

## Estudio de las modificaciones en proteínas de reineta (*Brama australis*), sometidas a congelación y almacenamiento a -18°C y -30°C

Lilian Abugoch, Vilma Quitral, Ma. Angélica Larraín, Julia Vinagre, Andrei Kriukov y Gloria Chávez

Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Depto. Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago, Chile

**RESUMEN.** El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las propiedades funcionales y térmicas en carne de reineta (*Brama australis*) congelada, mediante los análisis de capacidad de retención de agua (CRA), capacidad formadora de gel (CFG), textura, capacidad emulsionante (CE) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Para este estudio se utilizaron filetes de reineta obtenidos y extraídos bajo las mismas condiciones, los cuales fueron trozados, envasados, congelados y almacenados a temperaturas de -18°C y -30°C durante 7 meses. Los resultados para todos los tratamientos térmicos empleados no mostraron diferencias significativas entre individuos. Para los pescados congelados a -18°C y -30°C, los valores de proteínas totales fluctuaron entre 23,5 ± 0,0 y 25,4 ± 1,0 % respectivamente. Para el caso de CRA los valores se encontraron en un rango de 0,45 ± 0,1 y 1,59 ± 0,0 g agua/ g proteínas. En cuanto a la CFG sólo hubo formación de gel para la reineta fresca, existiendo producción de agregados proteicos para las muestras almacenadas. Por otra parte los valores de CE fluctuaron entre 960 a 1400 g de aceite/g proteína, con una tendencia al aumento a medida que el tiempo de almacenamiento fue mayor. Para el caso del DSC los valores de temperatura de desnaturalización ( $T_d$ ) y entalpía de desnaturalización ( $\Delta H$ ) de miosina fluctuaron entre 39,2 ± 0,5 y 44,8 ± 0,8 °C y entre 1,12 ± 0,3 y 0,52 ± 0,2 J/g. Para la actina los valores fluctuaron entre 71,0 ± 0,6 y 75,3 ± 0,5 °C y entre 0,5 ± 0,1 y 0,7 ± 0,1 J/g, la cooperatividad disminuyó a medida que pasó el tiempo, lo cual está mostrando un cierto grado de desplazamiento de las proteínas. Los valores encontrados para propiedades térmicas presentan una directa relación con respecto a los valores de propiedades funcionales estudiadas, presentando ambos una disminución en el tiempo.

**Palabras clave:** Reineta, congelación, propiedades funcionales, propiedades térmicas.

### INTRODUCCION

La reineta se ha convertido en una interesante alternativa de pesca para la flota artesanal que captura merluza común, obteniéndose en la actualidad rendimientos comparables a este último recurso en Valparaíso y muy superiores en la zona de San Antonio de la 5° Región de Chile. Tiene un alto grado de aceptación en el mercado interno, razón por la cual en años recientes hubo una continua alza en los desembarques anuales (1). Durante la última década su extracción ha ido aumentando a casi al doble (2).

**SUMMARY.** Study of the reineta protein modifications (*Brama australis*), put under freezing and storage to -18° C and -30° C.

The objective of the present work was to study functional and thermal properties of reineta (*Brama australis*) frozen meat, analysed by water retention capacity (WRC), gel forming capacity (GFC), texture, emulsifying capacity and differential scanning calorimetry (DSC). For this study, reineta fillets were obtained and extracted by the same conditions, and cutted, packaged, frozen and stored at -18°C and -30°C for 7 months. The results obtained, showed that there were no significant differences in the responses to thermal treatment for all the specimens. For samples frozen at -18°C and -30°C, the protein contents were 23.5 ± 0.0 and 25.4 ± 1.0%, respectively. The WRC values were 0.45 ± 0.1 and 1.59 ± 0.0 g water/ g protein, respectively. The gel forming capacity was only present in the fresh samples, whereas the frozen stored ones only form protein aggregates. The emulsifying capacity was between 960 and 1400 g oil / g protein, and the storage time increased this value. The miosin denaturation temperature ( $T_d$ ) and denaturation enthalpy ( $\Delta H$ ), obtained by DSC, fluctuated between 39.2 ± 0.5 to 44.8 ± 0.8 °C and 1.12 ± 0.3 to 0.52 ± 0.2 J/g, respectively. The actina values were between 71.0 ± 0.6 to 75.3 ± 0.5 °C and between 0.5 ± 0.1 to 0.7 ± 0.1 J/g. Cooperativity decreased as the storage time increased. This is showing a certain degree of protein displacement. The values found by thermal analyses showed a direct relationship with the functional properties, both decreasing with storage time.

