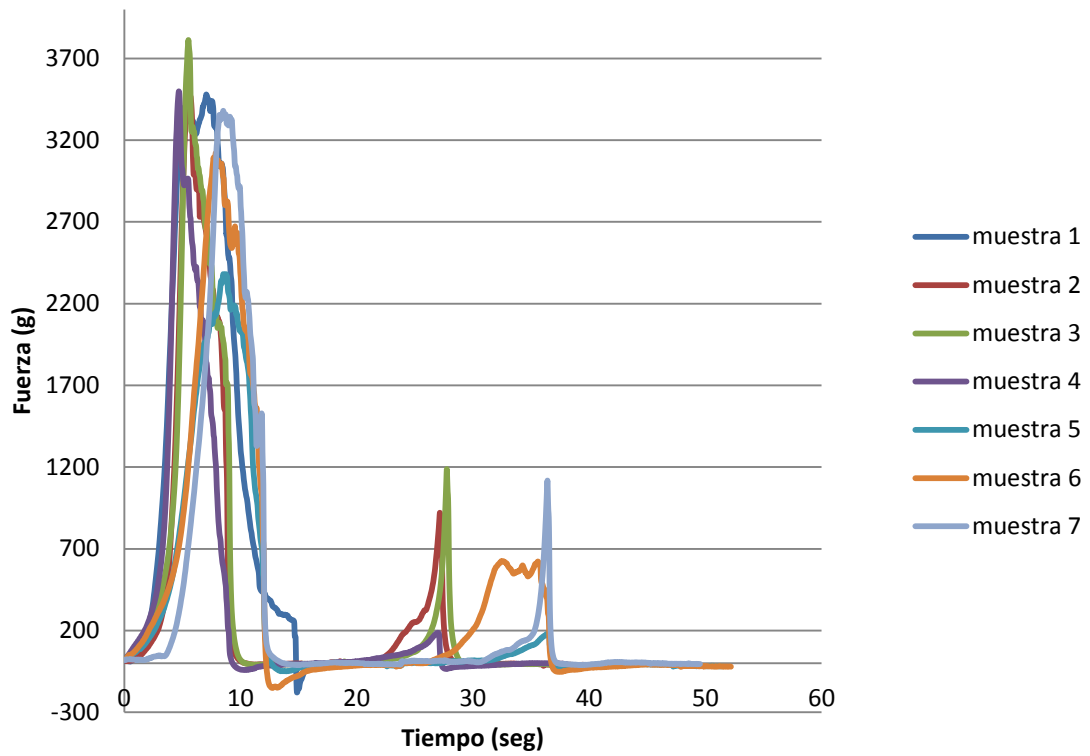
#### **4.5.3 Evaluación instrumental de textura de la aleta de pota cocida coloreada**

Los resultados de la evaluación de textura de aleta de pota cocida y coloreada se observan en la Tablas 21 y 22 y en las Figuras 19 y 20.

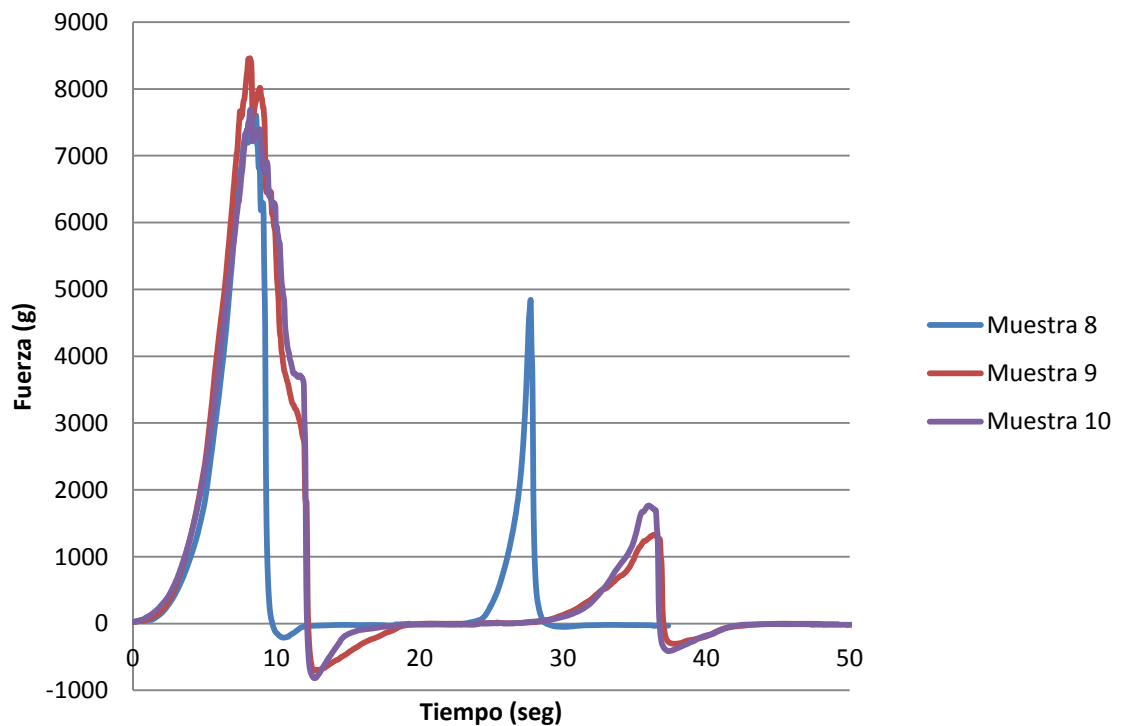
**Tabla 21.** Dureza de la aleta de pota cocida y coloreada  
(100°C)

<b>Muestra</b>	<b>Dureza (g/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Cocida por 8 minutos</b>	
1	3480
2	3572
3	3813
4	3499
5	2381
6	3122
7	3380
<b>Cocida por 20 minutos</b>	
8	7604
9	8460
10	7689

De acuerdo a los datos obtenidos se puede observar claramente que la muestra de aleta de pota coloreada y cocida por 8 minutos fue mucho menos dura que la cocida a 20 minutos; esto se presentó por cuanto, tal como dicen Otwell y Hamann (1979), mayores tiempos de cocción incrementan la deshidratación y endurecimiento del manto del calamar. Este resultado fue comprobado por el análisis sensorial (ver Tabla 15), similares resultados fueron obtenidos por Astete (1983). En las Figuras 19 y 20 se aprecia claramente la dureza, la rotura de las muestras del 1 al 7 requirieron menor fuerza de corte para romper las fibras que las muestras 8, 9 y 10 cocidas por 20 minutos; de igual manera, al tener las curvas una base similar en longitud pero una altura mucho mayor hace que el área (dureza) de la curva igualmente sea mucho mayor. Además, en la Figura 19, se pueden notar 2 curvas pequeñas correspondientes al segundo y tercer corte, las cuales fueron más pequeñas que la curva inicial.



