

Obtención de surimi a partir de especies pesqueras locales: efecto del lavado sobre atributos de calidad fisicoquímica

Marchetti, Marion D.^{1,2*}; Czerner, Marina^{1,2}; García Loredo, Analía B. ^{1,2}

¹GIPCAL- INCITAA - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

*mmarchetti@fi.mdp.edu.ar



RESUMEN

Se evaluó la obtención de surimi para valorizar el músculo de dos especies frecuentemente descartadas en pesquerías del Mar Argentino: caballa (*S. japonicus*) de baja talla (<32cm) y jurel (*T. lathami*). Los filetes fueron picados con orificios de 4 mm (fino) y 8 mm (grueso) y se aplicaron dos ciclos de lavado ($T < 5^{\circ}\text{C}$, 10 min por ciclo) con distinta relación agua:minced (3:1 y 5:1, p/p) y composición: I) solución salina alcalina (0,15g/100g NaCl+0,2 g/100g NaHCO₃) en ambos ciclos, II) solución salina alcalina

en el primero y agua corriente en el segundo. Luego del segundo ciclo se centrifugó (5 min, 2800 rpm) para eliminar agua excedente. Se obtuvieron diez muestras por especie y se determinó contenido de agua (xw), proteína (xp), lípidos (xf), cenizas, pH, Nitrógeno Básico Volátil (NBVT), actividad de agua (aw), pérdida de agua por cocción (ΔMc), N°TBA y color. Se utilizó ANOVA y MANOVA para detectar diferencias significativas ($p < 0,05$) y análisis de conglomerados para agrupar muestras. Mediante PCA, se ilustró asociación entre clústeres y los valores de las

variables. Clúster 1 y 2: agrupó dos muestras sin lavar (SL) (4 y 8 mm) de jurel y caballa, respectivamente, con valores más bajos de x_w , a_w , pH, y valores más altos de x_p , x_f , NBVT, N° TBA, Δ Mc. La separación de muestras SL por especie se debió al x_f (g/g) ($0,014 \pm 0,002$ caballa; $0,049 \pm 0,006$ jurel). Clúster 3 agrupó dos muestras de jurel: picado fino, composición lavado II, distinta relación agua:minced; x_p y x_f fue mínimo, $x_w > 83\%$ (lavado excesivo). Clúster 4 englobó seis muestras de jurel: cuatro con picado grueso, composición lavado I y II, distinta relación agua:minced; dos muestras picado fino, composición lavado I, distinta relación agua:minced; $x_w \sim 79-82\%$. Clúster 5: ocho muestras de caballa lavadas. Jurel picado fino no tuvo influencia significativa de la relación agua:minced, los cambios se debieron a la composición de la solución. Jurel picado grueso no presentó influencia significativa de la relación ni composición del agua de lavado. Para caballa, las variables tecnológicas analizadas no ejercieron efecto significativo, pero el lavado constituye un paso fundamental para la obtención de surimi. En ambas especies, x_w (g/g) fue mayor en músculos lavados (entre $0,789 \pm 0,005$ y $0,844 \pm 0,013$) que SL ($0,751 \pm 0,004$ y $0,758 \pm 0,003$). x_f (g/g) fue menor en lavados (entre $0,009 \pm 0,001$ y $0,036 \pm 0,001$), la grasa flota y se elimina con la solución. x_p (g/g) fue menor en lavados (entre $0,140 \pm 0,001$ y $0,170 \pm 0,001$) que SL ($0,180 \pm 0,004$ y $0,216 \pm 0,03$) por lixiviación de proteínas solubles. N° TBA fue menor en lavados, por remoción de parte del x_f . La carne lavada presentó mayor luminosidad y disminución de tonalidad rojiza. Variaciones en L^* dan idea de agregación proteica y calidad (más claro, mayor calidad). El NBVT, responsable de olores desagradables, disminuyó al lavarse; el pH se incrementó, Δ Mc se redujo. Picado correspondiente a 4 mm, dos ciclos alcalinos, relación agua:minced 3:1 aumentó la eficacia contra compuestos indeseables (proteínas sarcoplasmáticas, grasa, pigmentos y compuestos olorosos, que reducirían la calidad del surimi). El surimi de ambas especies presentó x_w óptimo ($\sim 81\%$), mínimo x_f , racionalizando el uso de soluciones de lavado.

Palabras clave: pesca incidental, proteína, surimi, parámetros fisicoquímicos, color.