**Keywords:** Reineta, freezing, functional properties, thermal properties.

Los representantes de la familia Bramidae poseen una amplia distribución geográfica, aunque preferentemente se encuentran en la zona oceánica, llegando a habitar profundidades de 400-500 m (3). *B. australis* tendría una distribución circumglobal en el hemisferio sur dentro de los límites de circulación de las masas de agua subtropicales, entre las latitudes 35°S y 48°S (3-5). La reineta es una especie pelágica de amplia distribución en el Pacífico Sur, circunscrita a las aguas subantárticas asociadas a la costa chilena (1), está clasificada dentro del grupo de los teleósteos y vive en cardumen, su carne es blanca lo que le da un gran atractivo

para el consumidor (6). El tamaño en las capturas chilenas fluctúa entre los 20 y 57 centímetros de longitud de horquilla, que es la distancia entre la boca del pez y los radios medios de la aleta caudal, y su promedio es de 37 cm (1). Se hace interesante el estudio y caracterización de sus propiedades funcionales durante el almacenamiento congelado de modo de asegurar una buena calidad al momento de su consumo y prever los usos tecnológicos que podría tener su carne.

El deterioro del músculo de pescado durante su almacenamiento o elaboración es principalmente el resultado de la desnaturalización de la miosina (7,8). Esta estabilidad puede ser evaluada mediante calorimetría diferencial de barrido, DSC, la cual permite el estudio de la estabilidad térmica de las proteínas de pescado bajo diversas condiciones de procesamiento (9). La actina y la miosina son dos proteínas que contribuyen de forma importante con sus propiedades funcionales y el método de DSC ofrece una forma directa para el estudio de las transiciones térmicas de músculo de pescado (10,11)

En la ictiofauna chilena existen muchas especies de las cuales se desconocen sus características fisicoquímicas, bajo esta consideración es importante conocer dichas propiedades principalmente de aquellas especies que tienen importancia como recurso pesquero, tal como ocurre con las especies del género *Brama* tanto en el ámbito mundial como nacional. En relación con los antecedentes expuestos se ha propuesto el estudio de las propiedades funcionales (capacidad de retención de agua, capacidad formadora de gel y capacidad emulsionante), además de estudiar la estabilidad térmica de las proteínas miofibrilares mediante el uso de DSC, en la especie reineta (*Brama australis*), a través de una cinética del músculo sometido a diferentes temperaturas de almacenamiento congelado en forma comparativa a  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$ .

## MATERIALES Y METODOS

### Materia prima

La materia prima utilizada fue reineta (*Brama australis*), capturadas en la V región de Chile. Los tamaños fluctuaron entre 30 y 35 cm de longitud de horquilla y el peso varió entre 1 y 1,5 kg. Posteriormente se procedió en el mismo terminal pesquero a eviscerar y filetear los individuos, obteniéndose un rendimiento del 43%. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en cajas de material aislante y cubiertas de hielo, con un tiempo aproximado desde la captura hasta la llegada al laboratorio de 20 horas.

### Tratamiento de las muestras

Una vez en el laboratorio, se tomaron 3 individuos para los estudios de DSC, CRA, CE y Proteínas totales, y 3 individuos para los estudios de CFG. Los pescados utilizados en

este estudio pesaron aproximadamente 1 kg cada uno, fileteados y eviscerados. Cada individuo fue separado en 2 filetes, uno para ser almacenado a  $-18^{\circ}\text{C}$  y el otro a  $-30^{\circ}\text{C}$ , posteriormente cada filete fue trozado transversalmente en 5 partes iguales (uno para cada punto del estudio) y se procedió a identificar cada trozo con un número que correspondiera a su mes de evaluación. Finalmente se almacenaron las muestras a las temperaturas de congelación correspondientes. Se separaron los otros 3 individuos e para el estudio de CFG, los cuales fueron tratados en forma similar a lo ya descrito.