**Figura 19.** Curvas de textura de la aleta de pota cocida en 8 minutos



**Figura 20.** Curvas de textura de la aleta de pota cocida en 20 minutos

Esto confirma, también, el haber determinado el tiempo óptimo de cocción de las aletas en un rango entre 8 a 10 minutos. En la Tabla 22 se hace una comparación de la textura de varias carnes cocidas incluyendo la obtenida en el presente trabajo.

**Tabla 22.** Dureza de varias carnes comestibles cocidas (1Kf = 9,8067N)

Tipo de carne	Dureza (kg/cm <sup>2</sup> )
Manto cocido de pota <sup>a</sup>	1,53
Manto crudo de pota <sup>a</sup>	1,68
Lomo de bovino <sup>b</sup>	2,08
Lomo de llama <sup>b</sup>	2,44
Lomo de caballo <sup>b</sup>	3,23
Aleta de pota (8 minutos de cocción) <sup>c</sup>	3,29
Lomo de cordero <sup>b</sup>	4,30
Lomo de res <sup>b</sup>	4,54
Bíceps femoralis de res <sup>b</sup>	4,55
Lomo de toro <sup>b</sup>	6,53
Aleta de pota (20 minutos de cocción) <sup>c</sup>	7,92

**Fuente:** <sup>a</sup> Ando *et al.* (1999), <sup>b</sup>Saavedra (2013) y <sup>c</sup> presente estudio

Las cifras comparativas mostraron que la textura del manto cocido de pota exhibe menor dureza comparada con todas las otras carnes, en tanto la aleta de pota cocida a 8 minutos tuvo una dureza intermedia pero menor a la del lomo de res y cordero; en cambio, la aleta de pota cocida a 20 minutos mostró tener la mayor dureza de todas las carnes comerciales. Es conveniente señalar que la textura de las carnes de animales terrestre está determinada por las fibras musculares, su disposición, el contenido del tejido conjuntivo y el método de cocción (Kilcast, 2013; Nollet y Toldrá, 2009), a diferencia del músculo del calamar cuya estructura es muy diferente a las carnes mencionadas por Saavedra (2013) y su textura depende mucho de sus músculos de fibras circulares y tipo, temperatura y tiempo de cocción (Ando *et al.*,1999). Al respecto, Otwell y Hamann (1979), Otwell y Giddings (1980) y Kagawa *et al.* (2000) mencionan que durante la cocción las fibras musculares del calamar no son alteradas siendo principalmente afectado el tejido conectivo, según Kagawa *et al.* (2000) las fibras de colágeno se rompen y coagulan, provocando endurecimiento del músculo. Esto no ocurre en el caso de animales terrestres. Por otro lado, Torres-Arreola *et al.* (2008) encontraron un contenido de colágeno en las aletas mucho mayor que en el manto de la pota, de ahí la diferencia mostrada en la textura de ambas partes corporales halladas en este estudio.

#### **4.5.4 Pruebas sensoriales del producto**

##### **4.5.4.1 Prueba de aceptabilidad**

Los resultados de la prueba de aceptabilidad de la aleta de pota cocida y coloreada se muestran en la Tabla 23. El análisis estadístico se aprecia en el Anexo 4.

**Tabla 23.** Aceptabilidad de la aleta de pota cocida y coloreada

Panelista	Calificación (puntos)	Panelista	Calificación (puntos)
1	8	14	8
2	9	15	7
3	8	16	9
4	9	17	8
5	8	18	8
6	7	19	7
7	8	20	8
8	8	21	9
9	8	22	7
10	9	23	9
11	9	24	8
12	8	25	8
13	8	Total	

Los valores de t calculado ( $t_c$ ) y tabulado ( $t_t$ ) fueron los siguientes:

$$t_c = 15,10 \quad t_t (p < 0,05) = 0,337$$

$$t_t (p < 0,01) = 0,463$$

Se puede observar que el  $t_c$  es mucho mayor que el  $t_t$ , en ambos casos, por lo cual se aceptó la hipótesis alterna ( $H_a$ ), en consecuencia se concluyó que el producto fue altamente aceptado por el grupo de panelistas.

#### 4.5.4.2 Prueba discriminativa triangular

Los resultados de la prueba discriminativa de la aleta de pota cocida coloreada se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Prueba discriminativa triangular de la aleta de pota coloreada

Panelista	Acertado	No acertado	Panelista	Acertado	No acertado
1	x		9		x
2		x	10	x	
3	x		11		x
4		x	12		x
5	x		13	x	
6	x		14		x
7		x	15	x	
8		x	16		x

El número de respuestas acertadas y no acertadas obtenidas y el mínimo de respuestas correctas fueron los siguientes:

Respuestas:

Acertadas = 7

No acertadas = 9

Mínimo ( $\alpha=0,05$ ) = 10

Mínimo ( $\alpha=0,01$ ) = 11

Se obtuvo un número de respuestas acertadas (o correctas) igual a 7 que fue menor al mínimo exigido de 10 y 11; por tanto, se concluyó que no se apreciaron diferencias significativas, sobre todo en la textura, entre la aleta y el manto de pota cocidos y coloreados.

Comparando los resultados de textura instrumental (4.5.3) y sensorial (4.3.4 y 4.5.4.2) se ratificó que el tiempo de 8 a 10 minutos de cocción a 100°C de la aleta de pota fue suficiente para alcanzar una dureza del producto que no se diferenció sensorialmente (significancia  $p<0,01$ ) del manto de pota.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones de trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Se determinó el siguiente flujo final del procesamiento de la aleta de pota cocida coloreada: despellejado y trozado, lavado y drenado, acondicionamiento de las aletas en una solución acuosa de 3% de sal, semillas enteras de achiote 3% (m/v) y a 100°C por 8 a 10 minutos, lavado y drenado, cortado, pesado y envasado.
2. Las características evaluadas de color, sabor, textura fueron influenciadas por la interrelación de las variables temperatura y tiempo de cocción, siendo el color el más afectado.
3. Las muestras codificadas con las letras F (90°C por 15 minutos) y G, H e I (100°C por 10, 12 y 15 minutos) fueron las más convenientes para la coloración de las aletas de pota refrendadas en 12 y 15 minutos, respectivamente por la prueba de Tukey ( $p < 0,01$ ).
4. La optimización de la coloración sensorial (mediante cartas de color) se obtuvo a 100°C y de 8 a 10 minutos de cocción, alcanzándose un color amarillo-rojizo igual o superior al producto comercial.
5. La mayor rehidratación y la menor dureza de la aleta de pota procesada según el flujo final obtenido, en comparación al mismo producto comercial, ratificaron que las características de color, sabor y textura fueron óptimas en el rango entre 8 a 10 minutos de cocción.
6. Estadísticamente ( $p < 0,01$ ) la aleta de pota cocida y coloreada alcanzó una alta aceptabilidad y no se diferenció del manto de pota procesado en las mismas condiciones.