INTRODUCCIÓN

La transformación del recurso pesquero conlleva la generación significativa de residuos, como especies no comerciales, ejemplares de baja talla y partes no comestibles, que representan hasta el 70% del volumen total procesado (Batista, 2007). Además, durante la pesca se produce el descarte a bordo de especies incidentales o “by-catch”, que puede alcanzar el 30-50% de las capturas (Bovcon *et al.*, 2013). Estos descartes, cuyos volúmenes y composición son difíciles de determinar con precisión, representan una problemática ambiental y económica para la industria pesquera. En este contexto, es importante buscar alternativas para aprovechar y transformar estos recursos subutilizados. Los pescados pequeños, como el jurel del Atlántico (*Trachurus lathami*) y los juveniles de caballa (*Scomber japonicus*) son descartes que representan el 40% y el 30%, respectivamente, del conjunto de capturas por arrastre pelágico, arrastre de fondo y red de trasmallo. Son especies de interés debido a su contenido en ácidos grasos omega-3 y su menor riesgo de acumulación de contaminantes en comparación con especies de mayor tamaño (Secci *et al.*, 2017). Sin embargo, el alto contenido de músculo oscuro en estas especies dificulta la obtención de surimi de alta calidad, lo que ha llevado a investigar enfoques innovadores para mejorar el proceso de obtención de surimi a partir de estas especies (Chen, 2002).

El surimi, un bloque congelado de un concentrado de proteína miofibrilar de pescado, se ha convertido en un producto popular a nivel mundial desde 1960 (Nishiya *et al.*, 1960). Tradicionalmente, se ha producido utilizando pescado blanco magro, como el abadejo de Alaska (Park *et al.*, 2013). Sin embargo, debido a la escasez de los recursos pesqueros, los costos de la materia prima y las fluctuaciones del mercado, en los últimos años se ha prestado más atención al uso de especies de músculo oscuro y de menor valor económico (Blanco *et al.*, 2018). El proceso de obtención de surimi implica varias etapas, siendo el lavado una de las más importantes para eliminar componentes indeseables y mejorar la calidad del producto final (Cando Guañuna, 2018). Un lavado adecuado permite eliminar proteínas sarcoplasmáticas, sales inorgánicas, grasa, pigmentos y

compuestos olorosos (Chaijan et al., 2004). Sin embargo, es crucial encontrar procesos de lavado eficientes para optimizar la producción de surimi a partir de estas especies pelágicas.

El objetivo de este estudio es investigar exhaustivamente el impacto de distintas variables en los procesos de lavado durante la obtención de surimi a partir de especies pelágicas que constituyen la pesca incidental, centrándose especialmente en la evaluación de los atributos de calidad fisicoquímica del producto final. Los resultados de este estudio proporcionarán información relevante para optimizar el proceso de obtención de surimi, promover el aprovechamiento de recursos pesqueros locales y contribuir a la diversificación de productos alimenticios, así como a la promoción de la economía circular en la industria pesquera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de surimi

Se recolectaron especímenes de caballa (*Scomber japonicus*) de baja talla (<32cm) y jurel (*Trachurus lathami*) de una planta elaboradora de conservas de pescado (Mar del Plata, Argentina) en septiembre de 2022. Se obtuvieron manualmente filetes sin piel, eli-

minando espinas, cartílagos y otras impurezas como escamas, sangre residual y restos de vísceras. Para la obtención del minced, se utilizó una picadora de carne (Blaybar, Argentina) con orificios de 4 mm (fino) y 8 mm (grueso). Para cada especie, se obtuvieron diez porciones individuales de minced de aproximadamente 100 g. El lavado se realizó en dos ciclos de 10 min cada uno ($T < 5^{\circ}\text{C}$). Se emplearon distintas relaciones solución de lavado:minced (3:1 y 5:1, p/p) y diferente combinación de solución de lavado en cada ciclo (solución salina alcalina: 0,15 g/100 g NaCl + 0,2 g/100 g NaHCO₃ y agua). La combinación de variables empleadas en cada tratamiento se detalla en la **Tabla 1**. El lavado se realizó en un agitador orbital doméstico, equipado con paletas. Las muestras se agitaron (~60 rpm) 3 min, se dejaron reposar 4 min y se agitaron nuevamente 3 min. Al finalizar el primer ciclo, se drenó el líquido del minced utilizando tela de algodón de malla fina. Después del segundo ciclo, el líquido en exceso se eliminó por centrifugación (5 min, 2800 rpm). El surimi obtenido se moldeó en placas de ~1 cm de espesor y se almacenó a -20°C hasta su análisis. El experimento se realizó por duplicado.

Tabla 1 - Codificación de las muestras en función de las distintas variables ensayadas.

Código	Especie	Tamaño del minced (mm)	Proporción snlavado:minced (p/p)	Composición ciclos de lavado
4CSL	Caballa	4	-	-
4CL3I	Caballa	4	3:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
4CL3II	Caballa	4	3:1	sn salina alcalina + agua de red
4CL5I	Caballa	4	5:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
4CL5II	Caballa	4	5:1	sn salina alcalina + agua de red
8CSL	Caballa	8	-	-
8CL3I	Caballa	8	3:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
8CL3II	Caballa	8	3:1	sn salina alcalina + agua de red
8CL5I	Caballa	8	5:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
8CL5II	Caballa	8	5:1	sn salina alcalina + agua de red
4JSL	Jurel	4	-	-
4JL3I	Jurel	4	3:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
4JL3II	Jurel	4	3:1	sn salina alcalina + agua de red
4JL5I	Jurel	4	5:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
4JL5II	Jurel	4	5:1	sn salina alcalina + agua de red
8JSL	Jurel	8	-	-
8JL3I	Jurel	8	3:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
8JL3II	Jurel	8	3:1	sn salina alcalina + agua de red
8JL5I	Jurel	8	5:1	sn salina alcalina + sn salina alcalina
8JL5II	Jurel	8	5:1	sn salina alcalina + agua de red