### Métodos de análisis

**Proteínas totales:** de acuerdo a lo indicado en la norma chilena NCh 1370/V-1978 (12), aplicando el factor 6,25 (13).

**Calorimetría diferencial de barrido (DSC):** Se utilizó un equipo Perkin Elmer DSC 7, intracooler 2P. Se pesó entre 10 y 15 mg en una cápsula, la cual posteriormente es sellada, como referencia se utilizó una cápsula con aire. Se trabajó a una velocidad de calentamiento de  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , entre  $10^{\circ}\text{C}$  y  $100^{\circ}\text{C}$ . Se obtuvieron datos de temperaturas máximas de desnaturalización y de áreas, que representan la entalpía de desnaturalización de proteínas normalizadas (9).

**Capacidad de retención de agua (CRA):** El método consistió en colocar en un tubo de centrifuga una cierta cantidad de músculo molido ( $\pm 15$  g) junto con una cantidad equivalente de agua destilada, luego se dejó bajo condiciones de refrigeración durante aproximadamente 20 horas. Finalmente el tubo se sometió a centrifugación, para luego eliminar el exceso de agua mediante decantación (14).

**Capacidad de gelificación (CFG):** La metodología aplicada para la medición de la capacidad de gelificación se basa en la técnica descrita por Suzuki (4). Este método se basa en extraer las proteínas miofibrilares mediante el efecto de la fuerza iónica, para luego por acción del calor formar un gel tridimensional, el cual implica la formación de enlaces hidrófobos y covalentes de elevada estabilidad. Las condiciones de trabajo de la prensa Lloyd utilizadas fueron las siguientes:

- Temperatura de la muestra: ambiente ( $26^{\circ}\text{C}$ ).
- Alto de la muestra: 25 mm.
- Profundidad de penetración: 15 mm.
- Velocidad de penetración: 100 mm/min.
- Vástago utilizado: extremo esférico de 5 mm.

**Capacidad emulsionante (CE):** A una solución de cloruro de sodio 0,5 M se adicionaron 0,5 g de músculo de pescado molido, se homogeneizó la mezcla y se mantuvo a temperatura de refrigeración (4°C), a esta solución de proteínas se le midió el paso de corriente a medida que se le fue adicionando aceite a una velocidad de 0,1ml/s en el centro de la mezcla hasta la inversión de fases donde se detectó el punto final (14).

**Análisis estadístico:** Los resultados obtenidos fueron analizados con el software Statgraphics plus v 2.0, mediante el cual se realizó un análisis de varianza ( $p < 0,05$ ) y comparación múltiple de medias por el test de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Proteínas totales

Los valores encontrados varían entre un  $23,5 \pm 0,0$  y un  $25,4 \pm 1,0$  g/100g de proteínas, lo cual es muy superior a las cantidades encontradas por Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti (15) y Vivanco (16), quienes informaron un 19,3 y un 19,5 g/100g respectivamente. Sin embargo estos valores no escapan a las cantidades de proteínas contenidas en músculos de pescado, ya que se ha encontrado que éstas fluctúan entre un  $15,4 \pm 0,01$  y un  $25,6 \pm 3,1$  g/100g. Incluso peces como el *Seriola rivoliana* y el *Pristipomoides filamentosus*, que viven en ambientes similares a la reineta (*Brama australis*), en cuanto a la temperatura del agua en la que habitan (menor de 20°C), tienen concentraciones de proteína de  $24,4 \pm 0,1$  y  $25,6 \pm 3,1$  g/100g (17). Al analizar la Tabla 1 se puede apreciar que existen diferencias significativas, a un nivel del 5%, entre los distintos meses del estudio y que estas diferencias se encuentran entre los meses 2 y 4 con respecto a los meses 0, 5 y 7.