## VI. RECOMENDACIONES

1. Aplicar el flujo final obtenido en este estudio, para el procesamiento de otras partes descartables en el faenado de la pota tales como nuca, tentáculos, manto, pico.
2. Elaborar un perfil económico de la aleta de pota cocida y coloreada a nivel de pequeña y mediana empresa.
3. Aprovechar el agua residual de cocción para la recuperación de proteínas sarcoplasmáticas.
4. Utilizar otros ingredientes y tipo de corte de la aleta de pota para obtener sabores, colores y presentaciones diferentes para aumentar su valor agregado.
5. Fomentar la investigación en la elaboración de nuevos productos en base a la pota *Dosidicus gigas*.
6. La elaboración de productos a base de mariscos genera un alto porcentaje de material residual, el cual debe ser aprovechado aplicando tratamientos tecnológicos adecuados que permiten obtener productos de mayor valor agregado.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Abugoch, L.; Guarda, A.; Pérez, L.; Paredes, P. (1999). Determinación de la composición química proximal y la formulación de un producto tipo gel de pota (*Dosidicus gigas*). Archivo latinoamericano, Volumen 49:156 – 161 p.
2. Ando, M; Tsukamasa, J; Makimodan, Y; Miyoshi, M.1999. Muscle firmness and structure of raw and cooked arrow squid mantle as affected by freshness. J. of Food Science, 64, 659 – 662 p.
3. Anzaldúa - Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Acribia S.A, Zaragoza, 198 p.
4. AOAC. (2005). "Official Methods of Analysis ". Official methods of analysis of AOAC International 18th Edition, U.S.A. Parte 3, 1141 p.
5. Astete, A. (1983). Estudio del procesamiento del caracol marino *Thais chocolata* deshidratado por aire caliente. Tesis Ing. Industrias Alimentarias, UNALM, Lima. 140 p.
6. Badui, S. (2013). Química de los alimentos. Editorial Pearson, D.F., México. 723 p.
7. Belitz, H y Grotch W. (2009). Química de los alimentos. 4º edición. Editorial Springer – Verlag, New York. 1237 p.
8. Benítez, C y Valdivieso, V. (1986). Resultados de la pesca exploratoria 1978/1980 y desembarque de cefalópodos pelágicos en el litoral peruano. Bol. Inst. Mar Perú, 139 p.
9. Bjarnason, A. (1989). Pesca de Calamar. Bol Infofish 2º edición, 38 – 40 p.
10. Bone, P. (1981). Squid mantle muscle. Cambridge Journals, Reino Unido. 61, 327 – 342 p.
11. Bressani, R.; Braham, J.; Elías, L.; Gómez, R. (1983). “Composición Química, contenido de aminoácidos y valor nutritivo de la proteína de semilla de achiote *Bixa orellana*. Archivo latinoamericano de nutrición 23(2): 356 – 376.
12. Cabezudo, G. (1973). Extracción de colorantes a partir del achiote *Bixa orellana*. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias, UNALM, Lima. 108 p.
13. Carballo, B y López de la Torre, G. (2001). Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Mundi – Prensa, Madrid. 321 p.

14. Cassens, R. (1994). La estructura del músculo. En Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, 2º edición. 11 -55 p.
15. Cifuentes Lemus, Juan Luis, Pilar Torres García y Marcela Frías M. (1995). “El océano IX. La pesca”. Editorial Redalyc.org. México, Segunda edición. Disponible en:  
<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/081/htm/oceano.htm>
16. Cheftel, J. (1976). Agentes y mecanismos de deterioro de los alimentos. En Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen I, Acribia S.A., Zaragoza. 404 p.
17. Christensen, V. (2014). Valorización de mariscos: El sector pesquero peruano política marina. Edición Macroconsult, Perú: Boletín 44, 302 – 311 p.
18. Dendy, D. 1966. “Annato, the pigment of Bixaorellana”. Edition. Afr. Agr. J. 32(2): 126-132.
19. FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud-Universidad de las Naciones Unidas) (1985), Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos, Serie de Informes Técnicos, núm. 724, Ginebra.
20. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), (2014). The State of the World Fisheries and Aquaculture. Rome, 223p. Disponible en :  
<http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>
21. Fennema, O. (2000). Química de alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza 1095 p.
22. Figueroa, R. (1987). “El cultivo de achiote en el Perú”, Lima. MINAG 1987. 66p.
23. Flores, J y Bermell S. (1984). Propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares. Revista de Agroquímica y tecnología alimentaria. Madrid: Edición 24, capítulo 2,17 – 24 p.
24. ITP/IMARPE (1996). Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Lima.
25. ITP (2009). Manual: Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola. Revisado el 10 de 03 de 2015. Disponible en :  
[http://www.itp.gob.pe/sanipes%20%20procedimientos/INDICADORES%20SANITARIOS%20\\_VERSION%20REVISADA\\_.pdf](http://www.itp.gob.pe/sanipes%20%20procedimientos/INDICADORES%20SANITARIOS%20_VERSION%20REVISADA_.pdf)
26. ITP (2012). Investigación y desarrollo de productos pesqueros fichas técnicas. Revisado el 15 de mayo del 2014. Disponible en:  
<http://es.slideshare.net/elfisherprice/investigacion-y-desarrollo-de-productos-pesquero-itp>