sn: solución

Análisis fisicoquímicos

Parámetros de frescura. Se determinó el contenido de Nitrógeno Básico Volátil Total (NBVT) por duplicado según el procedimiento descrito por Giannini *et al.* (1979). Para evaluar la presencia de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) se utilizó la técnica descrita por Tironi *et al.* (2007). La absorbancia se midió por cuadruplicado a 532 nm (SPECTRUM SP 2000 UV, Shanghai, China). Se midió el pH de las muestras por duplicado con pH-metro digital de mesada (ALTRONIX EZDO-PC, Buenos Aires, Argentina) (AOAC, 1993, Sec. 981.12).

Composición Química Proximal (CQP). La CQP se determinó por triplicado siguiendo los métodos de la AOAC: humedad (xw) (AOAC, 1990 Sec. 984.25), ceniza (xa) (AOAC, 1993 Sec. 945.46), grasa(xf) (AOAC, 1990 Sec. 922.06) y proteína (xp) (AOAC, 1993 Sec. 920.152).

Otros parámetros de calidad fisicoquímica. Se determinó el valor de actividad de agua (aw) por duplicado utilizando un aw-metro digital de mesada (Novatron Scientific, East Grinstead, Inglaterra). Para determinar la pérdida por cocción (ΔMc), se pesaron las muestras crudas y se sometieron a cocción en un baño a 90°C durante 30 minutos. Luego de la cocción, se eliminó el exudado y se volvió a pesar las muestras (Sánchez-Alonso *et al.*, 2007). Esta medición se hizo por duplicado. Las mediciones de color se llevaron a cabo utilizando un colorímetro portátil (Lovibond SP60, Londres, Inglaterra) con iluminante D65 y observador de 10° bajo la escala de color CieLab y se registraron los valores de Lab*. Estas mediciones se realizaron por quintuplicado y se calculó el valor promedio para cada parámetro. Se calcularon los valores de blancura (Ec. 1) y croma (Ec. 2) utilizando las ecuaciones propuestas por Álvarez-Parrilla *et al.* (1997):

$$\text{Blancura (B)} = 100 - \left[(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2} \right]^{1/2} \quad (1)$$

$$\text{Croma (C)} = \left[a^{*2} + b^{*2} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Análisis estadísticos

Los resultados se presentaron como la media \pm desviación estándar y se sometieron a análisis estadísticos utilizando el software Infostat v.2009. Se realizó ANOVA unidireccional para determinar diferencias

significativas en los parámetros fisicoquímicos entre las muestras de surimi. Las comparaciones múltiples se llevaron a cabo mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Se utilizó MANOVA para evaluar las diferencias en el perfil de color y, en caso de encontrar diferencias significativas ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de Hotelling corregida por Bonferroni. Además, se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) para visualizar la relación entre las variables fisicoquímicas y las muestras de surimi obtenidas con distintos métodos de lavado. Por último, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos aglomerativos para identificar asociaciones entre clústeres y los valores de las variables, utilizando el método de agrupamiento de encadenamiento promedio y la distancia Euclídea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las especies *S. japonicus* y *T. lathami*

Se investigaron dos especies pesqueras con diferentes composiciones proximales (ver **Tabla 2** y **Tabla 3**, muestras SL -sin lavar-), las cuales exhiben grandes variaciones estacionales en el contenido de lípidos y agua (Orban *et al.*, 2011). Cercano al periodo de desove, el xf suele ser el más bajo, llegando a alcanzar porcentajes del orden del 1% en *S. japonicus*, como se encontró en este estudio para el mes de septiembre. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Sánchez Pascua *et al.* (2001) para la misma especie, pero para el mes de diciembre. El jurel también es una especie que depende mucho de la temporada de captura, presentando un x_f relativamente bajo durante el mes analizado. El periodo de septiembre a diciembre resultaría apropiado para obtener especies pelágicas con un bajo contenido de grasa (<5% en ambas especies). Esto es importante, ya que un aumento de la fracción lipídica poliinsaturada aumentaría su susceptibilidad a la oxidación. Se encontró un x_w muy similar en ambas especies, mientras que la caballa mostró un contenido significativamente mayor de proteínas. Esta variación podría atribuirse a una interacción compleja de factores inherentes a cada especie, incluyendo su dieta, biología, fase de vida, madurez y ambiente. Entre estos factores, el contenido lipídico más bajo en la caballa podría estar contribuyendo a

esta disparidad. En ambos casos, se obtuvieron valores bajos de ceniza (<2%), lo que indica que, a pesar de tratarse de especies de pequeño tamaño, es factible realizar un buen proceso de separación manual del músculo (Secci *et al.*, 2017).