TABLA 1  
Variación de la cantidad total de proteínas totales en músculo de reineta congelada y almacenada durante 7 meses a -18 °C

Tiempo (meses)	Proteínas g/100g
0	23,5 <sup>a</sup> ± 0,0
2	25,4 <sup>b</sup> ± 1,00
4	24,9 <sup>b</sup> ± 0,47
5	23,6 <sup>a</sup> ± 0,32
7	23,8 <sup>a</sup> ± 0,21

<sup>a, b</sup>: Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

Como las muestras analizadas para los distintos tiempos de almacenamiento corresponden a los mismos individuos,

pero a distintas partes de sus cuerpos, se podría presumir que las variaciones encontradas en las concentraciones de proteína pueden deberse a las variaciones debido al “dripping” que se produce al descongelar las muestras.

### Capacidad de retención de agua

Según se puede apreciar en la Tabla 2, los valores de % de aumento de masa para todos los individuos almacenados a -18°C y -30 °C. Los valores de CRA fluctuaron entre 105,1% a 108%, encontrándose valores levemente superiores para la temperatura de -30°C, para ambas temperaturas se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con respecto a la muestra fresca. Estos cambios son esperables debido a que la CRA depende de factores intrínsecos, como la concentración de proteínas (15) y de factores extrínsecos, como el tiempo de almacenamiento, manejo del producto, proceso de congelación y tiempos de congelación (19).

TABLA 2  
Variación de la CRA de músculo de reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses

Tiempo (mes)	% aumento masa	-18°C		-30°C <sup>e</sup>	
		g agua/ g prot.	% aumento masa	g agua/ g prot.	% aumento masa
0	108.1 <sup>a</sup> ± 0.4	1.6 <sup>a</sup> ± 0.0	108.0 <sup>a</sup> ± 1.7	1.5 <sup>a</sup> ± 0.3	
2	105.6 <sup>bc</sup> ± 0.8	1.0 <sup>bc</sup> ± 0.1	104.7 <sup>b</sup> ± 0.5	0.9 <sup>b</sup> ± 0.1	
4	105.1 <sup>c</sup> ± 0.8	0.9 <sup>c</sup> ± 0.2	103.2 <sup>bc</sup> ± 0.8	0.6 <sup>bc</sup> ± 0.2	
5	105.4 <sup>bc</sup> ± 1.0	1.1 <sup>bc</sup> ± 0.3	102.2 <sup>c</sup> ± 0.3	0.45 <sup>c</sup> ± 0.1	
7	106.4 <sup>b</sup> ± 0.3	1.3 <sup>b</sup> ± 0.1	102.5 <sup>c</sup> ± 0.2	0.5 <sup>c</sup> ± 0.1	

<sup>a, b, c, d, e</sup>: Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

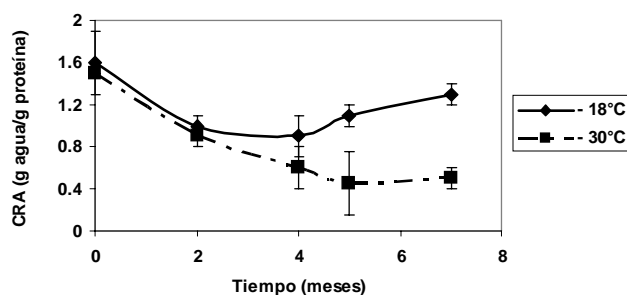
Por otra parte, en esta misma tabla (Tabla 2), se puede apreciar que los valores de CRA expresados en g agua/g proteína para los individuos almacenados a -30°C presentaron valores inferiores con respecto a los almacenados a -18°C para todos los meses, lo cual coincide con los resultados obtenidos en DSC, la temperatura de -30°C produce una menor desnaturalización de las proteínas, y en estudios realizados en propiedades de hidratación la proteína que tiene algún grado de desnaturalización puede favorecer éstas propiedades (20).