27. Hernández, T. (1988). Sistemas de producción de achiote en la amazonía peruana. CORDEHUANUCO, Tingo María - Perú, 29 p.
28. Hultin, H. (1993). Característica del tejido muscular. En Fennema R, Química de los Alimentos. Acribia S.A, Zaragoza. 815 – 888 p.
29. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2014). Valor exportado de calamar, pota y jibia sumo US\$ 384,3 millones. Revisado el 15 de 03 de 2015, de Nota de prensa INE. Disponible en:  
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n187-2014-inei.pdf>
30. Kagawa, M; Matsumoto, M; Hatae, M. (2000). Differences in texture among three varieties of squid and the effect of cold storage on the texture. J. Home Economics of Japan. Volumen 51, N° 8, 699 – 708 p.
31. Kilcast, D. 2013. Instrumental assessment of food sensory quality. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK. 627 p.
32. Klett, A. (1996). Pesquería del calamar *Dosidicus gigas*. En C. M, Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. México: Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Volumen I, 127 – 129 p.
33. Kreuzer, R. (1984). Cephalopods: handling processing and products. Edition Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fish, Tech. (254), Canada. 108 p.
34. Kugino, M. y Kugino, K. (1995). Microstructural and Rheological Properties of cooked Squid Mantle, J. Food Science 59, 792 – 796 p.
35. Koppers, H. (1979). Atlas de Colores. Acribia S.A, Barcelona. 161 p.
36. Lawless, H. y Klein, B. (1991). Sensory science theory and applications in foods. Marcel Dekker Inc., New York. 441 p.
37. Llanos, F. (1977). Estudio de la deshidratación de la macha (*Mesodesma donacium*). Tesis Ing. Pesquero, UNALM, Lima. 87 p.
38. Luna, R; Concepción, M; Urciaga J, Salinas, C; Cisneros M, Beltrán L. (2006). Diagnóstico del consumo del calamar gigante en México y Sonora. Economía, Sociedad y Territorio. México. Boletín del Colegio Mexiquense, Edición VI, capítulo 22, 535 – 560 p.
39. Lehninger, D. (2009). Principles/of/Biochemistry. U.S.A: Edition Freeman. Capítulo 3 y 4. Revisado el 08 de junio del 2015. Disponible en:  
<http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/bioquimica-estructural-metabolica/materiales-declase/Tema%203.%20Proteinas.%20Composicion%20y%20estructura.pdf>

40. Lupano, C. (2013). Libros de cátedra. Revisado el 15 de 12 de 2015, de Universidad Nacional de la Plata. Disponible en:  
<https://www.biol.unlp.edu.ar/alimentosysalud/ModificacionesComponentes.pdf>
41. Markaida, U. (2001). Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835 (CEPHALOPODA: Ommastrephidae) en el Golfo de California, tesis Doctoral. México: Centro de investigaciones Científica y de Educación Superior de Ensenada, 387 p.
42. Maza, S; Rosales, M; Castro R. (2003). Efecto de un proceso de lixiviación ácida salina sobre la calidad del surimi de *Dosidicus gigas*. Boletín de Investigación. Perú, ITP, Volumen 5, 81 – 88 p.
43. Mazza, G. (2000). Alimentos Funcionales. En: aspectos bioquímicos y de procesado. Ed. Acribia S.A, Zaragoza. 457 p.
44. Ministerio de la Producción. (2012). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola. Revisado el 05 de 05 de 2015:  
<http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/4415.pdf>
45. Montero P y Borderías J. (1999). Effect of rigor mortis and ageing on collagen in trout *Salmo irideus* muscle. Ed Sci. Agric Food, U.S.A. Volumen 52: 141 – 170 p.
46. Nesis, K. (1970). The biology of the giant squid of Peru and Chile *Dosidicus gigas*. Edition Magazine Oceanology of Washington, U.S.A. Volumen 10, 215 – 231 p.
47. Nesis, K. (1983). *Dosidicus gigas*, Cephalopod Life Cycles. Academy Express S.A, U.S.A: Volumen I, 215 – 231 p.
48. Nigmatullin, C y Nesis, K. (2001). Biología del calamar *Dosidicus gigas* jumbo (cefalópodos: Ommastrephidae). Fisheries Research. Russia: volumen 54, 9 – 19 p.
49. Nollet, L y Todrá, F. 2009. Handbook of muscle food analysis – CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 967 p.
50. Nollet, L y Toldrá, F. 2015. Handbook of muscle food analysis. Volumen 1, 3ra Ed. CRC Press, Boca Ratón Florida, U.S.A. 793 p.
51. Ochiai, Y y Chow C. (2000). Miosina ATPasa. Norman F (2000), En la utilización Mariscos enzimas y su influencia en la calidad post cosecha. U.S.A: Edition Marcel Dekker, 69 – 70 p.
52. Ochoa, D. (2014). Análisis estacional de las características químico proximales del calamar gigante *Dosidicus gigas*, recolectado en Santa Rosalía, Baja California Sur, México. Tesis Lic. Biología Marina, Universidad de Baja California Sur, México. 78 p.
53. Oliva, G. (2012). Elaboración de conservas de tilapia *Oreochromis niloticus* en salsas de sachatomate *Solanum betacea* Cav. Tesis Ing. Pesquero, UNALM, Lima. 98 p.

54. Otwell, W y Hamann, D. (1979). Textural characterization of squid *Loligo pealei*: instrumental and panel evaluations. J. Food Science, volumen 44, 6, 1636-1643 p.
55. Otwell, W y Giddings G. (1980). Scanning electron microscopy of squid, *Loligo pealei*: raw, cooked, and frozen mantle U.S.A: Marine Fisheries Review, volumen 45, 67 – 72 p.
56. Pedrero, D y Pangborn, R. (1996). Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos Analíticos. Segunda edición. Editorial. Alhambra Mexicana. México. 121 p.
57. Pérez, Ch; Guerrero, L; Ponce, A. (2000). Estructura del músculo y conversión en carne. Rosmeri, M (2000), Nuevas tendencias en la tecnología e higiene de la industria cárnica. Universidad Miguel Hernández. España, 11 – 21 p.
58. PRODUCE (2010). Producción de enlatados de pescado y mariscos marítimos según especie. Disponible en:  
[http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/ANUARIO\\_ESTADISTICO/anuario-estadistico-2010.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/ANUARIO_ESTADISTICO/anuario-estadistico-2010.pdf)
59. PRODUCE (2012). Anuario estadístico 2010. Disponible en:  
<http://www.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/estadistica/anuario/anuario-estadistico-pesca-2012.pdf>
60. PRODUCE (2014). Anuario estadístico 2012. Disponible en:  
<http://www.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/estadistica/anuario/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
61. PROMPERU (2012). Desarrollo del comercio exterior pesquero. Revisado el 10 de 04 de 2014 : Disponible en :  
<http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Informe%20Desenvolvimiento%20Comercio%20Pesquero%202012.pdf>
62. PROMPERU (2014). Desarrollo del comercio exterior pesquero. Revisado el 20 de 06 de 2015: Disponible en :  
[http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Desenvolvimiento%20del%20Comercio%20Exterior%20Pesquero%202014\\_final.pdf](http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Desenvolvimiento%20del%20Comercio%20Exterior%20Pesquero%202014_final.pdf)
63. Roper C. (1984). Cephalopods of the world (FAO). United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy. 1 – 277 p.
64. Rosas, Z. (2007). Características parcial de sólidos solubles presentes en el agua de cocción del músculo de calamar gigante *Dosidicus gigas*. Tesis Ing. Bioquímico, México. Departamento pesca Sinaloa. 71 p.
65. Rubio, R y Salazar C. (1992). Prospección pesquera del calamar gigante *Dosidicus gigas* a bordo del buque japonés "Shinko maru 2". Perú: Instituto de mar del Perú, volumen 103, 31 p.