Efecto del lavado sobre las propiedades fisicoquímicas del surimi

Durante todo el proceso de lavado, el pH de ambas especies se mantuvo dentro de los valores óptimos (6 a 8) (ver **Tabla 2 y Tabla 3**, muestras lavadas). Esta medida se tomó para prevenir la desnaturalización de las proteínas presentes en las especies, asegurando así la calidad del surimi obtenido (Álvarez-Parrilla *et al.*, 1997). El incremento del pH durante la elaboración podría asociarse tanto a la adición de NaHCO₃ como al elevado pH del agua de red utilizada para los lavados (7,71). De manera general, el contenido de agua fue mayor en los músculos lavados que sin lavar. En la elaboración de surimi, es crucial mantenerse dentro del rango de xw entre 75% y 82%, ya que este intervalo refleja el contenido natural presente en el músculo de diversas especies pesqueras. Un xw superior a 82% indicaría que el proceso de lavado fue excesivo (Blanco *et al.*, 2018). El contenido de lípidos fue menor en los músculos lavados que sin lavar. Esto es coherente con el proceso, considerando que la pérdida de grasa es consecuencia del lavado, ya que la grasa flota y se elimina con el agua (Park *et al.*, 2013). La fracción proteica fue menor en los lavados que en el músculo sin lavar ($p < 0,05$). Esto podría explicarse por la lixiviación de la mayoría de las proteínas solubles (de menor peso molecular) y por el hecho de que la cantidad de agua fue mayor en los músculos lavados, por lo que el porcentaje de proteína fue relativamente menor (Park *et al.*, 2013). La ΔMc fue menor en la carne picada lavada de caballa que en el músculo sin lavar; por el contrario, en el caso del jurel, se observó una tendencia opuesta. El lavado induce cambios en las proteínas unidas a moléculas de agua. Dado que estas moléculas tienen una interacción débil con las proteínas, durante la cocción, podrían liberar el agua circundante (Park *et al.*, 2013). En vista de estos resultados, la caballa podría tener una proteína de mejor calidad debido a su mayor capacidad para

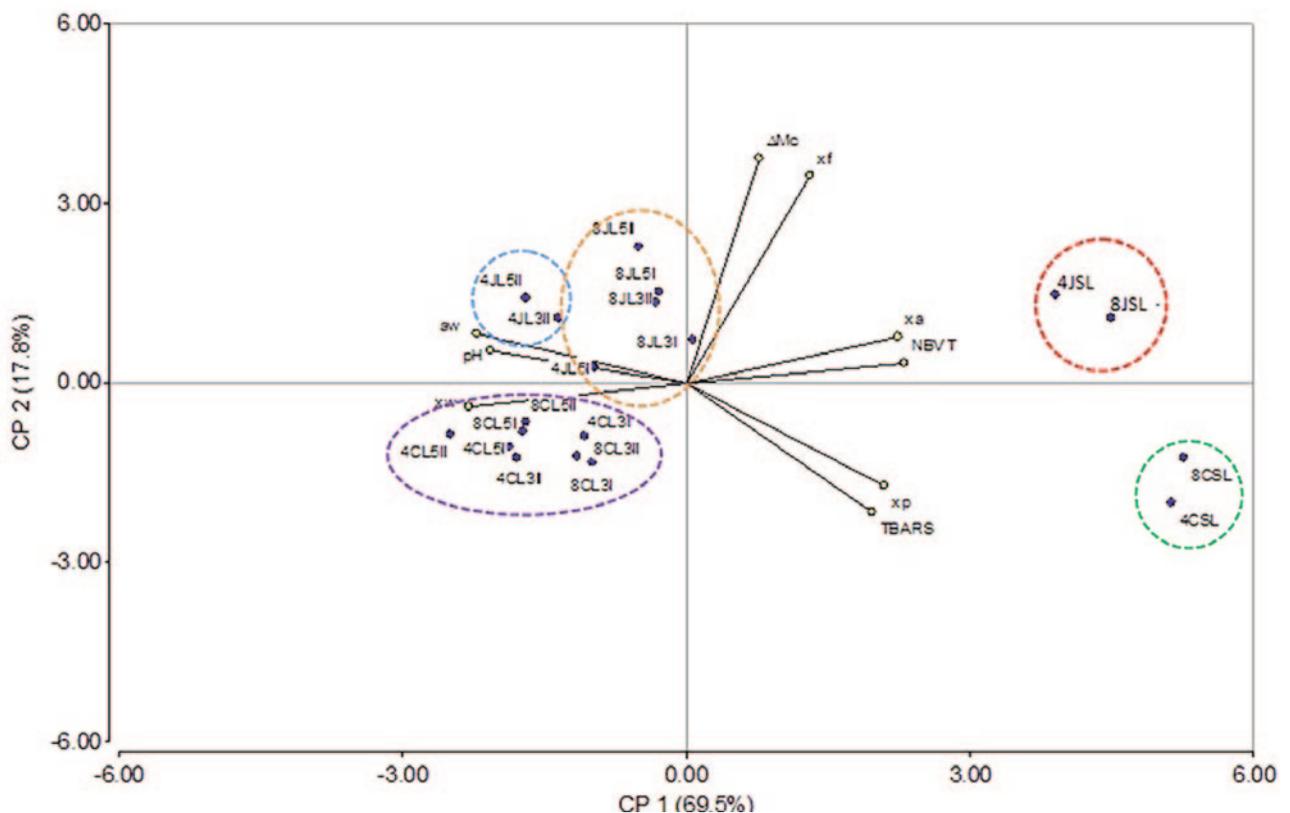
aumentar el xw y perder menos agua durante la cocción. Sin embargo, se requieren investigaciones adicionales para comprender plenamente estos aspectos. El valor de TBARS fue menor en la carne picada lavada que en la no lavada. Esto podría ser debido a la eliminación de parte del contenido lipídico flotante en el agua durante el proceso de lavado (Park *et al.*, 2013). Además, el lavado podría también contribuir a la reducción de productos secundarios de oxidación, los cuales se cuantifican mediante el N°TBA. El contenido de NBVT se vio disminuido por efecto del lavado, siendo estas sustancias las principales responsables del olor indeseable en el músculo de pescado.