Al comparar éstos resultados frente a otros estudios se puede indicar que el músculo de reineta no presenta buena CRA, ya que análisis efectuados en distintas especies presentan valores superiores a los encontrados en el presente estudio, 151,82% para carne de jibia descongelada (18), entre 103% y 179% para carne fresca de vacuno (21), entre 110 y 160% para carne fresca de conejo (22), 154% para carne fresca de jaiba (14) y entre 106% y 111% para carne de jaiba sometida a altas temperaturas (23).

Al analizar la Figura 1, se puede apreciar que ambas temperaturas de almacenamiento presentan un comportamiento similar en el tiempo, ya que hasta el cuarto mes ambas curvas decrecen y luego en los últimos dos meses presentan un leve aumento.

FIGURA 1

Evolución de la relación g agua/g proteína en reineta congelada y almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 7 meses



Se pudo observar que la reineta congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$  tuvo un mejor comportamiento, con respecto a la CRA, en comparación a la reineta congelada a  $-30^{\circ}\text{C}$ . Esto puede deberse a una mayor desnaturalización y posterior agregación de las proteínas para la muestra almacenada a  $-30^{\circ}\text{C}$ , reduciendo esto la superficie de la molécula proteica y la disponibilidad de los grupos polares capaces de interactuar con el agua (20).

### Capacidad formadora de gel

En la Tabla 3, se puede apreciar que la CFG por parte del músculo de reineta es indiferente a la influencia del tiempo y temperatura de almacenamiento congelado, ya que esta propiedad sólo se pudo observar para las muestras frescas. Para las muestras en los distintos tiempos de almacenamiento, se produjo formación de agregados proteicos sin elasticidad. Por otra parte el análisis presentó una gran desviación estándar para la muestra fresca, lo cual está indicando que hay mucha variabilidad entre individuos de la especie reineta, los cuales pueden deberse a cambios “post-mortem” y niveles de stress al momento de la captura.

Como se observa en la Tabla 3 a partir del segundo mes la reineta no forma geles, esto puede deberse a la desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento o al proceso de congelación, produciéndose una disminución en la solubilidad de las proteínas miofibrilares, con la consiguiente disminución de las propiedades funcionales, como la capacidad de formar geles, llegando finalmente a no formar geles (7,24,25) esta pérdida de CFG, puede también ser correlacionada con los resultados obtenidos en DSC, los termogramas muestran una disminución en las estabilidades térmicas de la actina y miosina. Es importante destacar que

las propiedades texturales varían con las especies (26), los valores para la reineta de fuerza de gel son bajos en relación a las especies comercializables por esta propiedad (7).

TABLA 3

Variación de la Fuerza de Gel de músculo de reineta congelada y almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 7 meses

Tiempo (mes)	$-18^{\circ}\text{C}$		$-30^{\circ}\text{C}$	
	Fuerza de Gel (g-f x cm)	Plegado	Fuerza de Gel (g-f x cm)	Plegado
0	224,007 ± 78,473	Resiste 1° plegado	308,203 ± 110,203	Resiste 1° plegado
2 a 7	No forma gel	No resiste Plegado	No forma gel	No resiste plegado

### Capacidad emulsionante

La reineta (*Brama australis*) al estado fresco fue capaz de emulsionar  $1015,9 \pm 3,2$  g aceite/ g proteína, lo cual permite visualizar que este recurso sería interesante para la elaboración de alimentos tipo paté que requieren emulsión. A la fecha se registran estudios de CE en algunas especies marinas. Echeverría (27) obtuvo valores de CE de  $1.106,7 \pm 60,9$  g aceite/ g proteína en tollo (*Callorhynchus calloriynchus*) fresco y  $918,7 \pm 46,3$  g aceite/ g proteína en pejegallo (*Squallus acanthias*) fresco. Otros autores presentan valores de CE al estado fresco obtenidos en proteínas de origen animal y vegetal con diversas metodologías de medición. Lilienfield (28), determinó valores de CE en carne de vacuno de 1.061 g de aceite/ g proteína, en pulpa de pollo de 1.102,0 g aceite/ g proteína y en aislado de soya de 755 g aceite/ g proteína. En la Figura 2 se observa que la CE de la reineta almacenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$ , mantiene un comportamiento sin grandes variaciones hasta el 5° mes de almacenamiento. Al 7° mes de almacenamiento la CE aumenta significativamente en 18% y 20% a  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$  respectivamente, finalizando así el estudio con registros de CE de  $1.226,7 \pm 2,9$  y  $1.243,6 \pm 6,7$ . Este aumento en la CE podría deberse a un grado de desnaturalización de las proteínas en donde los grupos hidrófobos se encontrarían más expuestos (28).