66. Ruiter, A. (1999). Composición, propiedades nutritivas y estabilidad. El pescado y sus productos derivados de la pesca. Acribia S.A, Zaragoza. 416 p.
67. Saavedra, J. (2013). Evaluación de las propiedades tecnológicas y estabilidad oxidativa en la carne de alpaca *Vicugna pacos* envasada al vacío a 4°C. Tesis Ing. Industrias Alimentarias, UNALM, Lima. 137 p.
68. Salinas, C; Carrillo, S; Mejía, A; Sánchez, S; Luna, C; De la Cruz, J; Noriega A. (2004). Aseguramiento de la materia prima y determinación de preferencias de consumo en México y el mundo. Cadena productiva del calamar gigante (*Dosidicus gigas*). México: CIBNOR.
69. Sánchez, J y Lam, R. (1970). Desarrollo de nuevos productos pesqueros a base de merluza *merluccius gayi peruanus* en el Perú. Consulta técnica sobre la industria de la merluza en América Latina (documento FAO).
70. Sánchez, A. (1981). Estudio del procesamiento de enlatado de cangrejo peludo *Cancer polyodor* en salmuera y aceite. Tesis Ing. Pesquero, UNALM, Lima. 109 p.
71. SANIPES (2010). Características físico – organolépticas de los cefalópodos de acuerdo a la categoría de frescura. Disponible en:  
[http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/13\\_ManualIndicadoresocriteriosdeseguridadalimentaria-rev02-2010.compressed.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/13_ManualIndicadoresocriteriosdeseguridadalimentaria-rev02-2010.compressed.pdf)
72. Sikorski, Z y Kolakowska, A. (1994). Los cambios en las proteínas en el pescado almacenado congelado. Acribia S.A, España. 99 – 112 p.
73. Sueiro, J y De la Puente, S. (2013). La pesca artesanal en el Perú: diagnóstico de la actividad pesquera artesanal peruana. Consultoría realizada para Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Perú. 132 p.
74. Sueiro, J y López de la Lama, R. (2014). La comercialización del pescado fresco en Lima Metropolitana: Centro para la sostenibilidad Ambiental de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CSA - UPCH), Perú. 85 p.
75. Suzuki, T. (1987). Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Editorial Acribia S.A, Zaragoza. 230 p.
76. Tanikawa, E. (1960). Heat Processing of shellfish. Fish as Food. Academic Press. New York, U.S.A. 4: 305 p.
77. Tocchini, L. (2001). Extração e determinação, por CLAE de bixina e norbixina em coloríficos. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, Sao Paulo. 21(3): 310-313 p.
78. Torres-Arreola, W.; Pacheco, R; Sotelo, R; Rouzaud, O.; Ezquerro, J. (2008) Caracterización parcial del colágeno extraído a partir del manto, aleta y tentáculos de calamar gigante *Dosidicus gigas*. Ciencia y Tecnología Alimentaria. Mx. Vol 6, N° 2, 101-108 p.

79. Valqui, C. (1981). Estudio de la deshidratación del choro *Aulacomya ater*. Tesis Ing. Pesquero, UNALM, Lima. 96 p.
80. Vargas, S. (1980). Inspección Sanitaria del calamar *Loligo spp* con base en sus cambios organolépticos post - cocción. México: Tesis Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Nacional Autónoma de México.
81. Watts, B.M; Ylimaki, G.L; Jeffery, L.E. y Elías, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo. Ottawa. Canadá. 170 p.
82. Wood, G y Ruiz, H. (1971). The separation of annatto pigments by separation. *Tropical Science* 13(3): 211 – 214 p.
83. Wormuth, J. (1976). Workshop deliberations on the Ommastrephidae: a brief history of their systematics and a review of the systematics, distribution, and biology of the genera. *Edition Systematic and biogeography of cephalopods, U.S.A.* Vol II, 373 – 383 p.



## VIII. ANEXOS

**ANEXO 1.** Características físico – organolépticas de los cefalópodos de acuerdo a la categoría de frescura

Ítem a Evaluar	Criterios Físico - Organoléptico		
	Categoría de frescura		
	Extra (9,8,7)	A(6,5)	No admitido (4,3,2,1)
<b>Piel</b>	Pigmentación viva, piel adherida a la carne	Pigmentación opaca, piel adherida a la carne	Piel decolorada se separa con bastante facilidad de la carne
<b>Carne</b>	Muy firme, color blanco nacarado	Firme color blanco de cal	Ligeramente blanda, color blanco rosado o ligeramente amarillenta
<b>Tentáculos</b>	Resistente al desmembramiento	Resistente al desmembramiento	Se separan con facilidad
<b>Olor</b>	Frescos a algas marinas	Escaso o nulo	Olor a tinta

Esta tabla se usa para el análisis de calamar, pota y pulpo. Para ser aceptadas las muestras deben de cumplir con el límite de aceptación cual es el puntaje 5 (SANIPES, 2010).

## ANEXO 2. Comparación del panel de degustadores

### Pre selección de degustadores

Se utilizó la metodología de Watts *et al.* (1992). Se reclutaron a 36 personas entre egresados y estudiantes del último año de Ingeniería Pesquera, quienes llenaron un cuestionario (formato 1). Luego pasaron una entrevista personal, dándoselos a conocer la naturaleza del estudio.