La **Figura 1** muestra el PCA realizado para explicar la relación entre variables de calidad fisicoquímica y muestras de surimi de caballa y jurel obtenidas con distintos tratamientos de lavado. La PC1 explicó el 69,5% de la variabilidad de los datos, e incluyendo la PC2 fue posible explicar el 87,3% de la variación total. PC1 se asoció positivamente con xa, NBVT, TBARS y xpy se correlacionó negativamente con xw, pH y aw. PC2 estuvo representada positivamente por ΔMc y xf. Al aplicar el análisis de conglomerados, se identificaron cinco clústeres distintos ($CCC=0,954$). Clúster 1 y Clúster 2 agruparon muestras sin lavar de jurel y caballa, respectivamente, con tamaño de molienda de 4mm y 8mm. Estos clústeres mostraron los valores más bajos de xw, aw y pH, así como los valores más altos de xp, xf, NBVT y TBARS (**Figura 1**). La separación de las muestras sin lavar por especie se debió principalmente al xf, que fue significativamente superior para el jurel. Clúster 3 incluyó dos muestras de jurel: muestras picadas finamente con composición de lavado II (ver Tabla 1 codificación de las muestras) y distinta relación solución:minced, donde los valores de xp y xf fueron mínimos y xw fue mayor al 83% (lavado excesivo). Clúster 4 englobó seis muestras de jurel: cuatro muestras picadas gruesamente con composición de lavado I y II, y diferentes relaciones solución:minced; y dos muestras picadas finamente con composición de lavado I y diferentes relaciones solución:minced. Los valores de xw oscilaron entre 79% y 82%. Clúster 5 englobó las ocho muestras de caballa lavadas.

Para el jurel picado finamente (4 mm) los cambios observados se debieron principalmente a la composición de la solución de lavado. Para jurel picado gruesamente (8 mm), ni la relación solución:minced ni la composición de la solución de lavado mostraron una influencia significativa. Para caballa, las variables tecnológicas analizadas no mostraron un efecto significativo.

De acuerdo a los resultados del análisis multivariado, el tamaño del picado no tendría un efecto claro sobre las características fisicoquímicas del surimi obtenido mediante los diferentes tratamientos. Únicamente las muestras 4JL5II y 4JL3II (Clúster 3) se diferencian de las restantes, lo que indicaría en este caso que un tamaño de picado fino lleva a un lavado excesivo, según se discutió previamente.

Figura 1 - Análisis de componentes principales (PCA) para los parámetros de calidad fisicoquímica medidos en muestras de surimi de caballa (*S. japonicus*) y jurel (*T. lathamii*) con distintos tratamientos de lavado.



Efecto del lavado sobre el color

El análisis del color del surimi elaborado a partir de especies pelágicas reveló un aumento en L^* y una ligera disminución en a^* después de los lavados, mientras que b^* se mantuvo prácticamente sin cambios (Tabla 4). Esto resultó en un incremento general de la blancura del surimi obtenido (desde $37,65 \pm 0,78$ hasta $44,62 \pm 2,16$ para caballa y desde $48,21 \pm 1,37$ hasta $50,38 \pm 2,26$ para jurel), generando un producto con una tonalidad amarilla-marrón leve (valores de croma entre $12,90 \pm 1,36$ y $15,19 \pm 1,38$), similar para ambas especies. Los valores finales de L^* se encontraron entre $42,23 \pm 3,55$ y $46,73 \pm 2,30$ para caballa y