### Estabilidad térmica (DSC)

Para el análisis de las propiedades térmicas los resultados que entrega el DSC son endotermas, como las que se pueden observar en la Figura 3, que permiten conocer la temperatura de desnaturalización ( $T_d$ ), la entalpía de desnaturalización ( $\Delta H$ ), ambos parámetros entregan información acerca de la estabilidad térmica de las proteínas y el grado de estructura de las proteínas (20).

FIGURA 2  
Capacidad emulsionante de reineta (*Brama asutralis*)  
durante el almacenamiento a -18 y -30°C.  
(Letras distintas indican diferencias significativas  $p < 0,05$ )

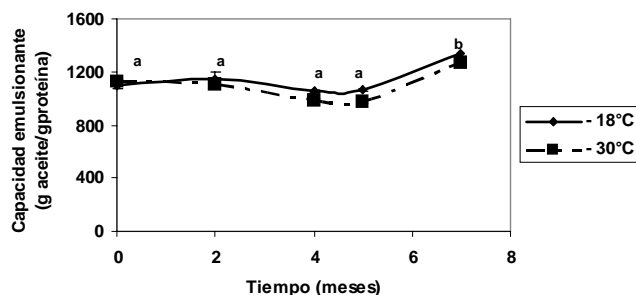
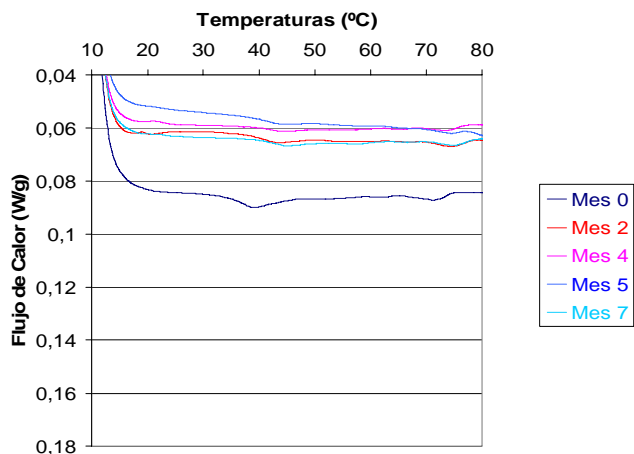


FIGURA 3  
Termograma de reineta almacenada a -30°C  
durante 7 meses



Se puede observar en la Tabla 4 que la estabilidad térmica de la actina es en promedio 73,8 °C y mayor a la de la miosina que presentó un valor promedio de 43 °C. Por otra parte la tendencia mostrada para la  $T_d$ , es que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento la temperatura de transición aumenta, lo cual también ha sido informado por Howell y col. (8) y Davies y col. (20) y Paredi y col. (30). Esto se puede deber a que durante el almacenamiento en frío la miosina sufre modificaciones en su estructura terciaria, debido a la ruptura de puentes de hidrogeno, produciéndose una agregación de proteínas que pudiera involucrar restos de miosina nativa y por lo tanto entregarle una mayor estabilidad térmica a esta proteína (17). Por otra parte la entalpía de desnaturalización muestra un notable descenso de un 50%, lo cual está señalando pérdida de estructura durante el almacenamiento congelado, lo cual puede estar explicando la pérdida de funcionalidad para el caso de formación de gel y CRA y un aumento de la CE debido a una mayor exposición de grupos hidrofóbicos provocados por la pérdida de estructura evidenciada por la disminución de la entalpía de desnaturalización.