<b>Nombre:</b> <b>Grado de instrucción:</b> <b>Dirección:</b>	<b>Edad:</b> <b>Estado civil:</b> <b>Teléfono:</b>	<b>Sexo:</b>	<b>Fecha:</b>
Por favor, conteste las preguntas siguientes en forma sincera:			
¿Padece usted de alguna enfermedad que afecte sus sentidos? No                      Sí                      ¿Cuál? _____			
¿Fuma? No                      Sí                      ¿Con que frecuencia? _____			
¿Cuál es su horario de trabajo? De _____ a _____			
¿A qué hora desayuna? _____			
¿A qué hora Almuerza? _____			
¿A qué hora cena? _____			
¿Es usted alérgico o intolerante a algún tipo de alimento o bebida? No                      Sí                      ¿Cuál (es)? _____			
¿Le disgustaría algún alimento o bebida tanto como para no ingerirlo? No                      Sí                      ¿Cuál (es)? _____			
¿Le gustaría y estaría dispuesto a participar en una degustación y colaborando en un trabajo de investigación? No                      Sí                      ¿Cuál (es)? _____			
¿Desearía usted introducir alguna sugerencia a este formato? _____  Muchas gracias por su tiempo			

**Formato 1.** Cuestionario para candidatos a degustadores

## Selección de degustadores

Se realizó mediante la prueba de identificación e intensidad de tres características sensoriales básicas: olor, sabor y textura.

Para la prueba de olor se prepararon seis muestras, con diferente alimento y soluciones de uso común en el hogar, en frascos cubiertos evitando ser percibidos, los frascos fueron codificados con números de tres dígitos. Las muestras usadas para la prueba de olor fueron los recomendados por Oliva (2012): clavo de olor, canela, ajo molido, pulpa de fresa, pulpa de lúcuma y pulpa de maracuyá. La cantidad de muestra empleada para cada frasco fue de 15 ml. Los resultados fueron evaluados asignando un punto a cada respuesta correcta y cero a las incorrectas. Se consideraron aprobados a los candidatos que alcanzaron como mínimo el 65% de las respuestas correctas, según las recomendaciones dadas por Fortin y Desplancke (2001). Los códigos de identificación de olor fueron los siguientes: clavo de olor 110, canela 111, ajo 112, fresa 113, maracuyá 114 y lúcuma 115. La ficha de identificación se muestra en el formato 2.

Nombre: _____	
Fecha: _____	
<b>Instrucciones:</b> en los vasos codificados hay sustancias olorosas que se encuentran comúnmente en el hogar y/o trabajo. Destape el frasco y acerque la nariz a la gasa e identifique el olor. Si no recuerda el nombre exacto, trate de describir las características con el cual usted asocia el olor	
Código	Olor
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Muchas gracias por su tiempo	

### FORMATO 2. Ficha para identificación de olores

En la prueba de sabor se prepararon dulces, saladas y ácidas, con tres diferentes concentraciones, la cantidad de muestra servida a los degustadores fue de 150 ml por

tratamiento. De acuerdo con Oliva (2012) se utilizaron muestras de azúcar para el sabor dulce, en concentraciones de 1%, 2% y 4%; sal común para el sabor salado, en concentraciones de 0,2%; 0,5% y 1% y ácido cítrico para el sabor ácido en concentraciones de 0,3%; 0,6% y 1%. Cada sabor fue evaluado por separado.

Las muestras se codificaron con tres dígitos y fueron dispuestas al azar, se consideraron aprobados los candidatos que identificaron adecuadamente el sabor de cada solución y alcanzaron como mínimo el 65% de las repuestas correctas y cero a las repuestas incorrectas.

En la Tabla 1 se muestran los códigos empleados para la identificación de sabores.

**Tabla 1.** Códigos de identificación para la prueba de sabor

<b>Sabor</b>	<b>Códigos</b>	<b>Concentración (%)</b>
Dulce	101	4
	037	2
	182	1
Salado	284	1
	236	0,5
	907	0,2
Ácido	178	1
	650	0,6
	089	0,3

**ANEXO 3.** Análisis de varianza de la calificación sensorial de color para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada

**ANÁLISIS UNIVARIADO DE VARIANCIAS DEL COLOR**

Tratamiento	Código	Media	Desviación estándar	N
80°C x 10 min	A	1,7125	0,19311	4
80°C x 12min	B	2,1000	0,12910	4
80°C x 15min	C	2,4250	0,11902	4
90°C x 10 min	D	2,4875	0,16520	4
90°C x 12min	E	3,0125	0,17970	4
90°C x 15min	F	3,7125	0,17017	4
100°C x 10 min	G	3,9000	0,27386	4
100°C x 12min	H	4,0500	0,18257	4
100°C x 15min	I	4,2000	0,29439	4
	Total	3,0667	0,90364	36

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
modelo	366,085 <sup>a</sup>	9	40,676	1041,000	0,000
tratamiento	366,085	9	40,676	1041,000	0,000
error	1,055	27	0,039		
Total	367,140	36			

a. R al cuadrado = 0,997 (R al cuadrado ajustada = 0,996)

**Tratamiento**

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 99%	
			Límite inferior	Límite superior
A	1,713	0,099	1,439	1,986
B	2,100	0,099	1,826	2,374
C	2,425	0,099	2,151	2,699
D	2,488	0,099	2,214	2,761
E	3,013	0,099	2,739	3,286
F	3,713	0,099	3,439	3,986
G	3,900	0,099	3,626	4,174
H	4,050	0,099	3,776	4,324
I	4,200	0,099	3,926	4,474