entre $46,76 \pm 1,84$ y $52,60 \pm 2,61$ para jurel; los valores finales de b^* estuvieron entre $13,69 \pm 0,87$ y $15,93 \pm 1,16$ para caballa y entre $12,85 \pm 1,40$ y $15,17 \pm 1,39$ para jurel; y los valores de a^* fueron entre $0,24 \pm 0,21$ y $1,14 \pm 0,61$ para caballa y entre $0,11 \pm 0,29$ y $1,75 \pm 1,06$ para jurel. Debido a la presencia de músculo oscuro en la composición de estas especies, estos resultados difieren levemente de las características esperadas para surimi elaborado a partir de pescado blanco, que se caracteriza por presentar valores de L^* superiores a 50 y tonalidades rojas y amarillas cercanas a cero (Álvarez-Parrilla *et al.*, 1997). Estos hallazgos resaltan la importancia de los

procesos de lavado para mejorar la calidad visual del surimi. Un valor L^* más alto se asocia generalmente con una mayor capacidad de gelificación y retención de agua y, en definitiva, un producto más atractivo para los consumidores y más versátil para su uso en diversas aplicaciones culinarias (Cando Guañuna, 2018).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que el uso de procesos de lavado adecuados en la producción de surimi a partir de especies pelágicas puede mejorar significativamente las propiedades fisicoquímicas del producto final. Se encontró que la implementa-

ción de técnicas como el minced más pequeño, dos ciclos de lavado alcalinos y una relación solución de lavado:minced de 3:1 p/p incrementó la eficacia en la eliminación de compuestos indeseables (proteínas sarcoplasmáticas, grasa, pigmentos y compuestos olorosos), racionalizando el uso de soluciones de lavado. Además, se logró obtener un surimi con un contenido óptimo de agua (~81%) y un menor contenido de lípidos, contribuyendo a la calidad y estabilidad del producto. Esto puede ser de utilidad para la industria alimentaria en la optimización de los procesos de producción de surimi y en la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento de recursos pesqueros locales.

Tabla 2 - Influencia del lavado sobre atributos de calidad fisicoquímica determinados en surimi de caballa (*S. japonicus*).

Muestra	x_w (g/g)	x_a (g/g)	x_f (g/g)	x_p (g/g)	a_w	pH	NVBT (mgN 100 g ⁻¹)	TBARS (mgMDA kg ⁻¹)	ΔMc (%)
4CSL	0,758±0,003 ^a	0,0130±0,0008 ^a	0,014±0,002 ^{ab}	0,215±0,001 ^a	0,976±0,001 ^a	6,29±0,03 ^a	39,59±3,19 ^a	17,97±2,22 ^a	9,26±0,93 ^a
4CL3I	0,818±0,004 ^{bc}	0,0056±0,0002 ^c	0,011±0,001 ^d	0,165±0,003 ^f	0,990±0,002 ^b	8,00±0,02 ^b	19,56±0,18 ^f	6,44±0,36 ^b	3,71±0,07 ^c
4CL3II	0,840±0,004 ^{ef}	0,0021±0,0013 ^b	0,010±0,002 ^{acd}	0,148±0,002 ^b	0,991±0,003 ^{bc}	7,49±0,01 ^c	17,69±0,45 ^{def}	8,18±1,05 ^{bc}	4,52±0,84 ^{cd}
4CL5I	0,831±0,008 ^{de}	0,0053±0,0001 ^{de}	0,010±0,001 ^{cd}	0,154±0,003 ^c	0,994±0,001 ^{cd}	7,90±0,05 ^d	17,03±0,55 ^{def}	6,05±0,57 ^b	3,31±0,28 ^c
4CL5II	0,844±0,013 ^f	0,0033±0,0005 ^c	0,009±0,001 ^d	0,143±0,004 ^d	0,996±0,002 ^{de}	7,62±0,02 ^e	15,56±0,36 ^{cde}	5,66±0,58 ^b	4,46±0,01 ^{cd}
8CSL	0,751±0,004 ^a	0,0132±0,0005 ^a	0,020±0,003 ^c	0,216±0,002 ^a	0,977±0,001 ^a	6,22±0,01 ^f	36,05±1,89 ^b	17,86±1,07 ^a	12,37±1,53 ^b
8CL3I	0,811±0,007 ^b	0,0059±0,0003 ^c	0,014±0,003 ^{abc}	0,169±0,004 ^e	0,995±0,001 ^d	8,03±0,01 ^{bs}	18,05±0,17 ^{ef}	9,86±0,93 ^c	3,47±0,18 ^c
8CL3II	0,824±0,002 ^{cd}	0,0043±0,0001 ^{cd}	0,013±0,001 ^{abcd}	0,159±0,004 ^e	0,995±0,001 ^{de}	7,37±0,02 ^b	17,36±1,07 ^{def}	10,15±0,78 ^c	7,30±1,92 ^e
8CL5I	0,821±0,004 ^{bcd}	0,0054±0,0003 ^c	0,012±0,001 ^{abcd}	0,162±0,002 ^{ef}	0,995±0,001 ^{de}	8,06±0,03 ^e	15,22±0,17 ^{cd}	6,26±1,11 ^b	5,00±0,96 ^{cd}
8CL5II	0,822±0,005 ^{bcd}	0,0043±0,0004 ^{cd}	0,014±0,001 ^b	0,160±0,002 ^e	0,998±0,001 ^e	7,57±0,01 ⁱ	14,30±1,46 ^c	7,16±0,81 ^b	6,28±0,40 ^{de}

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

Tabla 3 - Tabla 3 - Influencia del lavado sobre atributos de calidad fisicoquímica determinados en surimi de jurel (*T. lathami*).