## CONCLUSIONES

De las propiedades funcionales estudiadas se concluye que la reineta posee buena capacidad emulsionante, que se ve favorecida por el efecto del almacenamiento por congelación lo que lo hace apto para la elaboración de productos del tipo paté; por otra parte no posee buena CRA y su capacidad de formara geles es limitada y se ve desfavorecida por el almacenamiento congelado. Por otra los valores de CRA fueron bajos, presentando un máximo en las muestras frescas y una disminución a través del tiempo de almacenamiento. La actina y miosina presentaron un aumento en su estabilidad térmica ( $T_d$  mayores) durante el almacenamiento en frío, y una disminución de su estructura, se pudo determinar que existe una directa relación entre los resultados de estabilidad térmica obtenidos y sus propiedades funcionales.

TABLA 4  
Variación de las propiedades térmicas de la miosina y de la actina en músculo de reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses

Tiempo (mes)	Miosina				Actina			
	-18°C		-30°C		-18°C		-30°C	
	$T_d$ (°C)	$\Delta H$ (J/g)*	$T_d$ (°C)	$\Delta H$ (J/g)*	$T_d$ (°C)	$\Delta H$ (J/g)*	$T_d$ (°C)	$\Delta H$ (J/g)*
0	39,2 <sup>a</sup> ± 0,5	1,12 <sup>a</sup> ± 0,32	39,2 <sup>a</sup> ± 0,5	1,12 <sup>a</sup> ± 0,32	71,0 <sup>a</sup> ± 0,6	0,51 <sup>a</sup> ± 0,12	71,0 <sup>a</sup> ± 0,6	0,51 <sup>a</sup> ± 0,12
2	43,3 <sup>b</sup> ± 0,1	0,78 <sup>b</sup> ± 0,09	44,0 <sup>bc</sup> ± 1,0	0,82 <sup>b</sup> ± 0,06	74,8 <sup>cd</sup> ± 0,5	0,65 <sup>a</sup> ± 0,05	74,6 <sup>bc</sup> ± 0,2	0,62 <sup>a</sup> ± 0,02
4	44,1 <sup>bc</sup> ± 1,4	0,67 <sup>b</sup> ± 0,04	43,4 <sup>b</sup> ± 0,7	0,73 <sup>b</sup> ± 0,06	73,8 <sup>b</sup> ± 0,2	0,57 <sup>a</sup> ± 0,03	74,1 <sup>b</sup> ± 0,6	0,55 <sup>a</sup> ± 0,14
5	43,6 <sup>bc</sup> ± 0,6	0,57 <sup>b</sup> ± 0,06	43,2 <sup>b</sup> ± 0,1	0,77 <sup>b</sup> ± 0,09	74,2 <sup>bc</sup> ± 0,4	0,63 <sup>a</sup> ± 0,12	74,2 <sup>b</sup> ± 0,2	0,58 <sup>a</sup> ± 0,19
7	44,8 <sup>c</sup> ± 0,8	0,52 <sup>b</sup> ± 0,15	44,8 <sup>c</sup> ± 0,2	0,61 <sup>b</sup> ± 0,02	75,3 <sup>d</sup> ± 0,5	0,57 <sup>a</sup> ± 0,05	75,3 <sup>c</sup> ± 0,1	0,59 <sup>a</sup> ± 0,03

a, b, c, d : Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

(\*): g = gramo en base seca.