## Comparaciones múltiples

HSD Tukey

Trat (I)	Trat (J)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-0,3875	0,13977	0,170	-0,9530	0,1780
	C	-0,7125*	0,13977	0,001	-1,2780	-0,1470
	D	-0,7750*	0,13977	0,000	-1,3405	-0,2095
	E	-1,3000*	0,13977	0,000	-1,8655	-0,7345
	F	-2,0000*	0,13977	0,000	-2,5655	-1,4345
	G	-2,1875*	0,13977	0,000	-2,7530	-1,6220
	H	-2,3375*	0,13977	0,000	-2,9030	-1,7720
	I	-2,4875*	0,13977	0,000	-3,0530	-1,9220
B	C	-0,3250	0,13977	0,363	-0,8905	0,2405
	D	-0,3875	0,13977	0,170	-0,9530	0,1780
	E	-0,9125*	0,13977	0,000	-1,4780	-0,3470
	F	-1,6125*	0,13977	0,000	-2,1780	-1,0470
	G	-1,8000*	0,13977	0,000	-2,3655	-1,2345
	H	-1,9500*	0,13977	0,000	-2,5155	-1,3845
	I	-2,1000*	0,13977	0,000	-2,6655	-1,5345
C	D	-0,0625	0,13977	1,000	-0,6280	0,5030
	E	-0,5875*	0,13977	0,007	-1,1530	-0,0220
	F	-1,2875*	0,13977	0,000	-1,8530	-0,7220
	G	-1,4750*	0,13977	0,000	-2,0405	-0,9095
	H	-1,6250*	0,13977	0,000	-2,1905	-1,0595
	I	-1,7750*	0,13977	0,000	-2,3405	-1,2095
D	E	-0,5250	0,13977	0,020	-1,0905	0,0405
	F	-1,2250*	0,13977	0,000	-1,7905	-0,6595
	G	-1,4125*	0,13977	0,000	-1,9780	-0,8470
	H	-1,5625*	0,13977	0,000	-2,1280	-0,9970
	I	-1,7125*	0,13977	0,000	-2,2780	-1,1470
E	F	-0,7000*	0,13977	0,001	-1,2655	-0,1345
	G	-0,8875*	0,13977	0,000	-1,4530	-0,3220
	H	-1,0375*	0,13977	0,000	-1,6030	-0,4720
	I	-1,1875*	0,13977	0,000	-1,7530	-0,6220
F	G	-0,1875	0,13977	0,909	-0,7530	0,3780
	H	-0,3375	0,13977	0,316	-0,9030	0,2280
	I	-0,4875	0,13977	0,038	-1,0530	0,0780
G	H	-0,1500	0,13977	0,973	-0,7155	0,4155
	I	-0,3000	0,13977	0,465	-0,8655	0,2655
H	I	-0,1500	0,13977	0,973	-0,7155	0,4155

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,039.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,01.

**ANEXO 4.** Análisis de varianza de la calificación sensorial del sabor para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada

**ANÁLISIS UNIVARIADO DE VARIANCIAS DEL SABOR**

Tratamiento	Código	Media	Desviación estándar	N
80°C x 10 min	A	2,9000	0,09129	4
80°C x 12min	B	3,3250	0,17078	4
80°C x 15min	C	3,5000	0,23650	4
90°C x 10 min	D	3,3875	0,11815	4
90°C x 12min	E	3,5250	0,35940	4
90°C x 15min	F	3,8025	0,20662	4
100°C x 10 min	G	3,8000	0,19579	4
100°C x 12min	H	3,9375	0,34490	4
100°C x 15min	I	4,0750	0,30957	4
	Total	3,5836	0,40621	36

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	466,500 <sup>a</sup>	9	51,833	876,262	0,000
tratamiento	466,500	9	51,833	876,262	0,000
Error	1,597	27	0,059		
Total	468,097	36			

a. R al cuadrado = 0,997 (R al cuadrado ajustada = 0,995)

**Tratamiento**

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 99%	
			Límite inferior	Límite superior
A	2,900	0,122	2,563	3,237
B	3,325	0,122	2,988	3,662
C	3,500	0,122	3,163	3,837
D	3,388	0,122	3,051	3,724
E	3,525	0,122	3,188	3,862
F	3,803	0,122	3,466	4,139
G	3,800	0,122	3,463	4,137
H	3,938	0,122	3,601	4,274
I	4,075	0,122	3,738	4,412

## Comparaciones múltiples

HSD Tukey

(I) trat	(J) trat	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-0,4250	0,17198	0,289	-1,1208	0,2708
	C	-0,6000	0,17198	0,038	-1,2958	0,0958
	D	-0,4875	0,17198	0,151	-1,1833	0,2083
	E	-0,6250	0,17198	0,027	-1,3208	0,0708
	F	-0,9025*	0,17198	0,000	-1,5983	-0,2067
	G	-0,9000*	0,17198	0,000	-1,5958	-0,2042
	H	-1,0375*	0,17198	0,000	-1,7333	-0,3417
	I	-1,1750*	0,17198	0,000	-1,8708	-0,4792
B	C	-0,1750	0,17198	0,981	-0,8708	0,5208
	D	-0,0625	0,17198	1,000	-0,7583	0,6333
	E	-0,2000	0,17198	0,958	-0,8958	0,4958
	F	-0,4775	0,17198	0,169	-1,1733	0,2183
	G	-0,4750	0,17198	0,174	-1,1708	0,2208
	H	-0,6125	0,17198	0,032	-1,3083	0,0833
	I	-0,7500*	0,17198	0,005	-1,4458	-0,0542
C	D	0,1125	0,17198	0,999	-0,5833	0,8083
	E	-0,0250	0,17198	1,000	-0,7208	0,6708
	F	-0,3025	0,17198	0,707	-0,9983	0,3933
	G	-0,3000	0,17198	0,715	-0,9958	0,3958
	H	-0,4375	0,17198	0,256	-1,1333	0,2583
	I	-0,5750	0,17198	0,052	-1,2708	0,1208
D	E	-0,1375	0,17198	0,996	-0,8333	0,5583
	F	-0,4150	0,17198	0,317	-1,1108	0,2808
	G	-0,4125	0,17198	0,324	-1,1083	0,2833
	H	-0,5500	0,17198	0,072	-1,2458	0,1458
	I	-0,6875	0,17198	0,011	-1,3833	0,0083
E	F	-0,2775	0,17198	0,789	-0,9733	0,4183
	G	-0,2750	0,17198	0,797	-0,9708	0,4208
	H	-0,4125	0,17198	0,324	-1,1083	0,2833
	I	-0,5500	0,17198	0,072	-1,2458	0,1458
F	G	0,0025	0,17198	1,000	-0,6933	0,6983
	H	-0,1350	0,17198	0,996	-0,8308	0,5608
	I	-0,2725	0,17198	0,805	-0,9683	0,4233
G	H	-0,1375	0,17198	0,996	-0,8333	0,5583
	I	-0,2750	0,17198	0,797	-0,9708	0,4208
H	I	-0,1375	0,17198	0,996	-0,8333	0,5583

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,059.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,01.