Muestra	x_w (g/g)	x_a (g/g)	x_f (g/g)	x_p (g/g)	a_w	pH	NVBT (mgN 100 g ⁻¹)	TBARS (mgMDA kg ⁻¹)	ΔMc (%)
4JSL	0,758±0,002 ^a	0,0126±0,0002 ^a	0,049±0,006 ^a	0,180±0,004 ^a	0,984±0,001 ^a	6,62±0,01 ^a	41,87±0,17 ^a	8,72±0,42 ^a	12,06±1,32 ^{abc}
4JL3I	0,812±0,006 ^d	0,0069±0,0003 ^c	0,019±0,002 ^{bc}	0,162±0,003 ^c	0,994±0,004 ^{bcd}	7,99±0,04 ^c	20,42±0,59 ^c	4,26±0,05 ^c	8,83±0,80 ^a
4JL3II	0,832±0,012 ^e	0,0043±0,0002 ^b	0,023±0,001 ^{bc}	0,140±0,001 ^b	0,992±0,001 ^b	7,52±0,06 ^c	19,43±0,11 ^d	4,50±0,08 ^c	13,10±1,93 ^{bcd}
4JL5I	0,814±0,009 ^d	0,0069±0,0001 ^c	0,018±0,001 ^b	0,161±0,002 ^c	0,992±0,001 ^{bc}	8,23±0,02 ^f	18,86±0,20 ^{cd}	6,17±0,80 ^d	10,35±1,17 ^{ab}
4JL5II	0,836±0,004 ^c	0,0045±0,0001 ^b	0,016±0,001 ^b	0,143±0,001 ^b	0,995±0,001 ^{cd}	7,73±0,03 ^d	18,10±0,14 ^c	4,33±0,17 ^c	17,38±1,97 ^c
8JSL	0,751±0,006 ^a	0,0128±0,0009 ^a	0,053±0,005 ^a	0,182±0,002 ^a	0,983±0,001 ^a	6,64±0,01 ^a	39,99±0,56 ^b	14,45±0,30 ^b	11,37±0,49 ^{abc}
8JL3I	0,789±0,005 ^b	0,0096±0,0014 ^d	0,031±0,007 ^{de}	0,170±0,001 ^d	0,994±0,002 ^{bcd}	8,02±0,03 ^c	22,21±0,06 ^f	5,21±0,71 ^{cd}	8,30±1,02 ^a
8JL3II	0,807±0,004 ^{cd}	0,0079±0,0001 ^c	0,026±0,002 ^{cd}	0,159±0,001 ^c	0,995±0,001 ^d	7,42±0,06 ^b	19,47±0,01 ^d	5,02±0,54 ^{cd}	14,44±3,61 ^{cde}
8JL5I	0,799±0,001 ^{bc}	0,0076±0,0002 ^c	0,033±0,005 ^c	0,161±0,003 ^c	0,994±0,001 ^{bcd}	7,97±0,04 ^c	20,89±0,01 ^e	5,01±0,62 ^{cd}	13,23±2,26 ^{bcd}
8JL5II	0,812±0,009 ^d	0,0078±0,0002 ^c	0,036±0,001 ^c	0,144±0,002 ^b	0,995±0,001 ^{cd}	7,72±0,09 ^d	19,17±1,42 ^{cd}	6,03±0,77 ^d	16,84±3,35 ^{de}

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p>0,05).

REFERENCIAS

Álvarez-Parrilla E, Puig A, Lluch MA (1997). Preparation and chemical and microstructural characterization of surimi from hake (*Merlucciusmerluccius*) and horse mackerel (*Trachurus*). Food Sci Technol Int, 3, 49-60.
 AOAC (1990). Official methods of analysis (15th ed.).

Association of official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA
 AOAC (1993). Official Methods of Analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC
 Batista I (2007). By-catch, underutilized species and underutilized fish parts as food ingredients. In Woodhead Publishing Series in Food Sci, TechnolNutr, Maximising the Value of Marine By-Products, Woodhead Publishing, 171-195

Tabla 4 - Influencia del lavado sobre el perfil de color y blancura obtenido en surimis de caballa (*S. japonicus*).