## REFERENCIAS

1. IFOP, Instituto de Fomento Pesquero (2001). <http://www.ifop.cl/peces.cfm> (reineta, fichas).
2. SERNAPESCA, Servicio Nacional de Pesca (2006). <http://www.sernapesca.cl> (anuarios estadísticos).
3. Mead GW. Bramidae. Dana- Report. 1972;81:1-175.
4. Pavlov YP. Information on morphometrics and ecology of Pomfrets of the Genus *Brama* inhabiting the Southeastern Pacific Ocean. *Journal of Ichthyology* 1991;31(2):120-124.
5. Last P. Rays bream - a new pelagic fishery? *Australian Fisheries*. 1994;20:19-22.
6. Lorenzen S. Mariscos y Peces de importancia Comercial en el Sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 1979.
7. Suzuki T. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España. 1987.
8. Howell BK, Matthews AD y Donnelly AP. Thermal Stability of fish miofibrils: a Differential Scanning Calorimetric Study. *Int. J Food Sci & Technol*. 1991; 26: 283-295.
9. Hastings RJ, Rodgen GW, Park R, Mattehws AD y Anderson EM. Differential Scanning Calorimetry of fish Muscle: The Effect of Processing and Species Variation. *J Food Sci*. 1985;50: 506-510
10. Beas VE, Crupkin M y Trucco RE. Gelling properties of actomyosin from pre- and post-spawning hake. *J Food Sci*. 1988;53:1322
11. Wright D.J, Leach IB, Wilding P. Differential scanning calorimetric studies of muscle and its constituent proteins. *J Sci Food Agric*. 1977;28: 557-564.
12. NCh 1370/V (1978). Procedimiento para la Determinación de Proteínas Totales. INN, Santiago, Chile.
13. Schmidt-Hebbel H. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile, 1981;pág. 19-24.
14. Abugoch L, Barrios F, Guarda A. Determinación de la composición químico proximal y de las propiedades funcionales de carne de pinzas de jaiba (*Homalaspis plana*) recién extraída. *Arch Latinoamer Nutr*, 1996;46, 25-28
15. Schmidt-Hebbel H y Pennacchiotti I. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 1985.
16. Vivanco M. (1997). Estudio Composicional y vida útil en Fresco de la especie Reineta (*Brama Australis*) capturada en la zona de Valparaíso. Tesis Escuela de Alimentos, Facultad de Recursos Naturales, U.C.V.
17. Davies, JR, Ledward DA, Bardsley RG y Poulter G. Species dependence of fish myosine stability to heat and frozen storage. *Int J Food Sci & Technol*. 1994;29: 287-301.
18. Abugoch L, Guarda A, Pérez LM y Donghi I. Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*). *Arch Latinoamer Nutr*, 2000; 50, 4.
19. Hamm R. Biochemistry of meat hydration. *Adv In Food Research* 1969;19: 356-376.
20. Añon C y Martínez N. Propiedades estructurales y funcionales de proteínas vegetales. Curso Internacional de Post-Grado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2000.
21. Bendall JR. The swelling effect of polyphosphates on lean meta. *J Sci Food Agric*. 1954;5: 468-475.
22. Swift C y Ellis R. The action of phosphates in sausage products. I Factors affecting the water holding retention of phosphates treated ground meat. *Food Technol*. 1956;15: 468-473.
23. Santana GA. Estudio de las Modificaciones por Tratamientos Térmicos de las Propiedades Funcionales y Químicas de Carne de Jaiba Mora (*Homalaspis plana*). Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1998.
24. Montero P y Borderías A. Alteraciones de las proteínas de pescado. Control de Calidad. *Revista Alimentos*. 1988;13: 43-52.
25. Konno K y Fukazawa C. Autolysis of Squid Mantle Muscle Protein as Affected by Storage Conditions and Inhibitors. *J Food Sci*. 1993;58: 1198-1202.
26. Cheng CS, Hamann DD y Webb NB. Effect of Thermal Processing on Minced Fish Gel Texture. *J Food Sci*. 1979;44: 1080-1086.
27. Echeverría X. Estudio de las modificaciones de las propiedades funcionales de carne de Pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) y Tollo (*Mustelus mento*) durante el almacenamiento congelado. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 2003.
28. Lillienfeld C. Sustitución parcial de carne de vacuno por pulpa de pollo deshuesada mecánicamente y/o aislado proteico de soya en mortadela lisa. Estudio de algunas propiedades funcionales. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1982.
29. Dondero M. Bioquímica y tecnología de la aplicación del frío en alimentos. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Alimentos. Valparaíso. Chile. 1990.
30. Paredi ME, Tomas MC, Crupkin M y Añon MC. "Thermal Denaturation of *Anlaconmya ater ater* (Molina) Myofibrillar Proteins: A Differential Scanning Calorimetric Study". *J Agric Food Chem*. 1994; 42. N°4: 873-877.

Recibido: 17-11-2006

Aceptado: 31-01-2007