**ANEXO 5.** Análisis de varianza de la calificación sensorial de la textura para diversos tratamientos de cocción de la aleta de pota coloreada

**ANÁLISIS UNIVARIADO DE VARIANCIAS DE LA TEXTURA**

Tratamiento	Código	Media	Desviación estándar	N
80°C x 10 min	A	2,8000	0,09129	4
80°C x 12min	B	3,3750	0,11902	4
80°C x 15min	C	3,5025	0,19068	4
90°C x 10 min	D	3,1000	0,15811	4
90°C x 12min	E	2,9125	0,26887	4
90°C x 15min	F	3,3875	0,25941	4
100°C x 10 min	G	3,1000	0,18257	4
100°C x 12min	H	3,3000	0,24495	4
100°C x 15min	I	3,4250	0,33040	4
	Total	3,2003	0,29761	36

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a</sup>**

Variable dependiente: textura

F	df1	df2	Sig.
1,893	8	27	0,103

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

Diseño: tratamiento

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	370,526 <sup>a</sup>	9	41,170	869,899	0,000
Tratamiento	370,526	9	41,170	869,899	0,000
Error	1,278	27	0,047		
Total	371,804	36			

a. R al cuadrado = 0,997 (R al cuadrado ajustada = 0,995)

**Tratamiento**

Tratamiento	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 99%	
			Límite inferior	Límite superior
A	2,800	0,109	2,499	3,101
B	3,275	0,109	2,974	3,576
C	3,503	0,109	3,201	3,804
D	3,100	0,109	2,799	3,401
E	2,913	0,109	2,611	3,214
F	3,388	0,109	3,086	3,689
G	3,100	0,109	2,799	3,401
H	3,300	0,109	2,999	3,601
I	3,425	0,109	3,124	3,726

## Comparaciones múltiples

HSD Tukey

(I) trat	(J) trat	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite inferior	Límite superior
A	B	-0,4750	0,15383	0,091	-1,0974	0,1474
	C	-0,7025*	0,15383	0,003	-1,3249	-0,0801
	D	0,-3000	0,15383	0,588	-0,9224	0,3224
	E	-0,1125	0,15383	0,998	-0,7349	0,5099
	F	-0,5875	0,15383	0,017	-1,2099	0,0349
	G	-0,3000	0,15383	0,588	-0,9224	0,3224
	H	-0,5000	0,15383	0,064	-1,1224	0,1224
	I	-0,6250*	0,15383	0,010	-1,2474	-0,0026
B	C	-0,2275	0,15383	0,855	-0,8499	0,3949
	D	0,1750	0,15383	0,963	-0,4474	0,7974
	E	0,3625	0,15383	0,346	-0,2599	0,9849
	F	-0,1125	0,15383	0,998	-0,7349	0,5099
	G	0,1750	0,15383	0,963	-0,4474	0,7974
	H	-0,0250	0,15383	1,000	-0,6474	0,5974
	I	-0,1500	0,15383	0,985	-0,7724	0,4724
C	D	0,4025	0,15383	0,226	-0,2199	1,0249
	E	0,5900	0,15383	0,017	-0,0324	1,2124
	F	0,1150	0,15383	0,997	-0,5074	0,7374
	G	0,4025	0,15383	0,226	-0,2199	1,0249
	H	0,2025	0,15383	0,918	-0,4199	0,8249
	I	0,0775	0,15383	1,000	-0,5449	0,6999
D	E	0,1875	0,15383	0,945	-0,4349	0,8099
	F	-0,2875	0,15383	0,639	-0,9099	0,3349
	G	0,0000	0,15383	1,000	-0,6224	0,6224
	H	-0,2000	0,15383	0,923	-0,8224	0,4224
	I	-0,3250	0,15383	0,486	-0,9474	0,2974
E	F	-0,4750	0,15383	0,091	-1,0974	0,1474
	G	-0,1875	0,15383	0,945	-0,8099	0,4349
	H	-0,3875	0,15383	0,267	-1,0099	0,2349
	I	-0,5125	0,15383	0,054	-1,1349	0,1099
F	G	0,2875	0,15383	0,639	-0,3349	0,9099
	H	0,0875	0,15383	1,000	-0,5349	0,7099
	I	-0,0375	0,15383	1,000	-0,6599	0,5849
G	H	-0,2000	0,15383	0,923	-0,8224	0,4224
	I	-0,3250	0,15383	0,486	-0,9474	0,2974
H	I	-0,1250	0,15383	0,995	-0,7474	0,4974

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,047

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,01.

**ANEXO 6.** Análisis estadístico prueba de aceptabilidad de la aleta de pota coloreada

Hipótesis de medias

$$H_p = 5$$

$$H_a > 5$$

Panelista	Calificación	Panelista	Calificación	Panelista	Calificación
1	8	10	9	19	7
2	9	11	9	20	8
3	8	12	8	21	9
4	9	13	8	22	7
5	8	14	8	23	9
6	7	15	7	24	8
7	8	16	9	25	8
8	8	17	8	Total	203
9	8	18	8		

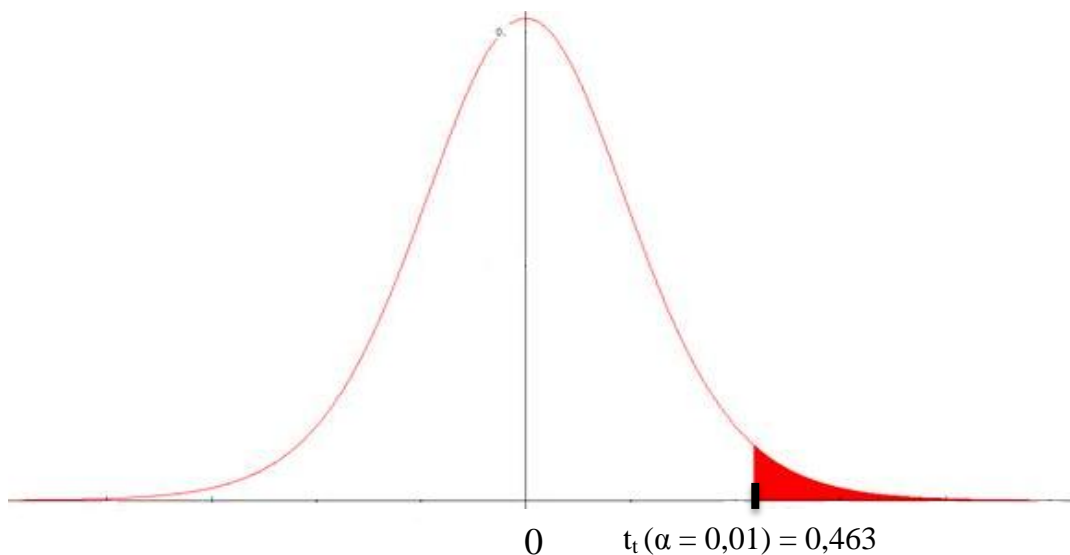
Calificación total = 203

$$\bar{X} = 8,12$$

$$s = 1,0328$$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}} = \frac{8,12 - 5,0}{1,028 \sqrt{25}} = 15,10$$

$$t_c = 15,10$$



$$t_t(\alpha = 0,05) = 0,337$$

$$t_t(\alpha = 0,01) = 0,463$$