Muestra	L*	a*	b*	B	C	
<i>Caballa</i>						
4CSL	39,33±0,90	2,34±0,37	14,17±0,72	37,65±0,78	4JSL * 36±0,75	a
4CL3I	42,27±2,51	0,72±0,49	15,23±1,00	40,27±2,18	8JSL 15,26±1,01	c
4CL3II	42,23±3,55	0,57±0,38	13,69±0,87	40,61±3,31	13,70±0,86	bcd
4CL5I	43,08±2,95	0,94±0,70	14,91±0,72	41,14±2,82	14,95±0,70	bcd
4CL5II	46,73±2,30	0,60±0,68	15,07±0,39	44,62±2,16	15,09±0,38	bd
8CSL	41,97±2,52	2,74±0,43	14,85±0,63	40,02±2,30	15,11±0,63	a
8CL3I	44,83±1,67	0,34±0,31	15,44±0,78	42,70±1,50	15,45±0,78	bc
8CL3II	44,68±1,73	0,24±0,21	13,89±0,64	42,96±1,61	13,89±0,64	bd
8CL5I	43,13±2,70	1,14±0,61	15,93±1,16	40,91±2,39	15,97±1,19	c
8CL5II	47,77±0,80	0,25±0,47	14,60±1,62	45,74±0,53	14,61±1,62	d
<i>Jurel</i>						
4JSL	49,95±1,51	2,22±0,39	13,06±1,40	48,21±1,37	13,24±1,44	ab
4JL3I	48,59±1,61	0,88±0,43	14,01±1,07	46,70±1,66	14,04±1,07	cd
4JL3II	46,76±1,84	0,87±0,46	13,79±0,83	44,99±1,65	13,82±0,85	cd
4JL5I	49,10±3,39	0,69±0,41	15,17±1,39	46,84±2,89	15,19±1,38	cd
4JL5II	48,75±3,51	0,11±0,29	13,54±1,48	46,96±3,16	13,54±1,48	c
8JSL	51,03±2,20	2,76±0,38	13,34±0,70	49,16±1,98	13,63±0,66	a
8JL3I	47,11±3,65	1,05±0,38	12,85±1,40	45,53±3,28	12,90±1,36	bed
8JL3II	52,60±2,61	0,77±0,64	14,57±1,02	50,38±2,26	14,60±0,98	cd
8JL5I	51,21±1,21	0,96±0,63	14,26±1,01	49,15±1,07	14,30±1,03	bed
8JL5II	49,03±2,79	1,75±1,06	13,66±0,60	47,19±2,76	13,81±0,58	abd

Diferentes letras minúsculas en cada fila indican diferencias significativas en el perfil de color entre muestras de surimi de caballa (MANOVA caballa) o jurel (MANOVA jurel) ($p < 0,05$).

Blanco M, Domínguez-Timón F, Pérez-Martín R, Fraguas J, Ramos-Ariza P. et al. (2018). Valorization of recurrently discarded fish species in trawler fisheries in North-West Spain. *J FoodSciTechnol*, 55, 4477- 4484

Bovcon N, Góngora M, Marinao C, González-Zevallos D (2013). Composición de las capturas y descartes generados en la pesca de merluza común *Merluccius hubbsi* y langostino patagónico *Pleoticus muelleri*: un caso de estudio en la flota fresquera de altura del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. *RBMO*, 48, 303-319.

Cando Guañuna DP (2018). Estrategias para la obtención de geles de surimi con contenido reducido de sodio: alta presión hidrostática y adición de compuestos. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C (2004). Characteristics and gel properties of muscles from sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) caught in Thailand. *Food Res Int*, 37, 1021-1030

Chen HH (2002). Decolouration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *J FoodSci*, 67, 2970-2975.

Giannini DH, Davidovich LA, Lupín HM (1979). Adaptación del método comercial para la determinación de Nitrógeno básico Volátil en merluza (*Merluccius hubbsi*). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 19, 55-60.

Nishiya K, Takeda F, Tamoto K, Tanaka O, Kubo T (1960). Studies on freezing of surimi (fish paste) and its application. III. Influence of salts on quality of fish meat. *Month Rept. Hokkaido Municpl*, 17, 373-383.

Orban E, Di Lena G, Nevigato T, Masci M, Casini I, Caproni R (2011). Proximate, unsaponifiable lipid and fatty acid composition of bogue (*Boops boops*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Italian trawl fishery. *J Food Compost Anal*, 24, 8.

Park J, Nozaki H, Suzuki T, Beliveau J (2013). Historical review of Surimi technology and market developments. *Surimi and surimi seafood*, 1(1), 1.

Sánchez-Alonso I, Haji-Maleki R, Borderías J (2007). Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. *Food Chem*, 100, 1037-1043.

Sánchez Pascua G, Casales MR, Yeannes MI (2001). Influence of Water and Glycerol Contents on the aw of Fish Pastes. *J Aquat*, 10, 89-100.

Secchi G, Borgogno M, Mancini S, Paci G, Parisi G (2017). Mechanical separation process for the value enhancement of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), a discard fish. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 39, 13-18

Tironi VA, Tomás MC, Añón MC (2007). Lipid and protein deterioration during the chilled storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *J Sci Food Agric*, 87, 2239-2246